

## La relación teoría-práctica, otra faceta de la formación integral

---

La enseñanza actual de la ingeniería está caracterizada por la separación entre la teoría y la práctica, el excesivo énfasis en las actividades teóricas, el uso de métodos pedagógicos rígidos y la escasa participación de los estudiantes en investigación y extensión universitaria. Una de las principales estrategias para lograr la formación integral de los estudiantes consiste en estrechar la relación entre la teoría y la práctica, en las diferentes asignaturas y actividades curriculares, mediante el empleo de métodos pedagógicos más adecuados, el fortalecimiento de los vínculos entre la docencia, la investigación y la extensión, y la realización de otras actividades complementarias.

---

**GUILLERMO SANCHEZ BOLIVAR**  
Ingeniero Mecánico, M.Sc. Vicedecano Académico,  
Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional  
de Colombia, Bogotá.

Cuando se plantea el tema de la formación integral en un currículo universitario, generalmente se hace referencia a un grupo de asignaturas y actividades de tipo social y humanístico que se incluyen en los planes de estudios, como complemento a las áreas relacionadas directamente con las disciplinas o profesiones. Con esta área socio-humanística, más o menos estructurada, de acuerdo con la filosofía y las políticas de cada institución, se busca que el estudiante amplíe su campo de intereses y su cultura general, o bien, logre contextualizar su profesión dentro de un marco de referencia social y cultural. Así se procura evitar el excesivo énfasis profesionalista, mediante el desarrollo paralelo de otros aspectos fundamentales del ser humano y sus relaciones con el entorno.

Lo anterior tiene que ver con las áreas que se incluyen en los planes de estudios. Pero la formación integral se refiere también a la necesidad de que exista relación, ordenamiento, coherencia y complementariedad entre los diferentes elementos curriculares de un programa académico, de tal modo que el proceso de formación sea un todo estructurado, y no el agregado de diferentes partes inconexas. El título de este artículo pretende llamar la atención sobre la importancia de que exista una relación estrecha entre las actividades teóricas y prácticas, como una de las estrategias para brindar una formación integral a los estudiantes de ingeniería.

Algunas de las principales preocupaciones relacionadas con la enseñanza de la ingeniería han girado en torno a diversos aspectos de la formación práctica de los estudiantes. Así, el XVI Congreso Nacional de Ingeniería se pronunció sobre la existencia de algunos puntos críticos en la formación de los ingenieros, tales como la formación profesional eminentemente teórica, la orientación profesionalista, sin contenidos dirigidos a crear el espíritu hacia la investigación, y las deficiencias en laboratorios, equipos y recursos de información <sup>(1)</sup>. Coincidiendo con estos planteamientos, en la III Reunión Nacional de Decanos de Ingeniería, el director del ICFES mostró su preocupación por las diferencias significativas que había en la disponibilidad de todo tipo de recursos

en las universidades, las faltas notorias en la adecuación del planteamiento curricular de algunos programas, la ausencia de investigación en la mayor parte de las instituciones y la escasa participación de éstas en la solución de la problemática del área <sup>(2)</sup>.

En el diagnóstico de la Universidad Nacional, realizado hace algún tiempo por la rectoría de la institución, se hace referencia a la baja proporción de enseñanza práctica que tienen algunas carreras, en los siguientes términos: "Si es cierto que para llegar a la solución más adecuada de un problema o al análisis profundo de una situación, es necesario combinar la teoría y la práctica, tendríamos que reconocer que los profesionales formados en la Universidad no están en las mejores condiciones para hacerlo" <sup>(3)</sup>.

La preocupación por el excesivo énfasis teórico de los currículos ha sido compartida y expresada reiteradamente por las propias facultades de ingeniería, muchas de las cuales están haciendo esfuerzos, mediante diversas estrategias, para superar la situación y darle una mayor importancia a la formación práctica de los estudiantes.

El presente artículo tiene dos partes fundamentales. La primera es una visión general de la forma como se está procurando actualmente la formación práctica de los estudiantes de ingeniería, en el país, y la segunda constituye una propuesta para lograr una formación más integral de los estudiantes, mediante la vinculación permanente del aprendizaje teórico y el práctico, el estrechamiento de los nexos entre la docencia, la investigación y la extensión, y la realización de otras acciones complementarias.

### LA FORMACION PRACTICA ACTUAL

La manera como se está realizando la formación práctica de los estudiantes de ingeniería se puede visualizar con base en algunas de las conclusiones del estudio "Los programas de ingeniería mecánica en Colombia" <sup>(4)</sup>, del cual es coautor quien escribe este artículo. En dicho estudio se analizaron diversos aspectos académicos y administrativos en una muestra de siete programas de ingeniería mecánica ubicados en Bogotá y Medellín (cuatro pertenecientes a universidades privadas y tres a instituciones oficiales) mediante la realización de entrevistas al personal directivo y administrativo, encuestas a profesores y estudiantes, revisión documental y observaciones de campo. Las semejanzas que hay entre los enfoques curriculares utilizados en los programas de unas y otras ramas de la ingeniería, permiten afirmar que los resultados de este estudio dan una idea aproximada de la forma como operan los diversos programas de ingeniería que se ofrecen en el país.

Todos los programas consultados estructuran los planes de estudios con base en asignaturas teóricas, prácticas y teórico-prácticas, pero estas últimas son bastante escasas. Para establecer la distribución porcentual del tiempo de cátedra entre teoría y práctica, en forma global, las asignaturas teórico-prácticas se distribuyeron entre una y otra actividad, de acuerdo con los tiempos indicados por los respectivos programas, o bien, se tomó un 50% del tiempo como asignaturas teóricas y un 50% como asignaturas prácticas, en los programas que no definían explícitamente el tiempo dedicado a cada alternativa. Los promedios calculados a partir de los valores de todos los programas indican una dedicación del 77.8% del tiempo total de cátedra para las asignaturas teóricas y un 22.2% para las prácticas, lo cual hace ver que el mayor énfasis en la formación de los futuros ingenieros se está haciendo sobre las actividades de tipo teórico.

También se indagó sobre los tiempos dedicados en los programas a los componentes básico y aplicado del campo de formación profesional, entendiendo como campo profesional básico el que proporciona los elementos generales de la ingeniería que sirven de fundamento para la comprensión y asimilación de los conocimientos, métodos y habilidades propias de la ingeniería mecánica, y por campo profesional aplicado el que aporta directamente los conocimientos y habilidades específicos que necesita el egresado para su ejercicio profesional. Así, por ejemplo, dentro del campo de formación profesional básico se incluyeron asignaturas como resistencia de materiales, termodinámica y mecánica de fluidos, mientras que al campo aplicado pertenecen los motores de combustión, el diseño de herramientas o el taller de torno y ajuste. Al tomar un 100% para el tiempo de cátedra que se dedica al campo profesional global, los resultados indican un promedio del 76.6% del tiempo para el campo profesional básico y un 23.4% para el aplicado.

Lo característico de las asignaturas teóricas es el método pedagógico que se emplea de manera casi exclusiva, esto es, la clase común basada en la exposición del profesor, quien es el protagonista de la actividad y transmite sus conocimientos a los estudiantes, los cuales, a su vez, desempeñan generalmente un papel receptivo y pasivo. En las asignaturas prácticas, o laboratorios, se hacen comprobaciones, aclaraciones y aplicaciones de principios teóricos ya conocidos, y los estudiantes tienen un contacto directo con los procesos que son objeto de aprendizaje, especialmente a través de equipos construidos o adaptados para fines didácticos. Las asignaturas teórico-prácticas emplean en forma combinada los dos métodos pedagógicos.

Por lo demás, es notoria la poca utilización que se hace

en los cursos regulares, de otras alternativas, como podrían ser las discusiones dirigidas (por ejemplo: seminarios, simposios o mesas redondas), los trabajos en equipo con participación de varios profesores, las conferencias a cargo de personas diferentes a los responsables de los cursos, los trabajos dirigidos, los talleres o las investigaciones.

El recurso didáctico de aula empleado permanentemente en las asignaturas teóricas y teórico-prácticas es el tablero; de manera ocasional y sólo en algunos programas se emplean los retroproyectores de acetatos y los proyectores de diapositivas; el uso de videos, proyectores de sonovisos y modelos casi nunca se da. En las asignaturas prácticas la situación es similar, con la diferencia obvia del uso de los correspondientes equipos de laboratorio.

Los estudiantes hacen un alto uso de las bibliotecas, como complemento a las asignaturas teóricas; por el contrario, el empleo de hemerotecas, centros de cómputo y laboratorios para preparar estas asignaturas es muy bajo. En las teórico-prácticas se disminuye la consulta bibliográfica y se aumenta el acceso a los laboratorios. En las prácticas, como era de esperarse, el recurso físico más empleado es el constituido por los laboratorios; la consulta en bibliotecas disminuye aún más y los otros recursos presentan muy poca utilización por parte de los estudiantes. Finalmente, los recursos más empleados en los trabajos de grado son las bibliotecas y los laboratorios, y además se evidencia un ligero aumento en la consulta a las hemerotecas, con respecto a su uso en las asignaturas.

Los exámenes presenciales escritos constituyen la principal forma para evaluar el aprendizaje de los estudiantes en las asignaturas teóricas y teórico-prácticas, y en ellos se emplean preferencialmente las preguntas abiertas, las demostraciones teóricas y la resolución de problemas basados en situaciones supuestas o ideales. Aún en las asignaturas prácticas es bastante empleada esta forma de evaluación, pero también se tienen en cuenta los preinformes teóricos, los informes de resultados, así como el desempeño y la participación de los estudiantes en las actividades. En los tres tipos de asignaturas se complementa la evaluación con tareas y trabajos realizados fuera del aula. El objetivo fundamental de las evaluaciones es sumativo, es decir, que los resultados de éstas se emplean para tomar decisiones con respecto a la aprobación o reprobación de las asignaturas por parte de los estudiantes, pero muy poco se emplea la evaluación como instrumento para medir el grado de aprendizaje de los estudiantes, a lo largo de los cursos, con el fin de hacer los ajustes necesarios en las acciones pedagógicas.

La participación cuantitativa del personal docente en actividades de investigación se puede apreciar con los siguientes datos: el 40.2% de los 152 docentes encuestados en el estudio afirmó haber participado en investigaciones de su respectiva universidad, para responder a necesidades planteadas por la misma institución, y un 16.3% había intervenido en investigaciones solicitadas por personas o entidades ajenas a sus universidades. El análisis de la información suministrada sobre estas investigaciones permitió observar que las primeras se reducen en muchos casos a trabajos aislados, desarrollados por iniciativa de los profesores, sin importancia apreciable fuera de las respectivas instituciones; las segundas son, con frecuencia, trabajos de más envergadura e implican mayores responsabilidades para las universidades, pues obedecen a compromisos rigurosos con entidades financieras y tienen mayor proyección a nivel nacional.

La participación directa de los estudiantes en la investigación es bastante reducida, y se limita casi exclusivamente a la realización de sus respectivos trabajos de grado, con el fin de resolver problemas reales de las instituciones o del país, o para ampliar el campo de conocimiento en áreas específicas de la ingeniería mecánica. De los siete programas que participaron en el estudio, en el momento de recoger la información seis de ellos exigían la realización del trabajo de grado como requisito académico para optar al título de ingeniero mecánico. Con respecto a la extensión universitaria, el nivel de participación del personal docente es mucho más bajo que en la investigación, y prácticamente inexistente en el caso de los estudiantes. De este modo, la investigación y la extensión son actividades secundarias en las cuales participan sólo algunos profesores, y la injerencia de los estudiantes es aún más baja o nula; no existen nexos fuertes y claros entre la docencia, la investigación y la extensión, por lo cual su relación es bastante pobre.

Como complemento a la formación práctica impartida en las asignaturas regulares y en los trabajos de grado, algunos programas plantean otras alternativas. Así, uno de ellos incluye un semestre de práctica obligatoria en la industria y otros promueven las pasantías de vacaciones, las visitas industriales y las prácticas de campo.

Desde el punto de vista administrativo, la relación entre las asignaturas teóricas y prácticas se maneja a través de los prerrequisitos y los correquisitos. Los prerrequisitos se utilizan para garantizar que el estudiante ha obtenido los conocimientos teóricos antes de abordar la práctica; por su parte, los correquisitos implican un acceso simultáneo, pero separado, a los aspectos teórico y práctico de una misma temática. Algunos programas muestran sus preferencias por ofrecer las prácticas después de las teorías correspondientes, mientras que

otros, en temáticas semejantes, se inclinan hacia la simultaneidad. Sólo en uno de los programas participantes en el estudio se encontró un número considerable de asignaturas teórico-prácticas, como estrategia para desarrollar las distintas áreas del plan de estudios.

Por último, se observa que las prácticas obedecen a programaciones preestablecidas, de acuerdo con las cuales, los estudiantes deben realizar una determinada serie de observaciones, ensayos, pruebas y mediciones, más o menos rutinarias y repetitivas, que no varían de manera apreciable entre un período académico y otro.

### **LAS ESTRATEGIAS Y LOS METODOS PEDAGOGICOS**

No es fácil establecer una delimitación precisa entre el aprendizaje teórico y el práctico. Como una primera aproximación, aceptemos que el aprendizaje de la teoría se refiere a la asimilación racional de conceptos, principios, leyes, métodos, procedimientos, datos e información, en general, y al proceso de reflexión sobre ellos. Por su parte, el aprendizaje basado en la práctica tiene que ver con la observación de fenómenos y situaciones, la experimentación, el contacto con la realidad, la aplicación de conceptos teóricos a situaciones específicas, el uso de instrumentos y la resolución de problemas.

Si esto es así, se debe reconocer que muchas de las llamadas asignaturas teóricas, en los programas de ingeniería, tienen dosis variables de práctica; y así debe ser: en muy pocas asignaturas se podrían alcanzar las metas deseadas, si la participación del estudiante se redujera solamente a apropiarse de los conocimientos del profesor, y aquel no realizara ningún tipo de aplicación y de acercamiento a la realidad. De manera análoga, en la mayor parte de las asignaturas prácticas existe un componente teórico que sustenta la actividad propiamente práctica. Quizás este hecho está indicando que el aprendizaje de la ingeniería tiene que ser teórico y práctico a la vez, y no es conveniente separar estos dos componentes, de manera forzada, dentro de los planes de estudios.

La discriminación en asignaturas teóricas y prácticas, sobre todo en las temáticas que exigen explícitamente la necesidad de contemplar los dos componentes, ha sido una división forzada y arbitraria que obedece principalmente a razones administrativas, pues facilita la utilización de recursos físicos, como aulas, laboratorios y equipos, pero riñe con la conveniencia pedagógica que aconseja manejar integralmente los aspectos teóricos y prácticos.

La presentación de la teoría y la práctica como dos instancias del conocimiento, separadas e inconexas, aca-

rra diferentes contratiempos: los estudiantes tienen poca motivación por las asignaturas teóricas, al no encontrarles relación con la realidad, y su participación activa en ellas es mínima. Los enfoques de la teoría y la práctica con frecuencia son diferentes, o aún divergentes, si las asignaturas son ofrecidas por distintos profesores, lo cual ocurre a menudo. Cuando los estudiantes cursan las asignaturas prácticas, muchas veces ya han olvidado o no encuentran la relación con la teoría correspondiente. Las prácticas se reducen con frecuencia a comprobaciones repetitivas y rutinarias, en lugar de ser aplicaciones reales de las teorías, que permitan un desarrollo integral de los estudiantes y fomenten su acercamiento a la actividad profesional. No hay un trabajo organizado y permanente de los estudiantes en investigación.

La vinculación entre la teoría y la práctica no puede entenderse como "la suma de momentos teóricos y de momentos prácticos, sino como la relación teórico-práctica permanente en todas las áreas del conocimiento"<sup>(5)</sup>. Tal vez lo más adecuado sea abandonar el carácter dicotómico de teóricas o prácticas que ostenta la mayor parte de las asignaturas de ingeniería en el presente, y decidirse por la opción más flexible de actividades teórico-prácticas, entendidas como aquellas en las cuales se combinan e integran acciones que permiten enfatizar en uno u otro aspecto, de acuerdo con las características del tema a que se refieran \*. Por supuesto, no se trata de utilizar sólo los métodos pedagógicos que se emplean en las denominadas actualmente asignaturas teórico-prácticas (las cuales dejan mucho que desear), sino de tomar este esquema básico de integración del conocimiento para desarrollar todas las estrategias y métodos que se consideren convenientes.

Con lo anterior no se pretende que todo aprendizaje deba tener un componente teórico y uno práctico con énfasis más o menos equivalentes, ni se trata de disminuir el rigor eminentemente teórico de las áreas que así lo exigen. Lo que se busca es superar la rigidez actual de los programas de ingeniería, motivada por la aceptación de sólo dos alternativas mutuamente excluyentes para acceder al conocimiento (con los problemas que esto conlleva), y en cambio tener la posibilidad de combinar diferentes opciones que permitan un aprendizaje inte-

\* Se prefiere hablar de "actividades" teórico-prácticas y no sólo de asignaturas, pues estas últimas implican una rigidez curricular y una parcelación del conocimiento, no siempre convenientes. Posiblemente la estructuración de los planes de estudios con base en una cierta cantidad de asignaturas siga siendo la opción más viable y adecuada, y se continúe utilizando en los programas de ingeniería. El propósito de este artículo no es impugnar la existencia de asignaturas, pero sí se considera importante desarrollar otras actividades complementarias a las asignaturas, como parte integral de los planes de estudios.

gral, dando una importancia especial a la participación de los estudiantes en las diferentes actividades y al contacto de éstos con la realidad.

El cambio propuesto implica que el profesor ceda el protagonismo a sus estudiantes. Las estrategias pedagógicas que giran alrededor del profesor poseedor del conocimiento deben combinarse con otras centradas en los estudiantes. Más que un transmisor de conocimientos, el profesor debe ser un guía y un apoyo de los estudiantes. Estos, por su parte, deben abandonar la actitud pasiva y receptiva para responsabilizarse directamente de su aprendizaje y su acceso al conocimiento.

Se puede echar mano de muchas estrategias y métodos pedagógicos conocidos y experimentados, o bien, planear y desarrollar los que se consideran pertinentes, de acuerdo con el tema que se vaya a desarrollar, los resultados que se quieran lograr y las preferencias del profesor. "Las estrategias son grandes enfoques didácticos que se diferencian entre sí porque parten de objetivos pedagógicos distintos o de concepciones pedagógicas distintas"<sup>(6)</sup> y los métodos son formas concretas de aplicar una estrategia.

Se considera que la formación de los ingenieros se puede lograr utilizando principalmente dos estrategias: la expositiva, expresada a través de la clase magistral, y la estrategia de aprendizaje por descubrimiento, es decir, la enseñanza orientada hacia la investigación, mediante la ejecución de proyectos reales o a través de la solución de problemas; sin excluir la posibilidad de utilizar otras estrategias, cuando se considere conveniente. Cada estrategia puede ser implementada a través de diversos métodos; "los profesores muchas veces inventamos nuestros métodos dentro de una estrategia y duramos más con una estrategia que con otra o trabajamos con dos; somos un poco eclécticos y vamos ideando una manera de cristalizar esa gran estrategia, de ponerla en operación, de implementarla"<sup>(7)</sup>. Entre muchos métodos pedagógicos que pueden ser de utilidad en la formación de ingenieros, se sugieren: la clase magistral, la clase común, las simulaciones, las investigaciones, las discusiones dirigidas, los trabajos en equipo, los talleres, las prácticas industriales y profesionales, las demostraciones, las conferencias, los trabajos dirigidos, las pasantías, los trabajos de campo, las visitas de observación.

Por supuesto, la clase magistral tiene ventajas y desventajas. Sus ventajas más importantes son: permite aprovechar al máximo los conocimientos y la experiencia del profesor; se enfoca directamente en las ideas del docente; brinda la posibilidad de cubrir temas extensos, cuando sea necesario; es útil para introducir temas nuevos que sienten las bases para otros tipos de aprendizaje o para reforzar lecturas y estudios previos de los alumnos;

facilita el desarrollo de temas poco accesibles para los estudiantes; se presta para trabajar con muchos estudiantes y exige mínimos recursos de aula.

Como principales desventajas de la clase magistral se anotan: tiende a ser un proceso de comunicación en una sola vía, por lo cual el estudiante asume un papel pasivo; da énfasis a los intereses del profesor, más que a los de los estudiantes; estimula principalmente la memorización, en detrimento de otras formas de aprendizaje; es menos efectiva que otras estrategias para el desarrollo de habilidades y actitudes; avanza al ritmo impuesto por el profesor, a veces sin tener en cuenta las necesidades y características de los estudiantes; estimula la aceptación del profesor como la última autoridad y fuente de la verdad<sup>(8)</sup>.

Las clases utilizadas más comúnmente en las áreas profesionales de los programas de ingeniería son de tipo expositivo y tienen el mismo enfoque, pero son menos rígidas que las clases magistrales propiamente dichas; los grupos de estudiantes en estas clases no son tan numerosos como suelen ser en las magistrales y, aunque no hay atención individual a los alumnos, por lo menos se intercambian preguntas y respuestas entre el profesor y los estudiantes. Con alguna frecuencia se emplean clases magistrales, sobre todo en las asignaturas de formación básica.

Las clases magistrales y comunes indudablemente son adecuadas y necesarias para desarrollar diversos temas y aspectos de la ingeniería. Pero aún estas clases pueden adquirir mayor agilidad y ser más provechosas para los estudiantes si se complementan de manera adecuada con actividades tales como simposios, mesas redondas o conferencias, con la ayuda de otros docentes o profesionales externos a la institución. De igual modo, los estudiantes pueden aumentar su participación a través de seminarios, discusiones o lluvias de ideas, entre otras actividades.

Sin embargo, los esfuerzos que se realicen en este sentido no son suficientes. Se considera, además, que el nivel actual de utilización de las clases tradicionales es excesivo y, por tanto, debe disminuir sensiblemente en favor de otros métodos más participativos, investigativos y dinámicos, que estimulen el interés y la motivación de los estudiantes, les permitan poner en práctica los conocimientos adquiridos y los enfrenten a la realidad de la profesión y del país. De igual manera, resulta necesario implementar estrategias, métodos y actividades que coadyuven en el desarrollo de actitudes, habilidades y valores en los estudiantes, aspectos que tienen tanta o mayor importancia que los mismos conocimientos adquiridos durante el paso de aquellos por la universidad, en cuanto formación que les permitirá desempeñarse

como profesionales y como ciudadanos.

Así, por ejemplo, las prácticas enfocadas hacia la resolución de problemas reales (no las prácticas repetitivas, que pueden ser necesarias en algunos casos) permiten a los estudiantes desarrollar sus propias iniciativas, aportar soluciones originales y adoptar posiciones críticas; los talleres facilitan la aplicación del principio de "aprender haciendo"; las pasantías pueden fomentar la capacidad para el trabajo interdisciplinario; a través de los trabajos personales se pueden desarrollar las capacidades de investigación, de análisis, de síntesis y de autoaprendizaje; el liderazgo, la solidaridad social, el sentido de nacionalidad y la creatividad pueden ser estimulados en las prácticas con la comunidad; las actividades fuera de la universidad coadyuvan a la contextualización de la profesión dentro de la realidad del país.

"Como la actividad académica se reduce en gran medida a dictar clases..., se ha descuidado el verdadero sentido de la formación del educando, que tiene que ver con 'un más allá de insondable trascendencia', con los procesos vitales del conocer y el aprender, el llamado 'currículo latente' y 'oculto', que 'no tolera la palabra asignatura' pero que sí tiene que ver directamente con todo un elenco de aprenderes: 'aprender a ser'; 'aprender a hacerse'; 'aprender a crear'; 'aprender a aprender y comprender'; 'aprender a adaptarse'; 'aprender a convivir'; 'aprender a pensar' y, por qué no, 'aprender a descubrir la trascendencia' "(9).

Los límites y propósitos de este artículo no permiten hacer la descripción y el análisis, ni siquiera someros, de diferentes estrategias pedagógicas, sus métodos y las características de cada uno de estos. Para ampliar la información al respecto, se propone la consulta de literatura especializada. La idea general que se desea expresar aquí es la conveniencia de seleccionar y utilizar la estrategia y el método pedagógico más adecuado en cada caso, buscar la integración permanente de la teoría con la práctica, y realizar actividades prácticas participativas e investigativas, entendidas como aquellas que:

- "Garantizan el logro de los objetivos propuestos.
- Generan permanentemente procesos de investigación.
- Posibilitan el desarrollo de la creatividad en el estudiante.
- Desarrollan el espíritu crítico y reflexivo del estudiante.
- Permiten y estimulan la aplicabilidad de los conceptos.

- Integran el saber a la realidad inmediata.
- Motivan al estudiante a su desarrollo integral.
- Posibilitan la integración curricular, generando una visión de totalidad en el estudiante.
- Convierten al estudiante en agente de transformación social.
- Garantizan el derecho de cada hombre a realizarse plenamente y a participar de su propio porvenir" (10).

### DOCENCIA, INVESTIGACION Y EXTENSION

Como complemento al empleo de estrategias y métodos pedagógicos más adecuados, se considera de la mayor importancia lograr una vinculación estrecha entre la docencia, la investigación y la extensión que se realizan en las instituciones, con el fin de que los estudiantes alcancen una formación integral. En este aparte se hacen algunas reflexiones sobre la manera en que se puede procurar una mayor relación entre estas tres funciones básicas de la universidad y las razones por las cuales conviene promover los nexos entre ellas.

La primera condición para lograr este vínculo se encuentra en el personal docente. Además de sus conocimientos teóricos, es deseable que los profesores encargados de las áreas profesionales de las carreras tengan una gran experiencia en el ejercicio de la ingeniería y se mantengan constantemente actualizados con respecto a los últimos avances científicos y tecnológicos relacionados con sus campos de trabajo. De esta forma, dispondrán de un valioso bagaje teórico-práctico para planear y desarrollar actividades realistas, dinámicas y acordes con el estado de desarrollo de la profesión.

Entre otras, se proponen dos alternativas para que los profesores cumplan con esta condición. La primera consiste en disponer de profesores de planta que empleen una parte apreciable de su tiempo en ejecutar trabajos de investigación o extensión, simultáneamente con la labor docente, buscando el esfuerzo recíproco entre las distintas actividades. La segunda posibilidad es que las instituciones cuenten con profesores de tiempo parcial que dediquen la mayor parte de su tiempo al ejercicio profesional fuera de la universidad, con la condición de que los temas de sus cátedras y actividades curriculares en la universidad coincidan con sus campos de desempeño profesional.

La primera opción permite un fortalecimiento vigoroso y continuo de aquellos campos del conocimiento que la institución considera más importantes, al desarrollar de manera coherente e integral, la docencia, la investigación y la extensión. La segunda alternativa es más adecuada para desarrollar áreas indispensables de los

planes de estudios en los que la institución no es fuerte ni está especialmente interesada en profundizar.

La participación de los profesores de planta en actividades de investigación y extensión, y la condición de profesionales en ejercicio de los profesores catedráticos, tienen gran incidencia sobre la formación de los estudiantes, a través de las iniciativas que tengan los docentes para llevar a cabo las actividades curriculares que se les encarguen. De igual manera, esta situación permite dar a los estudiantes una visión real y actualizada del campo y el desempeño profesional, y facilita la programación de actividades fuera de la universidad, tales como visitas técnicas, prácticas profesionales, pasantías o prácticas de campo.

Conviene insistir en la conveniencia de que haya un número apreciable de profesores de tiempo completo o dedicación exclusiva, que combinen sus labores de docencia con la investigación y la extensión, pues ellos poseen las mejores condiciones de formación, experiencia, tiempo y recursos para planear y desarrollar cátedras, actividades, prácticas y evaluaciones adecuadas, así como para involucrar directamente a los estudiantes en la investigación y la extensión universitaria.

Otro aspecto importante para vincular la docencia con la investigación y la extensión tiene relación con los planes de estudios. La participación temprana y permanente de los estudiantes en las labores de investigación y extensión que adelante la institución se debe promover a través de las diferentes asignaturas y actividades que lo permitan, incluyendo los trabajos de grado. De esta manera, los estudiantes aplican sus conocimientos teóricos a la resolución de problemas reales de la ingeniería, de la comunidad y del país. La institución puede planear algunos programas de investigación, divididos adecuadamente en proyectos, y trabajos de extensión, para que sean desarrollados con la colaboración de estudiantes de los diferentes niveles, bajo la asesoría y dirección de los profesores.

No debe olvidarse que la legislación vigente sobre la educación superior establece que la formación universitaria, dentro de la cual están incluidos los programas de ingeniería, debe tener un énfasis en la fundamentación investigativa. Este énfasis sólo puede lograrse mediante una labor constante de los estudiantes en actividades de investigación a lo largo de toda su carrera, con la supervisión de los profesores. Además, es importante procurar la formación de los estudiantes en aspectos metodológicos y conceptuales de la investigación, que los provean de las bases necesarias para acometer el trabajo en proyectos y trabajos específicos.

Fuera del servicio prestado a través de sus egresados, la universidad tiene un compromiso permanente con el

país y con la sociedad, para coadyuvar en la solución de sus necesidades. La resolución de problemas complejos enfrentados por entidades bien consolidadas, oficiales o privadas, se ha abordado con éxito mediante la suscripción de contratos entre las universidades y las entidades interesadas, pero los problemas de las comunidades económicamente más necesitadas no se pueden resolver con este esquema. Las prácticas estudiantiles constituyen un medio adecuado para que los estudiantes participen en programas de extensión universitaria tendientes a apoyar a la comunidad en la resolución de sus problemas básicos.

De otro lado, parece existir un consenso sobre la necesidad de que la ingeniería tenga su aplicación última en la búsqueda del bienestar humano y el desarrollo social. Pero la universidad no debe esperar a que el ingeniero, ya egresado, empiece a adquirir conciencia de las repercusiones sociales, ecológicas, culturales, económicas o políticas de su profesión, pues sobre el profesional se ejercen fuertes presiones que a veces van en contra de este ideal. Ni tampoco se adquiere esta actitud con el solo concurso de exposiciones teóricas, sean ellas relativas al campo profesional o socio-humanístico. Una alternativa viable es la práctica continuada con la comunidad, la cual puede resultar altamente positiva para que los estudiantes reconozcan la función social de su profesión, con sus implicaciones, desde sus años de universidad, y la pongan en práctica más adelante, durante su vida profesional.

### **CONTRIBUCION DE LA PRACTICA A LA FORMACION INTEGRAL**

La mencionada interrelación existente entre la teoría y la práctica hace difícil separar los resultados que se pueden alcanzar con unas y otras actividades. Sin embargo, sí es importante tener en cuenta y aprovechar los recursos que ofrecen las distintas estrategias y métodos pedagógicos, para alcanzar los objetivos curriculares que se hayan previsto. Entre muchas posibilidades, a continuación se sugieren algunas metas, para el cumplimiento de las cuales puede resultar de mucha utilidad el empleo de actividades prácticas, es decir, aquellas en las que exista una amplia participación de los estudiantes:

- Una finalidad de las prácticas en los planes de estudios de ingeniería es complementar e integrar el aprendizaje teórico, mediante la comprobación, aclaración y descubrimiento de principios y leyes.
- Las prácticas también se emplean para familiarizar a los estudiantes con la manipulación de instrumentos y equipos de uso común en el ejercicio de la ingeniería.

- Las prácticas facilitan y estimulan el desarrollo de actitudes, habilidades y valores en los estudiantes.
- El trabajo práctico es fundamental para lograr la formación investigativa de los estudiantes.
- Las prácticas permiten a los estudiantes enmarcar su profesión dentro de un contexto económico, social y cultural.
- Las prácticas son un medio idóneo para experimentar el trabajo interdisciplinario.
- A través de la práctica, el estudiante puede conocer de cerca el medio ambiente y el campo de acción de su futura profesión, observar el desempeño de profesionales homólogos y experimentar el trabajo profesional.
- La práctica facilita el acercamiento a los recursos y procesos tecnológicos utilizados en las distintas disciplinas y profesiones.
- Las prácticas estudiantiles constituyen un medio adecuado para que las universidades colaboren en la búsqueda de soluciones a los problemas básicos de la comunidad.

### CONSIDERACIONES ADICIONALES

Para que sea posible aplicar las sugerencias indicadas anteriormente, con miras a lograr una formación más integral de los estudiantes, es necesario contar con las condiciones adecuadas y realizar diversas acciones.

En primer lugar, hay que desarrollar un proceso de información y motivación entre directivos, profesores y estudiantes, con el fin de poner en evidencia la necesidad de mejorar los métodos y utilizar nuevas estrategias pedagógicas, de modo que se cree un ambiente propicio y receptivo hacia el cambio y la innovación. Además, se debe implementar un programa de capacitación para contribuir a la formación de los profesores que no tengan suficientes conocimientos y experiencia en el uso de métodos y recursos pedagógicos.

De otro lado, el uso de estrategias más participativas deposita la mayor responsabilidad del aprendizaje en el estudiante, como ya se ha indicado. Por tanto, esta innovación debe ir acompañada de un aumento notable en el uso de recursos tales como bibliotecas, centros de documentación, hemerotecas, laboratorios y centros de cómputo, por parte de los estudiantes. Del mismo modo, se debe procurar la agilización del trabajo en aulas y laboratorios, mediante el empleo de acetatos, diapositivas, videos, modelos, computadores, películas y demás recursos pertinentes.

El proceso de formación integral teórico-práctico debe

ser implementado a lo largo de todo el plan de estudios, y no limitarse a algunos de sus semestres o períodos académicos. Se considera que actividades puntuales, como las pasantías de vacaciones, los semestres de práctica industrial o los trabajos de grado, todos los cuales han dado buenos resultados como complementos prácticos a la formación eminentemente teórica que se imparte actualmente en los programas de ingeniería, constituyen un valioso refuerzo a la metodología propuesta, pero no la sustituyen.

"En el mundo laboral, el ingeniero ¿cómo aprende? haciendo, y la pregunta que podríamos hacernos en este momento es: si la ingeniería se aprende haciendo, previas unas buenas bases, ¿por qué no empezamos a hacer ese aprendizaje de la ingeniería desde la facultad en vez de dejarlo hasta cuando el estudiante llega a la industria o a donde va a trabajar y empieza a tener problemas? ¿por qué no nos metemos desde el principio a hacer ingeniería en la facultad y aprendemos ingeniería haciendo, cultivando lógicamente las buenas bases?"<sup>(11)</sup>.

"Hacer ingeniería significa empezar a resolver problemas del país mediante la ingeniería, o sea, para que haya una práctica real, ese acercamiento a la realidad, no los laboratorios que son simulaciones, no los talleres que son simulaciones, tenemos que empezar a resolver problemas reales de ingeniería dentro de la universidad y eso nos implica que grandes grupos de profesores nos dediquemos a trabajar en un solo tema y a ser buenos en ese tema, para que a su vez el estudiante pueda mirar todo ese tema completo, o sea, pueda ver cómo surge un proyecto de ingeniería desde la inquietud social que lo genera hasta la solución muchas veces plasmada en obras físicas como máquinas, como construcciones \*. Para que él pueda sentir esa ingeniería, vivirla y adquirir esa intuición, esa habilidad, esa destreza que lo hace ingeniero, tiene que recorrer el camino completo y tiene que recorrerlo con la facultad, con sus profesores y eso nos implica ponernos a hacer ingeniería en algo; no podemos, con nuestros recursos, hacer ingeniería de toda"<sup>(12)</sup>.

El proceso de evaluación es otro aspecto metodológico que merece ser revisado. De la evaluación sumativa, enfocada casi exclusivamente hacia la toma de decisiones sobre la aprobación o reprobación de asignaturas se debe desembocar en la evaluación formativa, dirigida a apreciar permanentemente el desarrollo y aprendizaje de los estudiantes, con el fin de tomar las medidas correctivas a que haya lugar, en el momento oportuno.

\* Sánchez propone que cada facultad se especialice en unas pocas áreas específicas de la ingeniería, evitando la dispersión, debido a la limitación de todo tipo de recursos que tienen las universidades. De este modo, es posible realizar proyectos completos, con la participación de profesores y estudiantes.

---

También se debe procurar que una buena cantidad de las evaluaciones usadas en la actualidad, basadas en demostraciones teóricas y ejercicios relacionados con situaciones supuestas, sean reemplazadas por formas de evaluación más amplias e integrales, apoyadas en la resolución de problemas reales de ingeniería, con diferentes grados de dificultad. Como complemento de lo anterior se debe fomentar la autoevaluación de los estudiantes, mediante la cual ellos mismos tomen la iniciativa para verificar sus niveles de conocimientos; así, la evaluación deja de ser una forma de coacción docente, para convertirse en un instrumento manejado por los mismos estudiantes, en consonancia con el proceso de mayor responsabilización por su propia formación, que se propone.

### CONCLUSIONES

- El estrechamiento de las relaciones entre las actividades teóricas y prácticas previstas en los planes de estudios, es una estrategia útil para lograr la formación integral de los estudiantes de ingeniería.
- Conviene reemplazar la actual estructura de los planes de estudios, basada en asignaturas teóricas y prácticas, por la opción más flexible de actividades teórico-prácticas, en las cuales se utilicen las estrategias y los métodos pedagógicos que mejor se adapten a las temáticas o a los objetivos que se deseen alcanzar, en cada caso específico.
- Hay que enfatizar el uso de estrategias y métodos pedagógicos que promuevan la participación de los estudiantes y el acercamiento de éstos a la realidad. Los profesores deben desempeñar, principalmente, el papel de guías y apoyos, y los estudiantes deben responsabilizarse más por su aprendizaje y su acceso al conocimiento.
- Es necesario implementar estrategias que estimulen el desarrollo de las actitudes, habilidades y valores en los estudiantes, aspectos que son tanto o más importantes que los conocimientos adquiridos.
- Además de hacer la innovación en el uso de

estrategias y métodos pedagógicos, es fundamental buscar las condiciones que faciliten y promuevan el fortalecimiento de las relaciones entre la docencia, la investigación y la extensión.

- Se debe tener claridad con respecto a las metas que se persiguen en los programas curriculares, con el fin de poder planear las estrategias pedagógicas que más se adapten a la consecución de dichas metas.
- La innovación en el empleo de estrategias pedagógicas debe ser precedida por un proceso de información y motivación de directivos, profesores y estudiantes, y un programa de capacitación del personal docente.
- Las estrategias participativas exigen el uso frecuente de recursos de apoyo, tales como bibliotecas, hemerotecas, centros de cómputo y laboratorios, y recursos de aula, como acetatos, diapositivas, videos, modelos, computadores y películas.
- La integración teórico-práctica ha de ser permanente a lo largo de todo el plan de estudios y, por tanto, no puede limitarse a actividades puntuales, tales como el trabajo de grado, el semestre de práctica o las pasantías.
- La evaluación debe ser un recurso de los docentes para apreciar el aprendizaje y el desarrollo de sus estudiantes, con el fin de tomar las medidas correctivas en el momento adecuado. Además, se debe procurar la implementación de evaluaciones integrales, basadas en la solución de problemas reales, y la autoevaluación de los estudiantes.

Para terminar, se incluye una máxima china, mencionada por Arellano<sup>(13)</sup>, que ilustra suficientemente el papel de la práctica en la formación:

Oigo y Olvido.  
Veo y Recuerdo.  
Hago y Entiendo.

---

### BIBLIOGRAFIA

1. SOCIEDAD COLOMBIANA DE INGENIEROS. Conclusiones del XVI Congreso Nacional de Ingeniería sobre la formación del ingeniero. Bogotá. 1983.
2. SERNA, Humberto. La enseñanza de la Ingeniería en Colombia. Educación Superior y Desarrollo, ICFES. Bogotá. 1983.
3. RECTORIA UNIVERSIDAD NACIONAL. Diagnóstico para una reforma académica y administrativa de la Universidad Nacional. Sección de Publicaciones de la Universidad Nacional. Bogotá. 1985.
4. SANCHEZ, Guillermo y PLAZA, Jeannette. Los programas de Ingeniería mecánica en Colombia. Biblioteca de Cundinamarca. Bogotá. 1990.

- 
5. ARANGO, Martha et al. Módulo integrado en diseño y planificación del currículo para el Sistema de Educación Abierta y a Distancia. PNUD/UNESCO/ICFES Proyecto COL/82/027. Bogotá. 1986.
  6. RESTREPO, Bernardo. Aspectos pedagógicos del currículo. Planteamientos y reflexiones alrededor del currículo en la educación superior, serie Memorias de eventos científicos colombianos, No. 58, ICFES, Bogotá. 1987.
  7. -----, Op. cit.
  8. RODRIGUEZ, Rafael. La cátedra magistral. (Multicopiado) Universidad Nacional, Facultad de Ingeniería. Bogotá. 1989.
  9. LOPEZ, Nelson E. et al. Currículo y calidad de la educación superior en Colombia. ICFES-COLCIENCIAS. Bogotá. 1989.
  10. -----, Op. cit.
  11. SANCHEZ, Jorge. Elementos propios de la profesión en los currículos de ingeniería. Planteamientos y reflexiones alrededor del currículo en la educación superior, serie Memorias de eventos científicos colombianos, No. 58, ICFES. Bogotá. 1987.
  12. -----, Op. cit.
  13. ARELLANO, Marco Tulio. Planeación curricular para la formación profesional. Memorias VIII Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería, ACOFI, Bogotá. 1989.