

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE PEDAGOGIA

7-89-08-31
?

28 Febrero. Martes.
18 hrs

Modesto
Caballero
Sanchez,
~~not~~
Piqueras
Nino.



XP
1978
CAN

V. B. P.



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE PEDAGOGIA
COORDINACION

Tesina que presenta
MIGUEL ANGEL CAMPOS HERNANDEZ
para optar por el título de
LICENCIADO EN PEDAGOGIA
México, Febrero de 1978



U. R. E. O.
OFNA. DE EXAMEN
PROFESIONALES
Y GRADOS



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**ESTRUCTURACION DIDACTICA DEL PROCESO
DE SOLUCION DE PROBLEMAS EN INGENIERIA**

A SARITA

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO PRIMERO: ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION 1

CAPITULO SEGUNDO: MARCO TEORICO DE REFERENCIA 5

1. Solución de problemas y diseño en ingeniería, 5
2. Solución de problemas y reestructuración cognoscitiva, 13

CAPITULO TERCERO: LA REESTRUCTURACION COGNOSCITIVA COMO OBJETIVO DIDACTICO 26

1. La estructura didáctica, 26
2. El diseño didáctico, 35

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

Este trabajo es el producto de un proceso iniciado por una preocupación concreta generada en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Originalmente fue ideado como un servicio complementario a los cursos de apoyo que el Centro de Servicios Educativos (CESEFI) ofrece a los alumnos de esa Facultad.

La idea inicial fue modificada para convertir este esfuerzo en una propuesta didáctica para satisfacer un aspecto específico de la formación escolar del ingeniero. Otra modificación que se propuso fue el trabajo combinado del pedagogo y del ingeniero, ambos en el papel de profesor. Los cursos de apoyo que se han diseñado en el CESEFI tienen a pedagogos como profesores, los cuales desconocen el contenido propio de la ingeniería, disciplina sobre la cual se trabaja concretamente. Esta situación hizo necesaria la inclusión de personal docente de la Facultad para hacer más fructífero el trabajo propuesto.

Para la construcción de esta propuesta fue necesario establecer lo que parece obvio pero que en la práctica no lo es tanto: que la situación didáctica no es un conjunto de variables aisladas. Es en este sentido que hay dos conceptos importantes del presente trabajo: estructura didáctica y secuencia de aprendizaje. La estructura didáctica es el conjunto de elementos cuya configuración dinámica genera un sistema de relaciones en el ámbito del proceso de enseñanza-aprendizaje. La secuencia es un conjunto dinámico de elementos en relación implicatoria y con

una lógica de sucesión entre una y otra secuencia. El contenido específico de una disciplina o parte de ella genera las secuencias.

Ambos conceptos tienen un doble marco de referencia. Por un lado la ingeniería, particularizada a través del diseño, constituye la disciplina sobre la cual opera la estructura didáctica y desde la cual se generan las secuencias de aprendizaje; por otro, la psicología, disciplina que ha aportado explicaciones sobre el proceso de solución de problemas desde el punto de vista de las operaciones intelectuales.

He restringido el concepto de problema respetando su estructura interna con el propósito de adecuarlo al contenido con el que opero: el diseño en ingeniería. El concepto de problema es sumamente general ya que engloba acciones de todo tipo y nivel de complejidad. Sin embargo, limito el concepto en términos de la acción intelectual y el uso del lenguaje (verbal y matemático). De este modo, la solución de problemas la he definido como el proceso cognoscitivo que permite establecer una situación superadora de una situación previa.

Es claro que en el plano de lo ideal, un proceso de reestructuración cognoscitiva corresponde al proceso continuo de enseñanza-aprendizaje en el ámbito del sistema curricular. Sin embargo, la realidad es que no hay tal correspondencia. Por otra parte, la estructura curricular que existe en la Facultad de Ingeniería permite proponer un programa de Orientación Escolar simultáneo

al plan de estudios, con una lógica similar, pero con un criterio didáctico de apoyo. En este panorama se enmarca la propuesta aquí planteada sobre solución de problemas en ingeniería.

CAPITULO PRIMERO: ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

Un planeamiento didáctico constituye un reto al pedagogo si se considera que habrá un alto grado de relación entre su consistencia teórica y metodológica y la transformación del comportamiento en términos de aprendizaje.

Asumimos este reto proponiendo un diseño didáctico para un grupo de personas en formación: estudiantes de ingeniería que solicitan servicios de apoyo a su desarrollo escolar. Este hecho nos da una primera razón para elaborar el diseño: no es una propuesta teórica sino una respuesta a una necesidad sentida por los estudiantes, verbalizada informal pero repetidamente.

El Centro de Servicios Educativos sirve a la Facultad de Ingeniería a través de, entre otras, la Sección Escolar. El objetivo general de esta Sección es el de:

"Aportar a los estudiantes los elementos que le permitan habilitarse en su formación como estudiante, fomentando su responsabilidad y autonomía"

Uno de los aportes fue el establecimiento de un curso de técnicas básicas de estudio con el propósito de introducir al estudiante en la problemática de su papel como tal, proponer criterios generales para el mejor aprovechamiento del uso de los recursos en el estudio (principalmente el tiempo) y mostrar algunas técnicas susceptibles de aplicación para el mejoramiento del aprendizaje en general. El objetivo de este curso es:

"Lograr que el estudiante conozca los elementos y criterios

que le permitan organizar sus experiencias escolares y obtener una técnica individual de estudio"

Una de las técnicas propuestas fue la solución de problemas, vagamente formulada en los inicios en términos de los procesos mentales, pero precisada paulatinamente según las necesidades concretas. En la actualidad se plantea el objetivo sobre solución de problemas, como parte del curso de técnicas básicas de estudio, en los siguientes términos:

"Que el alumno obtenga o mejore su técnica de resolución de problemas a través de la relación entre el proceso de aprendizaje y su propia técnica de resolución de problemas"

La brevedad de esta parte del curso generaba dos problemas: 1, no se podía ampliar ni profundizar en el tema; 2, era difícil evaluar el logro del objetivo. Las evaluaciones arrojan que muchas de las veces los estudiantes permanecen en un nivel de información y verbalización sin alcanzar el nivel de solución de problemas que constituía el objeto de esa parte del curso.

De este modo, la propuesta de un curso sobre solución de problemas intenta superar estos límites, no sólo planteándolo en términos de un complemento problematizador incluido en un curso organizado con objetivos generales, sino como un conjunto didáctico con sus características propias tanto en forma como en contenido. Las necesidades expresadas por los estudiantes y los límites del curso de técnicas básicas de estudio fueron dos razones importantes para plantearse el diseño de un curso que respondiera a estas situaciones.

Las investigaciones experimentales que se llevaron a cabo en el CESEFI desde 1972 hasta 1974 tuvieron como propósito el descubrimiento de causas del fracaso escolar, teniendo como criterio principal la comunicación entre profesor y alumno. En este plano se logró establecer la problemática de las relaciones maestro-alumno respecto al aprendizaje, conclusión que tiene que ver con el tema que nos ocupa, pues es justamente en el plano de la comunicación en donde se ubica el funcionamiento de la estructura cognoscitiva en la situación de aula. De modo que si bien no hubo explicitación en el sentido de esta estructura, el marco de referencia indicó algunos problemas generales en donde se ubica la problemática de la solución de problemas. Finalmente, el trabajo con profesores ofrecía el mismo panorama. Ahí encontramos, por ejemplo, que el estudiante de ingeniería debería tener las siguientes características:¹

- capacidad de análisis y síntesis
- capacidad de toma de decisiones
- saber relacionar lo aprendido con la realidad y viceversa
- ser inductivo-deductivo
- saber relacionar los conceptos entre materias
- tener visión global o enfoque sistémico
- tener habilidad para el manejo de equipo
- tener conciencia de su realidad social
- saber trabajar en equipo
- tener criterio abierto
- ser creativo y dinámico

(1). CESEFI. "La participación de los profesores en el logro de objetivos de la carrera de ingeniería industrial", 5.

- tener calidad humana (solidaridad, ética, disciplina, educación)
- ser crítico y capaz de diálogo
- tener capacidad de retención y asimilación de la información
- tener amor a la ciencia
- tener capacidad autodidacta
- tener criterio de ingeniería ubicado en la realidad social
- ser participativo y receptivo

La realidad no coincide con estos requerimientos. Las investigaciones y las discusiones con profesores reforzaron la idea de elaborar un curso sobre solución de problemas en la ingeniería.

El equipo del CESEFI decidió que se iniciara el plan.

A todo esto se une el interés personal que tengo sobre el desarrollo de los procesos lógico y cognoscitivos, vistos como elementos con una necesaria vinculación al proceso pedagógico. A continuación se presenta el marco de referencia constituido por el concepto de diseño en ingeniería vinculado al procedimiento de solución de problemas. Le sigue el conjunto de elementos lógicos y psicológicos que dan soporte a este procedimiento. Finalmente, la propuesta didáctica a nivel de estructura y de diseño.

CAPITULO SEGUNDO: MARCO TEORICO DE REFERENCIA

1. Solución de problemas y diseño en ingeniería

La ingeniería ha sido definida como una actividad esencialmente práctica que hace uso de los conocimientos de las ciencias básicas, principalmente la física, a problemas a los que se enfrenta la sociedad para su desarrollo tecnológico; integración de espacio y tiempo en una dimensión económica y útil.

En este sentido, la ingeniería es una disciplina tecnológica en tanto que hace uso del conocimiento que ella misma no produce experimentalmente. Por otra parte, es principalmente deductiva en cuanto infiere procedimientos a partir de enunciados físico-matemáticos ya establecidos y comprobados.

La utilización de estos conocimientos no es puramente mecánica ni el proceso deductivo es simplista. Por el contrario, el tener que aplicar ciertos conocimientos a problemas específicos introduce a la ingeniería en la dimensión del diseño. Es decir, la ingeniería se encarga de diseñar sistemas o mecanismos de diversa índole para satisfacer necesidades específicas.

El diseño en ingeniería es el intento de solucionar uno o varios problemas concretos aplicando conocimientos y habilidades para la creación de dispositivos, estructuras y procesos.¹ ¿Cómo

(1). Edward Krick. Introducción a la ingeniería, 121

optimizar los recursos hombre-máquina-tiempo-capital en un sistema productivo? ¿Qué situaciones hay que superar en la construcción de una obra de ingeniería civil? Estas y muchas otras preguntas constituyen problemas.

De este modo, como afirma Edward KRICK, el ingeniero es un "solucionador de problemas"² al dedicarse al diseño de sistemas, procedimientos, mecanismos, etc. El diseño no es una actividad exclusiva de una cierta rama de la ingeniería, sino una función general de esta disciplina. Decir que es una actividad especial es confundir las áreas de actividad profesional con las funciones básicas del ingeniero.

¿Qué significa solucionar un problema? Desde el punto de vista de la ingeniería, es alcanzar un resultado satisfactorio (adecuado y conveniente, según los criterios establecidos en el enunciado del propio problema) a través de un proceso lógico que lleva al diseño concreto de un sistema o dispositivo determinado. La solución de problemas es, por lo tanto, un constituyente fundamental del proceso de diseño en ingeniería.

Si bien el diseño no es sinónimo de la solución de problemas, la absorbe como actividad técnica y retoma sus secuencias lógico-temporales. Un diseño de ingeniería puede incluir varios problemas y un problema puede generar varios diseños en ingeniería.

(2). Edward Krick. op. cit. 36-37.

Un problema es un conjunto de datos o una situación que requiere un tratamiento específico. Esto nos lleva a establecer algunas precisiones antes de plantear el proceso de solución de problemas.

Un problema no es una pregunta cualquiera que tiene que ser respondida, sino un enunciado que representa una situación que requiere de un proceso de transformación. Todavía más, la situación representada por el enunciado del problema está fuera del alcance de los recursos inmediatos, de carácter intelectual, que posee el sujeto.

De esta manera es posible diferenciar un problema por demostrar de un problema por resolver. El problema por demostrar es aquél que, dado el enunciado, plantea hipótesis o posibilidades de solución que requieren ser demostradas. Un problema por resolver es aquél que, dados los datos del enunciado, requiere encontrar los valores de una incógnita. Aquí trataremos al primero como problema que genera un diseño de ingeniería. El segundo será tratado como ejercicio.

Esto nos permite a su vez diferenciar entre información fundamental e instrumental (física y matemáticas respectivamente) y el proceso de diseño. Para el ingeniero, la física es un conjunto de conocimientos adquiridos y necesarios con el cual se tiene el marco de referencia para la construcción de mecanismos o dispositivos que deben cumplir un objetivo determinado. Las

matemáticas constituyen el instrumento que hace mensurable un proceso o sistema físico.

El diseño es una actividad fundamentalmente de elaboración, en el sentido de la "actividad creciente de los niveles más altos del pensamiento".³ Si bien la física y la matemática como tales requieren del uso de "los niveles más altos del pensamiento", y un estudiante de ingeniería igualmente necesita usar éstos para aprender esas disciplinas, la práctica de la ingeniería no produce conocimiento físico o matemático directamente, sino que lo utiliza.

Así, la física y la matemática ofrecen problemas por resolver al estudiante de ingeniería, quien obviamente tienen que darles el tratamiento adecuado para utilizarlos en el curso de diseño, es decir, incluidos en un problema por demostrar.

Para reconocer un enunciado como problema es necesario que presente las siguientes condiciones:

1, Al conceptualizar un problema de ingeniería como una situación que el sujeto no puede resolver por medio del recurso a su conocimiento previo, nos planteamos la primera condición: un enunciado que hace recurrir completamente al sujeto al conocimiento previo no es un problema. Esto significa que el conocer y saber usar un procedimiento matemático siempre de la misma forma para

(3). James Drever. A dictionary of Psychology, 81.

encontrar el mismo tipo de solución no constituye un problema, sino un ejercicio donde se hace uso de la memoria para reconstruir precisamente el procedimiento deseado.

2, Un problema tiene que ser resuelto mediante el uso de los recursos intelectuales. Esto quiere decir que las habilidades motoras que el estudiante debe desarrollar (el manejo de un computador o partes de éste, la construcción de circuitos eléctricos, etc.) no constituyen un problema.

Por otra parte, un problema presenta las siguientes características:

1, Un problema es un enunciado que tiene ciertas limitaciones implícitas o atribuidas de acuerdo al tipo de solución que se pretende construir. Estas limitaciones constituyen las restricciones dentro de cuyo margen se realiza el proceso de solución del problema.

2, Un problema tiene un sistema interno de relaciones n a n , cuyo valor depende de la cantidad de variables incluidas en el sistema.

Finalmente, un problema tiene las siguientes implicaciones:

1, Las variables de solución: un problema que se maneja para elaborar un diseño, incluidas sus restricciones y relaciones, establece las variables de solución. Estas "variables de solución"⁴

(4). Edward Krick. op. cit. 132.

no son las posibles soluciones, sino las características que deben tener las soluciones. Esto permite plantear las alternativas. Una alternativa es una posible vía de solución y está encaminada a dar cuerpo a las variables de solución.

2, Los criterios: la elección de una o más alternativas para la solución del problema o diseño se lleva a cabo mediante "las formas preferibles de lograr la transformación deseada"⁵ es decir, los criterios.

Los pasos para resolver un problema son los siguientes. Dado un problema x:

1, Familiarización con el problema: es el proceso de visualización, definición y comprensión del enunciado en forma general para saber en que consiste; qué se solicita o qué se requiere resolver.

2, Análisis del problema: es el estudio y reconocimiento del conjunto de elementos que constituyen el problema, cuáles son básicos, cuáles accesorios y cuáles son las restricciones, tarea que se facilita si se logra claridad en el primer paso.

3, Fase de búsqueda: es el recurso al conocimiento previamente adquirido, cualquiera que sea éste, o bien buscar nuevos recursos. En cualquiera de los dos casos hay ideas que sugieren soluciones aunque de manera probablemente incipiente o incompleta, pero que van formando estrategias que llevan a la solución del

(5). Edward Krick. op. cit. 12.

problema. La teoría y los métodos físicos y matemáticos que un alumno posee son utilizados en este momento.

4, Ejecución: puesta en marcha de las vías de solución.

5, Revisión: reconsideración del proceso que se llevó a cabo con dos propósitos: evaluar la validez del resultado y revisar el método utilizado.

Las fases de elaboración del diseño en ingeniería, que puede incluir la solución de uno o más problemas, no difieren mucho del proceso de solución apuntado, pero como procedimiento, global tiene sus propios pasos:

1, formulación del problema: en este caso no siempre hay problema dado, sino que tiene que especificarse. Ante una situación dada que debe superarse -lo cual podría considerarse como el "problema que genera el diseño"- el ingeniero dedica sus esfuerzos a plantear uno o más problemas con claridad. De este modo entra en el proceso de familiarización del o los problemas especificados.

2, Análisis del problema: constituye el momento de estudio de la entrada (problema) en vistas a una salida determinada (solución). ¿Qué se requiere para la transformación de A en B (en donde A constituye la situación dada, de la cual se ha especificado el problema, y B la solución) y cómo lograrla? ¿Qué restricciones tiene cada problema planteado?

3, Investigación: planteamiento de todas las soluciones posibles,

dependiendo del tipo de problema. Pueden tener o no un principio de clasificación. En todo caso tienen que ser claras y fundamentadas.

~~4, Decisión:~~ es la elección de las alternativas. No se basa en la validez del resultado o en la eficacia del método solamente, sino que toma como base los criterios establecidos previamente, derivados de las restricciones y en estrecha relación con las variables de solución.

5, Especificación: es la fase final para la precisión de conceptos, métodos y/o características físicas y no físicas de un sistema, un dispositivo o un aparato. Aun cuando un ingeniero no necesita elaborar físicamente modelos, planos o diagramas, sus indicaciones son la única manera en que éstos pueden llevarse a cabo.

La fase de especificación da fin al diseño. La aplicación, ejecución, comprobación y supervisión constituyen el ciclo de diseño, que puede llevar al descubrimiento de nuevos problemas y a la comprobación del método utilizado; además, puede llevar a la elaboración de nuevos diseños.

Como se puede apreciar, el conjunto de pasos de los procesos de solución de problemas y diseño contienen una secuencia y una lógica internas que los hace constituirse en técnicas de apoyo a la labor del ingeniero, especialmente durante su formación.

Como técnica que es, puede ser practicada por el estudiante de

manera que vea la necesidad de ser preciso y lógico en su procedimiento particular de elaboración de proyectos y diseños, así como en la solución de problemas en general. Pero nunca la técnica será suficiente para generar contenidos específicos en cualquiera de los dos procesos. Para lograr esto, se requieren ciertas condiciones relativas a los contenidos planteados explícita o implícitamente en el problema y a la formación de un estudiante determinado.

Por otra parte, el uso de la técnica no se reduce a desarrollar un conjunto de pasos mecanizados. Existe una presencia constante de actividades cognoscitivas por parte de los sujetos que hacen posible el seguir los pasos y llegar a una solución determinada.

2. Solución de problemas y reestructuración cognoscitiva

Me interesa ubicar el proceso de solución de problemas, particularmente las definidas como generadoras de diseños en ingeniería, en el proceso de aprendizaje del alumno. Según Pedro LAFOURCADE, el aprendizaje de la solución de problemas se adquiere por medio de la reestructuración cognoscitiva.⁶ El objeto de este apartado es analizar el significado psicológico de esta reestructuración.

(6). Pedro Lafourcade. Planeamiento, conducción y evaluación en la enseñanza superior, 67.

La estructura cognoscitiva es el sistema dinámico de conexiones lógicas relativo al contenido de conocimiento de un sujeto determinado. En este sentido, la restructuración cognoscitiva es el proceso de equilibración que resulta tanto de la asimilación del entorno natural y social del estudiante como de la acomodación que éste ejerce de sí mismo en ese entorno.

Los diversos intentos que la investigación psicológica experimental ha emprendido para conocer los procesos cognoscitivos incluyen, entre otros aspectos, la solución de problemas. Hay una extensa bibliografía sobre el tema, pero no hay un acuerdo general sobre lo que es un problema o sobre los criterios de clasificación u ordenamiento de problemas según su tipo o implicación. En la experimentación, el problema siempre es dado por el experimentador y el sujeto tiene que resolverlo. Lo que se mide es el tiempo de solución y la probabilidad de que el sujeto dé la solución correcta. Con esto se están evaluando las variables que intervienen en el enunciado del problema (información que constituye su magnitud, la organización de la información, etc.), o las relaciones que tiene con la solución buscada (semejanza, complejidad, etc.).

La experimentación acerca de los procesos de solución de problemas está encaminada a conocer la eficacia y facilidad del sujeto para resolverlos, pero hay menos atención en cuanto al uso o constitución de los procesos cognoscitivos como tales, referidos a las

estrategias que le llevan a la solución correcta. Sin embargo, el tratamiento general que la psicología da al proceso de solución de problemas es útil para ubicar mejor el procedimiento que se sigue en ingeniería para el diseño y con ello, para la propuesta de un diseño didáctico sobre el mismo en términos de la reestructuración cognoscitiva.

Aun cuando el tratamiento que la psicología da al concepto de problema tiene un enfoque experimental, se han hecho algunas generalizaciones de corte teórico, como la de Pierre OLERON: "toda situación que un sujeto no puede resolver mediante la utilización de su repertorio de respuestas inmediatamente disponibles".⁷ Con una definición de este tipo, se puede manejar cualquier enunciado que sea novedoso para el sujeto y requiera respuesta. Entonces encontramos enunciados "prácticos" (que no requieren el uso del lenguaje en el proceso de solución) como identificar, modificar o utilizar dispositivos y objetos físicos, y "simbólicos" (que requieren el uso del lenguaje) como los enunciados matemáticos, los de tratamiento verbal, conceptual, etc. Por otra parte, los problemas utilizados para experimentación ya tienen solución, controlada por el experimentador; en casos de mayor complejidad, por lo menos una solución.

En cualquiera de los dos casos, se pueden presentar problemas

(7). Pierre Oleron. "Las actividades intelectuales", en Paul Fraise y Jean Piaget, La inteligencia, 53.

que requieren únicamente que el sujeto recuerde algo que ha aprendido anteriormente, lo cual es conocido como problemas que son solucionados con una conducta reproductiva; los problemas que requieren el uso de la probabilidad y su combinación con lo aprendido previamente son problemas que son solucionados con una conducta productiva.⁸

Esta diferencia coincide con la que hicimos en el apartado anterior entre problemas por resolver y por demostrar. Los problemas por resolver o ejercicios de física y matemáticas que resuelve el ingeniero requieren la reproducción de métodos, técnicas o procedimientos mediante fórmulas ya conocidas, axiomatizadas. Los problemas por demostrar requieren la producción de una solución empezando por la formulación misma del problema y usando todo recurso intelectual disponible, así como obtener otros para buscar la solución. En este sentido, tenemos que el resolver problemas es una actividad altamente productiva.

Esta actividad productiva requiere de la mayor cantidad de recursos intelectuales que posee el sujeto, combinándolos entre sí para lograr el objetivo deseado. Hacer uso de tales recursos requiere tener las habilidades suficientes para llevar a cabo de la forma más completa posible, un procesamiento de la información presentada en el enunciado de un problema como punto de

(8). L. E. Bourne, Bruce Ekstrand y Roger Dominowski. Psicología del pensamiento, 70.

partida, así como de los datos complementarios relacionados con él en el transcurso del proceso de diseño.

Edward KRICK afirma que "el éxito a tener en la ingeniería dependerá", entre otros factores, "de las habilidades que haya desarrollado el estudiante".⁹ Entre las que él mismo señala están están las habilidades de diseño, simulación y pensamiento. En este caso, la experiencia y el aprendizaje juegan un papel importante para el desarrollo de tales habilidades.

De estos tres tipos de habilidades, dos son las que justamente nos ocupan: la habilidad de diseño y la habilidad de pensamiento, necesaria la primera para el desarrollo eficaz del ingeniero y necesaria la segunda para el desarrollo eficaz de la primera. Además, la habilidad de diseño afina a su vez a la habilidad de pensamiento.

El conocimiento y uso del procedimiento general del diseño hace posible el ágil manejo del mismo, el cual ha sido tratado en el apartado anterior. Pero el conocimiento y su uso requieren de otras habilidades no necesariamente ejecutables conductualmente que constituyen precisamente elementos de la estructura cognoscitiva.

De acuerdo con el listado presentado en el capítulo primero, en el cual se encuentran las características que se espera tenga el

(9). Edward Krick. op. cit. 51ss.

estudiante de ingeniería y con las que se considera será posible desarrollarse profesionalmente con eficacia, tenemos que las habilidades básicas a desarrollar son las siguientes:

- 1, analizar
- 2, sintetizar
- 3, relacionar
- 4, inducir
- 5, deducir

Otras características también de tipo cognoscitivo aunque con connotaciones éticas y sociales, pero igualmente básicas para el desarrollo del estudiante de ingeniería son:

- 1, criticar
- 2, elegir
- 3, crear

Veamos cada una de ellas:

1, Analizar: es el proceso mediante el cual se determinan los constituyentes de un objeto dado de conocimiento; la determinación se hace percibiendo, comparando, distinguiendo llegando a abstraer sus propiedades.

En lo que se refiere al análisis de un problema, hay dos fases: el análisis de la situación y el análisis de la meta. El primero se lleva a cabo para determinar cuales elementos, de entre los que se presentan en el enunciado del problema plantean dificultades que requieren atención específica. El análisis de la meta

es el que de hecho toma lugar en el proceso que llamamos "búsqueda" en el proceso de solución de problemas. El hecho de que el análisis se encuentre presente al inicio del proceso de solución no quiere decir que no se encuentre en las fases posteriores. De este modo, el análisis de la meta se realiza para determinar cuales elementos se requieren para llegar a la solución.¹⁰

2, Sintetizar: es el proceso mediante el cual se establece una categoría lógica formal que integra las diferencias o semejanzas de un objeto dado de conocimiento. Daniel BERLYNE¹¹ afirma que los procesos que contribuyen directamente a la composición de un encadenamiento lógico para llegar a la solución "pertenecen claramente a la fase sintética"; esto puede constatarse con claridad al observar el desarrollo del proceso de solución ya que en cada fase existe una integración de los pasos previos.

La síntesis está presente prácticamente a través de todo el proceso, especialmente en los momentos de ejecución y revisión. El avance en el proceso de solución de problemas requiere necesariamente de ir integrando nuevos todos. La abstracción y la clasificación juegan papeles muy importantes en este proceso.

3, Relacionar: es el proceso de agrupamiento de objetos de conocimiento de acuerdo con sus semejanzas o diferencias. Está pre-

(10). Pierre Olerón. op. cit. 69.

(11). Daniel Berlyne. Estructura del pensamiento dirigido, 351

sente en todo el proceso de solución de problemas. Por medio de esta habilidad se hacen posibles el análisis y la síntesis ya que éstas establecen relaciones de diferenciación, similitud, inclusión, etc.

4, Inducir: es el proceso de razonamiento mediante el cual se establece una organización determinada de los datos observados en una situación dada; el proceso como tal, de carácter lógico, el procedimiento propio de la metodología experimental de las ciencias. Si bien la ingeniería no produce conocimientos básicos por vía experimental, sí utiliza el método inductivo para la experimentación que establece la utilidad o eficacia de dispositivos tecnológicos.

5, Deducir: es el proceso de razonamiento mediante el cual se aplican premisas comprobadas a datos o situaciones particulares de la realidad. Es especialmente importante para el estudiante de ingeniería, quien partirá del conocimiento físico-matemático para solucionar problemas propios de su campo profesional.

Otras actividades cognoscitivas más claramente manifestables son la criticidad, la elección y la creatividad. Como cada una de ellas requiere de por lo menos las habilidades arriba mencionadas, las trataremos aquí como parte de la reestructuración cognoscitiva ligada al aprendizaje de solución de problemas.

1, Criticidad: es el proceso mediante el cual se analizan los constituyentes de un objeto dado de conocimiento, se analizan

sus relaciones y se plantean juicios lógicos sobre puntos débiles o confusos de tal objeto de conocimiento. A la criticidad se le puede considerar un proceso que incluye habilidades cognitivas más que una de éstas.

2, Elección: es el proceso mediante el cual se discriminan o diferencian ciertos constituyentes de un objeto dado de conocimiento de acuerdo a determinados criterios y se toman aquellos que son útiles para la continuación del proceso de solución de problemas, sea que tengan que ver con el método o con la solución.

Para el estudiante de ingeniería esto se traduce en la habilidad de tomar decisiones, ya que un diseño sin toma de decisiones concretas no tiene ningún sentido. Pero también tiene que ver en el momento de "formulación del problema" de acuerdo a determinados criterios. Como la criticidad, la elección es un proceso que incluye varias habilidades y no sólo es una de éstas.

3, Creatividad: es el proceso mediante el cual se combinan en la mayor cantidad posible los recursos intelectuales que posee un sujeto para llegar a soluciones poco comunes o nuevas. Este proceso es el que, de estos tres últimos mencionados, ha tenido un tratamiento experimental en psicología en términos de "respuestas originales poco frecuentes estadísticamente".¹² Este proceso es también un conjunto de habilidades cognitivas más

(12. L.E. Bourne, B. Ekstrand y R. Dominowski, op. cit. 145.

que una habilidad en sí y engloba a su vez a los procesos de criticidad y elección, aunque éstos no necesariamente conduzcan a la creatividad. Por otra parte, un criterio que se encuentra presente para evaluar la creatividad es la utilidad práctica, por lo cual existe una valoración social que rebasa el estudio particular de la psicología a este nivel.

Estos recursos intelectuales o conjunto de actividades cognoscitivas constituyen el instrumento que hace posible la solución de problemas y son requisitos indispensables para la realización del diseño en ingeniería. Si bien no son objeto particular de estudio de la psicología experimental a menos que se les estudie como habilidades, es evidente que están presentes en la estructura cognoscitiva en forma de estructuras lógicas.

El estudio de las estructuras lógicas es accesible a la lógica como disciplina autónoma. Esta establece juicios que tienen que ver con lo válido o lo correcto, particularmente de su estructura, lo cual lleva a evaluar el contenido. Las actividades cognoscitivas no tienen un desarrollo anárquico o mecánico. Más bien tienen lugar de acuerdo a lo que BERLYNE llama "reglas".¹³ Este término significa la unidad de análisis que la psicología tiene que usar para estudiar la estructura cognoscitiva. Las reglas presentan una dimensión de gran generalización en el sentido de que con ellas se puede establecer cualquier combinación

(13). Daniel Berlyne. op. cit. 192.

sin necesidad de ser predescible conductualmente.

Para un estudio más preciso de la estructura cognoscitiva no podemos dejar de lado las principales categorías lógicas que están presentes en ella. De una manera general, las expresiones cognoscitivas se presentan en tres formas fundamentales: el concepto, la proposición y el razonamiento.¹⁴

1, Concepto: es el producto de la actividad cognoscitiva que expresa las características o propiedades fundamentales, relacionadas entre sí, de un objeto dado de conocimiento.

2, Proposición: es un enunciado categórico de carácter verdadero o falso según su coincidencia o no coincidencia con los objetos o situaciones de la realidad a que hace referencia.

3, Razonamiento: es la articulación o encadenamiento de proposiciones en vistas a obtener nuevos conceptos o nuevas proposiciones. El razonamiento es de dos tipos: inductivo y deductivo.

La psicología ha tomado al concepto como objeto de conocimiento en términos de su formación: cómo se forman los conceptos en el sujeto, lo cual constituye otro de los aspectos para estudiar los procesos cognoscitivos. Por otra parte, si bien se ha dejado a la lógica el estudio de la proposición, la psicología experimental sí ha estudiado el razonamiento como base de los procesos de solución de problemas. Para la psicología, el razonamiento es un proceso susceptible de estudio en tanto que se eje-

(14). Ernestina Troncoso de Bravo. Metodología de la ciencia, 34.

cute, es decir, en tanto que se manifieste conductualmente, con lo cual es posible describirlo y darle un tratamiento estadístico. Pero esa ejecución se lleva a cabo de acuerdo a reglas.

Las reglas siguen siendo de carácter lógico y significan un conjunto estructurado de acciones que hacen posibles los encadenamientos de proposiciones por parte del sujeto. Las reglas proposicionales más elementales, aparte de la afirmación y la negación en sus diversas modalidades son la conjunción (p.q), la disyunción (p∨q) y la implicación (p → q).¹⁵ Las restantes son derivadas o modalidades de éstas.

Esto es lo que da cuerpo al encadenamiento proposicional y permite hablar de actividades cognoscitivas. Para Pierre OLERON las actividades cognoscitivas como objeto general de estudio de la psicología experimental se agrupan en dos grandes bloques: las de carácter inductivo y las de carácter deductivo.¹⁶ En ambas se encuentran las estructuras proposicionales que constituyen su soporte lógico y que dan paso a su vez a una serie de procesos psicológicos altamente complejos.

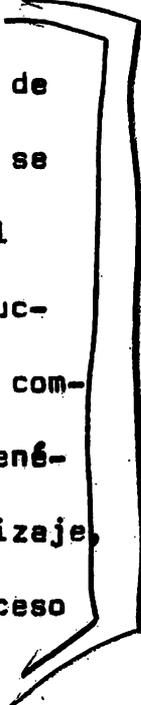
Desde el punto de vista experimental es igualmente complejo el análisis específico del uso y funcionamiento particular de tal actividad cognoscitiva o las formas en que ésta se manifiesta. Estas formas son la abstracción, la comparación, la organización

(15). Jean Piaget y Bärbel Inhelder. De la lógica del niño a la lógica del adolescente, 247ss.

(16). Pierre Olerón. op. cit. 10ss.

de datos, la clasificación, etc.; las estructuras lógicas y estas formas cognoscitivas son elementos solidarios y susceptibles de combinación para configurar procedimientos concretos de enunciación, planteamiento de hipótesis o alternativas, ejecución de las estrategias, etc.

Así, vemos que para llevar a cabo un procedimiento concreto de solución de problemas en términos del diseño de ingeniería, se requiere el uso de las estructuras lógicas, lo cual lleva al constante proceso dinámico de reestructuración. Tales estructuras lógicas se combinan entre sí constituyendo un esquema combinatorio de actividad psíquica. Desde el punto de vista genético, su configuración depende de la maduración y el aprendizaje, problema que hace generar una estructura didáctica y un proceso pedagógico del mismo tipo.



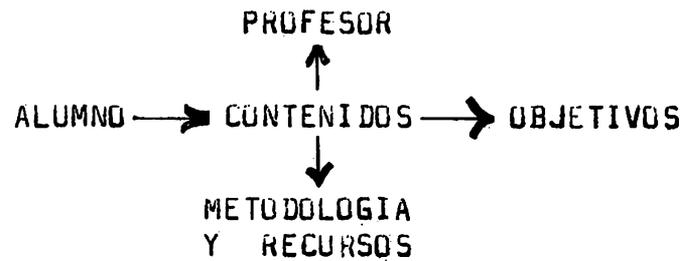
CAPITULO TERCERO: LA REESTRUCTURACION COGNOSCITIVA COMO OBJETIVO DIDACTICO

1. La estructura didáctica.

La reestructuración cognoscitiva depende, entre otros factores, del aprendizaje que se genera en el ámbito escolar. Este hecho nos lleva a plantear el proceso de reestructuración cognoscitiva como un objetivo didáctico. Un objetivo didáctico es parte fundamental, causal e implicatoria, de una estructura y un diseño didácticos. Es causal porque su planteamiento genera un proceso dialéctico de enseñanza-aprendizaje; es implicatoria porque está estrechamente ligada a otros factores y elementos de ese proceso. Esta ligazón es el objeto de este apartado, es decir, aquí explico lo que quiero decir por estructura didáctica haciendo referencia directa al proceso de reestructuración cognoscitiva.

Una estructura es un conjunto de elementos que forman una unidad entre sí, un todo diferente a la suma de sus partes, con leyes internas que gobiernan tanto las relaciones de tales partes en el sistema, como el desarrollo de ambos: elementos y estructura. Para que un sistema de este tipo se considere didáctico, necesita tener como referente al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los elementos constituyentes de la estructura didáctica son: el alumno, el contenido, los objetivos, el profesor, la metodología y los recursos, graficables de la siguiente manera:



1.1. El alumno, los contenidos y los objetivos.

La presencia del alumno es imprescindible para que exista proceso de enseñanza-aprendizaje en el ámbito escolar. Es condición necesaria el conocer con la mayor claridad posible a este alumno según los requerimientos indispensables para su desenvolvimiento en la disciplina de referencia. En el caso que ahora nos ocupa, la ingeniería y la solución de problemas configuran los elementos contextualizadores del nivel de tales requerimientos. Se trata de detectar, entre otras cosas, el nivel de conocimientos físicos y matemáticos del alumno, su habilidad cognoscitiva, la estructura de la ingeniería, el diseño el rol que juegan la física y la matemática en estos elementos.

La estructura didáctica, que formaliza el proceso de enseñanza-aprendizaje, recoge las aspiraciones que el alumno se ha planteado en forma intencionada y relativamente clara. En referencia a un contenido concreto, el alumno presenta un desfaseamiento que lo introduce precisamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Ese desfaseamiento entre las aspiraciones del alumno y el contenido que puede hacer posibles alcanzar aquellas, configura un primer sistema de relaciones: el sujeto opera sobre un

contenido, asimilándolo de tal forma que logra sus propósitos. Los propósitos del alumno son tan generales que apenas coinciden con los objetivos planteados en una cierta área de conocimientos. Por otro lado, la coincidencia entre el contenido de tal área y los conocimientos del estudiante son de un carácter igual o mayor de generalidad. Para este segundo aspecto los objetivos cumplen una función: enuncian puntos de llegada para el estudiante en tanto que intentan desaparecer la diferencia entre el nivel de conocimientos que presenta el alumno y el cuerpo de conocimientos propuesto. En condiciones ideales el contenido ha de ser tan completo que cubra tal diferencia con plenitud. Pero en condiciones concretas, en lo que concierne al campo de la didáctica, lo mínimo que se requiere es proveer la estructura del área de conocimiento necesaria para el logro de la meta.

Tal estructura constituye el conjunto de significaciones que hace posible que el sujeto establezca las relaciones pertinentes entre los diversos elementos que forman un contenido concreto impulsando con ello la transferencia del aprendizaje mediante el manejo de esos elementos.

Este es el primer esquema de relaciones de la estructura didáctica: el eje constituido por el alumno, quien tiene que alcanzar ciertos objetivos mediante el manejo de ciertos contenidos. Sin contenidos es imposible establecer o alcanzar objetivos, pero sin éstos no se pueden precisar los contenidos.

1.2. El estudiante y el profesor.

Si se da una situación de carácter autodidacta, lo cual escapa al ámbito escolar, no existe proceso didáctico como lo hemos planteado. Sin embargo, en lo que concierne a la adquisición sistemática, orientada y secuenciada del conocimiento de los temas y las experiencias requeridas para el desenvolvimiento del estudiante en una disciplina particular, planteada en términos institucionales, existe un proceso de enseñanza-aprendizaje aunque el maestro no esté presente.

De este modo, el profesor juega un papel importante en esta estructura, apoyando e impulsando el aprendizaje del alumno en forma directa; la influencia que toma lugar en esta relación entre maestro y alumno tiene que estar dedicada a puntualizar los objetivos específicos que expresen los puntos a los que se pretende llegue el estudiante. Por otro lado, el profesor tiene que aportar la información y los métodos que constituyen la estructura conceptual de los contenidos de referencia así como interpretarla y plantearla críticamente.

El maestro no puede ofrecerlo todo, no solamente porque le es imposible si tomamos en cuenta la cantidad de conocimiento relacionada con la actividad profesional que representa una cierta disciplina; no solamente porque las condiciones físico-temporales limitan las posibilidades de abarcar grandes porciones de esa cantidad de conocimientos relativa al tema de estudio. También,



y esta es la razón fundamental, porque el alumno es precisamente un sujeto que se está educando y cuenta con las estructuras lógicas, conocimientos y experiencias mínimas para asimilar el nuevo contenido que le viene del entorno, apoyado por el maestro.

En la relación maestro-alumno se establecen desde el principio dos situaciones altamente articuladas: la comunicación y la interacción social. Ambas son objeto de estudio de disciplinas autónomas (comunicación y sociología, respectivamente) pero es importante tomarlas en cuenta para lo que nos hemos propuesto aquí, porque tales situaciones representan aspectos fundamentales del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Es bien conocido el esquema de la teoría de la comunicación que representa un emisor, un mensaje con un cierto código y un medio por el cual se trasmite el mensaje mismo y un receptor; por supuesto, el mensaje es un constructo significativo, es decir, referido a algo concreto. Esto permite hacer dos planteamientos que la didáctica tiene que tomar en cuenta como criterios de su estructuración:

- 1, La necesidad de que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea significativo. Es decir, un proceso que quiera ser educativo es vano si los mensajes emitidos durante su desarrollo carecen de referencia concreta a la realidad y a la disciplina de estudio.
- 2, El hecho de que tanto el maestro como el alumno tienen lugar, dialécticamente, en el esquema de emisión-recepción en cuanto a

mensajes diferenciados y equivalentes. Mensajes diferenciados por el nivel de profundidad, pero equivalentes en cuanto al sistema conceptual de relaciones en que se hallan inscritos.

Ni el maestro ni el alumno son sólo receptor o emisor, de ahí que la relación del esquema que se establece entre ellos no sea jerárquico, cronológico ni causal, sino de implicación. Es decir, en la situación didáctica, no se puede hablar del mejoramiento o desarrollo de las estrategias docentes para hacer que el alumno alcance un objetivo determinado. Más bien se tiene que partir del alumno mismo para configurar las estrategias mencionadas. Por esta razón es que el profesor no constituye el personaje prepotente del proceso didáctico, sino que su rol se desarrolla en tanto que afronta el desenvolvimiento del aprendizaje concreto del grupo de alumnos que tiene ante sí.

Por otra parte, la interacción social como situación educativa ha sido objeto de estudio de la sociología de la educación en particular; a través del instrumental de esta disciplina se sabe que una cierta situación escolar ofrece representatividad de clase o de estrato social. Esta representatividad puede tener una mínima diferenciación de estrato o máxima polarización de clase, como diferentes posiciones ideológico-políticas independientemente de las diferencias anteriores.

Tanto la interacción social como la comunicación tienen una función específica en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es decir,

la posición de clase, la postura ideológico-política, así como la estructura que se presenta en un grupo respecto a la comunicación, son determinantes en el esquema de relación profesor-alumno. En este sentido, un plan didáctico cuyo referente fundamental sea el diseño en ingeniería, no escapa a las determinaciones ideológicas que configuran el desempeño social y profesional del ingeniero y por tanto de las perspectivas sobre el propio diseño. En todo caso, la exigencia mínima es ser críticos y objetivos en el planteamiento de las implicaciones del diseño en este nivel concreto de desarrollo.

Este es el segundo esquema de relaciones de la estructura didáctica. La relación maestro-alumno, en referencia a un cierto contenido, estructurado pedagógicamente según los objetivos establecidos.

1.3. La metodología y los recursos.

El esquema de relaciones maestro-alumno establece la condición de desarrollo de un trabajo multidireccional. No se puede hablar de un trabajo individual o aislado del alumno. En el momento en que se habla de relaciones, tiene que hablarse de las formas en que se dan éstas. Según que el punto de referencia sea la práctica del profesor o el aprendizaje del alumno, se hablará de "estrategias docentes" y "procesos de aprendizaje" respectivamente.

(1). Pedro Lafourcade. op. cit. 67ss., 99ss.

Las estrategias y los procesos van muy estrechamente ligados, tanto que no se puede hablar de un aspecto sin tener en cuenta el otro. Por eso la relación maestro alumno es de implicación. Por eso, además, la tarea didáctica requiere criterios objetivos y claros para no dejarla al arbitrio del estudiante o a la subjetividad del profesor. Esta tarea constituye la metodología. La metodología es el conjunto de estrategias que profesor y alumno, principalmente el primero, hacen intervenir para que se logre el objetivo establecido.

El conocimiento y manejo de ciertos procedimientos didácticos, de acuerdo con el objetivo a alcanzar, los contenidos y el tipo de alumno, no hacen sino proveer las condiciones psico-sociales y materiales para agilizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Toda actividad del profesor o del alumno se ubica en esta relación metodológica, con lo cual adquiere sentido.

Por otra parte, las estrategias docentes y los procesos de aprendizaje se configuran con mayor plenitud y sentido pedagógico cuando pueden contar con recursos materiales y ambientales. Los recursos materiales son los instrumentos, los aparatos, los medios, etc. Los recursos ambientales son el espacio y el tiempo. Este conjunto de elementos referidos a los dos esquemas anteriores constituyen el tercer esquema de relación en la estructura didáctica. La metodología es la condición necesaria para que se genere un proceso escolar que promueva la reestructuración

cognoscitiva, por simple que aquella sea. Los recursos son condición necesaria para la metodología y por tanto, del proceso didáctico, por simples que ellos sean.

Estos tres esquemas pueden considerarse a su vez subestructuras, ya que en cierto nivel de análisis poseen su propia autonomía. Por tanto, la estructura didáctica es una entidad autónoma pero relacionada tanto con el contexto particular en que se encuentra cada uno de los constituyentes como con el suyo propio: la situación pedagógica. Lógicamente, esta situación pedagógica estará envuelta en un proceso diacrónico de planeación, ejecución y evaluación, que determinará las condiciones concretas del proceso y establecerá su validez tanto en lo particular como en lo general.

Esta estructura didáctica es la plataforma en donde se da, entre otros muchos procesos, la reestructuración cognoscitiva. En el caso de la ingeniería, que en los programas escolares establecidos toma de cuatro a cinco años para llegar a objetivos mínimos de conocimiento y manejo de teorías y métodos específicos para su desarrollo, la reestructuración cognoscitiva no es objeto exclusivo de aprendizaje de un curso de apoyo, sino que tiene que tomar un lugar preponderante a lo largo de todo el ciclo académico y ser el factor causal de la apertura del estudiante a nuevas perspectivas del desarrollo profesional.

2. El diseño didáctico para la reestructuración cognoscitiva.

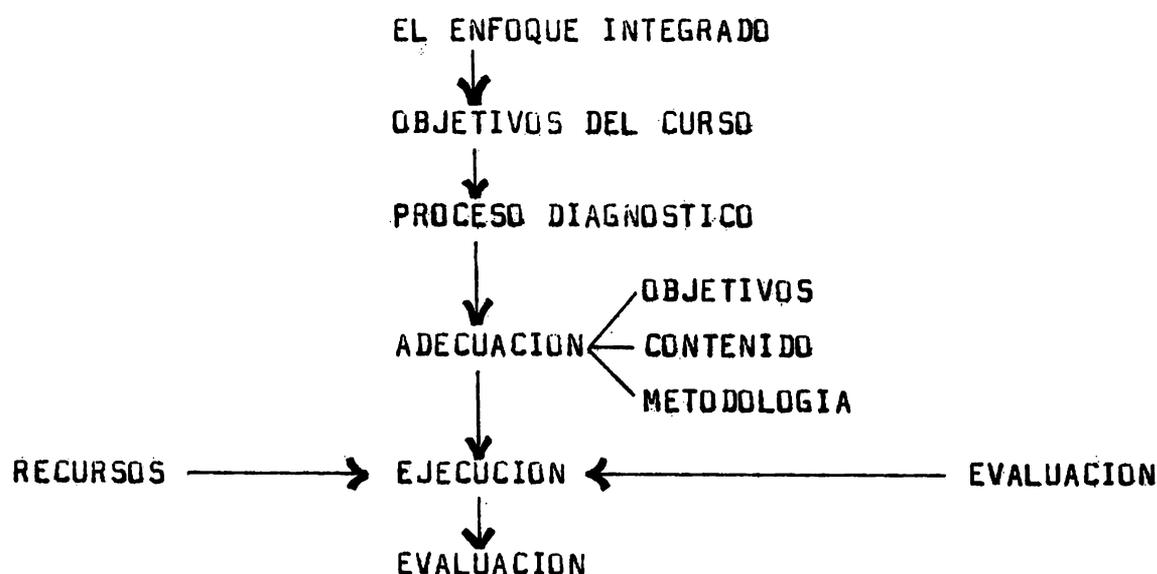
Una estructura didáctica particularizada de tal forma que asuma la tarea de promover un proceso educativo en el campo de la ingeniería tiene que tomar en cuenta que el proceso de la reestructuración cognoscitiva es un factor subyacente al logro de los objetivos que se planteen en ese campo. De acuerdo con afirmaciones de algunos profesores de diversos semestres de la carrera, existe dificultad por parte de los estudiantes para asimilar y aplicar conocimientos en las tareas escolares cotidianas. En los cursos de apoyo para estudiantes vimos manifestaciones de esas dificultades.

Es cierto que tales dificultades no tienen sus causas sólo en el estudiante, sino en la estructura didáctica en su totalidad. Ahí habrá que buscarlas, analizando los objetivos, los contenidos y demás elementos de la estructura. También es cierto que un diseño didáctico que incluya el factor cognoscitivo en términos de reestructuración tal como se plantea aquí, como factor principal de enfoque, puede estar encaminado como servicio a las estrategias docentes en su conjunto.

Sin embargo, el objetivo que me he propuesto es elaborar un diseño didáctico en la perspectiva de los procesos de aprendizaje. Por otra parte, este diseño no constituye parte del curriculum en forma alguna, pues su duración es menor que los cursos comunes y su dimensión pedagógica es de apoyo.

Caracterización general del diseño:

Antes de iniciar la planeación en términos convencionales, he visto la necesidad de establecer líneas generales que señalen lo que se espera de un alumno al finalizar el proceso en términos propios de las líneas, es decir, generales. Estas líneas o enfoques, según las propone Pedro LAFOURCADE,² constituyen conceptualizaciones que cubren las dimensiones cognoscitiva y afectiva del proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cual concuerda con el carácter del curso como lo planteo aquí. El diagrama de planeación es el siguiente:



2.1. El enfoque integrado

El enfoque integrado es el conjunto de criterios que habrán de tomarse en cuenta al planear el curso. De hecho, los enfoques significan qué es lo que se espera que logre el estudiante a

(2). Pedro Lafourcadé. op. cit. 33-34.

mediano plazo. No son todavía los objetivos didácticos, pero sí las características generales que debe interiorizar el alumno en referencia a un campo específico de conocimiento.

1, Enfoque epistemológico: obtención del cuerpo conceptual del proceso de solución de problemas como diseño en ingeniería. Esto implica plantear los momentos de preparación, producción y juicio que sistematizan los diversos pasos del proceso de solución de problemas así como del diseño en general. Los conceptos fundamentales son: diseño, problema, restricciones, ciclo de diseño, etc.

2, Enfoque disciplinario: comprensión de la ubicación del proceso de solución de problemas en el plan de estudios de la carrera de ingeniería. En vista de que los estudiantes para los cuales está propuesto el curso son de semestres iniciales, es propio precisar la vinculación que existe entre el aprendizaje de una técnica específica e instrumental con el conjunto de conocimientos adquiridos en el transcurso del plan de estudios; esto es con el propósito de que se tome a esta técnica como un elemento estrictamente de apoyo al desarrollo de aprendizaje global.

3, Enfoque prospectivo: percepción y comprensión del necesario desarrollo de la ingeniería a partir del uso cada vez más atrevido del diseño y a través de los interrogantes y desafíos que plantea el entorno social en el que el estudiante está ubicado.

4, Enfoque metodológico: dominio del conocimiento y uso del pro-

cedimiento de solución de problemas como diseño de ingeniería, así como de los recursos para aplicarlo.

5, Enfoque actitudinal: interiorización de las dimensiones del quehacer científico desde las perspectivas de la ingeniería.

6, Enfoque ideológico-social: comprensión del significado axiológico de la labor de la ingeniería en lo que se refiere a su aporte al desarrollo social.

2.2. Los objetivos del curso.

Una vez planteados estos criterios generales, los objetivos propiamente dichos son los siguientes:

- 1, Que los estudiantes de ingeniería conozcan y utilicen el procedimiento sistemático de solución de problemas como instrumento de desarrollo escolar y profesional.
- 2, Que los estudiantes identifiquen situaciones problema concretas el entorno social y diseñen sistemas de solución.

2.3. El proceso diagnóstico.

Es el análisis que se realiza para detectar las características de los estudiantes que participan en el curso; las áreas básicas para llegar al diagnóstico son la socioeconómica (detección del status social, económico, cultural, etc., del estudiante), psicológica (detección de sus intereses, habilidades, etc.) y escolar (nivel académico, área, etc.).

2.4. La adecuación.

Esta fase es fundamental, pues da luz sobre el contenido concreto que se manejará y la metodología más adecuada para el caso. El proceso diagnóstico constituye la base para llevar a cabo esta fase. Con el propósito de darle un tratamiento metodológico, se divide en tres aspectos:

1, La adecuación de objetivos: el objetivo del curso constituye un enunciado general que marca la pauta para su desarrollo. Así, el objetivo del profesor es "propiciar la reestructuración cognoscitiva de modo que haga posible la adquisición de la técnica de solución de problemas y su ágil utilización, así como para diseñar sistemas de solución a problemas específicos". Por otra parte, el objetivo de los estudiantes corresponde al desglose dado en los objetivos del curso.

2, La adecuación de contenidos: como el curso está propuesto para estudiantes de ingeniería de semestres iniciales, el nivel en que se maneje el diseño estará adecuado al conocimiento que poseen tales estudiantes. Esto se hace para evitar caer en un tecnicismo poco alentador del proceso de reestructuración cognoscitiva que se intenta apoyar. Los contenidos que se manejarán en el curso se configuran a partir de la estructura conceptual y metodológica de la ingeniería y la solución de problemas. De tal estructura se generan tres bloques principales: la problematización (planteamiento de la importancia y necesidad del diseño; la

ubicación (reconocimiento del lugar del diseño en el desarrollo de la carrera) y el procedimiento (estructura conceptual y metodológica propiamente dicha).

3, La adecuación de la metodología: corresponde a las características propias del grupo. Sin embargo, es importante establecer que la única forma concreta de impulsar el proceso de reestructuración cognoscitiva es la verbalización grupal. Esta puede tomar varias formas apoyadas por la utilización de técnicas tales como los proyectos (ingeniería creativa) y las de discusión. En este caso se tratará de encaminar los análisis por la vía del construccionismo acumulativo³ que consiste en una tendencia hacia la discriminación de elementos desconocidos y clasificar las posibles respuestas en alternativas objetivas.

2.5. Los recursos.

Para poner en marcha el plan se necesita obtener los recursos necesarios (audiovisuales con problematizaciones sociales y técnicas) y la preparación del ambiente físico.

2.6. La ejecución.

Esta fase constituye la operación concreta del plan en términos del aprendizaje. El maestro introduce, conduce, apoya, critica, propone, retroalimenta, etc. El estudiante capta, analiza, dis-

(3). Pedro Lafourcade. op. cit. 84.

cute, sintetiza, propone, etc.

En este momento del proceso didáctico es donde se generan las secuencias de aprendizaje. Una secuencia está estructurada internamente a partir de conexiones implicatorias que abarcan tanto el proceso de conocimiento como las manifestaciones conductuales del mismo. Por otra parte, como secuencias que son, están conectadas entre sí según una lógica de sucesión. Para efectos didácticos, se pueden plantear las secuencias en términos de los bloques propios de la estructuración del contenido que constituye el referente del curso: problematización, ubicación y procedimientos.

2.7. La evaluación.

A pesar de la brevedad de un curso como este, es susceptible de ser evaluado en dos formas: la evaluación diagnóstica practicada al inicio del curso y la evaluación formativa en dos momentos, al final y durante su desarrollo. Estas acciones deben determinar si los objetivos planteados se han cubierto.

CONCLUSIONES

Es difícil hacer conclusiones sobre un diseño didáctico que no ha sido puesto en operación. Sin embargo, es posible hacer algunas apreciaciones sobre la forma de abordar un contenido específico a través de un proceso didáctico como el que aquí se propone.

1, La necesidad de que el pedagogo tome el contenido como punto de partida para estructurar un diseño didáctico,

En el capítulo sobre la estructura didáctica he puesto el contenido como el núcleo generador de la misma, ya que sin él no es posible concebir ningún proceso didáctico. Es decir ¿qué se va a planear, ejecutar y evaluar sino la acción de un estudiante sobre un contenido determinado? Es claro que el estudiante no va a aprender sino los contenidos propios de la ciencia o disciplina que constituye su objeto de estudio. Por esta razón la adecuación de contenidos, como se propone al elaborar el diseño didáctico, juega un papel muy importante, pues se tienen que manejar los fundamentos teóricos y metodológicos de la disciplina para operar con ésta con mayor soltura y coherencia.

El planteamiento de la estructura conceptual de una disciplina y sus relaciones internas facilitan el aprendizaje del estudiante. Tratándose de la ingeniería, cabe decir que el diseño es una característica aglutinadora, con lógica de implicación y de carácter prospectivo. En términos del aprendizaje, esto significa

que se está exigiendo al estudiante de ingeniería que utilice la física y las matemáticas, así como las diversas habilidades en desarrollo con el propósito claramente definido de configurar un comportamiento profesional; la solución de problemas en el entorno social.

El hecho de que se tome el contenido como punto de partida de la estructuración didáctica quiere decir que el proceso de aprendizaje se inicia directamente sobre tal contenido. En este sentido, el contenido tiene que ser significativo para el estudiante para facilitar la comunicación en situación de clase y para posibilitar el uso y desarrollo de las estructuras lógicas subyacentes al pensamiento propio del estudiante. Además, esta situación de clase será realmente operativa cuando se diseñen las secuencias del aprendizaje y permitan el logro de los objetivos.

2, La necesidad de que el pedagogo tome en cuenta la estructuración lógica del sujeto para precisar niveles de logro en el proceso de aprendizaje de un contenido determinado.

En el capítulo sobre la reestructuración cognoscitiva se mencionaron un conjunto de elementos básicos para entender los procesos de razonamiento y las reglas proposicionales más elementales que subyacen a tales procesos. El conocimiento y manejo de estos elementos permite establecer diversos niveles de rendimiento de tipo cognoscitivo. Así, es posible exigir al estudiante que recuerde, compare, etc., pero fundamentalmente que alcance un alto

nivel de logro incluyendo el recordar, el construir o codificar estructuras conceptuales, así como decodificarlas.

El hecho de ubicar al diseño de ingeniería en un tipo de aprendizaje que tiene que ver con la producción de conocimiento significa que se está apelando a las categorías lógicas del sujeto para hacer relaciones causales, implicatorias, etc., en términos de una solución satisfactoria a una situación conflictiva del pensamiento. Esto nos enfrenta a un problema didáctico, ya que el pensamiento lógico-matemático no es susceptible de aprendizaje como se aprenden los contenidos. Ni la habilidad de diseño puede ser aprendida como se aprenden los mismos contenidos. Para desarrollar el pensamiento lógico-matemático se cuenta necesariamente con la experiencia previa, mientras que para el desarrollo de la habilidad para diseñar se cuenta necesariamente con la experiencia futura.

De este modo, lo que puede proponerse desde el punto de vista didáctico es una técnica que haga operativos tanto el proceso lógico como la tarea profesional. Esto es lo que se propone en este curso con el apoyo de técnicas didácticas para coadyuvar al desarrollo de ambos factores; es decir, proveer condiciones sistematizadas que constituyan experiencias básicas para el estudiante. Estas experiencias tienen que estar adecuadas a cada nivel de logro propuesto -expresado en objetivos- y también a cada momento de la estructura conceptual.

Los momentos de la estructura conceptual son los que determinan la secuencia mencionada en el capítulo tercero. Una vez que se opera sobre un contenido concreto, se presenta un esquema de asimilación que a su vez actúa sobre un nuevo contenido configurando una nueva secuencia. Este proceso está determinado por las fases que presenta el desarrollo del contenido. En el caso del diseño, cabe hablar de problematización, ubicación y procedimientos, que cubren los objetivos planteados para el curso.

Este conjunto de apreciaciones, agrupadas en estos dos planteamientos generales constituyen elementos de búsqueda más que ideas acabadas. Sin embargo, han sido un referente concreto de mi práctica pedagógica, situación desde la cual se vislumbrab alentadoras tareas hacia un proceso educativo de apoyo mucho más integral y fructífero.

BIBLIOGRAFIA

1. HANS AEBLI
1976 Una didáctica fundada en la psicología de Jean Piaget,
Buenos Aires, Kapelusz. 208p.
2. DAVID P. AUSUBEL
1976 Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo,
México, Trillas. 768p.
3. ANTONIO M. BATTRO
1971 Diccionario de epistemología genética,
Buenos Aires, Proteo. 222p.
4. RUTH BEARD
1974 Pedagogía y didáctica de la enseñanza superior,
Barcelona, Oikos-Tau. 262p.
5. DANIEL E. BERLYNE
1970 "Piaget y la teoría neosociacionista del comportamiento", en
Psicología y epistemología genéticas: temas piagetianos; 178-186,
Buenos Aires, Proteo. 382p.
6. -----
1976 Estructura del pensamiento dirigido,
México, Trillas. 416p.
7. LYLE E. BOURNE JR., BRUCE R. EKSTRAND y ROGER DOMINOWSKI
1976 Psicología del pensamiento,
México, Trillas. 460p.
8. FRANCOIS BRESSON
1970 "Lenguaje y lógica: el problema del aprendizaje de la sintaxis", en
Psicología y epistemología genética: temas piagetianos; 82-88,
Buenos Aires, Proteo. 382p.
9. JEROME BRUNER
1968 El proceso de la educación,
México, UTEHA.

10. ----- y DAVID R. OLSON
1973 "Aprendizaje por experiencia directa y aprendizaje por experiencia mediatizada", en Perspectivas, vol III, n 1, 1973; 21-41.
11. Centro de Didáctica (UNAM)
1975 Didáctica General. Curso Introductorio, México, EDICOL. 134p.
12. Centro de Servicios Educativos (UNAM)
1975 "Síntesis de la investigación sobre las causas del fracaso escolar en la Facultad de Ingeniería", Facultad de Ingeniería, policop. 17p.
13. -----
1977 "La participación de los profesores en el logro de objetivos de la carrera de ingeniería industrial", Facultad de Ingeniería, policop. 23p.
14. JAMES DREVER
1975 A dictionary of Psychology, Middlesex, Penguin Books. 320p.
15. RONALD FORGUS
1972 Percepción. Proceso básico en el desarrollo cognoscitivo, México, Trillas. 460p.
16. PIERRE GRECO
1973 "Aprendizaje y estructuras intelectuales", en La Inteligencia (Tratado de Psicología Experimental, vol 7); 199-258, Buenos Aires, Paidós. 262p.
17. YVETTE HATWELL
1970 "A propósito de las nociones de asimilación y acomodación en los procesos cognitivos", en Psicología y epistemología genéticas: temas piagetianos; 91-99, Buenos Aires, Proteo. 382p.

18. BÄRBEL INHELDER y JEAN PIAGET
1972 De la lógica del niño a la lógica del adolescente,
Buenos Aires, Paidós. 294p.
19. JERROLD KEMP
1972 Planeamiento didáctico. Plan de desarrollo para unidades y cursos,
México, Diana. 176p.
20. EDWARD V. KRICK
1973 Introducción a la Ingeniería y al diseño en ingeniería,
México, LIMUSA. 240p.
21. JEAN KUNTZMAN
1971 "Las matemáticas de 1980", en Antología de Matemáticas (Lecturas Universitarias, 8); 236-250,
México, UNAM. 252p.
22. PEDRO LAFOURCADE
1976 Planeamiento, conducción y evaluación en la enseñanza superior,
Buenos Aires, Kapelusz. 284p.
23. SUSANNE K. LANGER
1970 Introducción a la lógica simbólica,
México, Siglo XXI. 316p.
24. National Council of Teachers of Mathematics
1974 Sugerencias para resolver problemas,
México, Trillas. 84p.
25. PIERRE OLERON
1973 "Las actividades intelectuales", en La inteligencia (Tratado de Psicología Experimental, vol 7); 9-85,
Buenos Aires, Paidós. 262p.
26. JOHN L. PHILLIPS JR.
1969 The origins of intellect: Piaget's theory,
San Francisco, Freeman. 150p.

27. JEAN PIAGET
1969 "Génesis y estructura en psicología", en
Las nociones de estructura y génesis; 241-266,
Buenos Aires, Proteo. 380p.
28. -----
1970 Naturaleza y métodos de la epistemología,
Buenos Aires, Proteo. 136p.
29. -----
1971 Psicología y epistemología,
Barcelona, Ariel. 190p.
30. -----
1972 El estructuralismo,
Buenos Aires, Proteo. 124.
31. ----- y BÄRBEL INHELDER
1972 Memoria e inteligencia,
Buenos Aires, Ateneo. 378p.
32. -----
1973 Psicología y pedagogía,
Barcelona, Ariel. 208p.
33. ----- y BÄRBEL INHELDER
1973 "Las operaciones intelectuales y su desa-
rrollo", en
La Inteligencia (Tratado de Psicología
Experimental, vol 7); 143-198,
Buenos Aires, Paidós. 262p.
34. -----
1975 Problemas de psicología genética,
Barcelona, Ariel. 196p.
35. G. POLYA
Como plantear y resolver problemas,
México, Trillas.
36. LOUIS E. RATHS, SELMA WASSERMAN y OTROS.
1971 Como enseñar a pensar
Buenos Aires, Paidós. 474p.

37. MAURICE ROY
1971 "Las matemáticas y el ingeniero", en
Antología de Matemáticas (Lecturas Universi-
tarias, 7); 184-187,
México, UNAM. 252p.
38. NORWOOD RUSSELL HANSON
"Sobre la estructura del conocimiento físico"
39. KARL TOMACHEWSKI
1974 Didáctica General
México, Grijalbo.
40. ERNESTINA TRONCOSO Y BRAVO
1976 Metodología de la ciencia, 1.
México, ANUIES. 110p.
41. GONZALO ZUBIETA ROSSI
1972 Manual de lógica para estudiantes de ma-
temáticas,
México, Trillas. 66p.