

**DIDÁCTICA MÍNIMA
PARA INGENIEROS**

**MARGARITA PUEBLA CADENA
AGUSTÍN DEMÉNEGHI COLINA**

PRÓLOGO

La mayor parte de los profesores de ingeniería se forman como docentes "sobre la marcha". Ingenieros de profesión, un buen día son invitados a impartir alguna materia del plan de estudios y se encuentran de buenas a primeras frente a un grupo de alumnos "dictando cátedra" de una disciplina que conocen, tanto en su parte teórica como en el ejercicio profesional.

Si bien es cierto que la probabilidad de ser un buen profesor que tiene un individuo que conoce su materia y gusta de ella es alta, no por ello deja de requerir una cierta formación metodológica como docente. Ahora bien, en el caso de los académicos de tiempo completo, la necesidad de saber sobre didáctica y pedagogía es aún más evidente.

Frente a lo anterior, surge la interrogante con relación a qué conviene que estudie el docente de ingeniería, de modo que se habilite para el ejercicio de la cátedra. La lista de disciplinas y temas a elegir es amplísima, y abarca desde la epistemología hasta la didáctica, pasando por la psicología. Este espectro tan amplio desanima a más de uno. Así pues, la institución se pregunta: ¿Qué debo hacer para formar metodológicamente a mis cuadros de profesores? ¿Convendría darles cursos intersemestrales de técnicas y tácticas de enseñanza?

El presente trabajo pretende ser un compendio de lo mínimo necesario que permita al ingeniero realizar adecuadamente su trabajo como profesor.

El capítulo 1 trata de cómo elaborar un programa de materia, centrándose en la implementación de una asignatura en concreto. El objetivo del mismo es servir a los profesores de guía en la impartición de su asignatura.

El segundo capítulo titulado "Elaboración de un plan de estudios", trata de cómo se hace el diseño curricular, la idea que se persigue en él es la de capacitar al ingeniero para trabajar en la modernización, actualización y formulación de planes de estudio para la escuela o facultad donde labora.

Tenemos la intención de ir agregando capítulos al presente trabajo, con el fin de integrar un texto dedicado especialmente a profesores de ingeniería, esperando que les facilite y enriquezca su trabajo docente.

Ciudad Universitaria D.F., octubre de 2004.

Margarita Puebla Cadena
Agustín Deméneghi Colina

Profesores del Departamento de Geotecnia
División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica
Facultad de Ingeniería. UNAM

(Didactamin)

*DIDÁCTICA MÍNIMA PARA INGENIEROS***ÍNDICE**

CAPÍTULO 1	PARA ELABORAR UN PROGRAMA DE MATERIA
CAPÍTULO 2	ELABORACIÓN DE UN PLAN DE ESTUDIOS

CAPÍTULO 1

PARA ELABORAR UN PROGRAMA DE MATERIA¹

ING. MARGARITA PUELBA CADENA*

I. INTRODUCCIÓN

Muchas veces se piensa que para elaborar un programa de materia basta con realizar una lista de contenidos en orden lógico, acompañada de la bibliografía pertinente. Asimismo, al hacer las revisiones a los programas se trabaja principalmente con los contenidos, sin considerar los otros aspectos de un programa.

El propósito de este trabajo es servir de guía para ayudar a los profesores de ingeniería en la elaboración de los programas de sus materias.

Empezaremos por decir que un programa de materia es un instrumento, teórico-práctico que sirve de orientador en el proceso de aprendizaje (1). Ahora bien, para poder elaborar un programa de materia, es decir para poder formular un instrumento para el aprendizaje, se requiere partir de una teoría del conocimiento que explique cómo se da dicho fenómeno y qué factores intervienen en él.

Dado que no es la intención de este trabajo el tratar dicho tema se hará un ligero esbozo de lo que se entiende por aprendizaje y conocimiento:

Al hablar de conocimiento se deben considerar tres elementos:

- El sujeto que adquiere el conocimiento
- El objeto de conocimiento
- El proceso de adquisición del conocimiento

El sujeto posee una estructura cognoscitiva, compuesta a partir de sus características personales (genéticas) y de sus CONOCIMIENTOS ANTERIORES, (tanto lo que ha adquirido estudiando como los que ha adquirido por experiencias en su vida diaria).

➤ Profesora del Departamento de Geotecnia de la Facultad de Ingeniería, UNAM.

1. Artículo publicado en la **Revista Ingeniería** núm. 3, 1984.

Es a partir de su estructura mental (o cognoscitiva), que el sujeto se relaciona con el objeto de conocimiento, (de ahí la importancia de poseer conocimientos anteriores sólidos). Lo anterior indica que no se puede aprender algo que no se relacione de algún modo con el esquema que posee el sujeto.

Ahora bien, la relación entre Sujeto y Objeto de conocimiento es ACTIVA porque:

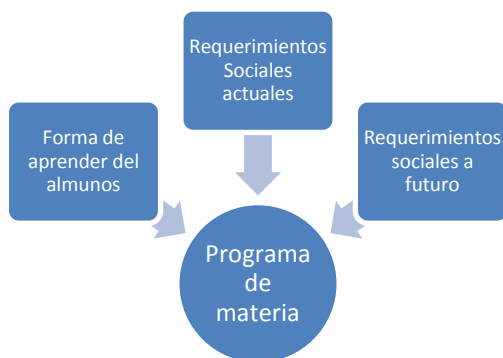
- Implica la CONSTRUCCIÓN del objeto por parte del sujeto. Al hablar de construcción se hace referencia a un proceso mental que empieza cuando el alumno se acerca al concepto a través de su esquema cognoscitivo, que continúa mediante análisis y síntesis sucesivas para posteriormente desembocar en una reestructuración del concepto en la mente del alumno, siendo esta una CONSTRUCCIÓN del objeto por parte del sujeto.
- Implica una TRANSFORMACIÓN tanto en el objeto, (que se modifica en el proceso de construcción) como en el alumno (que modifica su estructura cognoscitiva en el proceso de aprendizaje).

Cabe aclarar que al hablar de ACTIVIDAD se hace referencia a un *trabajo del alumno* que no necesariamente es de tipo físico, sino que bien puede ser *mental*. Con esto se pretende que el alumno no adopte un rol pasivo conformándose con recibir la información de parte del profesor y si acaso repitiéndola o memorizándola para resolver los exámenes. La ACTIVIDAD del alumno, por el contrario, debe estar enfocada a la CONSTRUCCIÓN, a la asimilación y a la acomodación * del objeto de conocimiento en sus estructuras mentales. Para lograr dicha construcción conviene que el alumno realice actividades de tipo físico, (ejecución de pruebas de laboratorio, o asistencia a prácticas de campo por ejemplo) pero también es indispensable que realice actividades *mentales* de análisis y síntesis siendo función del profesor el propiciar las mismas.

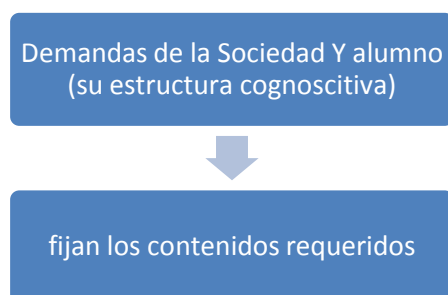
II. COMPONENTES DEL PROGRAMA

Un programa de materia debe formularse partiendo, por un lado del diagnóstico de las demandas y requerimientos de la *sociedad* tanto para el presente como para el futuro, y por otro de las necesidades, conocimientos y forma de aprender que tiene el *alumno*.

* Al mencionar asimilación y acomodación se consideran en el sentido que les da PIAGET (2) y (3).



Así las necesidades de la sociedad constituyen uno de los ejes que permitirán fijar los contenidos requeridos en el programa, siendo el otro el alumno y su forma de aprender. En este sentido cabría indicar que un programa debe tener una orientación FORMATIVA, es decir que posibilite y dé instrumentos para que el alumno investigue, evitando así que sus conocimientos sean obsoletos en un corto tiempo (lo cual sucedería si la enseñanza fuese principalmente informativa).



El programa debe estar hecho de tal modo que los alumnos perciban la interrelación entre sus contenidos ya que esto les permite ubicar la materia como una unidad y no como un conjunto inconexo de temas. Asimismo, los contenidos del programa de una materia deberán estar en una relación directa con los contenidos de las materias anteriores, así como con lo de las subsecuentes.

Un aspecto aparentemente trivial y que sin embargo reviste importancia es cuidar que los contenidos que se presentan en cada materia respondan al objetivo final especificado en el programa, siendo este objetivo dinámico y flexible para poder adaptarse a las condiciones concretas del grupo escolar y retroalimentarse a partir de las mismas.

Todo programa debe estar constituido por los siguientes elementos:

1. Objetivos
2. Contenidos
3. Actividades de aprendizaje
4. Evaluación

A continuación se tratarán detalladamente cada uno de ellos.

III. OBJETIVOS

Los objetivos de un programa se pueden definir como las metas fines o conductas a lograr en el curso.

La conducta humana tiene aspectos de tipo observable y otros no claramente observables. Cuando los objetivos se refieren a una conducta observable existe la ventaja de que se puede saber con absoluta certeza si se cumplieron o no a lo largo del curso; por ejemplo: el alumno realizará la prueba del Límite Líquido.

Ahora bien, cuando los objetivos se refieren a conductas no directamente observables, la situación se torna diferente, ya que su cumplimiento no se puede asegurar con absoluta certeza. Por ejemplo cuando se tiene un objetivo como: "el alumno *analizará* la resistencia a la ruptura de los suelos" o "el alumno *comprenderá* el comportamiento del suelo" se cae en una situación vaga, ya que una parte no se puede saber fácilmente si en realidad el alumno ANALIZA y COMPRENDE y por otra parte no se le permite al propio alumno ubicarse y saber hasta qué punto cumplió o no el objetivo.

Ante esta situación se presenta la posibilidad de definir los objetivos en Términos de *Productos* (1). Un producto de aprendizaje es una evidencia objetiva y observable del trabajo realizado por el alumno que permite saber sobre el cumplimiento de aspectos de la conducta no directamente observables. Los productos de aprendizaje deberán estar formulados de modo tal que a partir de ellos el profesor puede inferir si el alumno maneja el contenido de la materia así como el *proceso de pensamiento* que se ha seguido en el manejo de dicho contenido.

A manera de ejemplo se presenta el caso siguiente que trata del objetivo general de la materia Geotecnia III.

El alumno:

Relacionará la teoría del esfuerzo con las propiedades de los suelos en el problema específico de la resistencia al corte de los mismos a través de la elaboración de 3 proyectos; uno que empuje de tierras, uno de estabilidad de taludes y uno de capacidad de carga.

La ventaja de este tipo de objetivos es que permiten al alumno ubicarse en relación a su cumplimiento, ya que en función de cómo resuelva los productos, (en este caso los 3 proyectos), el alumno podrá saber qué tanto conoce el fenómeno de la resistencia al cortante de los suelos.

Cabría decir que al elaborar los objetivos en términos de producto no se debe caer en la mecanización, como sucedería por ejemplo si se pusieran como objetivos: "el alumno calculará 40 cimentaciones superficiales, 40 cimentaciones profundas y revisará 20 muros de retención".

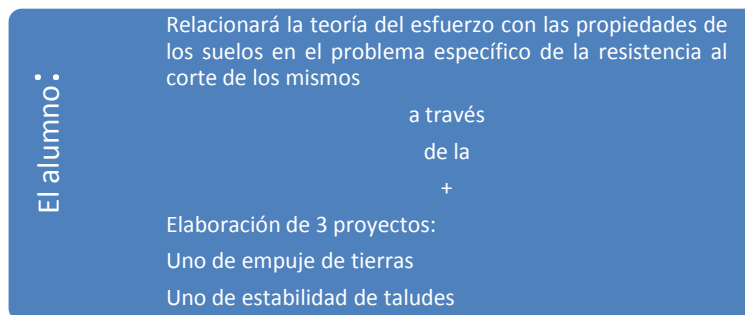
Así pues, se podría concluir que un objetivo de aprendizaje en términos de producto consta de una conducta a adquirir que no es observable y de una evidencia objetiva que permite inferir sobre la misma.

Conducta a Adquirir
+ producto
(evidencia objetiva)

= objetivo en términos
de producto

EJEMPLO:

Objetivo en términos de producto



Por otra parte y aunado a lo anterior, conviene que los objetivos se elaboren en términos de una conducta total en el alumno (4). Al decir conducta total se hace referencia a las áreas cognoscitiva, psicomotora y afectiva de la conducta, pues si bien en cada actividad hay preponderancia de una de ellas, no se puede desconocer sin embargo que las tres están siempre presentes.

Las investigaciones recientes en pedagogía (5) proponen que los objetivos sean utilizados como lineamientos o criterios generales de acreditación, ya que permiten conocer el avance del alumno en función de su cumplimiento.

Los objetivos de aprendizaje deberán tener el mayor grado de integración posible, procurando siempre al maestro abarcar todo el contenido de una materia en un mínimo de objetivos terminales, de preferencia uno o dos, utilizando el mismo criterio para cada una de las unidades y evitando así tener un objetivo por cada tema y subtema del programa, ya que esto dificulta el aprendizaje por parte del alumno al disgregar y separar los contenidos de la materia.

IV. CONTENIDOS

Los contenidos de los programas están constituidos por los temas y subtemas que forman el objeto de estudio de la materia.

Dado que existen los Colegios del Personal Académico que se dedican permanentemente a la revisión y actualización de las materias en la Facultad de Ingeniería no se considera necesario tratar lo relativo a la selección de contenidos: lo único que quizás convenga recalcar es la conveniencia de tener presente siempre que se trabaje en esto al elemento ALUMNO. Con esto se pretende que la selección y ordenamiento de los contenidos de las materias se realice siguiendo un orden PSICOLÓGICO. (que toma en cuenta la forma de aprender del alumno), en lugar de seguir el orden lógico de la materia en sí.

Para ilustrar lo anterior se podría decir lo siguiente: muchas veces en un tema cualquiera se antoja primero establecer el modelo matemático *general* y luego presentar al alumno ejemplos para que lo aplique. Esto es correcto desde el punto de vista lógico, pero si nos ponemos a pensar desde el punto de vista psicológico quizá sea más conveniente presentar al alumno varios casos particulares y fomentar que a través de ellos se pueda ir *construyendo* el modelo matemático general.

Por otra parte casi siempre se da la situación de que para una materia se tienen muchos contenidos a incluir. Cuando esto sucede se requiere hacer una priorización de contenidos, para la cual sería conveniente que se tomaran en cuenta los siguientes principios:

- a) Que los contenidos se orienten a dar al alumno una FORMACIÓN más que a darle información (ya que un alumno con una formación adecuada puede adquirir por sí mismo la información)
- b) Evitar la duplicidad de los contenidos (con lo visto en otras materias)
- c) Seleccionar los temas y aspectos tratados en las otras materias que se relacionen con los nuevos contenidos, para procurar tener la mayor integración posible de la carrera

Actualmente el avance tecnológico es constante y en consecuencia se requiere una revisión permanente de los programas de materia con el fin de actualizarlos. Debe sin embargo tenerse en cuenta que, dato el tiempo FINITO de un semestre, no es conveniente aumentar constantemente los temas de las materias y sobresaturar los ya saturados programas, sino hacer una priorización en función de los principios anteriores.

V. ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

De acuerdo con lo dicho anteriormente, referente a que la adquisición del conocimiento requiere un *trabajo* por parte del alumno, tanto en el aspecto físico (de manipulación de instrumentos) como en el aspecto mental, surge la necesidad de que el profesor propicie y fomente la *elaboración* y el *trabajo de construcción* de los contenidos por parte del alumno. Aquí es donde aparecen las actividades de aprendizaje.

Una actividad de aprendizaje es cualquier tipo de trabajo que se lleve a cabo para la adquisición del conocimiento. Como se puede ver, existen muchos tipos de actividades de aprendizaje, como son: resolver series de ejercicios, ejemplos, proyectos, maquetas, trabajos escritos, resúmenes, realización de pruebas de laboratorio, etc.

Ahora bien, ante todo esto el profesor se pregunta: ¿Cuál o cuáles actividades debe utilizar? y ¿Cuándo las debe emplear? Para responder resto, (como para casi todo) no existen recetas, lo cual no significa que las actividades deban usarse en forma indiscriminada. Sin embargo, existen una serie de lineamientos que deben seguir las actividades de aprendizaje, en función de la teoría del conocimiento que se maneje. Así pues, por ejemplo, si se trabaja considerando que el aprendizaje se da por medio de la repetición de conductas deseadas y que éstas deben reforzarse positivamente, las actividades deberán propiciar las repeticiones (por medio de gran cantidad de ejemplos o series a resolver) y proporcionar los refuerzos positivos (por medio quizá de las notas)-

En nuestro caso convendrá diseñar las actividades de acuerdo con la concepción de aprendizaje que se expuso inicialmente, la cual indica que:

- 1) El alumno debe realizar activamente una serie de procesos para poder apropiarse de su objeto de estudio
- 2) Para que la nueva información que adquiera el alumno sea significativa, debe tomarse en cuenta el Esquema Referencial del mismo, es decir el conjunto de conocimientos previos que posee respecto a la materia, el lenguaje que maneja, etc.
- 3) El alumno, al obtener el conocimiento de la materia, modificará su esquema referencial, enriqueciéndolo e incorporándole el contenido de la misma.

Lo anterior sugiere al profesor proponer actividades que:

- a) Introduzcan los nuevos temas A PARTIR de los conocimientos anteriores, para lo cual conviene que el alumno realice una síntesis inicial donde haga presente, recuerde y recupere sus conocimientos respecto al tema que se va a introducir. Una vez hecho esto, entonces se procederá a dar la nueva información.

- b) Favorezcan y permitan analizar y operar con la información recibida. Se trata de promover un MANEJO activo de la información por parte del alumno.
- c) Propicien en el alumno una nueva síntesis que incluya los conocimientos anteriores que poseía más la nueva información ya trabajada por él. Esto sería una síntesis final.

Para lograr lo anterior se propone (1) y (6) que las actividades de aprendizaje se diseñen considerando tres momentos.

1. APERTURA implica una síntesis inicial que promueva la visión global del fenómeno a estudiar y retoma los aprendizajes anteriores del alumno.
2. DESARROLLO. Es un proceso continuo de análisis y síntesis. En este momento no sólo se promueve la ADQUISICIÓN de la información, sino también el MANEJO de la misma parte del estudiante.
Respecto al desarrollo se considera pertinente hacer énfasis en la diferencia existente entre la *obtención* de la información y el *manejo u operación* de la misma. Se hace esta aclaración porque es muy común que el profesor, al dictar su cátedra, se dedique exclusivamente a la impartición de la información dejando la *operación* de la misma a las tareas y trabajos extra-clase. En este aspecto se considera recomendable favorecer el manejo de la información EN LA CLASE, paralelamente a la impartición de la información. Es decir, se propone concretamente que en clase se trabaje, tanto en la impartición de la información como en el *manejo* de la misma dejando a los trabajos extra-clase parte de la obtención y parte del manejo de la información.
3. CIERRE. Es una nueva síntesis, un intento de reorganizar el esquema referencial en relación a los problemas que se planteen; debe posibilitar nuevas estructuraciones y reestructuraciones del mismo construidas por el sujeto en su proceso de aprender. Esta síntesis final será a su vez la síntesis inicial de un proceso posterior.

Ahora bien, para instrumentar las actividades de aprendizaje existen muchos recursos y técnicas, como son por ejemplo: recursos visuales, auditivos, audiovisuales técnicas expositivas, interrogativas, estudio dirigido, etc. Cabe aclarar sin embargo que tanto los unos como las otras no deben usarse en forma indiscriminada, sino que conviene que el profesor los conozca y utilice cada uno de ellos en función de sus características y de los beneficios que aportan y SIEMPRE ACORDE con su teoría de aprendizaje; es decir, que el profesor debe recurrir a las técnicas y recursos didácticos empleándolos para que favorezcan los tres momentos mencionados con anterioridad respecto al aprendizaje.

VI. EVALUACIÓN

Antes que nada queremos hacer notar que existen diferencias entre la acreditación de un curso y la evaluación del mismo.

La acreditación parte de la necesidad de certificación de conocimientos, siendo de hecho la nota que obtiene el alumno en el curso; la evaluación en cambio es un proceso subjetivo que implica, tanto por parte del alumno como del profesor, una reflexión sobre lo que se alcanzó a “aprovechar” del curso. Es una comprensión del proceso de aprendizaje en función de ciertos juicios críticos.

Creemos que es muy importante que exista en cada curso una evaluación ya que ésta permitirá al alumno reflexionar sobre su aprendizaje y hacer propuestas al maestro para el mejoramiento del mismo. Por lo anterior, se considera que para realizar la evaluación se debe tomar en cuenta:

- a) La situación de avance de cada estudiante durante el curso
- b) La situación del proceso grupal en la que se inserta cada estudiante
- c) El hecho de que la evaluación debe concebir el aprendizaje como un PROCESO.

De acuerdo a lo anterior, se ve que la evaluación debe ser realizada tanto por los docentes como por los *alumnos*.

Respecto a la acreditación, se debe planificar en función del cumplimiento de los OBJETIVOS GENERALES del curso; es decir, que a partir de éstos se formularán LAS EVIDENCIAS que deben mostrar los alumnos para acreditar el curso. Aquí es donde se aprecia la utilidad de los objetivos en términos de producto, ya que la acreditación se puede realizar en función del mayor o menor cumplimiento de los mismos.

Es conveniente que el estudiante conozca por escrito y al inicio del curso los objetivos de la materia y los lineamientos de acreditación de la misma, siendo estos lineamientos flexibles, para permitir variaciones en función de las características de cada curso y de cada grupo.

BIBLIOGRAFÍA

- 01 Díaz Barriga, Ángel. *Un enfoque metodológico para la elaboración de programas escolares*. En revista *Perfiles Educativos*, México, CISE, UNAM, Oct-Nov-Dic No. 10.
- 02 Piaget, Jean, *Introducción a la epistemología genética*, Buenos Aires, ED. Paidós, 1975.
- 03 Piaget, Jean, *Biología y conocimiento*. México, Siglo XXI, 1975.
- 04 Bleger, José, *Psicología de la Conducta*. Ed. Paidós, Buenos Aires, 1979.
- 05 Díaz Barriga, Ángel. *Notas para reconstrucción de objetivos de aprendizaje*. Versión preliminar, 1980, CISE-UNAM.
- 06 Rodríguez, Azucena. *El proceso de aprendizaje en el nivel universitario*. En la revista *Colección Pedagógica No. 2*, Centro de Estudios Educativos, Universidad Veracruzana, Jalapa, 1977.
- 07 Rodríguez, Azucena. *El programa como instrumento de trabajo*. Versión Preliminar, SUA, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, 1978.

- 08 Lafourcade, Pedro. *El problema de los contenidos curriculares*. En Planeamiento, conducción y evaluación en la enseñanza superior, Kapelusz, Buenos Aires, 1974.
- 09 Abasgoitia, E. y Rodríguez, A. *Actividades de aprendizaje*. En Curso para tutores del SUAFYL. Documento de trabajo No. 3, Unidad de Asesoría Pedagógica, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.
- 10 Taba, Hilda. *Selección y organización de experiencias para el aprendizaje*. En Elaboración del currículo, Editorial Troque S.A., Buenos Aires, 1976.
- 11 Díaz Barriga, Ángel. *El problema de la teoría de la evaluación y de la cuantificación de los aprendizajes*. Versión preliminar, CISE-UNAM, 1980.
- 12 Lattaro, Edith. *La enseñanza y el aprendizaje: fundamentos de la práctica educativa*. Apuntes dados en el Seminario de Instrumentación Didáctica celebrado en octubre de 1983, en la Facultad de Ingeniería, UNAM.

CAPÍTULO 1

PARA ELABORAR UN PROGRAMA DE MATERIAⁱⁱ

MARGARITA PUELBA CADENA*
AGUSTÍN DEMÉNEGHI COLINA*

Cada vez que se actualiza o modifica un plan de estudios se requiere tomar en cuenta aspectos como los cambios en la práctica profesional, el crecimiento disciplinar y circunstancias políticas y gremiales. Lo más frecuente es que los nuevos planes de estudio se justifiquen en función de los dos primeros aspectos, sin tener claridad respecto a los demás, pero para el trabajo y diseño curricular no basta la perspectiva del crecimiento disciplinar, sino que se requiere también del punto de vista socioeconómico. Por otra parte, en cualquier tipo de trabajo relacionado con un plan de estudios es inevitable asumir posturas epistemológicas y psicológicas, ya que esto se haga en forma explícita (consciente) o implícita (inconsciente).

En la actualidad existe una amplia literatura especializada en el diseño curricular, que puede ayudar en los trabajos de modificación de planes de estudio, evitando que siga procediendo en forma desorganizada, ya que esto conlleva grandes errores de todo tipo, además del hecho de que sus consideraciones epistemológicas y de psicología del aprendizaje no se conocen con claridad. Hacer planes de estudio sin hacer uso de la teoría curricular es equivalente a negarse a emplear la tecnología moderna, lo cual resulta inadecuado en cualquier circunstancia, y más aún en el caso de las ingenierías que conforman profesiones de innovación tecnológica, que difícilmente podrán justificar que aceptan los avances en todo (aparatos de laboratorio, software sofisticado, avances en el estado del arte de las disciplinas, etcéteras), menos en la elaboración de sus planes de estudio.

A continuación presentamos en forma breve y sintética los conceptos básicos para el diseño curricular, tanto desde la perspectiva tradicional como desde la propuesta alternativa.

Independientemente de los distintos enfoques o puntos de vista existentes en el análisis y diseño curricular, puede decirse que un plan de estudios consta de cuatro pares fundamentales: un marco de referencia, una organización curricular, un mapa curricular y una evaluación (Puebla y Hazz, 2002).

* Profesores del Departamento de Geotecnia de la Facultad de Ingeniería, UNAM.

EL MARCO DE REFERENCIA establece qué debe hacer el egresado, a quién debe servir, qué debe saber y cómo debe operar. Para el caso de las carreras de Ingeniería, las respuestas triviales a las interrogantes anteriores serían en el tenor de: ¿A quién debe servir el ingeniero? Pues a la sociedad. ¿Qué debe saber? Física y Matemáticas. ¿Cómo debe operar? Aplicándolas. Contestar así nos conduce a la idea errónea de que existe una solución única a las preguntas anteriores, cosa que no es así porque una sociedad, la mexicana por ejemplo, en un momento dado de la historia, está formada por diferentes grupos, cuyos intereses y necesidades son distintos y a veces antagónicos, situación que nos coloca en dificultades al responder a la pregunta de ¿a quién debe servir el ingeniero?, misma que podría ser reformulada como ¿a qué grupos sociales debe servir primordialmente el ingeniero?. La solución a dicha interrogante condiciona las respuestas a las otras dos (qué debe saber y cómo debe operar). Un plan de estudios es siempre, ya sea en forma explícita o implícita, una oferta de una institución educativa para uno o varios sectores sociales en forma preferencial (que no en igual forma para todos los grupos en una sociedad). Así pues, existen casos como el plan de estudios que alguna vez hubo en la Facultad de Medicina, que hacía énfasis en la medicina preventiva o el que tenía el Autogobierno de la Facultad de Arquitectura, que hacía evidente y explícita su orientación hacia ciertos sectores sociales. Pero en la mayoría de los casos la orientación social de los planes de estudio no se presenta en forma explícita y se requiere analizarlos para despejar la incógnita en relación a cuáles son los sectores sociales y económicos a los que está dirigida preferencialmente una oferta curricular.

A manera de ilustración se tiene los ejemplos de universidades privadas, caras, que forman cuadros y profesionales para satisfacer las necesidades de los sectores sociales de las clases media y alta, así como de algunas empresas transnacionales. En dichas instituciones, el énfasis de la carrera de medicina no está para nada en lo preventivo (lo cual no quiere decir que no se estudie nada de esto, aunque resulta altamente probable que así sea), pero sí en lo curativo y más aún en ciertas especialidades muy cotizadas en el mercado de las clases sociales acomodadas. En el caso de Arquitectura el énfasis se da en el diseño de espacios para dichas clases sociales, más que en la vivienda popular (Puebla y Haaz, 2002).

Por lo anterior, podemos afirmar que no existe una sola respuesta a las interrogantes en relación con “a quién debe servir”, “qué debe hacer” y “cómo debe operar” un profesionista, sino que hay diferentes soluciones y cada una de ellas implica una toma de posición en cuanto a la relación entre educación y sociedad, misma que no necesariamente es evidente (consciente), sino que muchas veces se asume sin saberlo (en forma inconsciente) y con la idea de que se está ofreciendo una respuesta general para todos los sectores sociales y todos los tiempos, cosa que es imposible hacer.

LA ORGANIZACIÓN CURRICULAR se define como la estructura que rige un plan de estudios. Básicamente existen tres formas principales en organización curricular: por asignaturas, por áreas y por módulos.

La organización por **asignaturas** es la más común y por lo tanto la más conocida. En ella cada maestro es especialista e imparte una o varias materias de su disciplina; la organización de las asignaturas se realiza en forma secuenciada, de modo tal que exista un orden. El criterio según el cual se presentan las asignaturas es el de la lógica formal. Otros aspectos, como por ejemplo la motivación de los alumnos, no influyen en la ordenación de las mismas. En la Facultad de Ingeniería tenemos actualmente planes de estudio organizados por asignaturas. En ellos se imparte primero la teoría (ciencias básicas: física, química y matemáticas), luego la teoría (ciencias de la ingeniería), para finalmente llegar a las materias de aplicación (ingeniería aplicada). Como se puede apreciar, la teoría y la práctica está totalmente dissociadas, lo cual genera muchos efectos, como por ejemplo la falta de motivación de los alumnos, cuya queja constante es que no saben el porqué ni el para qué de las matemáticas y la física que estudian al inicio de la carrera. Pero tal vez la más grave consecuencia de la separación entre teoría y práctica (realidad) es de tipo epistemológico, ya que está ampliamente demostrado que el aprendizaje que no se relaciona con algo vital para el alumno tiene una alta probabilidad de no llegar a ser significativo, quedándose en memorístico y enciclopedista. En este sentido existe una frase de A. Ruíz Soto que dice: "conocer es pura bibliografía, mientras que comprender es pura biografía".

Una ventaja del currículo por asignaturas es su fácil administración, ya que cada profesor es un experto en su área de conocimiento y a ella se dedica, sin tener que intervenir en nada más que en su materia. Se contrata un profesor para cada materia y cada quien trabaja en lo suyo sin mayor enredo.

Otra forma de organización es por **áreas**. Ésta reúne distintas disciplinas en función de su metodología de trabajo, ya que considera que la propia presentación y agrupamiento del conocimiento es en sí misma posibilitadora del aprendizaje. Así por ejemplo, la biología y la física quedarían juntas como ciencias naturales y la historia y la geografía como ciencias sociales. Este ordenamiento se hace con el fin de que el alumno se familiarice con el método científico (en el caso de las materias de ciencias naturales) y con el método histórico-social (para las disciplinas de este corte). En ambos casos, el eje es el manejo de los métodos y las materias son ejemplos concretos de conocimientos que se construyen y trabajan siguiendo dichos métodos. La ventaja principal de esta forma de organización curricular consiste en que el alumno aprende una disciplina y su "modus operandi", mismo que le sirve para abordar otros conocimientos o cuerpos conceptuales semejantes. Sin embargo, el trabajo docente requiere de algo más que "ir a dictar cátedra", por lo que la institución debe fomentar las labores colegiadas de los profesores.

La organización por **módulos** parte de un problema real y concreto, abordándolo desde distintas disciplinas. Por ejemplo, si el módulo es un puente, el curso será abordado por especialistas en hidráulica, en estructuras, en ingeniería ambiental, en mecánica de suelos, en construcción, etcétera. Así un curso de puentes tendrá como profesores a diferentes especialistas en distintas ramas de la ingeniería civil y cada uno de ellos verá los temas de su disciplina que sean relativos al puente en cuestión. Esta forma de trabajo es muy motivante para los

alumnos, aunque resulte más difícil de impartir que la organización por asignaturas, ya que requiere un trabajo interdisciplinario entre los docentes, así como una mayor formación metodológica de los mismos. Desde el punto de vista administrativo, la organización modular siempre resulta más complicada que la de asignaturas, porque requiere contratar a varios profesores para un mismo módulo y éstos se deben coordinar cuidadosamente, lo que implica una gran actividad de tipo colegiado. En la Facultad de Ingeniería hemos tenido experiencias modulares, como es el caso de "Temas Especiales de Ingeniería Civil I y II", de principios de los ochentas. Los módulos variaban, a veces se trataba de un edificio alto y otras de un hotel en Cancún, pero ambos casos fueron exitosos.

Se denomina MAPA CURRICULAR a la organización formal del plan de estudios en función de su duración, su valor en créditos, las formas de trabajo docente, las relaciones horizontales y verticales entre las materias y los criterios de continuidad, integración y secuencia que guardan sus elementos entre sí. La hoja llena de cuadros con los nombres de las materias, así como sus créditos, que constituyen una matriz de la carrera profesional, es el mapa curricular de la misma.

La EVALUACIÓN curricular debe partir del análisis, tanto de los **procesos** como de los **resultados** en un plan de estudios, buscando las discrepancias entre la ejecución y las normas referentes aun modelo elaborado, con el fin de establecer un juicio de valor.

Si bien el marco de referencia, la organización curricular, el mapa curricular y la evaluación están presentes en cualquier plan de estudios, eso no implica que todas las propuestas curriculares las vean de la misma manera. Habiendo muchas variantes, podemos decir que a "grosso modo" hay dos propuestas de diseño curricular: la tradicional y la alternativa.

El planteamiento **tradicional** es el más frecuente y en el cual se tiene mayor experiencia. Para este enfoque, el currículo se define como la instancia educativa cuyo objetivo es la organización del conocimiento de una disciplina en función de un perfil. El diseño curricular se hace a partir de un diagnóstico de necesidades, realizado principalmente a través de consultas a especialistas del mercado laboral (empleadores). Como resultado de la consulta se elabora el perfil del egresado, que consiste en definir conocimientos, aptitudes y habilidades que debe tener el alumno. Una vez establecido el perfil, se pasa a la organización curricular que en esta propuesta se hace por asignaturas, plasmadas en un mapa curricular donde se ubican las distintas materias a lo largo de la carrera profesional, ordenadas en forma vertical (con criterios de secuencia o seriación) y en forma horizontal (donde se relacionan entre sí las materias que se llevan paralelamente en el mismo ciclo escolar). En el mapa curricular se especifica el número de créditos totales de la carrera, así como la cantidad de créditos por ciclo, constituyendo una matriz. Finalmente, la evaluación en este enfoque es ejercida por la dirección de la institución, quien decide cuáles son los parámetros a evaluar, la forma de trabajo y la interpretación de los mismos. También determina las medidas a tomar en función de los resultados obtenidos.

La propuesta tradicional ha recibido críticas diversas. Los principales señalamientos son en el sentido de que, tal y como está definido, el currículo se ve como algo aislado de las connotaciones sociales (Díaz Barriga, 1984), quedando sólo como una instancia formadora de cuadros profesionales, sin hacer explícita su función social (lo cual no la elimina, si más bien la ignora). Esta forma de ver el currículo, aunque parezca clara y sencilla, resulta pobre y engañosa, por que conduce a la idea de que, si se siguen los pasos de la "técnica", se llega a una propuesta única y por lo tanto válida para todo lugar y momento. Así la formación de un ingeniero sería igual en México que en China o en Suecia, cosa que no sucede en la realidad, pues cada país tiene requerimientos diferentes para sus ingenieros.

Por otra parte, el diagnóstico de necesidades realizado básicamente a través de consultas a especialistas, se le objeta que otorga un peso excesivo a los aspectos del mercado, a costa de otros factores que conforman una profesión, como por ejemplo, los conceptos básicos, los avances teóricos de la disciplina (crecimiento disciplinar) y los requerimientos de sectores sociales distintos a los considerados por los empleadores (Díaz Barriga, 1984).

De la forma en la que la evaluación se lleva a cabo en la propuesta tradicional, se dice que es vertical y que no propicia que se involucren los docentes, por lo cual genera poco compromiso por parte de los mismos, además de una sensación de no ser tomados en cuenta.

En conclusión, las críticas que se hacen a la propuesta curricular tradicional son en el sentido de que separa al conocimiento de su construcción y de las circunstancias involucradas en su crecimiento. Por otra parte, al enfatizar excesivamente a los empleadores como sector privilegiado para el diagnóstico de necesidades, se acaba tratando al alumno como un producto al gusto del consumidor y al currículo como reproductor que no aporta al desarrollo y evolución de la profesión.

Frente a la forma tradicional de trabajo curricular está la propuesta **alternativa**. Desde esta perspectiva un currículo es un terreno de confrontación de las diferentes concepciones de la escuela y su papel (Stenhouse, 1984). Cuando se habla de distintas concepciones de la escuela, se hace referencia a posturas que van, desde ver a la escuela como una industria productora de capital humano (la Facultad de Ingeniería, desde este enfoque, sería una formadora de empleados de compañías mexicanas y transnacionales), hasta considerar que la función de la escuela es promover un nuevo tipo de ejercicio profesional (aquí se consideraría a la Facultad de Ingeniería como productora de tecnología alternativa). Cada una de estas posturas implica un plan de estudios diferente y busca formar un ingeniero distinto.

En la propuesta alternativa se hace evidente lo que en la tradicional queda implícito: que el trabajo curricular es más que sólo una técnica, que requiere abordar aspectos sociales, quiérase o no. En consecuencia, en vez de hacer un diagnóstico de necesidades consultando únicamente o en forma preferente a los

empleadores, para luego elaborar un perfil del egresado, se incorpora el concepto de **práctica profesional** que se define como el ejercicio real y posible de una profesión (Follari y Berruezo, 1979). Este concepto distingue tipos de práctica profesional y categorías de demanda, mismos que conducen a distintas clases de currícula. Para esos investigadores la práctica profesional parte de las características histórico-sociales y las diferentes formas de ejercer una profesión. Así pues, se propone estudiar el mercado real de la profesión (mediante un trabajo de campo exhaustivo), buscando detectar los tres tipos fundamentales de ejercicio profesional, a saber: el decadente, el dominante y el emergente.

Se considera ejercicio profesional decadente a aquél que está en proceso de desaparecer o de ser substituido por otro, debido a factores de tipo tecnológico o de crecimiento disciplinar. El ejercicio dominante es el que está usándose en forma generalizada en un momento dado y el emergente es el que está en proceso de incorporarse, pero aún no lo hace en su totalidad. A manera de ejemplo podemos citar como prácticas profesionales decadentes las siguientes: el análisis estructural con los métodos de Cross y de Kani, que han sido substituidos por métodos matriciales que emplean la computadora (éstos son ahora prácticas profesionales dominantes); otro ejemplo es el uso de las técnicas de cálculo de suelos totalmente saturados para los parcialmente saturados (esta forma de trabajo será poco a poco substituida por los avances en cuanto al estudio de la succión, que permita hacer cálculos en suelos parcialmente saturados, constituyendo así una práctica profesional emergente). Otro caso de práctica emergente lo constituyen las teorías no lineales para el cálculo de deformaciones en los suelos y los métodos que consideran el comportamiento plástico de las estructuras. En cuanto a la práctica profesional dominante, es la que se está trabajando en la actualidad y un ejemplo de la misma es el uso del penetrómetro estándar y del cono para la exploración y el cálculo en Mecánica de suelos.

Además de lo anterior, el análisis exhaustivo del campo profesional que da sustento al trabajo curricular en la propuesta alternativa busca clarificar los distintos tipos de demanda profesional, estableciendo varias opciones:

- a) La demanda real del profesional, que es el requerimiento que se tiene en un momento dado en el campo de trabajo
- b) La demanda de la actividad, pero no del profesional. Un ejemplo de ella es el caso de los arqueólogos. México los necesita, pues tiene muchas regiones sin explorar a detalle, pero no los contrata por restricciones presupuestales y porque dicha profesión, al igual que muchas otras de las ciencias sociales, no son consideradas prioritarias en el actual modelo económico del país, que sólo privilegia la administración y las tecnologías.
- c) La demanda posible es la que, aunque no se dé preferencialmente en un momento dado, se tiende a presentar según las prospectivas. Está relacionada con la práctica profesional emergente. En este caso están las carreras de telecomunicaciones y de bioingeniería.
- d) Las necesidades sociales demandan ciertas profesiones, aunque no sean solicitadas en el sector privado o empresarial. Tal es el caso de la carrera de trabajo social.

Ahora bien, ya conocidos tanto los tipos de ejercicio como los de demanda profesional, se puede responder a las interrogantes en relación a qué tipo de práctica está privilegiando una misma institución en distintos tiempos (diferencias entre sus propuestas curriculares a lo largo del tiempo); también en los enfoques de las distintas instituciones para un mismo momento histórico (comparación entre los planes de estudios de diferentes escuelas o facultades). Las respuestas a estas preguntas nos llevan al centro de gravedad de las diversas propuestas curriculares. Por ejemplo, decir que el plan de estudios de ingeniería civil de 1984 es distinto al de 1991 porque tienen más o menos materias o créditos, tal o cuál seriación y mayor o menor duración en semestres, es dar una respuesta cuantitativa y superficial, porque lo que define de fondo un plan de estudios es la práctica profesional que lo sustenta, ya sea que se diga en forma explícita o no. Los aspectos cuantitativos por sí mismos no alcanzan para hacer una evaluación a fondo; se requiere otra dimensión diferente a la puramente técnica: la social. Esto es así nos guste o no a los ingenieros.

Regresando a la propuesta alternativa de diseño curricular, ésta afirma que existen diversos tipos de currícula en función de la demanda profesional que atienden. Un plan estructurado únicamente en la demanda real asignará a la universidad la función de reproductora del sistema, trabajando al servicio del mismo y sin tener posibilidades de modificación de la práctica profesional; es decir, produciendo un estancamiento en el crecimiento disciplinar. En contraparte, un plan estructurado totalmente o únicamente en la demanda posible o en las necesidades sociales llevaría a que los egresados no encuentren forma de ejercer su profesión y tiendan a abandonarla. Los casos anteriores son extremos, en general un currículo contiene elementos pertenecientes a dos o más prácticas sociales de una profesión, sin embargo la imagen de una de ellas será la que actúe como factor integrador del mismo. Así se conforman distintos tipos de currícula, como son:

- 1.- El obsoleto, cuyo factor integrador es una práctica profesional decadente
- 2.- El tradicional, estructurado en torno a la práctica profesional dominante
- 3.- El desarrollista, formulado en función de la práctica emergente (ejemplo de éste sería la medicina preventiva)
- 4.- El utópico, construido en función de algún otro parámetro, como por ejemplo la investigación pura.
- 5.- El innovador, que considera todas las prácticas sociales, pero hace énfasis en una de ellas: la dominante o la emergente.

En cuanto a la **organización curricular**, la propuesta alternativa plantea que los objetivos a alcanzar en el currículo se aborden desde dos puntos de vista (Díaz Barriga 1984): el del crecimiento disciplinar, que aporta los conocimientos requeridos (es el "estado del arte" de la disciplina en cuestión) y el de la técnica, que es el que confiere su identidad a las profesiones.

Dado que las disciplinas van evolucionando y que cada vez hay más contenidos o temas a tratar, no pudiéndose aumentar en forma infinita el tiempo de duración de una carrera profesional, se sugiere que, cualquiera que sea la organización curricular de que se trate (asignaturas, áreas o módulos), se trabaje partiendo de las **ideas básicas**, enfatizando menos la información y cuidando más las características del proceso de aprendizaje. Se consideran **ideas básicas** aquellos temas tales que estructuran conceptualmente una disciplina. Sin cualquiera de ellos dicho campo del conocimiento estaría incompleto, sería insustentable. Haciendo una analogía ingenieril, las ideas básicas serían las columnas y las trabes o bien los muros de carga de una estructura, y los demás conceptos (no básicos) serían los muros divisorios.

El **mapa curricular**, que consiste en la organización formal del plan de estudios en términos de su duración y su valor en créditos, o dicho de otro modo, en la organización de las materias o módulos que forman cada semestre, trimestre o ciclo, varía mucho en función de la institución. Así por ejemplo, a veces se entrega al docente sólo el nombre de la materia que impartirá, dejándole todo a su responsabilidad, de acuerdo a la libertad de cátedra, pero en otras ocasiones se trabaja con cartas descriptivas y con exámenes departamentales, siendo el docente sólo un ejecutor de los mismos. Sin embargo, es preferible siempre adoptar formas de trabajo que permitan a los profesores participar ampliamente, tanto a nivel de su materia, como en la elaboración del mapa curricular. En cualquier caso conviene tener como mínimo una propuesta básica para elaborar programas.

En lo referente a la **evaluación**, la propuesta curricular alternativa retoma las aportaciones de Follari y Berruezo (1979), sugiriendo que sea un proceso de elaboración periódica que involucre al personal académico; es decir, que haya una autoevaluación donde cada persona participe desde la planeación de la misma, haciendo la recopilación de la información, señalando las discrepancias entre la ejecución y las normas y realizando las acciones necesarias para resolver los aspectos que así lo requieran.

Por otra parte, la dirección de la institución debe realizar una heroevaluación, consistente en:

- a) Sintetizar el diagnóstico de las discrepancias
- b) Analizar los datos del conjunto del sistema
- c) Planificar la evaluación para el conjunto del sistema
- d) Formular recomendaciones
- e) Plantear el pensamiento global de la institución

Con las ideas antes expuestas, la propuesta curricular alternativa busca subsanar las deficiencias existentes en la forma tradicional de trabajo curricular, a la vez que incorporar los avances en la didáctica.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- APPLE, M. (1996): *Política cultura y educación*, Madrid, Ed. Morata.
 - 2.- DE BUEN, O. (1982): *La preparación formal del ingeniero civil*, en Seminario sobre la educación y preparación del ingeniero, México, ED. CICM.
 - 3.- DÍAZ BARRIGA, A.: *La profesión ¿Un referente en la construcción curricular?*, documento mimeografiado.
 - 4.- DÍAZ BARRIGA, A.: *Ensayos sobre la problemática curricular*, México, Ed. Trillas.
 - 5.- FOLLARI, R. y BERRUEZO, J. (1979): *Criterios e instrumentos para la revisión de planes de estudio*, México, ED. CADA, UAM Azcapotzalco.
 - 6.- GIMENO SACRISTÁN, J. (1996): *El currículo: una reflexión sobre la práctica*, Madrid, Ed. Morata.
 - 7.- GIROUX, H. (1981): *Currículo and instruction. Alternatives in education*, UA, ED. Mc. Cutchan y Berkeley.
 - 8.- KEMMIS, S. (1988): *El currículo: más allá de la teoría de la reproducción*, Madrid, Ed. Morata.
 - 9.- PUEBLA, M. y HAAZ, H. (2002): *Diseño Curricular*, artículo enviada la ANFEI.
 - 10.- STENHOUSE, L. (1984): *Investigación y desarrollo curricular*, Madrid, Ed. Morata.
 - 11.- TORRES, J. (1992): *EL currículo oculto*, Madrid, Ed. Morata.
 - 12.- YOUNG, M. (1971): *Una aproximación al estudio del currículo como conocimientos socialmente organizado*, en: LADESMANN, M.: *Currículo, racionalidad, conocimiento*, México, Ed. Universidad Autónoma de Sinaloa.
-