

ORIENTACIONES PARA LA FORMULACIÓN Y REVISIÓN DE PLANES DE ESTUDIOS PARA CARRERAS DE INGENIERÍA

Jorge Hanel del Valle,

Miembro del Comité de Ingeniería y Tecnología de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior.

Ma. Teresa Merchand Hernández

Coordinadora de Docencia de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.

Darío E. Gaycochea Guglielmi

Secretario Académico de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco;

Los autores desean agradecer a la Mtra. Julieta Cárdenas Gutiérrez, a la Srita. Guadalupe Alamilla Piña y al Sr. Manuel Herrera Valdez, la colaboración prestada para la elaboración de este trabajo.

I. Introducción

Con frecuencia se menciona que la sociedad manifiesta en diferentes formas, que los planes de estudio y en general la formación de los profesionales no corresponde a sus necesidades, esto es, que la educación superior no es pertinente. Para responder a esta problemática y adicionalmente tomar en cuenta los enormes cambios que se están presentando en el mundo actual, muchas Instituciones de Educación Superior se han dado a la tarea de revisar y actualizar sus planes y programas de estudios.

Uno de los factores que inciden en la formación de los estudiantes es el plan de estudios. No es el único, pero sí uno de los de mayor importancia. Además, la creación o actualización de un plan de estudios puede convertirse en un eje estratégico, para introducir una serie de cambios que redunden en una mejoría sustancial en la formación de los estudiantes. En este artículo se presentan elementos fundamentales que deben incluir los planes de estudio de los ingenieros, así como el proceso y la organización recomendados para un adecuado análisis de los mismos. En este trabajo, también se incluye el caso de la UAM Azcapotzalco para ilustrar lo presentado.

2. Plan de estudios

2.1 Elementos del plan de estudios

El primer elemento a considerar para la creación de un plan de estudios son las necesidades detectadas en la sociedad, en las que se requiere un profesional que con sus conocimientos y habilidades, sea capaz de satisfacer esas necesidades. En el caso de que se trate de una revisión, lo que corresponde a esta fase es la verificación de la vigencia del perfil del profesional que se está formando.

El segundo elemento es la determinación del perfil del profesional que va a responder a dichas necesidades. Se entiende por perfil el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes, que debe poseer el egresado de una licenciatura; operacionalmente, determina las acciones generales y particulares que el ingeniero desarrollará en sus diferentes campos de acción, tendientes a la solución de necesidades previamente especificadas.

El perfil buscará precisar brevemente y con toda claridad, los atributos y rasgos esenciales que caractericen a los egresados de la carrera. Asimismo cabe resaltar, que el perfil debe ser la base para la formulación del plan de estudios.

El tercer elemento son los objetivos. Los objetivos son los resultados generales que se alcanzarán a través del proceso educativo. De esta manera, los objetivos indicarán la culminación del proceso de formación del profesional. La diferencia con el perfil es que éste describe el quehacer y las características que distinguen al profesional. Los objetivos se podrán desagregar de acuerdo con la amplitud y generalidad de los que se pretende alcanzar, en: objetivos institucionales, objetivos para un grupo de carreras y objetivos de un plan de estudios. A su vez, deberán definirse en su momento, los objetivos de los bloques de asignaturas y de las mismas asignaturas contenidas en el plan.

El cuarto elemento es el contenido del plan. A continuación se presenta un programa general de los aspectos que es deseable en la integración de un plan de estudios de ingeniería, clasificados en conocimientos, habilidades y actitudes.

a) Conocimientos

Constituyen todo el cúmulo de información suficiente y necesario para el desarrollo profesional del egresado, es decir, se refiere a los aspectos de tipo conceptual, que permitan atender un amplio espectro de áreas de aplicación y tipo de problemas con una orientación práctica, acorde a las necesidades del medio actual. Deben poseer, además, la flexibilidad suficiente que le permita al ingeniero adecuarse rápidamente al cambio continuo de su entorno y a la evolución en sí de la profesión. Los conocimientos del ingeniero pueden clasificarse conforme a lo siguiente: Ciencias Básicas: Abarca el conocimiento en física, química y matemáticas, que constituye la base para acceder a otros más específicos de cada ingeniería. Ciencias de la Ingeniería: Incluye contenidos científicos pero orientados a cada rama de la ingeniería; son aquellos conocimientos que dan sustento a la profesión. Ingeniería aplicada: Constituye la parte de aplicación de las ciencias de la ingeniería, cuyo objetivo es la búsqueda del diseño y del desarrollo tomando para ello un objeto de estudio, dentro del vasto campo de acción de cada profesión. Otros cursos: Es donde se ubicarían los cursos de computación e informática, de algún idioma extranjero y de las ciencias sociales y humanidades. Su inclusión se podría dar a lo largo de la carrera dependiendo de las necesidades específicas de cada licenciatura. Es necesario considerar como aspecto complementario pero muy importante de los conocimientos, lo referente a la formación integral del estudiante como profesional universitario. Esto se refuerza o adquiere a través de lo relacionado con su formación humanista, valoral y cultural; para ello se recomienda incluir, entre otras, algunas materias obligatorias u optativas que cubran las siguientes temáticas:

- Ética Profesional.
- Análisis de la historia social y económica de México.
- Desarrollo de técnicas para la solución de problemas.
- Relaciones humanas.

En resumen, se recomienda que el plan, en su parte informativa, cumpla los siguientes aspectos:

- Que los conocimientos sean conceptuales.
- Que sean prácticos y concretos.

- Que permitan el entendimiento de los fenómenos manejados.
- Que no sean demasiados especializados.
- Que sean útiles.
- Que brinden la oportunidad de aprender, posteriormente, otros conocimientos más especializados que se demanden en el ejercicio profesional.
- Que contengan en sus ejemplos y aplicaciones, las innovaciones tecnológicas de vanguardia.

b) Habilidades

Además de los conocimientos es necesario desarrollar y potenciar en el alumno las capacidades, aptitudes o habilidades que le den la oportunidad de lograr un desempeño eficiente en el campo de trabajo, dentro de esas habilidades pueden contemplarse las siguientes:

- Creatividad e iniciativa, proponiendo soluciones originales a los problemas que se le presenten.
- Habilidad para el manejo de la información.
- Habilidad para aprender por sí mismo nuevos conocimientos.
- Habilidad para interrelacionarse, para expresarse eficientemente de manera oral, escrita, gráfica, etc.
- Habilidad de análisis y síntesis.
- Habilidad para adaptarse a las nuevas áreas de oportunidad.
- Habilidad para interactuar y asumir el liderazgo en un grupo.
- Habilidad para administrar su tiempo.
- Habilidad para trabajar bajo presión.
- Capacidad de adaptación a sesiones prolongadas de trabajo, bajo condiciones y ambientes adversos.
- Habilidad para la toma de decisiones.
- Habilidad en la planeación y evaluación de proyectos, para conocer su rentabilidad.

Estas habilidades deberán estar íntimamente relacionadas al perfil de conocimientos; para desarrollarlas, es importante atender al proceso enseñanza-aprendizaje procurando que el alumno asuma un papel más comprometido y activo con su propio aprendizaje. Para alcanzar el desarrollo de las habilidades antes mencionadas pueden incluirse materias orientadas específicamente para lograr este objetivo.

Asimismo, los cursos de ingeniería que tengan un enfoque tendiente a la integración del conocimiento, pueden prestarse para darle una mayor importancia al desarrollo de estas habilidades.

c) Actitudes

El desempeño profesional de un ingeniero sería incompleto si sólo contara con conocimientos y habilidades; es necesario contar con una guía y orientación para su conducta, a través del reforzamiento y adquisición de valores y actitudes, que orienten su actividad profesional hacia el beneficio de la sociedad y de su entorno, haciendo uso eficiente de los recursos que utiliza y teniendo ante todo una conciencia ambiental.

En ese sentido, el perfil del ingeniero deberá estimular y reforzar particularmente las siguientes actitudes hacia el trabajo y la sociedad:

- Conciencia de desarrollo sustentable.
- Honestidad y ética profesional.
- Interés por los problemas de la comunidad.
- Productividad.
- Calidad.
- Sensibilidad hacia los problemas sociales y a la necesidad de mejorar el bienestar de la población en un ambiente de justicia.
- Actitud emprendedora.
- Conciencia del aprovechamiento eficiente y preservación de los recursos naturales.
- Mentalidad innovadora a través de la iniciativa para propiciar el desarrollo tecnológico.
- Flexibilidad de criterio y capacidad de adaptación al cambio.
- Mentalidad orientada a la resolución eficaz de los problemas.
- Conocimiento y atención a las expectativas y necesidades de la sociedad y el medio profesional relacionados con el ámbito de su competencia.
- Actitud de realización en el trabajo.

2.2 Estructura del plan de estudios

2.2.1 Bloques de asignaturas

Los elementos referidos en el punto anterior, debidamente integrados, sirven de base para la definición de las asignaturas que constituyen el plan de estudios. La relación entre éstas conforma la estructura del plan. Es conveniente agrupar a dichas asignaturas en bloques que reconozcan ciertos objetivos particulares.

Para la formación de un ingeniero se sugieren tres bloques, en correspondencia con la clasificación de conocimientos hecha en el punto anterior: uno orientado a las Ciencias Básicas, otro a las Ciencias de la Ingeniería y, por último, uno orientado hacia el Diseño y el Desarrollo Tecnológico. Los objetivos particulares de estos bloques serán cubiertos por el alumno en forma consecutiva hasta alcanzar el objetivo general del plan de estudios. Adicionalmente se sugiere un bloque de Cursos Sociohumanísticos y otro de Asignaturas Complementarias, los cuales no tendrán, como los anteriores, una identificación con una etapa del plan, sino que serán cubiertos a lo largo del mismo.

a) Bloque de Ciencias Básicas

El objetivo particular del bloque de Ciencias Básicas es que el alumno adquiera una sólida formación en física, química y matemáticas, que le permita continuar con éxito los estudios específicos de su carrera. Se recomienda que este bloque abarque aproximadamente el 20% del total del plan de estudios.

b) Bloque de Ciencias de la Ingeniería

El objetivo particular del bloque de Ciencias de la Ingeniería, es que el alumno alcance una idónea formación teórica y metodológica en las áreas del conocimiento científico propias de su profesión. Esta es la parte medular de la carrera, por lo que se le debe dedicar alrededor del 40% de los contenidos totales.

c) Bloque de Diseño y Desarrollo Tecnológico

En cuanto al bloque de Diseño y Desarrollo Tecnológico, el objetivo particular es que el alumno adquiera habilidades para la formulación y solución de problemas de Ingeniería, a través de la integración y profundización de los conocimientos (científicos, técnicos y sociohumanísticos), obtenidos durante sus estudios que le permitan, por añadidura, una adecuada inserción en el campo profesional. La culminación de los estudios requiere como parte sustantiva la aplicación de los conocimientos; es por eso que a este bloque deberá dedicarse alrededor de un 25% de los contenidos del plan.

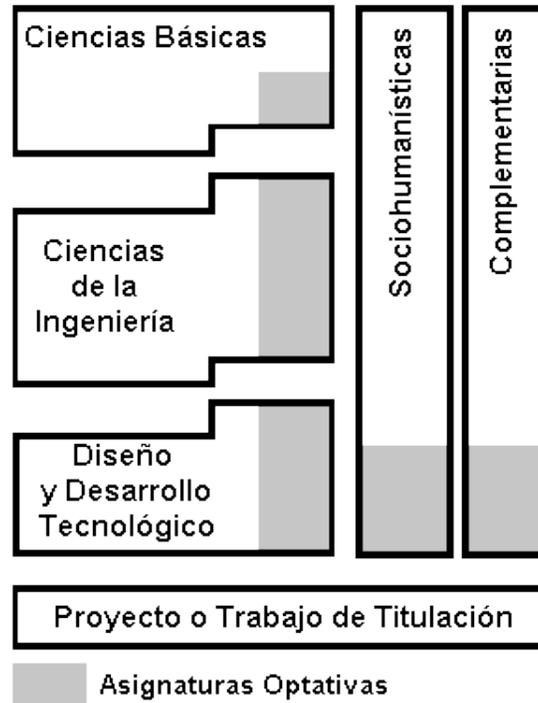
d) Bloque de Sociohumanísticas

El bloque de Cursos Sociohumanísticos tendrá por objetivo, la formación integral del alumno en las ramas del conocimiento relacionadas con el hombre y su cultura. Es sumamente importante que el ingeniero sea consciente de que el proceso de transformación de la naturaleza que le corresponde realizar como profesional, tiene por objeto satisfacer las necesidades de la sociedad, por lo tanto debe conocer a la misma así como los condicionamientos que surgen hacia su propio trabajo de transformación. En el pasado se le prestaba poca atención a los contenidos sociohumanísticos en beneficio de los específicos de las carreras; actualmente es recomendable que los cursos sociohumanísticos participen al menos con el 10% de los contenidos de los planes de estudios de las licenciaturas en ingeniería. También pueden incluirse, dentro de este bloque, aquellos cursos que contengan temas tales como economía, legislación, administración y otros más específicos como liderazgo y calidad.

e) Bloque de Asignaturas Complementarias

En el bloque de Asignaturas Complementarias se deben incluir algunas herramientas útiles para el ingeniero, como la computación, la comunicación gráfica y los idiomas extranjeros. Se estima que estos contenidos deben participar con alrededor del 5% del total.

2.2.2 Distribución de los bloques de asignaturas a lo largo del plan de estudios (Figura 1)



Como es obvio, los tres primeros bloques -Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería y Diseño y Desarrollo Tecnológico- deberán ubicarse en forma consecutiva y en ese orden, a lo largo del plan de estudios. Sin embargo, no es forzoso que el alumno concluya completamente un bloque para pasar al siguiente, pudiendo darse el caso de que se inicie en el estudio de algunas asignaturas de Ciencias de la Ingeniería, antes de concluir con el bloque de Ciencias Básicas; situación completamente análoga sucede con el bloque de Diseño y Desarrollo Tecnológico y el de Ciencias de la Ingeniería, respectivamente.

En el caso de las asignaturas Sociohumanísticas y Complementarias, se deberán distribuir a lo largo del plan de estudios, tomando en consideración el grado de madurez que vaya adquiriendo el alumno.

Etapa 2. Determinación del perfil profesional

En esta etapa se buscará establecer las metas que se desean alcanzar al formar un determinado profesional. Esto tendrá como sustento la fundamentación establecida en la etapa anterior.

En la elaboración del perfil se abordarán aspectos como:

- Los conocimientos y habilidades con que deberá contar el profesional y que lo distinguen de otras profesiones.
- Las áreas de trabajo en donde laborará el egresado.
- Las tareas a desempeñar.
- La población a donde irá dirigido su servicio profesional.

Etapa 3. Organización y estructuración de la currícula

Consiste en sentar las bases para la selección de contenidos, organización y estructura del plan curricular; en esta etapa se considerarán las siguientes acciones:

- Determinar los conocimientos y habilidades específicas, que caractericen a la profesión para lograr el perfil propuesto y para ser traducidos, posteriormente, en temas y contenidos que formarán parte de los diversos programas académicos del plan de estudios.
- Decidir acerca del tipo de plan: lineal o por asignaturas, modular o mixto (tronco general y área específica).
- Determinar la secuencia horizontal y vertical de contenidos a través de la estructuración temporal, y por contenidos de los cursos previstos.
- Establecer el mapa curricular, en el cual se definen detalles tales como el número de cursos por ciclo (año escolar, semestre, cuatrimestre, trimestre, etcétera), los cursos obligatorios y optativos, el número de cursos teóricos y prácticos con relación a las necesidades formativas de la misma profesión, los créditos, la seriación y los prerrequisitos.

Etapa 4. Evaluación continua

La elaboración de la currícula no debe ser considerada estática, ya que las necesidades por parte de la sociedad de van transformando y ocurren constantes cambios debido a la dinámica científica y tecnológica; por lo tanto resulta indispensable ir incorporando estos aspectos como un objetivo a cumplir dentro del plan, acción que mantendrá la vigencia de la currícula. En este orden de ideas, es necesario establecer mecanismos de evaluación tanto interna como externa, que sirvan para determinar logros y deficiencias del plan propuesto, que sean utilizadas para el mejoramiento y actualización del mismo.

Es por ello que el proceso de evaluación, deberá ser considerado como un proceso permanente que conduzca a la adecuación o modificación sustancial, si es necesario con el propósito de darle vigencia y pertinencia a la profesión.

Se reconoce que tanto la formulación como la revisión de planes de estudio, implica un proceso dialéctico entre las diferentes etapas, que se resuelve por aproximaciones sucesivas. Si se empieza por la fundamentación, muy probablemente habrá que regresar a ella una vez que se resuelvan las etapas subsiguientes. Esta afirmación es válida para cualquiera de las otras etapas.

3.2 Participación en el desarrollo curricular

La naturaleza de este tipo de trabajo exige que sea realizado por un grupo interdisciplinario de especialistas, que constituya como un comité encargado de la formulación o actualización del plan de estudios. La complejidad de estos procesos demanda la presencia de orientaciones y formaciones diversas entre los miembros de estos comités, con lo cual se enriquecerá la orientación y contenido del plan.

En forma adicional este grupo o comité deberá de contar con la asesoría de grupos externos a la institución, así como con las recomendaciones y orientaciones de su propio claustro de profesores.

Es fundamental que los actores que se van a ver directamente afectados por este diseño, o por los cambios en el plan de estudios, participen activamente en su elaboración y posterior puesta en marcha.

Estos procesos deben de culminar siempre con una aprobación formal por parte de los cuerpos colegiados de los centros de estudios, lo que les dará la fuerza y el aval institucional necesarios.

4. el caso de la División C.B.I. de la UAM Azcapotzalco

Se presenta en forma de cuadro el plan de estudios de la licenciatura en Ingeniería Ambiental de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. En el mismo se pueden identificar los tipos de asignaturas y su ubicación a lo largo del plan de estudios, que en este caso está organizado en trimestres. Este plan es de reciente aprobación y es el resultado de un proceso en el que intervinieron, tanto profesores de la institución como asesores externos y fue posteriormente analizado, discutido y aprobado por los órganos colegiados académicos de la Universidad. Adicionalmente se tomaron las medidas del caso para proceder a la implantación del plan, el cual resultó de una revisión y actualización de un plan anterior. Cabe aclarar que en la Universidad Autónoma Metropolitana, la modificación de un plan de estudios afecta no sólo a los alumnos de nuevo ingreso, sino también a los que se encuentran cursando la carrera; por esta razón, la implantación de las modificaciones debe procurar la menor alteración en el desarrollo de los estudios por parte de éstos.

5. Conclusiones y recomendaciones

Resalta que para lograr una buena orientación para la formulación y para la revisión de planes de estudios de las carreras de ingeniería, hay que tomar en cuenta los elementos del plan de estudios, la estructura, la distribución de los bloques de asignaturas, las asignaturas optativas y los proyectos o trabajos para la titulación. En cuanto a la metodología, el proceso para la formulación de planes de estudios debe de abarcar las etapas de: fundamentación, determinación del perfil profesional, organización y estructuración de la currícula y debe preverse una evaluación continua. Adicionalmente en esta tarea tan importante, deberá de lograrse una amplia participación, tanto de la comunidad interna como de la sociedad en general, para alcanzar un buen desarrollo curricular.

Trim.	Ciencias Básicas			Ciencias de la Ingeniería			Ingeniería Aplicada			Ciencias Sociales y Otras			Total
	uu.ee.aa	Créd.	Hrs.	uu.ee.aa	Créd.	Hrs.	uu.ee.aa	Créd.	Hrs.	uu.ee.aa	Créd.	Hrs.	
1	Complementos de Matemáticas	9	49.5							Ingeniería y Sociedad	8	33.0	
	Cálculo Diferencial e Integral	12	82.5										
	Fuerza y Equilibrio	9	33.0										
	Reacciones y Enlace Químico	3	33.0										
			247.5										33.0
													280.5
2	Cálculo Diferencial e Integral II	12	82.5							Int. a las Ciencias Sociales	8	33.0	
	Energías Mecánicas y Eléctrica	9	49.5										
	Laboratorio de Física I	4	44.0										
	Termodinámica	6	33.0										
	Estructura de los Materiales	6	33.0										
	Laboratorio de Estruc. de los M.	3	33.0										
			225.5										33.0
													308.0
3	Ecuaciones Diferenciales	9	49.5							Computación I	6	49.5	
	Dinámica	9	49.5										
	Laboratorio de Física II	4	44.0										
	Fisicoquímica de los Materiales	9	49.5										
	Laboratorio de F. de los M.	3	33.0										
			225.5										49.5
													275.0
4	Probabilidad y Estadística	9	49.5	Química Analítica	6	33.0				Computación II	9	49.5	
				Laboratorio de Química A.	3	33.0							
				Biología	9	49.5							
				Termodinámica Aplicada I	9	49.5							
						165.0							49.5
													264.0
5				Mecánica de Fluidos	9	49.5							
				Mediciones en Ingeniería I	6	44.0							
				Ecología	9	49.5							
				Química Ambiental I	9	49.5							
				Inv. de Operaciones I	9	49.5							
						242.0							242.0
6				Transferencia de Calor	9	49.5				Economía Mexicana	9	49.5	
				Contaminación del Ambiente	9	49.5							
				Taller I de Ing. Ambiental	9	99.0							
				Química Ambiental II	9	49.5							
						247.5							49.5
													297.0
7				Transferencia de Masa	9	49.5	Sistemas Ambientales	9	49.5	México Política y Sociedad	9	49.5	
				Taller II de Ing. Ambiental	9	99.0							
						148.5							49.5
													247.0
8				Microbiología Aplicada	6	33.0	Op. Unitarias en Ing. Amb.	9	49.5				
				Lab. Microbiología Aplicada	6	66.0							
				Análisis de Decisiones I	9	49.5							
						248.5							49.5
													198.0
9				Análisis de Decisiones II	9	49.5	Proc. biológicos en Ing. Amb.	9	49.5				
							Proc. Fisicoquímicos en Ing. Amb.	9	49.5				
							Taller III de Ing. Ambiental	9	99.0				
									198.0				247.5
10							Plantas de Tratamiento de Aguas	9	49.5				
							Tratamiento Final de Residuos	9	49.5				
							Sólidos	9	49.5				
							Control de Gases	9	49.5				
							Taller IV de Ing. Ambiental	9	99.0				
									247.5				247.5
11							Optativas Generales	33					
							Tratamiento de Residuos Ind.	9	49.5				
							Control de Partículas	9	49.5				
									99.5				99.5
12							Optativas Orientadas	36		Evaluación del Impacto Ambiental	9	49.5	
							Seminario de Proy. Terminal	3	16.5				
							Proy. Terminal de Ing. Amb. I	9	99.0				
							Proy. Terminal de Ing. Amb. II	18	198.0				
									313.5				49.5
													363.0
Total			797.5			1001.0			957.0			313.5	3069.0

Referencias

- Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana*, México, 1996.
- Propuesta de adecuaciones al plan y programas de estudio de la Licenciatura en Ingeniería Ambiental, de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco*, México, 1996.
- Lineamientos para la homologación de los planes y programas de estudio en el nivel de licenciatura, de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco*, México, 1996.
- Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior, *Marco de referencia para la evaluación*, Octubre de 1994.
- Díaz Barriga, *et al*, “Metodología para diseño curricular en la enseñanza superior”, en *Perfiles Educativos* N° 7, Oct. Dic., UNAM, México, 1984.
- Díaz Barriga, *Didáctica y currículum*, México, Nuevomar, 1984.
- Díaz Barriga, “Alcances y limitaciones de la metodología para la realización de planes de estudio”, en *Revista de la Educación Superior*, Oct. Dic., México, 1989, pp 25-46.
- Ibarrola, M., *Plan de estudios por objetivos de aprendizaje. Un enfoque en diseño de planes de estudio*, México, UNAM, Centro de Investigaciones y Servicios Educativos, 1978.
- Follari, B. y Berruezo, J., “Metodología para el diseño del currículum”, *Simposio sobre alternativas universitarias*, México, UAM Azcapotzalco, 1980.