



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**PERFILES
EDUCATIVOS**

ISSN 0185-2698

Díaz Barriga Arceo, Frida (1987)
**“EL PENSAMIENTO DEL ADOLESCENTE Y EL DISEÑO
CURRICULAR EN EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR”**
en Perfiles Educativos, No. 37 pp. 16-26.

EL PENSAMIENTO DEL ADOLESCENTE Y EL DISEÑO CURRICULAR EN EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

Frida DÍAZ BARRIGA ARCEO*

Creemos que tanto la naturaleza del conocimiento mismo, como los procesos genéticos de su construcción, deben constituirse en objeto de estudio de la teoría curricular y ofrecernos lineamientos aplicables al diseño y conducción de planes de estudios.

INTRODUCCIÓN

En educación media superior el proceso de diseño curricular no es únicamente un problema de selección y organización de contenidos, ni se restringe al ámbito escolar. Por el contrario, en este proceso debe considerarse la incidencia de una serie de aspectos sociales, psicológicos y epistemológicos (Pérez Gómez, 1981).

El contexto social, en un sentido amplio, con todas sus implicaciones políticas, económicas y estructurales, influye significativamente en el entorno educativo. Ya es innegable que el currículum, sobre todo en los niveles superiores, debe dar respuesta a necesidades sociales de grupos mayoritarios, y guardar un estrecho vínculo con la comunidad y el trabajo (Díaz Barriga, Lule, Pacheco, Rojas y Saad, 1984).

Por otro lado, en torno a la organización y estructuración de los contenidos curriculares existe también una serie de cuestiones que nos introducen en el terreno de las teorías del aprendizaje y de la motivación humana, y nos llevan a plantearnos diferentes modelos psicopedagógicos en un intento por derivar de ellos las estrategias para el diseño instruccional.

En estrecha relación con lo anterior, creemos que tanto la naturaleza del conocimiento mismo, como los procesos genéticos de su construcción, deben constituirse en objeto de estudio de la teoría curricular y ofrecernos lineamientos aplicables al diseño y conducción de planes de estudios. El conocimiento de la forma en que los alumnos van construyendo y transformando su conocimiento, involucra el poder desentrañar los mecanismos cognoscitivos que intervienen, la forma en que éstos se generan, desarrollan y modifican, los productos resultantes, etcétera, en concordancia con las capacidades reales y potenciales de determinada etapa del ciclo vital del individuo.

Aquí es donde nos adentramos en una dimensión epistemológica que nos indica, en última instancia, qué tan acordes pueden ser los planteamientos curriculares con las capacidades cognoscitivas de los educandos y con la estructura disciplinaria misma, lo cual nos permite enfatizar a la vez que el estudio de los procesos genéticos de la producción del conocimiento es una de las dos vertientes principales dentro de dicha dimensión epistemológica, siendo la otra el estudio de la naturaleza del conocimiento mismo. Esto implica la necesidad de conjugar en el proceso de diseño

curricular, la epistemología genética y la epistemología de las disciplinas mismas (Díaz Barriga, Lule, Pacheco, Rojas y Saad, en prensa).

Desde hace algunos años, las teorías del desarrollo, la epistemología genética y particularmente el trabajo de Piaget y los de la escuela neopiagetiana, han hecho aportaciones importantes al campo del diseño curricular, sobre todo en los niveles preescolar y básico. En contraste con ello, el presente trabajo se referirá al ámbito de la educación media superior, con la intención de vincular el modelo de pensamiento formal piagetiano con el proceso de diseño curricular, especialmente en relación con la etapa de organización y estructuración del currículo, enfocado a contenidos científicos propios de las llamadas ciencias de la naturaleza.

LAS OPERACIONES FORMALES Y EL PENSAMIENTO DEL ADOLESCENTE

La etapa de las operaciones formales, que constituyen el nivel cognoscitivo más avanzado en el modelo piagetiano, emerge a los 12-13 años y se consolida a los 15-16, según lo planteado originalmente por Inhelder y Piaget (1972), provocando que en esta edad la forma de pensar del individuo cambie significativamente.

En la etapa anterior, el pensamiento del niño se limitaba a la acción y a sus referentes concretos: ahora el pensamiento se transforma en un ente flexible, capaz de elaborar teorías, concebir mundos imaginarios, crear ideas originales, ubicar lo real dentro de lo posible y dejar de lado los juicios morales extremistas. De manera significativa, el joven ya podrá establecer, comparar y juzgar en su carácter relativo las suposiciones, las hipótesis y las reglas.

Según lo postulado por Piaget, el individuo que manifiesta un pensamiento formal puede:

1. Aceptar los supuestos subyacentes de un argumento, aun cuando no lo tome como propios;
2. elaborar una sucesión de hipótesis que se expresen en proposiciones verbales, y tratar de probarlas por medio del pensamiento hipotético-deductivo;
3. observar y abstraer las propiedades generales de los eventos de tal forma que puede plantear definiciones exhaustivas, establecer reglas generales y ver el significado común en diferentes materiales verbales (por ejemplo, en los proverbios);
4. ir más allá de lo tangible, lo finito y lo familiar, para poder concebir cantidades y dimensiones infinitas e inventar sistemas imaginarios;
5. ser consciente de su propio pensamiento, reflexionar sobre éste para proporcionar justificaciones lógicas a los juicios que ha hecho, lo que implica una madurez meta cognoscitiva;
6. tratar con una amplia variedad de esquemas o relaciones complejas, tales como proporcionalidad, correlación y las combinatorias o de probabilidad.

La construcción del pensamiento formal depende de tres factores principales: la maduración del sistema nervioso, la experiencia adquirida en función del medio físico, y la acción del medio social, mismos que se rigen por las leyes del equilibrio (asimilación-acomodación) descritas por Piaget.

El modelo explicativo del pensamiento formal se sustenta en los postulados de la lógica proposicional y del grupo matemático Klein o INRC.

La lógica de proposiciones que caracteriza el pensamiento formal supone un número muy superior de posibilidades operatorias en comparación a las que ofrece el pensamiento concreto, propio de niños menores. Un ejemplo que explica cómo aplica el sujeto las 16 operaciones binarias es el siguiente: si consideramos hipotéticamente que la clase de animales puede dividirse sólo en vertebrados (V), invertebrados (I), terrestres (T) y acuáticos (A), y le pedimos a un sujeto que describa la población posible de animales para un planeta que se acaba de descubrir, encontraríamos que un niño ubicado en el periodo de pensamiento concreto (anterior al formal) se limita a proponer cuatro clases, obtenidas por una tabla de contingencia de 2 x 2: vertebrado-terrestre, vertebrado-acuático. Se espera, sin embargo, que un pensador formal genere al menos 16 posibles combinaciones de clases de animales correspondientes a las 16 operaciones binarias de la lógica de proposiciones, combinaciones que incluyen operaciones de nulidad, conjunción, equivalencia, disyunción, implicación y tautología. En el siguiente cuadro se plantea el arreglo que podría generar ante este problema un pensador formal:

Posibles combinaciones de clases de animales	
<ol style="list-style-type: none"> 1. ningún tipo de animal 2. sólo VA 3. sólo VT 4. sólo IA 5. sólo IT 6. VA y VT pero no IA o IT 7. VA y IA pero no VT o IT 8. VT y IT pero no VA o IA 9. IA y IT pero no VA o VT 10. VA y IT pero no VT o IA 11. VT y IA pero no VA o IT 12. VA, VT y IA pero no IT 13. VA, VT y IT pero no IA 14. Va, IA y IT pero no VT 15. VT, IA y IT pero no VA 16. Las cuatro clases 	<p>V = vertebrado I = invertebrado T = terrestre A = acuático</p>

Con respecto al grupo matemático Klein o INRC, el modelo piagetiano plantea que un pensador formal, al realizar una operación mental, debe tener la posibilidad permanente de retomar al punto de partida y poder ejecutar las operaciones de identidad (I), inversión o negación (N), reciprocidad (R) y correlato (C), las que constituyen el grupo INRC. De esta manera, puede “volverse al punto de partida mediante la anulación de la operación realizada, lo que constituye una inversión o negación; el producto de la operación directa y su inversa es entonces la operación nula o idéntica. Pero puede volverse al punto de partida mediante la anulación de una diferencia, en el sentido lógico del término, lo que constituye una reciprocidad: el producto de dos operaciones recíprocas es, entonces, no una operación nula, sino una equivalencia” (Inhelder y Piaget, 1972, p. 231).

Supongamos, a manera de ejemplo, que el adolescente descubre que la longitud del alargamiento de un resorte depende de dos factores: la magnitud del peso que cuelga de él y la rigidez del metal con que está construido. Si un pensador formal se enfrenta a la tarea de decidir en qué condiciones el resorte se alarga o se acorta en función de las dos variables mencionadas, el individuo podrá operar de la siguiente manera: puede aumentar el peso del resorte, lo cual produce su alargamiento (**identidad**), aunque descubre que hay otra operación que también le permite alargar

el resorte, si bien por un camino diferente, es decir, disminuyendo la rigidez de éste, lo cual constituye la acción **correlativa** del aumento de peso. Para producir un efecto contrario, es decir, de acortamiento del resorte, el sujeto puede disminuir el peso, que es la operación **inversa** del aumento, o bien, puede aumentar la rigidez del resorte, lo cual constituye la operación **recíproca**. Estas posibilidades operativas se esquematizan a continuación:

Tarea: decir en qué condiciones se alarga o acorta un resorte		Variables: peso rigidez	
OPERACIONES	PESO	RIGIDEZ	EFECTO PRODUCIDO
I identidad	aumentar	mantener constante	alargamiento
N inversa o	disminuir	mantener constante	acortamiento
R recíproca	mantener constante	aumentar	acortamiento
C correlato	mantener constante	disminuir	alargamiento

La emergencia y consolidación de las operaciones formales posibilitan en el individuo la expansión, enriquecimiento y madurez de un pensamiento verbal, hipotético y autorreflexivo. Desgraciadamente, la realidad es que la investigación ha encontrado que relativamente pocos adolescentes manifiestan un pensamiento formal consolidado o incluso incipiente.

Al respecto, Day (1981) opina que sólo el 50% de los sujetos de más de 12 años a los que se les presentan tareas piagetianas de pensamiento formal pueden ubicarse en dicho estadio, mientras que Fusco (1981) considera que sólo un 34% de los adolescentes manifiestan un pensamiento formal.

Diversas investigaciones realizadas tanto en países industrializados como en los que se denominan subdesarrollados, demuestran que la gran mayoría de los estudiantes, a nivel de educación media e incluso de la universidad, no manifiestan esquemas de pensamiento formal sistemáticamente. En el caso de Latinoamérica, esto ha sido demostrado con poblaciones venezolanas (Crismolo, Donoso, González, Ruis y Westphal, 1981), costarricenses (Fonseca, Hernández, Ingiana y Thomas, 1980), puertorriqueñas (Wozny, 1983) y mexicanas (Rigo Lemini, 1983; Díaz Barriga, 1984; Lule, 1986 y Rodríguez López, 1987), entre otras.

Los resultados y conclusiones de estos y otros estudios nos llevan a plantear que las operaciones formales difícilmente se presentan en una forma totalmente espontánea, ni, en general, en todos los grupos humanos, pues existen más bien factores culturales, sociales e individuales que intervienen para su emergencia y consolidación.

La velocidad del desarrollo cognoscitivo, especialmente en el pensamiento formal, varía considerablemente de un sujeto a otro y de un ambiente sociocultural y educativo estimulante a otro que no lo es. El mismo Piaget (1972, p. 7) reconoció que los sujetos alcanzan el pensamiento formal en diferentes áreas de acuerdo con sus aptitudes y especializaciones profesionales, pero que “quizá en condiciones extremadamente desventajosas, tal tipo de pensamiento no tome nunca forma”. Otra reflexión importante supone que el pensamiento formal probablemente no constituye la totalidad de posibilidades del pensamiento adulto, aunque sí una parte medular de éste.

En tal sentido, postulamos que el nivel de competencia cognoscitiva potencial de nuestros adolescentes puede ser superior a lo que frecuentemente ha reflejado su ejecución, lo cual quiere decir que la sociedad y la cultura en que vivimos (incluyendo las prácticas escolares habituales) no están estimulando ni favoreciendo el desarrollo cognoscitivo de los alumnos, tal como veremos más adelante.

EL CURRÍCULO TRADICIONAL EN EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR Y LA ENSEÑANZA DE LOS CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS

El currículum de las escuelas de nivel medio superior se centra en la transmisión del denominado conocimiento científico, y las operaciones formales parecen ser necesarias para la comprensión de dicho conocimiento. De hecho, algunos investigadores postulan que el estudio de la ciencia puede (y debe) inducir en el alumno la transición a niveles de pensamiento más avanzados (Pallrand y Moretti, 1980).

Esto nos lleva a plantear que la función esencial del currículum, sobre todo cuando hablamos del que enfatiza el conocimiento científico, consiste en proveer los mecanismos que permitan estimular el desarrollo cognoscitivo del alumno, de tal manera que se induzca en él explícitamente (dándole de estrategias de razonamiento y aprendizaje en torno a contenidos y experiencias significativas) la transición a niveles cognoscitivos superiores, y, en el caso de educación media superior, al estadio de las operaciones formales.

¿Cómo es posible, entonces, que adolescentes y adultos jóvenes que no son pensadores formales estén enfrentándose con currícula que enfatizan el estudio de la física, la química, la biología o la matemática? Lo que en nuestra opinión sucede es que entre las estrategias de aprendizaje de estos aprendices predomina la memorización, sin significado, de los contenidos escolares, que les permite acreditar cursos donde se les demanda el recuerdo más o menos inmediato de contenidos concretos.

Lo anterior ha sido corroborado por investigadores como Weinstein y Underwood (1985), quienes encuentran que aún los estudiantes preuniversitarios y universitarios emplean muy frecuentemente estrategias de aprendizaje centradas en la repetición o memorización de contenidos, aplicando en menor proporción estrategias como la elaboración significativa, de imaginación y agrupamiento, cuyo empleo probabiliza una mayor comprensión y transferencia de la información.

En las últimas décadas, dentro de la corriente de innovación de la enseñanza se ha tratado de introducir el método científico y el aprendizaje por descubrimiento en las aulas elementales y superiores; en tal forma que han proliferado currícula que supuestamente fomentan la adquisición de recursos propios del pensamiento científico y una actividad autónoma por parte del alumno. Sin embargo, en muchas de estas experiencias, por carecer de una orientación apropiada y por adecuarse a una metodología ambigua, imprecisa y simplista, se ha producido sólo una falta de atención a los contenidos curriculares (elemento central en el currículum tradicional). Concordamos

con Gil (1985), quien afirma que se ha llegado a situaciones de empirismo extremo, que no propician ni la adquisición de conocimientos, ni la de estructuras de pensamiento más acabados.

Una investigación de Díaz Barriga (1984) demostró que para el caso de tareas complejas, que involucran una serie de variables, y donde la relación entre éstas no es explícita (éste es el caso de gran parte de los contenidos científicos ofrecidos en educación media superior), el procedimiento instruccional no debe ser ni la transmisión de conocimientos acabados, ni dejar al sujeto totalmente solo interactuando con la tarea; más bien deben diseñarse experiencias significativas cuidadosamente planeadas, en donde el sujeto participe activa y críticamente en el descubrimiento de las soluciones, sin hacer a un lado la necesidad de inducirlo también a una construcción conceptual.

De todas maneras, la mayor parte de los adolescentes que tienen contacto con currícula sobre contenidos científicos, lo siguen haciendo conforme a una modalidad que denominaremos **expositiva**. En ella se requiere que los alumnos logren la comprensión de conceptos presentados por sus profesores o incluidos en los libros de texto.

El currículum expositivo ha sido avalado por muchos años de experiencia, y supone que lo importante es la incorporación de conocimientos, misma que el alumno va realizando a medida que se le transmiten aquellos (Moreno Marimón, 1986).

En su mejor versión, un currículum expositivo incluye en el aula procedimientos empleados para presentar claramente, en una secuencia lógica, aquellos hechos, principios y datos necesarios para exponer a fondo, a los estudiantes, los conceptos científicos. De acuerdo con Schneider y Renner (1980), involucra los siguientes elementos:

- sesiones de explicación oral por parte del maestro, donde se pueden emplear diaporamas o acetatos con los términos clave, definiciones, clasificaciones, ejemplificaciones, etcétera;
- inclusión de películas, diapositivas, u otro tipo de ayudas audiovisuales sobre los tópicos de aprendizaje;
- libros de texto que incluyan lecciones sobre temas específicos, acordes con los contenidos curriculares establecidos;
- preguntas y problemas acerca de los temas estudiados, resueltos en clase, o bien en forma de tareas que el maestro califica y que le permiten retroalimentar a los alumnos sobre su desempeño;
- estudio supervisado, donde el maestro trabaja con individuos o grupos pequeños para aclarar dudas, hacer comentarios, resolver los problemas planteados, etcétera;
- demostraciones, donde el maestro (sobre todo en el caso de física, química y biología) demuestra las propiedades o características de un fenómeno o concepto estudiado, empleando ciertos materiales y aparatos, y donde el papel del alumno consiste en observar y comentar la demostración, sin intervenir en ésta directamente.

Un currículum de este tipo obedece a un modelo de instrucción formal, que depende mucho del uso del lenguaje, de la presentación de conceptos acabados y de la explicitación al alumno de lo que tiene que conocer.

Desgraciadamente, aun en el caso de que este currículum se conduzca involucrando todos los elementos mencionados, los resultados en el aprendizaje se circunscriben principalmente al recuerdo de los contenidos presentados. Dicho recuerdo, en el mejor de los casos, conducirá a una comprensión elemental de los contenidos, y más frecuentemente, al reconocimiento o evocación más

o menos literal de éstos. Así, las posibilidades de integración conceptual y de transferencia son las que se ven más limitadas.

Por otro lado, si seguimos los postulados piagetianos, el desarrollo de las estructuras de pensamiento depende más de las experiencias directas y actuales que tenga el individuo. Es por eso que las estructuras mentales, sobre todo en el caso del conocimiento científico, no se desarrollarán en el adolescente a partir de la simple lectura de libros de texto, sino que sólo las estructuras desarrolladas a través de la experiencia permitirán la asimilación de la información obtenida a partir de la lectura. Consideramos que los conceptos científicos son elementos que no ganan su significado a partir de una simple definición, sino a partir de sus interrelaciones de supra y subordinación dentro de un esquema conceptual mayor.

Además, ya que la mayor parte de los alumnos de secundaria, preparatoria e incluso universidad, no son pensadores formales en un sentido pleno, una estructura curricular que descansa en experiencias manipulativas, concretas y significativas, permitirá inducir la transición de un pensador operacional concreto avanzado al estadio de las operaciones formales.

EXPERIENCIAS CURRICULARES ORIENTADAS COGNOSCITIVAMENTE

Partiendo de los postulados sobre pensamiento formal, se ha derivado otro tipo de currículum, al que denominaremos currículum de investigación (Renner *et al.*, 1976): Su propósito central es proporcionar a los estudiantes experiencias que les permitan construir por sí mismos los conceptos que van a aprender.

Este currículum está estructurado en ciclos de aprendizaje, que se componen de tres fases distintas para cada concepto a enseñar: exploración, invención conceptual y descubrimiento.

El concepto es introducido a través de la **exploración**, que contempla: observación, medición, experimentación, interpretación, predicción y construcción de un modelo, empleando materiales manipulativos y sin proporcionar aún información teórica específica.

Posteriormente, se conduce a los alumnos a la fase de **invención conceptual**, en donde, con auxilio del profesor, éstos adquieren el lenguaje y símbolos asociados a aquello con lo que han trabajado; es decir: forman el concepto.

Finalmente, se llega a la fase de **descubrimiento**, donde se amplían las ideas formadas y se conducen actividades similares a las de la fase de exploración. Sólo hasta esta última fase se introduce a los estudiantes en la lectura profunda acerca del concepto analizado, complementando la instrucción con algunos de los elementos formales ya antes descritos (películas instructivas, diapositivas, estudio supervisado, etcétera).

Dado que los alumnos, hasta aquí, ya poseen la información conceptual, el lenguaje pertinente y la experiencia, se logra un aprendizaje significativo, pues logran “inventar” por sí mismos los conceptos.

Se han conducido una serie de estudios que demuestran las ventajas de un currículum de investigación sobre uno de carácter expositivo (Renner *et al.*, 1976; Schneider y Renner, 1980). Los resultados indican que los alumnos que tienen experiencia con un currículum de investigación en materias de contenido propio de las ciencias naturales, obtienen mejores puntuaciones en aspectos como recuerdo y comprensión de los contenidos, y en permanencia de la información después de algún tiempo, así como mayores ganancias en desarrollo cognoscitivo que los alumnos que trabajan

con un currículum expositivo. Sin embargo, no se han demostrado sus efectos sobre el cociente intelectual de los estudiantes.

Dentro de una perspectiva complementaria, diversos autores (Hewson y Hewson, 1983; Otero, 1985; Gil, 1985) postulan que debe partirse de los conocimientos previos de los alumnos para inducir un cambio conceptual que los lleve, de sus propias concepciones (preconcepciones y concepciones alternativas) a concepciones científicas, mediante un proceso de “reconciliación” entre ambas. Los investigadores han puesto mucho énfasis en el análisis de estas preconcepciones, que son ideas o teorías del propio estudiante acerca de cómo funciona el mundo natural, y que frecuentemente entran en franco conflicto con los puntos de vista científicos aceptados que se enseñan en las aulas. Estas concepciones “erróneas” son muy comunes, abarcan diversos fenómenos físicos y presentan una notable resistencia a ser sustituidas por explicaciones científicas.

En una investigación de Hewson y Hewson (*op. cit.*), a partir de la identificación de los conocimientos previos de los estudiantes sobre conceptos como masa, volumen y densidad, se conducía el desarrollo de las experiencias y materiales de enseñanza: Los alumnos del grupo en estudio realizaban trabajos de experimentación, contestaban preguntas con base en sus observaciones, calculaban cantidades y estudiaban temas incluidos en materiales expresamente preparados. Se incluyen como estrategias de aprendizaje las de integración, diferenciación cambio y establecimiento de puentes conceptuales (las cuales se describen brevemente en el cuadro que se presenta a continuación). Se encontró que los alumnos de este grupo superaron en gran medida a un grupo de control que recibió sólo instrucción formal (estudio en libros de texto), en términos de la adquisición significativa de los conocimientos científicos y de la eliminación de las concepciones alternativas.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA DE CONTENIDOS CIENTÍFICOS

(HEWSON Y HEWSON)

INTEGRACIÓN

Incorporar nuevas concepciones dentro de las ya existentes; o concepciones diferentes que ya existen, unas con otras. Es la estrategia prevaleciente hoy en día, y parte del supuesto (que no siempre se cumple) de que las concepciones existentes en la mente del alumno son las que el maestro ha enseñado.

DIFERENCIACIÓN

Distinguir concepciones existentes dentro de concepciones más claramente definidas, que aunque estén separadas se encuentran muy relacionadas. El sujeto debe comprender que lo que es plausible en una situación no lo es en otra más compleja y diferente.

CAMBIO CONCEPTUAL

Sustituir una concepción existente por una nueva, que la contradice, por lo cual ambas no pueden ser plausibles. Es necesario crear en el sujeto una condición de insatisfacción respecto de la concepción existente, y mostrarle que la nueva tiene un mayor poder explicativo y predictivo.

ESTABLECIMIENTO DE PUENTES CONCEPTUALES

Fijar un contexto apropiado en el cual conceptos abstractos e importantes puedan vincularse con experiencias comunes y significativas.

De los resultados de estas investigaciones se desprende que hay tres condiciones mínimas que un nuevo conocimiento debe satisfacer para poder ser integrado de manera significativa y conciliadora en la estructura cognoscitiva del alumno: debe ser inteligible, plausible y fructífero.

Un nuevo conocimiento debe ser inteligible en el sentido de que el alumno puede saber lo que significa, y construir en él una representación coherente del mismo. En segundo lugar, debe ser plausible, en cuanto el aprendiz pueda asignarle un valor de verdad, es decir, creer en su veracidad a través de poder conciliar dicho conocimiento o concepción con otros ya poseídos, y, en tercer lugar, el nuevo conocimiento debe ser fructífero, en tanto sirva al sujeto para resolver problemas, sugerirle nuevos enfoques, es decir, que posea un poder predictivo y explicativo.

Una estrategia muy importante en el proceso de cambio conceptual, es el denominado **conflicto conceptual**. Para Piaget, el surgimiento de un conflicto en la mente de un niño, así como la posibilidad de cometer errores, pueden conducirlo a un aprendizaje fructífero, pues esto constituye un eslabón que le permite llegar a nuevos conocimientos.

Para que un conflicto exista, debe ser percibido así por el propio sujeto: “sólo pueden provocar contradicción aquellos elementos que una vez traducidos a términos comprensibles para el sujeto, chocan con las convicciones anteriormente asumidas por éste” (Moreno Marimón, *op. cit.*, p. 61). Por ello es que aunque el maestro ofrezca a los alumnos razonamientos que considera evidencias enormes que descartan las concepciones “erróneas” o preconcepciones de los alumnos, éstos pueden ser totalmente insensibles a los mismos.

Hewson y Hewson (1984) consideran que las concepciones alternativas de los adolescentes pueden entrar en conflicto con las concepciones científicas, y que es posible provocar en el alumno tanto la toma de conciencia como la resolución de dicho conflicto. Empleando como estrategia principal la de cambio, ayudaron a que dos concepciones diferentes e irreconciliables entraran en conflicto, de manera que el alumno rechazara finalmente la “errónea” y lograra la comprensión del concepto.

Hay que hacer aquí una importante aclaración acerca de las limitaciones posibles en las estrategias antes delineadas. Existe una serie de teorías y conceptos científicos que caen en el campo de lo posible y no observable (por ejemplo, conceptos como el de gas ideal), que carecen de ejemplos perceptibles y que impiden la observación y experimentación directa, pero que se encuentran lejos de las posibilidades de las escuelas, ya sea por lo costoso del equipo e instalaciones, lo peligroso de la manipulación, la necesidad de personal capacitado, lo prolongado de la experiencia de investigación, etcétera. En este caso, el currículum debe considerar la inclusión de otros modelos y estrategias de instrucción complementarios a los ya descritos.

Al respecto, un enfoque alternativo es el propuesto por Cantú y Herron (1978). Estos autores proponen que en la situación descrita se puede fomentar el razonamiento hipotético-deductivo en torno a las entidades no observables. Específicamente, proponen una técnica para el análisis de esta clase de conceptos donde enfatizan el empleo de pseudoejemplos que mediante ilustraciones, diagramas y modelos, ayudan al alumno a establecer y diferenciar los atributos y características críticas de concepciones abstractas, comparándolas con concepciones concretas relacionadas.

Finalmente, la tradición indica que a los estudiantes les disgusta el estudio de las matemáticas, la física o la química, por ser materias percibidas como abstractas, ajenas a su comprensión y de poco significado para sus vidas.

Según un estudio de James y Smith (1985), el interés del estudiante por las ciencias decrece notoriamente a lo largo del periodo de escolarización. Aquí influyen tanto el tipo de enseñanza recibida como la dificultad creciente de las materias en los cursos superiores. Sucede, además, que

esta actitud es más negativa en las mujeres que en los hombres, sobre todo en relación con las ciencias físicas en comparación con las biológicas (Gil, *op. cit.*).

Algunas reformas curriculares recientes han conducido a una fragmentación tajante entre los componentes cognoscitivos, afectivos y conductuales, centrando el diseño curricular en torno a los primeros. Así, el factor actitudinal, por catalogarse de exclusivamente afectivo, ha pasado a segundo plano.

De hecho, las actitudes comparten también componentes cognoscitivos y conductuales, no sólo afectivos. Las actitudes se aprenden, en ellas intervienen la cognición; son disposiciones para responder que permiten anticipar en cierta medida el comportamiento del alumno, y son susceptibles de cambio por la influencia del grupo social.

Algunos autores (Escudero Escorza, 1985) distinguen las actitudes científicas de las actitudes hacia o ante la ciencia. Las actitudes científicas son rasgos propios de la conducta científica y de los científicos, como curiosidad, objetividad-honestidad intelectual, apertura mental, hábito de juicio controlado y de crítica, rechazo a las supersticiones a favor de la evidencia científica, etcétera; en tanto que las actitudes hacia la ciencia incluyen opiniones y sentimientos proyectados a la ciencia y a los científicos, las cuales resultan de las interacciones que el sujeto ha tenido, directa o indirectamente, con los contenidos, ideas, procesos y efectos de la ciencia.

Creemos que ambos grupos de actitudes están en estrecha relación con los postulados del modelo de pensamiento formal, en cuanto a la posesión de estructuras de pensamiento más avanzadas, cuyo carácter sea crítico y autor reflexivo, pero cuya emergencia va a estar determinada por las experiencias personales, la riqueza de oportunidades y los campos vitales de interés en los que se desenvuelve el sujeto.

Anteriormente sostuvimos que una de las metas principales del currículum centrado en ciencias era establecer las condiciones que permitieran al alumno avanzar cognoscitivamente. Ahora incluiremos también como metas primordiales fomentar actitudes positivas hacia el quehacer científico y promover la adquisición de actitudes científicas, que orienten la construcción de una visión del mundo y de los fenómenos naturales que rodean al educando.

Muy probablemente, la forma más segura de promover esas actitudes positivas sea “mejorar el ambiente de aprendizaje y las relaciones profesor-alumno, y fomentar estrategias didácticas más abiertas y participativas dentro de un contexto bien organizado” (Escudero Escorza, *op. cit.*, p. 21).

Las estrategias antes revisadas, propias del currículum de investigación: las centradas en el cambio conceptual; el análisis de las preconcepciones de los alumnos y el razonamiento hipotético-deductivo sobre entes no observables, son, entre otros, ejemplos claros de estrategias que pueden no sólo promover el desarrollo del alumno, sino fomentar su interés por el estudio de la ciencia.

Ahora bien, como diseñadores curriculares, no debemos dejar de lado el papel central que tienen los procesos divergentes del pensamiento en la construcción del conocimiento científico, y el carácter social e histórico de este quehacer.

El currículum orientado a las ciencias en la educación media superior requiere enfatizar el carácter evolutivo del propio conocimiento científico, el cual está caracterizado igualmente por aciertos y errores, t se encuentra muy lejos de ofrecer verdades absolutas.

La presentación de contenidos curriculares que se ofrecen al alumno como absolutamente verdaderos, siempre y en cualquier circunstancia, obstaculizan la elaboración, por parte del sujeto, de sistemas organizados y flexibles que le permitan la explicación de los fenómenos que ocurren a su alrededor. Esto representa una ruptura epistémica con el mundo exterior en continuo proceso de

cambio, en el que las concepciones prevalecientes serán siempre relativas y susceptibles de quedar atrasadas al poco tiempo.

Lo anterior destaca lo importante que es, al diseñar las experiencias curriculares, proponer cómo hacer explícito al alumno este carácter relativo, evolutivo e histórico del conocimiento científico. Por ello, el estudio de la ciencia debe ligarse al estudio del conocimiento metacientífico y la historia de la ciencia.

Con base en todo lo expuesto en este documento, quisiéramos concluir resumiendo las que consideramos debían ser las metas más importantes en el diseño de currícula centrados en conocimientos científicos a nivel de educación media superior; a saber:

-la promoción del desarrollo intelectual del alumno, ofreciéndole experiencias curriculares que lo induzcan a formar esquemas conceptuales coherentes y flexibles, que lo lleven a su vez a aumentar su capacidad de resolver problemas dentro y fuera del ámbito escolar;

-propiciar la adquisición de actitudes científicas y de actitudes favorables hacia la ciencia, que ayuden al alumno a interpretar y explicar de manera racional los fenómenos naturales y a actuar sistemáticamente sobre ellos;

-fomentar el desarrollo del pensamiento crítico, autor reflexivo y creativo, como manifestación de una visión del mundo madura y científica.

BIBLIOGRAFÍA

1. CANTÚ, L.L. y J. D. Herron (1978), "Concrete and Formal Piagetian Stages and Science Concept Attainment", *Journal of Research in Science Teaching*, 15 (2), 135-143.
2. CRISMOLO, F. G., S. Donoso, S. González, A. Ruis y J. A. Westphal (1981), "Esquemas de pensamiento formal", *Investigaciones Educativas Venezolanas*, 1 (13), 5-10.
3. DAY, M. C. (1981), "Thinking at Piaget's Stage of Formal Operations", *Educational Leadership*, 44-47.
4. DÍAZ BARRIGA, F. (1984), *Introducción de reglas de pensamiento formal en una tarea piagetiana de proporcionalidad: equilibrio en la balanza*. Tesis de maestría. México, UNAM, Facultad de Psicología.
5. - - - M. L. Lule, D. Pacheco, S. Rojas y E. Saad (1984), "Metodología de diseño curricular para la enseñanza superior", *Perfiles Educativos*, Nueva Época (7), 30-40.
6. - - - *Diseño curricular básico en educación superior*. México Trillas, (en prensa).
7. ESCUDERO ESCORZA, T. (1985), "Las actitudes en la enseñanza de las ciencias: Un panorama complejo", *Revista de Educación* (278), 5-25.
8. FONSECA, A.C., C. Hernández, Y. Ingiana y Z. Thomas (1980), "Nivel de pensamiento operatorio en jóvenes constarricenses", *Revista Latinoamericana de Psicología*, 12 (3), 471-486.
9. FUSCO, E. (1981), "Matching Currículo to Student's Cognitive Levels", *Educational Leadership*, 47.
10. GIL, D. (1985), "El futuro de la enseñanza de las ciencias: algunas implicaciones educativas", *Revista de Educación* (278), 27-38.

11. HEWSON, M. Y P. Hewson (1983), "Effects of Instruction Using Students' Prior Knowledge and Conceptual Change Strategies on Science Learning", *Journal of Research in Science Teaching*, 20 (8), 731-743.
12. - - - (1984), "The Role of Conceptual Conflict in Conceptual Change and the Design of Science Instruction" *Instructional Science* (13), 1-13.
13. INHELDER, B. y J. Piaget (1972), *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Buenos Aires, Piados.
14. JAMES R. K. y S. Smith (1985), "Alineation of Students from Science in Grades 4-12", *Science Education*, 69, 39-45.
15. LULE, M. L. (1986), *Reglas que emplean estudiantes de 10, 13 y 17 años para solucionar un problema piagetiano de proporcionalidad*. Tesis de maestría. México, UNAM, Facultad de Psicología.
16. MORENO MARIMÓN, M. (1986), "Ciencia y construcción del pensamiento", *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 57-63.
17. OTERO, J. (1985), "El aprendizaje de los conceptos científicos en los niveles medio y superior de enseñanza", *Revista de Educación* (278), 39-66.
18. PALLARAND, G. J. Y V. Moretti (1980), "Relationship of Cognitive Level to Instructional Patterns in High School Seniors", *Journal of Research in Science Teaching*, 17 (3), 185-190.
19. PÉREZ GÓMEZ, A. I. (1981), "Piaget y los contenidos del currículo", *Cuadernos de Pedagogía* (78), 33-40.
20. PIAGET, J. (1972), "Intellectual Evolutions from Adolescence to Adulthood", *Human Development* (15), 1-12.
21. RENNER, J. W., D. G. Stafford, A. E. Lawson, J. W. McKinnon, F. E. Friot y D. H. Kellog (1976), *Research Teaching and Learning with Piaget Model*. Norman, Okla, University of Oklahoma Press.
22. RIGO LEMINI, M. A. (1983), *Operaciones formales en estudiantes de nivel escolar medio: un estudio exploratorio*. Tesis de licenciatura. México, UNAM, Facultad de Psicología.
23. RODRÍGUEZ LÓPEZ, M. (1987), *Diferencias entre la ejecución manipulativa y simbólica de una tarea piagetiana de operaciones formales*. Tesis de licenciatura . México, UNAM, Facultad de Psicología.
24. SCHNEIDER, L. S. y J. W. Renner (1980), "Concrete and Formal Teaching", *Journal of Research in Science Teaching*, 17 (6), 503-517.
25. WEINSTEIN, C. Y V. Underwood (1985), "Learning Strategies: the How of Learning", J. W. Segal, S. F. Chipman y R. S. Glaser (eds.), *Thinking and Learning Skills*. Hillsdale, New Jersey, Edit. Lawrence Erlbaum.
26. Wozny, C. D. (1983), "The Effects of Culture and Education on the Acquisition of Formal Operational Thinking", *Dissertation Abstracts International*, 34 (7-A), 4015.