

## EL APRENDIZAJE DE NUESTROS ALUMNOS

Ing. Rodolfo Solís Ubaldo  
Facultad de Ingeniería, UNAM

En este trabajo, presento reflexiones sobre dos grandes cuestiones relacionadas con el aprendizaje de los alumnos que estudian en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, con la finalidad de contrastar dichas reflexiones y obtener conclusiones sobre la efectividad del proceso educativo en el que estamos involucrados.

La primera cuestión- ¿Qué deben aprender los alumnos en una escuela de ingeniería para ser ingenieros?

La respuesta simplista es "lo que está indicado en el plan de estudios de la carrera elegida. Entonces ¿cuáles son los aspectos que se deben considerar para estructurar un plan de estudios de una carrera de ingeniería?.

Los que de una u otra forma hemos intervenido en el diseño o cambio de un plan de estudios, sabemos que es un proceso que va más allá de considerar simples porcentajes o arrebatiñas de horas, ya que estamos afectando un proceso educativo que requiere fundamentos verdaderamente académicos, no contaminados con sentimientos de posesión o poder. Fundamentos que consideren aspectos tales como:

- Perfil profesional del egresado que se pretende lograr
- Asignaturas y contenidos óptimos ¿Qué debemos enseñar?
- Procesos de enseñanza ¿Cómo lo vamos a enseñar?
- Resultados en el aprendizaje ¿A quienes va dirigida la enseñanza?

En cuanto al perfil profesional del egresado, el punto de partida es estar consientes de que los estudiantes de ingeniería actuales serán los ingenieros que ejerzan la profesión en los próximos 25 o 30 años, esto es, que si los estamos preparando en la actualidad para ejercer la ingeniería, debemos pensar cómo será el ejercicio profesional y qué requerirá de ellos en el futuro.

Sin embargo, para la época que nos tocó vivir, tratar de determinar con cierta precisión cómo será el futuro, pudiera resultar un ejercicio divertido pero seguramente inexacto. Lo que cabe, es hacer algunas predicciones muy generales de lo que sucederá en el futuro con el ejercicio profesional .

Los profesionales de la ingeniería seguirán siendo indispensables para la sociedad, ya que las ingenierías seguirán siendo carreras de alto impacto social.

Se requerirán al menos tres tipos de ingenieros, cada uno igual de necesario e importante para el desarrollo social:

- Ingeniero investigador, dedicado a la investigación y al desarrollo tecnológico, generalmente con posgrado doctoral.
- Ingeniero de diseño, capaz de adecuar tecnología y sacarle el mayor provecho en su aplicación, generalmente con posgrado.
- Ingeniero técnico, que realiza, que concreta, que lleva a cabo los desarrollos de ingeniería o que les da mantenimiento y los conserva funcionando.

Independientemente del tipo de ingeniero, su ejercicio estará caracterizado por factores comunes. En primer lugar, tendrá que ser un profesional del cambio, es decir, su principal característica tendrá que ser su adecuación a los avances tecnológicos, al cambio en su entorno profesional y en su entorno social; esto conlleva a que será también un profesional del estudio, ya que tendrá la necesidad de actualizarse permanentemente, si es que quiere seguir vigente como profesional y no caer en la obsolescencia, situación que se producirá en periodos cada vez más cortos.

En segundo lugar, tendrá que ser un profesional del medio ambiente. Los cambios tecnológicos que se han dado en la historia de la humanidad, frecuentemente fueron propiciados por los avances en la ingeniería; esto constituye una gran satisfacción, pero implica también una grave responsabilidad, ya que en buena medida, lo que ahora sucede en cuanto a deterioro ambiental, se ha generado por el avance tecnológico.

En tercer lugar, como un aspecto muy importante está la relación del ingeniero con la sociedad. Finalmente los resultados que se obtienen de aplicar o desarrollar la ingeniería pueden afectar positiva o negativamente a un entorno social, por lo que el ingeniero debe ser un profesional que esté siempre consciente del papel que le ha tocado desempeñar.

En este aspecto, me permito repetir algo que se dijo en la Conferencia Mundial Sobre la Educación Superior con sede en la UNESCO, realizada en octubre de 1998, “la propia educación superior ha de emprender hacia el futuro la transformación y la renovación más radicales que jamás haya tenido por delante, de forma que la sociedad contemporánea que en la actualidad vive una profunda crisis de valores, pueda trascender las consideraciones meramente económicas y asumir dimensiones de moralidad y espiritualidad más arraigadas. Por lo que se desprende la importancia y atención que debe darse a la formación ética y a la vocación social, para atender la solución de problemas respetando los auténticos valores culturales, sociales y morales”. Hasta aquí la cita.

Servir a la sociedad, contando con la ciencia y la tecnología como herramientas básicas de trabajo, es un fin primordial de la ingeniería, pero no cabe duda que esta misión de servicio con frecuencia se pierde de vista.

Otro factor común en el ejercicio profesional de las ingenierías será la competencia, una competencia sin medida, en la que el ingeniero competirá no sólo con profesionales de su país, competirá con la ingeniería globalizada. Esto implica que el más preparado, el más ágil en cuanto a la velocidad de respuesta y el mejor ubicado en su entorno social, será al que le toque hacer verdadera ingeniería. El futuro ingeniero deberá tener un perfil profesional acorde con este contexto de ejercicio.

Por lo que respecta a ¿qué enseñar?, si consideramos las características del ejercicio profesional que se mencionaron, se concluye que las llamadas ciencias básicas, es decir los conocimientos en matemáticas, física y química, y de las llamadas ciencias de la ingeniería, tienen que seguir ocupando un lugar predominante en los planes de estudio de estas carreras, ya que el conocimiento científico y la disciplina mental que proporcionan, son el punto de partida para un ejercicio profesional en donde sea posible adecuarse y asimilar los cambios y avances tecnológicos a los que se irá enfrentando.

Por otra parte, la formación ética, humanista y social ocupan un lugar también importantísimo en la formación integral de los futuros ingenieros.

Por lo que respecta a las ciencias básicas, para los responsables de aplicar y actualizar planes de estudio de las carreras de ingeniería, un aspecto que permanentemente es motivo de atención, corresponde a los contenidos de las asignaturas de matemáticas, física y química. Prácticamente en todos los foros en donde se habla de enseñanza de la ingeniería, está presente el tema de la enseñanza de estos temas.

Esto es explicable, si consideramos que estos conocimientos además de ser la base científica de cualquier carrera de ingeniería, su estudio ocupa en promedio la cuarta parte del plan de estudios. Pero, cuando se están decidiendo contenidos de matemáticas, física y química, con frecuencia se presenta polaridad en cuanto a dos aspectos, ya que se considera que solamente se deben incluir los contenidos instrumentales que se aplican, ni más ni menos, para el desarrollo de las ciencias de la ingeniería y la ingeniería aplicada; o, que se deben incluir también contenidos cuyo propósito sea eminentemente formativo, ya que tal formación es una herramienta que se utiliza durante toda la vida y en todos los aspectos de la existencia del ingeniero. Un primer problema, ante esta polaridad, es que la frontera entre estos dos propósitos, es totalmente difusa, hasta el punto que se ha llegado a considerar en ambos casos que más vale pecar en exceso que en defecto, lo cual es paradójicamente contrario al criterio del ingeniero, considerando que éste es un profesional de la optimización. Debemos ser capaces de establecer, con criterios académicos y con enfoque sistémico, los contenidos óptimos para nuestros objetivos de formación de profesionales.

En la realidad, existen planes de estudio con contenidos de ciencias básicas muy ajustados cubriendo prácticamente los aspectos instrumentales y con contenidos

robustos de ingeniería aplicada. Así mismo, planes en los que se reforzó el bloque de ciencias básicas con la intención de propiciar en los alumnos una mejor formación intelectual, que les proporcione elementos para asimilar más fácilmente los cambios tecnológicos, con contenidos de ingeniería aplicada ajustados.

Ambos planteamientos tienen argumentos que parecen válidos para la formación de un futuro ingeniero. Pero finalmente, el gran reto es llegar a un equilibrio entre los contenidos de ciencias básicas, ciencias de la ingeniería, ingeniería aplicada, ciencias sociales y humanidades y otros conocimientos complementarios. Todo esto ubicado dentro de un plan de estudios que no puede incrementar indiscriminadamente sus contenidos, ni el tiempo que un alumno necesita para cubrirlo totalmente, pero plenamente enfocado al perfil profesional del egresado que queremos lograr.

Ahora bien, en cuanto a cómo enseñar y a quien pretendemos enseñar, son aspectos que tienen una gran relación.

Si pensamos en la problemática de nuestra Facultad, en primer lugar, hay que considerar su población estudiantil de aproximadamente 9,000 alumnos en el nivel de licenciatura, en doce carreras y 1,000 de posgrado en los niveles de especialización, maestría y doctorado.

Cada año ingresan a nivel licenciatura un promedio de 1,900 alumnos, los cuales en general provienen de las clases socioeconómicas media y media baja. Cada año terminan los estudios de licenciatura 800 alumnos aproximadamente, de los cuales se gradúan mediante examen profesional del orden de 700; esto es, terminan el 47 % de los que ingresan y se gradúa el 37 %, en términos generales.

La información que se tiene en cuanto a la actividad profesional de los egresados, indica que en general su preparación les permite ubicarse y desarrollarse profesionalmente en el sector público y privado, pero existe la preocupación por los altos índices de reprobación en las asignaturas iniciales, y por lo que sucede con los alumnos que no terminan la carrera, particularmente con los que desertan en los primeros semestres, ya que son pocos los que intentan iniciar una nueva carrera profesional; la mayoría trata de integrarse al medio laboral con la relativa ventaja del valor agregado del conocimiento que adquirió en su paso por una escuela de ingeniería.

Las principales causas por las que un alumno reprueba asignaturas en los primeros semestres de su carrera son:

- Conocimientos antecedentes deficientes.
- Técnicas de estudio inadecuadas.

- Tiempo insuficiente para estudiar, debido a que simultáneamente realizan actividades laborales.
- Falta de capacidad intelectual o desinterés para abordar los nuevos conocimientos en estas asignaturas.
- Desánimo para estudiar, debido a la percepción de “aridez” en los temas que se estudian y desconexión con los temas de ingeniería.

En cuanto a los alumnos que desertan de los estudios, los motivos más comunes son, en orden de importancia: bajo rendimiento en sus estudios por supuestos problemas vocacionales; problemas económicos y problemas familiares.

El objetivo primordial de nuestras instituciones es preparar profesionales de alto nivel que satisfagan las necesidades de nuestro país para su desarrollo; pero siendo sus recursos provenientes principalmente del Estado, no se puede soslayar lo que pudiera estar sucediendo con este grupo de alumnos que anualmente deserta de las carreras y en el cual finalmente la sociedad invirtió recursos, tiempo y esfuerzo, tratando de prepararlos.

Sin embargo las acciones que se propongan como alternativa para los alumnos que dejan los estudios, no deben perder de vista el objetivo primordial de la Facultad, que es formar ingenieros de alto nivel de calidad, ya que con frecuencia se considera que una opción para los alumnos que desertan es con diplomas de salida laterales, lo cual debe estar soportado con planes de estudio en los que las ciencias básicas, las ciencias de ingeniería y algunas asignaturas de ingeniería aplicada y práctica se imparten simultáneamente desde los primeros semestres, sin embargo, si analizamos planes con estas características podemos observar que necesariamente hay que recortar contenidos de ciencias básicas, lo cual debe ser evaluado con un criterio netamente académico en cuanto al impacto que esos recortes tienen en la formación de los egresados.

En contra sentido, la estructura con un tronco inicial predominantemente científico básico sigue vigente, particularmente en escuelas de ingeniería en las que no se cuestiona el aspecto vocacional de los alumnos que ingresan a esas carreras.

Ahora bien, en nuestra realidad, dadas las características de los alumnos que ingresan y del perfil que es deseable en los egresados, es factible que nuestros planes tengan una estructura intermedia de tres semestres con un tronco común con contenidos predominantemente científico básico, y que, a partir del cuarto semestre, las asignaturas de matemáticas, física y química se diseñen atendiendo a las necesidades académicas de cada carrera, de tal manera que, conforme se vaya ascendiendo en los niveles del conocimiento, la relación profesor alumno evolucione de una enseñanza directa en el primer semestre, hasta una labor de coordinación en los siguientes semestres, para que el alumno adquiera

conocimientos en forma autodidacta, es decir, que la actividad del alumno vaya evolucionando para desarrollar su capacidad de autoaprendizaje, habilidad que le será útil toda su vida.

Esta estructura se puede reforzar con talleres en donde se practique el modelado matemático, relacionando los conocimientos de matemáticas que se están adquiriendo con los conocimientos de física e ingeniería primaria; es decir, en donde se propicie el razonamiento matemático para modelar problemas, ya que adicionalmente es necesario reforzar el aspecto formativo de las asignaturas de matemáticas y física.

En ninguna de las etapas de la formación profesional que nos incumbe, hay que perder de vista que un ingeniero es un profesional que debe ser capaz de generar o mantener satisfactores para las necesidades de la sociedad con apoyo de conocimiento científico, pero ese saber hacer tiene diferentes niveles de aplicación de tal conocimiento, y es justamente aquí donde cabe la reflexión de cuál es la mejor manera de que nuestra Facultad sea capaz de generar profesionales capacitados para incursionar en los distintos niveles del quehacer de los ingenieros.

Es un gran reto, particularmente para instituciones públicas de educación superior como la nuestra, que por su naturaleza de movilidad social, deben ser más sensibles a la problemática del país, y sus actividades educativas deben ser congruentes con las necesidades de la sociedad, la que finalmente es quien le proporciona los recursos para su quehacer.

Segunda cuestión: ¿Que están aprendiendo realmente nuestros alumnos?

Mis reflexiones van dirigidas hacia un aspecto cuantitativo de lo que están aprendiendo nuestros alumnos, particularmente en el área de Ciencias Básicas; ya que durante largo tiempo hemos hablado, discutido, planteado sobre la enseñanza de la Ingeniería, considerando con cierta ligereza que existe relación uno a uno entre lo que tratamos de enseñar y lo que aprenden los alumnos que aprueban los exámenes, cuando en realidad lo importante del aprendizaje lo constituyen los conocimientos que permanecen latentes y que pasan a formar parte de los elementos del pensamiento del futuro ingeniero.

Hace muchos años Jean Piaget manejaba esta idea de la siguiente forma: decía “...se postula que el éxito en los exámenes constituye una prenda de adquisición duradera, mientras que el problema consiste en establecer lo que después de algunos años queda de los conocimientos, lo que subsiste de ellos...”

Ahora bien, en cuanto al aprendizaje de las llamadas Ciencias Básicas que constituyen el tronco común de las doce carreras de ingeniería que se imparten en la Facultad, debemos partir del hecho que este tronco constituye aproximadamente el 31% de los créditos en todos los planes de estudio, ya que cuando se diseñaron, se partió de la consideración de que la física y la química son el fundamento de cualquier desarrollo de ingeniería, y las matemáticas son el lenguaje modelador y forma además una disciplina mental.

Con respecto a qué tanto o de qué forma estamos logrando propiciar en los alumnos esa herramienta intelectual y esa formación, planteo tres cuestiones:

1°. ¿Los conocimientos que adquiere el alumno en Ciencias Básicas son antecedente adecuado y óptimo para el resto de su carrera?

2°. ¿La formación científico-básica que se propicia es adecuada para el ejercicio profesional de la ingeniería?

3°. ¿La eficiencia en el proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Básicas es razonable?

En cuanto a la primera cuestión, hay que recordar que los planes de estudios vigentes se crearon entre 1992 y 1993, de hecho empezaron a aplicarse con la generación que ingresó a la Facultad de Ingeniería en octubre de 1993, y en ellos se planteaba el tronco técnico de las asignaturas dividido en tres grandes bloques:

- Ciencia Básicas
- Ciencias de la ingeniería
- Ingeniería aplicada

Originalmente cuando estos planes de estudio arrancaron, hubo reacciones en las divisiones terminales por parte de algunos jefes de carrera o coordinadores de áreas de ciencias de la ingeniería y de la ingeniería aplicada, en el sentido que consideraban que el bloque de ciencias básicas estaba excedido y que dejaba relativamente pocos créditos para la parte terminal de las carreras, correspondiente a ingeniería aplicada.

Dos años después de que ingresó la generación en la que se aplicaron estos planes de estudio, los alumnos empezaron a llegar a las asignaturas de ciencias de la ingeniería y posteriormente a las de ingeniería aplicada. Para ese entonces, la reacción continuaba, había comentarios en el sentido de que era excesivo el bloque de Ciencias Básicas, pero en una situación aparentemente contradictoria, había también comentarios por parte de profesores, particularmente de ciencias de la ingeniería, en el sentido de que los alumnos presentaban fallas en sus conocimientos de matemáticas y física; finalmente, estos comentarios y estas opiniones no se formalizaron objetivamente, como para ser analizadas y arrancar un proceso de revisión.

Pero por otra parte, desde el punto de vista de los alumnos, hubo comentarios en el sentido de que había asignaturas de ciencias de la ingeniería que resultaban “receteras”, comparadas con la formalidad que se le daba a las asignaturas de Ciencias Básicas, e incluso egresados de esos planes de estudio comentaban que en el resto de su carrera, después de las Ciencias Básicas había sido “poco” lo que utilizaron de las matemáticas y la física que se les habían enseñado.

Como podemos observar no tenemos elementos suficientes para juzgar si los conocimientos que se adquieren en Ciencias Básicas son antecedente adecuado para el resto de las carreras de ingeniería.

En cuanto a la siguiente cuestión, de si la formación Científico-Básica es adecuada para el ejercicio profesional de la ingeniería, hay que considerar lo siguiente:

Es obvio que la Facultad de Ingeniería no puede enfocar sus planes de estudio y sus métodos de enseñanza-aprendizaje a uno de los tipos de ingeniero que se mencionaron anteriormente, sino que habrá que considerar que nuestros egresados indistintamente incursionan en cualquiera de los tres tipos, dependiendo de sus capacidades, su preparación, sus preferencias para el ejercicio profesional y sobre todo de las oportunidades en el medio laboral.

Ante los atributos que debe tener un ingeniero, ¿realmente estamos trabajando con el objetivo de generar ingenieros con las características que se requieren?. Si estamos logrando esas características, ¿estamos conscientes de cuáles de las acciones son las que determinan que nuestros egresados tengan esas características?

Particularmente, tengo el testimonio de egresados que han buscado la oportunidad de estudiar posgrados en el extranjero, y cuyo comentario es que sus conocimientos de matemáticas, física y química, apenas fueron adecuados para poder abordar esos estudios de posgrado.

En cuanto a la eficiencia en el proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Básicas, considerando a ésta como un índice totalmente cuantitativo que pudiéramos obtener dividiendo el porcentaje de los conocimientos que quedan latentes en el futuro ingeniero, entre todo el acervo de conocimientos que tratamos de enseñarle, pregunté a profesores de las diferentes áreas de Ciencias Básicas qué opinaban al respecto.

- Algunos estiman que un 20% de los conocimientos se quedaba como latente en los alumnos para el resto de su vida.
- Otros, más pesimistas, comentaron que un 10%.
- Y hubo quien contestó: “es que depende de que entendamos por aprendizaje, la verdad no sabría que responder”.

Por otra parte, pregunté: ¿qué es lo que determina que estemos logrando una auténtica formación en el pensamiento de nuestros alumnos?, y las respuestas fueron variadas, ya que alguno consideró que el hecho de que hagan muchos ejercicios de matemáticas y de física es lo que finalmente estaba logrando esa formación, otros, que la formación se lograba cuando se estudian a fondo los conceptos en los temas de matemáticas y de física; y otra respuesta, que me parece la más adecuada, fue que en realidad, la formación no es solamente por estudiar matemáticas y física, sino que se logra a lo largo de todas las asignaturas que conforman la carrera.

Lo que es un hecho, es que estudiar y habilitarse en el manejo de las matemáticas per se, propicia una forma de pensar y razonar; pero nuestro sistema debe propiciar una forma de pensar y razonar para resolver problemas de ingeniería. La duda es que tanto hemos logrado vincular las matemáticas, la física y la química, con su aplicación en la ingeniería.

## **Conclusiones.**

Debemos aprender a evaluarnos, es decir debemos crear mecanismos que nos permitan determinar cuáles son nuestros verdaderos resultados en cuanto al proceso enseñanza-aprendizaje, independientemente de las estadísticas frías y en ocasiones con poco valor que nos dan los resultados en los exámenes que se aplican.

Que seamos capaces de fundamentar académicamente el porqué aumentar o quitar contenidos en las asignaturas, sin perder de vista que nuestro objetivo es formar profesionales de alta calidad a partir de los jóvenes que ingresan y que constituyen nuestra materia prima.

Si consideramos que nuestra facultad es la mejor escuela de ingeniería del país, debemos tener información de cuales son las acciones que están incidiendo para que verdaderamente seamos la mejor escuela de ingeniería, porque de esa manera podemos enfocar los esfuerzos a consolidar las fortalezas y disminuir las debilidades, con respecto a esto, el ingeniero Eduardo Belaunzarán decía "estoy seguro que cada generación sale de nuestra Facultad uno de los mejores ingenieros del País, pero también sale uno de los peores".

Las temáticas generales de matemáticas, física y química que están incluidas en el tronco común parecen ser adecuadas; sin embargo vale la pena revisar sus contenidos y la profundidad con los que se deben impartir, con el criterio de compartir los aspectos formativos con las asignaturas de ciencias de la ingeniería, no considerar que necesariamente la formación del futuro ingeniero se adquiere en los primeros cuatro semestres, sino que se trata de un proceso que se desarrolla a lo largo de toda la carrera.

En la División de Ciencias Básicas un problema de origen es la falta de motivación de nuestros alumnos, debido a la percepción de aridez y de poca aplicación que tienen de las asignaturas que impartimos, por lo que debemos encontrar elementos alternativos o complementarios para el proceso enseñanza-aprendizaje, que propicien una mayor motivación en los alumnos al estudiar nuestras asignaturas, haciéndolos conscientes de la aplicación real que tienen para su quehacer y formación como ingenieros.

Por otra parte, es necesario revisar objetivamente la enseñanza en las asignaturas de ciencias de la ingeniería de algunas de las carreras, con el fin de que se formalice, fundamentándola verdaderamente en las ciencias básicas.

Revisar la enseñanza en las asignaturas en las que se dispara el índice de reprobación, ya que probablemente estamos considerando una capacidad de aprendizaje mayor de la que en la realidad tiene un alumno promedio.

Debemos iniciar la evolución hacia un proceso enseñanza-aprendizaje, en la cual los alumnos utilicen su capacidad de autoaprendizaje, en el que los profesores

responsablemente, propiciemos y seamos guías de ese autoaprendizaje. Que haya una mayor interacción de los alumnos en la adquisición del conocimiento, utilizando los medios de comunicación que están disponibles y que tienen un gran potencial. Es necesario que los alumnos asuman una mayor responsabilidad en cuanto a su aprendizaje.