

**CURRICULUM. MODELOS DIDACTICOS Y
MODELOS DE INSTRUCCIÓN
EL CASO DE LA ENSEÑANZA DE LAS
CIENCIAS**

Teresa Serrano

Departamento de Didáctica de
las Ciencias de la Naturaleza del IEPS

Una versión más sintética de este trabajo fue presentada
a las **III Jornadas sobre Investigación en la Escuela.**
Sevilla, Diciembre, 1985.

Depósito Legal M-6197-1987

2 3

1. CURRÍCULUM, MODELOS DIDÁCTICOS Y MODELOS DE INSTRUCCIÓN

Introducción

Un modelo didáctico es pieza clave en un currículum, porque operativa y pone en acción los principios teóricos que sustentan dicho currículum. Tomo aquí currículum en la acepción de Stenhouse (1980): “un currículum expresa toda una visión de lo que es el conocimiento y una concepción del proceso de la educación”.

Creo que es interesante distinguir –por lo menos para un estilo analítico– entre modelos de enseñanza, modelos didácticos, y modelos –o mejor teorías– curriculares porque la legitimización de cada uno de ellos hay que buscarla en fuentes no necesariamente coincidentes. Se podría argüir alegando que modelo didáctico es sinónimo de curricular en ciertos contextos. Esto es cierto y entonces necesitaría seguir diferenciando como Lawton (1983) entre modelo didáctico, en su acepción de desarrollo curricular y las teorías del currículum que proporcionan un contexto referencial más amplio que justifica los modelos elegidos.



Los modelos instrucción

Los modelos de instrucción han sido definidos (Joyce y Weil, 1980) como:

“un plan o modelo que se puede utilizar para dar forma concreta a los currícula, para diseñar materiales didácticos y para guiar la instrucción en la clase y otras situaciones” (p. 1)

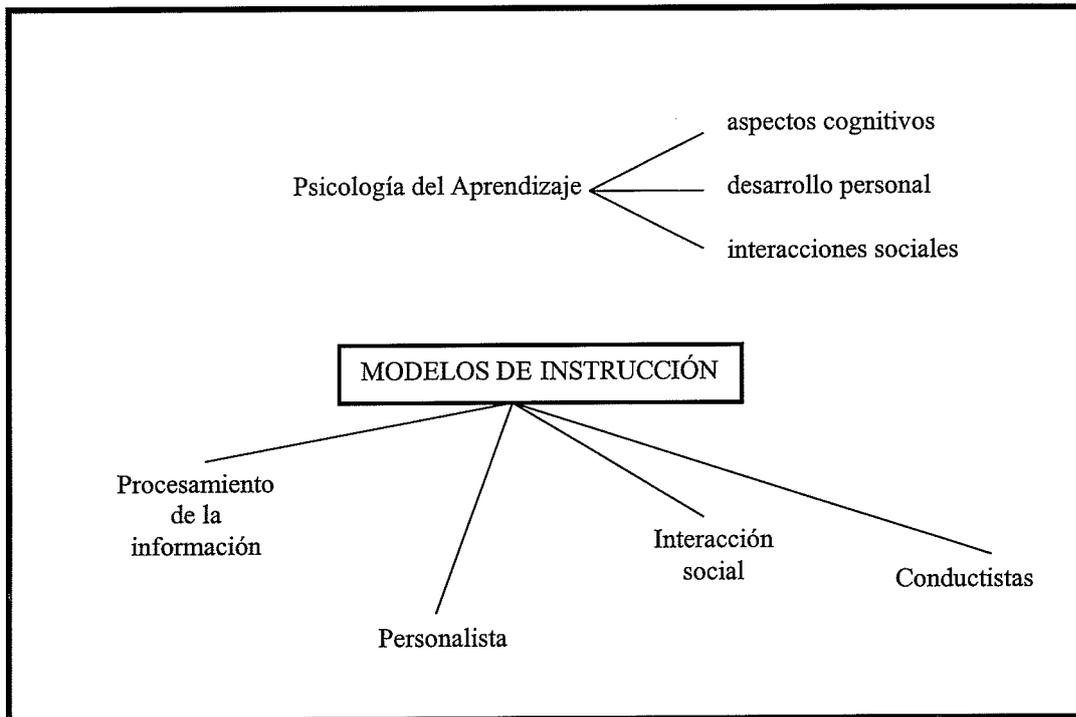
Los muchos modelos existentes recaban su coherencia científica de los avances en diversas ramas de la psicología que aportan constantemente datos sobre cómo se aprende y qué es importante aprender.

Joyce y Weil (1980) describen veintidós modelos de instrucción agrupados en cuatro familias según la concepción subyacente respecto a la persona y su modo de aprender. En el cuadro siguiente puede verse un resumen de dichos modelos.

Familias de modelos	Orientación primordial hacia:
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION J. Piaget, R. Bruner, H. Taba D. Ausubel, L. Kohlberg	<ul style="list-style-type: none"> . capacidad y modos de organizar la información recibida → aprendizaje de conceptos → solución de problemas → habilidad intelectual . subrayan el funcionamiento intelectual
PERSONALES C. Rogers, F. Perlow, Gordon, W. Glasser	<ul style="list-style-type: none"> . desarrollo individual y autoconcepto → importancia de aspectos afectivos → relaciones productivas consigo y el medio
INTERACCION SOCIAL J. Dewey, F y G. Shaffel S. Boocook, NTL	<ul style="list-style-type: none"> . relaciones del individuo con la sociedad y con otras personas → importancia de relaciones interpersonales → aprendizaje de procesos participativos y democráticos
CONDUCTISTAS B. Skinner, J. Masters R. Gagné, J. Wolpe	<ul style="list-style-type: none"> . cambiar la conducta observable → importancia del control de estímulos y respuestas → análisis de tareas y jerarquización . amplísima gama de aplicaciones en educación y terapia

Los modelos más utilizados e investigados en la enseñanza son los que ponen el acento en el desarrollo intelectual de los sujetos, es decir, los encuadrados en las familias de Procesamiento de la Información y muchos de los Conductistas. Los modelos orientados a los aspectos sociales y afectivos presentan dificultades mayores para su fundamentación teórica y, por otro lado, la enseñanza más tradicional ha ignorado prácticamente estos aspectos del desarrollo del sujeto por lo que raramente se encuentran en las aulas estos modelos de instrucción.

Lo expresado hasta el momento se puede esquematizar de la manera siguiente:



Los modelos de instrucción basados en los psicólogos constructivistas (Piaget y Ausubel principalmente) están siendo muy investigados y parece que pueden ejercer una gran influencia en los planteamientos de los procesos de enseñar–aprender en las aulas. Sin embargo, siguen en vigencia las estrategias de enseñanza basadas en la psicología conductista, cuyo énfasis en el proceso de aprendizaje se refiere al cambio de comportamiento observable más que al desarrollo de estructuras cognitivas.



Las teorías del curriculum

Buscan su fundamentación en concepciones de la educación más amplias y comprensivas. Las teorías curriculares integran una serie de aspectos cuyas interacciones definen diversos tipos de “filosofía” de la educación. Schiro (1978) señala que una teoría curricular debe dar cuenta de:

- . Las finalidades de la educación.
- . Naturaleza, fuentes y uso del conocimiento (contenido).
- . Naturaleza del aprendizaje y sus tipos.
- . Concepción del alumno y su desarrollo.

- . Concepción del rol del profesor.
- . Función de la evaluación.

La complejidad de este entramado de variables se acentúa por las diversas posiciones que se pueden tomar en cada uno de los parámetros señalados. Estas posiciones posibles pueden basarse en modelos científicos más formalizados en los aspectos referentes al aprendizaje (la parte del currículum que corresponde a los procesos de aprendizaje-instrucción). El resto de los aspectos se relacionan más directamente con sistemas de valores que pueden ser y de hecho son divergentes.

Desde esta perspectiva, los planteamientos curriculares están necesariamente ligados a ideologías en el sentido de diferentes posiciones en filosofía de la educación.

De un modo prototípico se pueden diferenciar tres ideologías educativas:

1. El humanismo clásico, educación centrada en la transmisión de la cultura acumulada.
2. El progresivismo o educación centrada en la persona y su desarrollo.
3. El reconstruccionismo, educación centrada en la mejora de la sociedad.

Y quizás una cuarta, la tecnócrata-burócrata (Schilbeck, 1976) más orientada hacia una eficiencia social del proceso educativo.

Estas ideologías no se dan “puras” y es común que un profesor, o un currículum, mantenga posiciones ideológicas diferentes en algunos de los aspectos citados por Schiro. Y aquí es donde pueden darse incompatibilidades entre valores o creencias de las diversas posiciones.

La pluralidad ideológica en las teorías curriculares es legítima y lo importante es que al llevar a cabo un desarrollo o reforma curricular se especifique desde qué sistemas de valores se procede, sin difuminarlos tras la etiqueta de “modelo científico” que parece querer indicar con frecuencia libre de ideología, o indiscutiblemente válido.

Los profesores, consciente o inconscientemente, profesan unas determinadas creencias educativas que son las determinantes de su modo de hacer en el aula. Esta filosofía de la educación suele aflorar en momentos críticos en los que se busca un planteamiento nuevo de la enseñanza. En palabras de Lawton (1983):

“... teoría curricular y planificación curricular se yuxtaponen pero no son de ninguna manera el mismo proceso. El currículum es un interesante ejemplo de un área en la que la teoría no precede necesariamente a la práctica. El desarrollo curricular tiene lugar, por una variedad de motivos, cuando individuos o grupos especialmente profesores y otras personas implicadas en la planificación curricular

no están satisfechos con lo que se enseña, o con los métodos empleados en las aulas. (...) Cuando profesores o profesionales del desarrollo curricular intentan mejorar un currículum (o parte de él), se encuentran con una serie de preguntas difíciles. En el caso de las ciencias, por ejemplo:

¿Por qué enseñar ciencias? ¿qué razones hay?

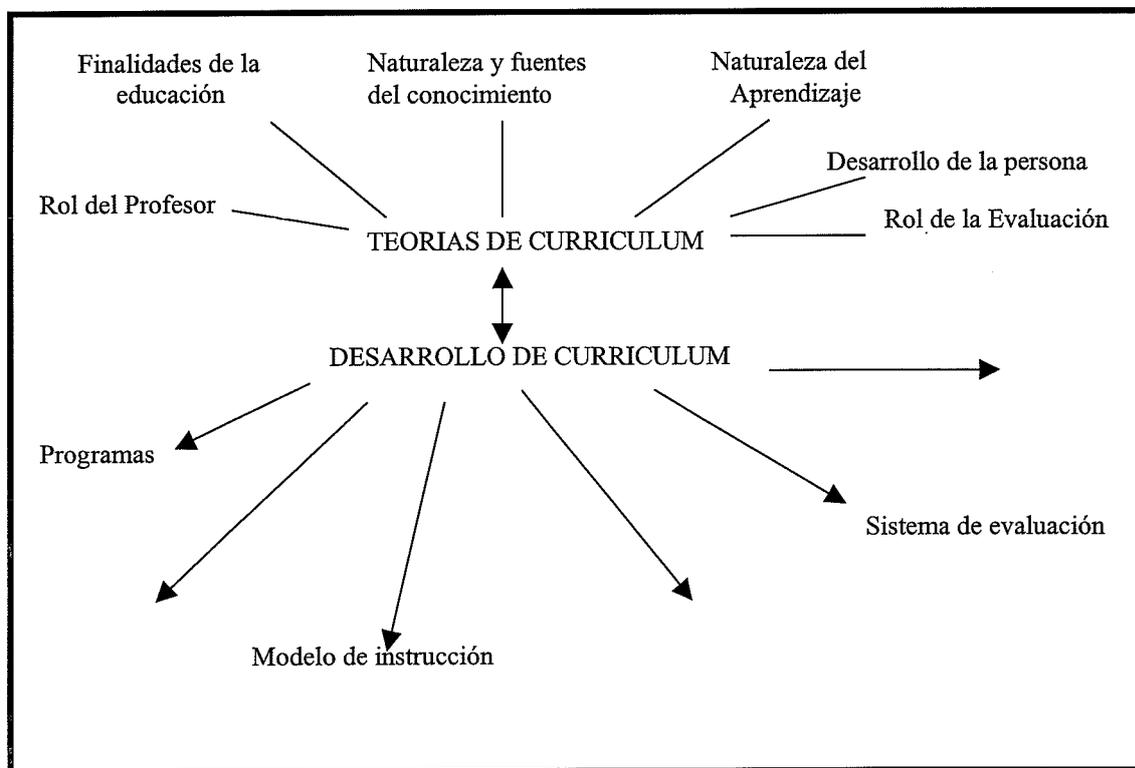
¿Todos los alumnos deben aprender ciencias? ¿por qué?

¿Qué tipo de ciencias?

¿Qué ciencia enseña la escuela?

Este tipo de cuestiones no surgen necesariamente todas a la vez, pero aquellos preocupados con el desarrollo curricular en cualquier área se encuentran tarde o temprano preguntándose por cuestiones que son de carácter “teórico”. La teoría curricular es, por tanto, diferente del desarrollo curricular que es sólo una parte de un conjunto de temas curriculares que son parcialmente históricos, parcialmente filosóficos, sociológicos y psicológicos.”

Una expresión esquematizada de lo dicho hasta ahora puede ser la siguiente:



Desarrollo curricular

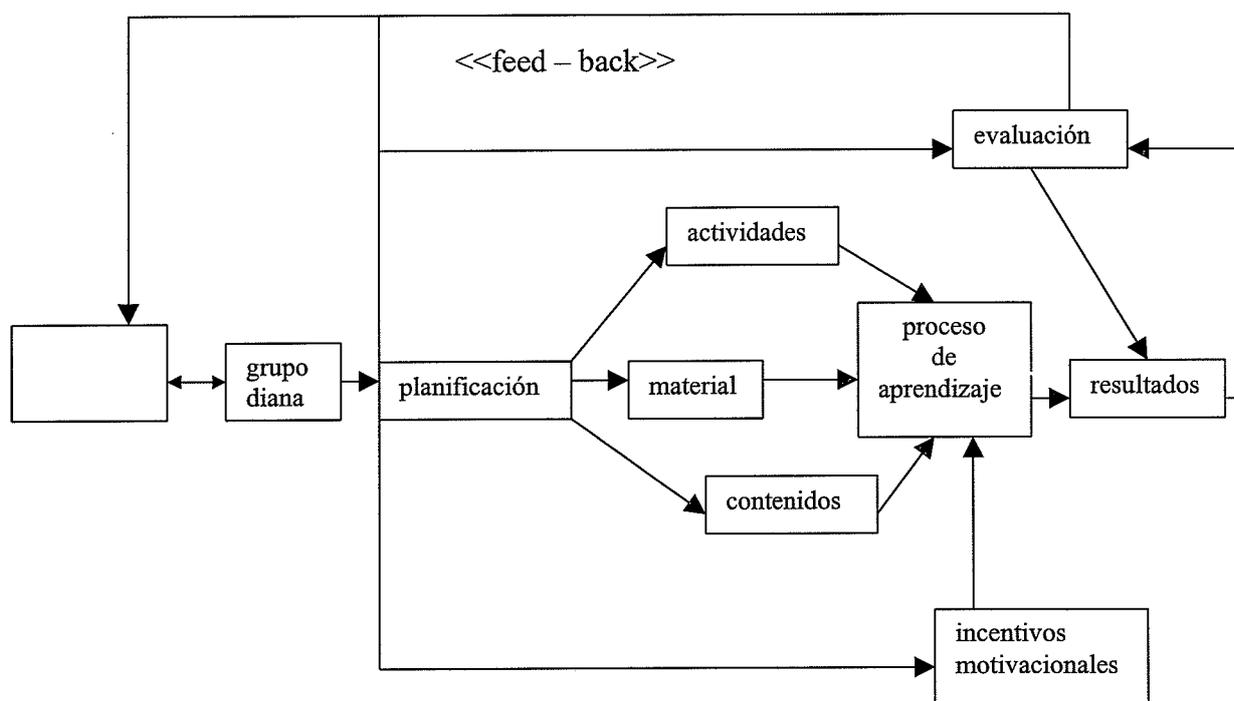
Desde los años 1949 en que Tyler escribe su famoso libro *Principios Básicos del Currículum y la Instrucción*, pero sobre todo a partir de la época de los 60 en que comienza el gran movimiento curricular, se vio la necesidad de que el desarrollo de los currícula concretos no se realizará de manera anárquica. Los diversos

componentes en que se concreta un currículum (contenidos, métodos, evaluación, objetivos, etc.) deberían estar de algún modo relacionados. Comienzan a aparecer los **modelos de desarrollo curricular**. El “peso” y “lugar” de los diferentes elementos del currículum en cada modelo hace referencia a distintas ideologías curriculares.

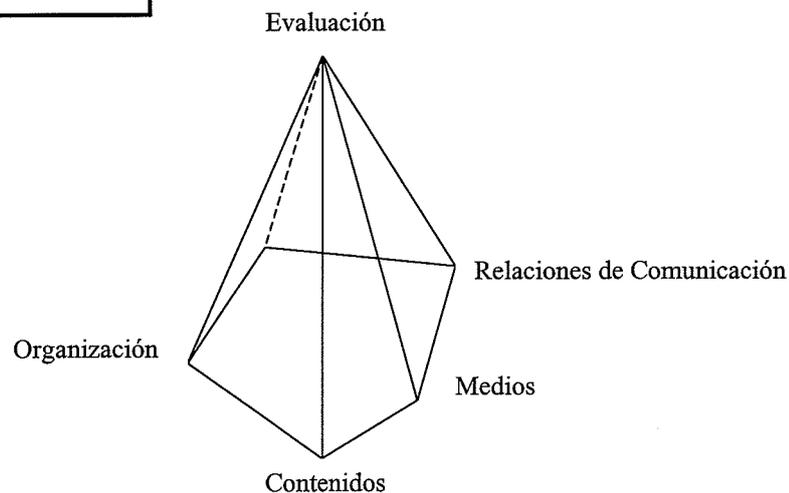
En general, los denominados en la literatura castellana modelos didácticos son equivalentes a modelos de desarrollo curricular y no a modelos de enseñanza que constituyen uno de los elementos de modelos didácticos.

Como ejemplos de modelos didácticos o de desarrollo curricular pueden verse el de : Fernández-Serramona-Tarín y el de Gimeno Sacristán. El primero está enfocado desde una filosofía curricular de eficiencia social en la que la evaluación tiene un peso más directo y primordial sobre los resultados del aprendizaje de los alumnos. El segundo parte de una concepción más sistemática del desarrollo curricular en la que aparecen aspectos de carácter más social, todos los elementos del diseño están interrelacionados y la evaluación recae sobre todos ellos.

FERNANDEZ – SARRAMONA - TARIN



GIMENO SACRISTAN



En cualquiera de los dos modelos didácticos se pueden utilizar modelos de enseñanza provenientes de las cuatro familias citadas, pero cabe esperar el encontrar un mayor recurso a los modelos de enseñanza de las familias conductistas en el de Fernández-Sarramona-Tarín y a las familias de interacción social y procesamiento de la información en el de Gimeno.

* * * * *

A partir de las diferenciaciones terminológicas realizadas en esta introducción, cualquier innovación o cambio curricular supone una remodelación o al menos un planteamiento de algo más que los métodos o estrategias a utilizar en el aula.

Nos centraremos en el caso de la enseñanza de las Ciencias Experimentales para analizar algunos de los aspectos que deben ser considerados cuando se quiere llevar a cabo un nuevo desarrollo curricular.



2. EL CURRÍCULUM DE CIENCIAS

La reformulación permanente de un currículum es posible cuando éste se sustenta sobre algunos factores que son a la vez que estables, flexibles en su operativización y poseen capacidad de transferencia. De no existir esta base, lo que pretende ser una construcción innovadora puede convertirse en un conglomerado aleatorio.

Uno de estos factores nos lo proporciona la psicología y se refiere a las teorías de aprendizaje y desarrollo. El conocer cómo aprenden y evolucionan los sujetos y derivar de este conocimiento la organización de los modelos de instrucción es uno de los más recientes e insistentes empeños de los profesores y diseñadores de currícula. Pero, la psicología no puede ser considerada la única base sobre la que justificar un currículum, como hemos visto.

En el currículum de ciencias, la psicología nos puede facilitar todo lo que se refiere al aprendizaje, instrucción, motivación, etc. pero las cuestiones sobre qué formas de conocimiento, qué contenidos científicos, qué aspectos de la ciencia son los más importantes en este momento social, son aspectos cuya nada sencilla justificación hay que buscar, además de en la misma ciencia, en la filosofía y la sociología, al menos.

En el espacio que resta vamos a desarrollar algunos factores de los que antes denominamos esenciales a tener en cuenta en el curriculum de ciencias. Uno se refiere a las teorías de aprendizaje que pueden sustentar un modelo de instrucción, otro a los contenidos del aprendizaje de las ciencias cuya justificación habría que buscarla en cuestiones socioculturales y de las propias ciencias experimentales, y un tercero sobre la utilización del método científico como estrategia didáctica cuya fundamentación tiene carácter epistemológico además de psicológico.

Teorías del aprendizaje y enseñanza de las ciencias

Como ya se hizo notar anteriormente, los aspectos del aprendizaje más investigados son los referentes al campo cognitivo. Si a este dato se añade el carácter fuertemente conceptual de las Ciencias Experimentales, no es de extrañar que los modelos de enseñanza más utilizados en las ciencias se encuentran en las familias ya citadas de procesamiento de la información y en la conductista.

El paradigma piagetiano ha sido extensamente utilizado tanto en la investigación sobre el aprendizaje de las ciencias como en el desarrollo curricular.

Las aportaciones de los investigadores piagetianos (Lawson y Renner, 1974; Karplus, 1977; Blake, 1978; Shayer, 1978, 1981; entre otros) alertan sobre la necesidad de que los requerimientos cognitivos de los conceptos que aparecen en los programas de ciencias se correspondan con los niveles de desarrollo en que se encuentran los alumnos. Para un estudio más detallado del paradigma piagetiano en la investigación sobre enseñanza de las ciencias ver Gutiérrez, 1984.

Algunos de los famosos proyectos curriculares de los años 60 proponen modelos de instrucción basados en la teoría piagetiana del aprendizaje, por ejemplo el SCIS (Karplus y Thier, 1967) y algunas remodelaciones de Proyectos Nuffield de Química y Biología se han realizado también en base a una mejor adecuación de los conceptos al desarrollo cognitivo de los alumnos (Shayer, 1983).

Las aportaciones de los psicólogos constructivistas de línea ausubeliana son iluminadoras sobre el modo en que los sujetos aprenden los conceptos científicos en dependencia de los conocimientos referentes a dichos conceptos que ya poseen (Driver, 1978, 1982; Novak, 1978; Osborne y Wittrock, 1983).

Los modelos de instrucción que se desprenden de esta línea se plantean, en primer lugar, hacer explícito lo que el sujeto conoce sobre un concepto empleando instrumentos tipo mapas conceptuales o proposicionales (Novak, et al.) o técnicas de asociación diversas (Stewart, 1979). Un paso posterior consistiría en provocar si

procede un cambio conceptual (Hewson y Hewson, 1983), o la integración de los nuevos aprendizajes con los ya poseídos.

Desde la psicología conductista, los aspectos más investigados en la enseñanza de las ciencias han sido referentes a cómo hay que organizar los contenidos curriculares y qué requerimientos secuenciales supone el aprendizaje de los conceptos (Gagné, 1975).

Modelos de instrucción basados en la corriente conductista se encuentran también en algunos proyectos de ciencias de los años 60, como por ejemplo el SAPA (Science a Process Approach) directamente coordinado por R. Gagné.

Frente al predominio de aprendizajes conceptuales empieza a despuntar la inquietud de fomentar desde las ciencias experimentales, sobre todo desde la biología, otros tipos de aprendizajes más relacionados con la toma de decisiones y la cooperación social. Esto requeriría la integración de los modelos de enseñanza señalados con otros provenientes de las familias personalistas y de interacción social. Esta tendencia se justifica, más que en las aportaciones de la psicología del aprendizaje, desde otra concepción de cuales sean los objetivos y contenidos de la enseñanza de las ciencias, tema que se trata en el apartado siguiente.

La variedad de tipos de aprendizajes y de conceptos existentes en un curso de ciencias exige del profesor el uso de modelos didácticos variados. La precaución a tomar consiste en saber qué tipo de aprendizaje promociona cada modelo y desde qué corriente lo sitúa, para evitar que se frustren expectativas.



Los contenidos en el aprendizaje de las ciencias

Desde los años 60-75, época de las grandes reformas curriculares en ciencias, el problema de qué contenidos enseñar fue objeto de debate y dió lugar a tendencias diversas en este punto.

Una corriente muy difundida consideraba la importancia de enseñar los procesos científicos por encima de los contenidos tradicionales (Good, 1977; Salas, 1983). Los proyectos SAPA y ESS (Elementary Science Study) de origen estadounidense son prototipos de esta corriente. El primero, como ya se dijo, con un enfoque del aprendizaje gagnetiano y el segundo (coordinado por J. Bruner) con sabor netamente piagetiano de descubrimiento libre.

Otra línea curricular, siguiendo las teorías de Bruner (1960), proponía una organización en espiral de los contenidos "estructurales" de la ciencia. Los proyectos SCIS, COPES y el EGB Somosaguas se encuadran en esta línea. Los ejes

conceptuales seleccionados por cada uno de ellos se retoman en cursos distintos con una perspectiva cada vez más amplia.

En la corriente de “alfabetización científica”, los contenidos se seleccionan en base a su significación social más que a la puramente científica (Hurd, 1970). El SCIS, por ejemplo, se autodefine encuadrado en esta tendencia.

La Ciencia Integrada surge como vía para paliar, en la educación básica y media, la excesiva parcelación y encasillamiento de las disciplinas científicas (Serrano y Gutiérrez, 1976, 1977; UNESCO, 1971-1974).

Los criterios de integración de las disciplinas son diversos: pueden utilizarse ejes conceptuales o ideas eje que aglutinan las disciplinas científicas; se pueden integrar las materias científicas en torno a los procesos del método científico o habilidades intelectuales; también se puede considerar una integración metodológica al emplear las mismas estrategias para el aprendizaje; o bien integración de las materias en torno a objetivos a alcanzar en común, o a un problema a resolver.

La selección de los contenidos que forman parte de un currículum de ciencias no puede llevarse a cabo en base a un “modelo científico”. Se realiza, generalmente, de acuerdo con alguna de las ideologías curriculares citadas. En casos como el español en que los contenidos nos vienen fijados por ley, al profesor le queda aún decidir desde qué enfoques y en qué contextos va a desarrollar estos programas.

Con demasiada frecuencia los profesores realizamos una lectura plana o monosémica de los objetivos obligatorios de ciencias experimentales, lo cual nos suele conducir a lo que hemos denominado “humanismo clásico” y que otros denominan “academicismo”. Esta ideología considera que se deben enseñar los contenidos ya conquistados por la ciencia y acumulados a través del tiempo.

El gran movimiento de desarrollo curricular de las ciencias experimentales de los últimos veinte años ha puesto de manifiesto una serie de aspectos importantes para la selección y enfoque de los contenidos. Sintetizamos algunos a tener en cuenta:

- La naturaleza de la ciencia en lo que se refiere a sus *dimensiones filosóficas e históricas*. Muchos profesores ven la ciencia únicamente como un cúmulo de contenidos a aprender (Yager, 1980)
- *La función social de la ciencia*. La tarea científica no es una abstracción independiente de la cultura y de la actividad del hombre (Piel, 1981; Robinson, 1982)

- *Las necesidades personales y sociales de los alumnos.* La ciencia que estudian debe ser instrumento para comprender y mejorar su propia vida y desenvolverse en una sociedad tecnificada (Clemison y col., 1983; Purdy y Bernof, 1983)
- La propia naturaleza y estructura de las diversas disciplinas científicas y *sus interrelaciones.* Aquí se presentan problemas de selección de contenidos derivados del continuo crecimiento del saber científico. ¿Qué es lo más importante de una disciplina científica?

El Método Científico y las estrategias didácticas

Los proyectos didácticos basados en el aprendizaje de procesos en oposición a los contenidos, las estrategias de descubrimiento, los currícula centrados en el alumno, han sido entre otros elementos que han contribuido a que el método científico salga del ámbito filosófico de la teoría del conocimiento y pase a ser uno de los elementos determinantes de la modernidad de un curriculum de ciencias.

Se debate mucho sobre la posibilidad y/o conveniencia de que los alumnos actúen como los científicos, que “descubran” las nociones científicas (Giordan, 1981; Usabiaga y Fernández, 1984). Se han hecho transferencias bastante simplistas del método científico como forma de conocimiento a su utilización como estrategia didáctica.

Sería muy largo entrar en el tema de la utilización del Método Científico en el aula, porque habría que partir de un estudio más profundo de lo que es el Método Científico en el mundo de la ciencia. En último término, cuando nos referimos a la utilización del Método Científico como método didáctico, la “cientificidad” del método debería de referirse al aprendizaje que es lo que se pretende lograr.

Lo que es realmente “científico” de las estrategias didácticas a emplear es que deben promover un aprendizaje activo por parte del alumno, sin que confundamos aprendizaje activo con realizar cantidad de actividades.

Los múltiples procesos o habilidades que constituyen el modelo teórico del Método Científico son muy susceptibles de ser integrados en diversos modelos de instrucción. Señalamos de modo telegráfico algunas precauciones a tener en cuenta:

- experiencia y “experimento” no son equivalente por principio;
- verificar en el laboratorio lo que dice el libro no responde a la función de los experimentos en la investigación;

- las hipótesis no son verdades a demostrar;
- inducción y deducción se complementan;
- la observación se realiza desde un marco referencial determinado, no desde la ausencia de conocimiento.

Finalmente recordar que el desarrollo de habilidades o procesos, específicos o no del Método Científico, es una larga tarea de aprendizaje. Son herramientas intelectuales de lenta adquisición.

2.

3. EVALUACIONES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS



Hasta aquí hemos considerado tres elementos cruciales en el desarrollo curricular de las ciencias experimentales y sus posibles alternativas. Para terminar, expondremos un breve resumen de investigaciones que han tenido como objetivo analizar cómo se lleva todo esto a la práctica de las aulas.

Las numerosas evaluaciones realizadas en USA y REINO UNIDO sobre la enseñanza de las ciencias (Project Synthesis, 1980; NSF Status Studies, 1978; Third Assessment of Science Report, NAEP, 1978; APU, 1980 han puesto de manifiesto que:

- Hay una discrepancia entre el curriculum escolar de ciencias y las necesidades reales del 90% de los alumnos.

- Más del 95% de los profesores de ciencias se preocupan únicamente de preparar a sus alumnos para el nivel siguiente de ciencias como máximo objetivo.
- Casi el 90% de los profesores de ciencias identifican sus objetivos en la enseñanza con los contenidos científicos específicos, y aún más, estos objetivos implican una ciencia estática y acabada.
- Apenas existe evidencia de un aprendizaje de las ciencias por experiencia directa.
- Las habilidades intelectuales que se enseñan son las elementales, no aparecen las de orden superior.
- Gran mayoría de alumnos no varían sus concepciones erróneas de conceptos básicos tras la instrucción.

A pesar de que se conocen estos datos, los investigadores se quejan de que no son tenidos en cuenta por quienes elaboran los currícula (Yager, 1984) y proponen una nueva conceptualización del curriculum de ciencias que incluya componentes de la ciencia que no se consideran normalmente (dimensiones históricas, filosóficas y sociológicas) y objetivos más amplios que la limitada preparación académica que hoy impera (Project Synthesis; Epiloge, 1981)

4. CONCLUSION

El que en España tengamos objetivos de ciencias obligatorios tanto en EGB como en las EEMM nos evita la discusión básica de la necesaria presencia de las ciencias en el curriculum. Sin embargo, para que estos objetivos y los recursos de instrucción que los acompañan pasen a plasmarse en un curriculum para los alumnos de 11 a 16 años, tienen que ser sometidos a todo un proceso de reformulación por parte de los profesores.

En base a una toma de posición en los aspectos citados, un modelo de desarrollo curricular tiene que responder coherentemente a cuestiones como estas:

¿Tienen todos los objetivos el mismo peso en diversos niveles de desarrollo?

¿Qué actividades o experiencias son las más adecuadas para distintos contextos socio-culturales?

¿Qué visión del mundo científico vehiculan estos objetivos?

Los contenidos científicos seleccionados ¿a qué criterios de selección y organización responden?

¿Qué entendemos por investigación o descubrimiento de los alumnos?

¿Qué modelos de instrucción son los más adecuados para los distintos objetivos?

Aunque pueden parecerlo, éstas no son preguntas retóricas y por tanto las respuestas no pueden darse por obvias, entre otros motivos porque no existe una única respuesta para cada una.

Tal y como se percibe el desarrollo de los currícula de ciencias en la actualidad española, creo que habría que evitar cualquiera de estos dos extremos: de un lado, el aprendizaje de unas ciencias abstractas, sin relación a la vida, concebidas como una acumulación de nociones estáticas, y por otro, la tendencia más en boga de unos enfoques excesivamente localistas y vitalistas que terminan por ser asfixiantes y de corto alcance.

Tanto si se parte de teorías curriculares como si se comienza por el diseño de modelos de instrucción, se requieren equipos de profesores e investigadores y nuevos modelos de investigación conjunta que hagan posible un planteamiento integrado de los factores que inciden en el Curriculum. Desde este enfoque se legitima, creo, la investigación-acción, tema de interés en estos últimos años.

2

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

APU (Assessment of Performance Unit). Department of Education and Science.
London.

BLAKE, A. (1978), The logical capabilities of students in Science: Implications for curriculum development, *The Australian Sci. Teach. Journal*, Vol. 24 (3): 5-14.

BRUNER, J. (1960), *The Process of Education*, Harvard Univ. Press, Cambridge.

- CLEMISON, R., RACHELSON, S. y THOMSON, J. (1983), Science teaching and environmental concerns, *1983 AETS Yearbook*, ERIC, pp. 153-171.
- DICCIONARIO de Ciencias de la Educación*, Ed. Santillana, Madrid, 1983.
- DRIVER, R. y EASLY, J. (1978), Pupils & paradigms; A review of literature related to concept development in adolescent Science student, *Studies in Sci. Ed.*, Vol. 5: 61-84.
- DRIVER, R. (1982), Children's learning in Science, *Educational Analysis*, Vol. 4 (2): 69-79.
- FERNANDEZ, A., SARRAMONA, J. Y TARIN, L. (1977), *Tecnología Didáctica*. Ed. CEAC, Barcelona.
- GAGNE, R.M. (1975), *Principios básicos del aprendizaje para la instrucción*. Diana, México.
- GIMENO SACRISTAN, J. (1981), *Teoría de la enseñanza y desarrollo del currículo*. Anaya, Madrid.
- GIORDAN, A. (1981), Observaciones-experimentación, pero ¿cómo aprenden los alumnos?, *Infancia y Aprendizaje*, Vol. 13: 21-34.
- GOOD, R. (1977), *How Children Learn Science*, McMillan, New York.
- GUTIERREZ, R. (1984), *Piaget y el curriculum de ciencias*, Apuntes IEPS, nº 34, Ed. Narcea, Madrid.
- HEWSON, M.G. & HEWSON, P.W. (1983) Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *J. R. Sci. Teaching*, 20 (8): 731-749.
- HURD, P.H. (1970), Scientific enlightenment for an age of Science, *The Sci. Teacher*, Vol. 37 (1): 13-15.
- JOYCE, B. y WEIL, M. (1980), *Models of Teaching*, Prentice Hall Int., Inc. (2a. ed.), London, pág. 1.
- KARPLUS, R. y THIER, H. D. (1967), *A new look at Elementary School Science*, Rand McNally & Co. Chicago, pp. 40-41.
- KARPLUS, R. (1977), Science teaching and the development of reasoning, *J. Res. in Sci. Teaching*, Vol. 14 (2): 169-175.
- LAWSON, A.E. y RENNER, J.W. (1975), Relationship of science subject matter and development level of learners, *J. Res. in Sci. Teaching*, VI. 12 (4): 347-358.
- LAWTON, D. (1983), *Curriculum Studies and Educational Planning*, Hodder and Stoughton, London, pp. 1-15.
- NOVAK, J.D. (1978), An alternative to Piagetian Psychology for Science and Mathematics education, *Studies in Sci. Ed.*, Vol. 5: 1-30.
- NOVAK, J.D., GOWIN, D. B. & JOHANSEN, G.T. (1983), The use of conceptual mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students. *Sci. Education*, 67 (5): 625-645.
- OSBORNE, R.J. y WITTROCK, M.C. (1983), Learning Science: a generative process, *Sci. Education*, Vol. 67 (4): 489-508.

- PIEL, E.J. (1981), Interaction of Science, Technology and Society in Secondary Schools. Project Synthesis, *What Research says to the Science Teacher*, Vol. 3: 94-112. NSTA.
- PROJECT SYNTHESIS (1980), *What Research says to the Science Teacher*, Vol. 3, NSTA.
- PURDY, W. y BERNOFF, R. (1983), Science Teaching and Energy concerns, *1983 AETS Yearbook*, ERIC, pp. 171-188.
- ROBINSON, J. (1982), Designing Science Curricula for future citizens, *Ed. Leadership*, Vol. 39 (8): 593-595.
- SALAS, M. (1983), ¿Conceptos o procesos?, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 1 (2): 109-114.
- SAPA (1968), *Science: a Process Approach*, AAAS, New York.
- SCHILBECK, M. (1976). Citado por Lawton, 1983.
- SCHIRO, M. (1978), *Curriculum for Better Schools*, Educational Technology Publications, Englewood Cliffs, New Jersey.
- SHAYER, M. (1978), The analysis of Science curricula for Piagetian level of demand, *Sci. Review*, Vol. 54 (186): 381-388.
- SHAYER, M. y ADEY, P. (1981), *Hacia una ciencia de la enseñanza de las ciencias*, Ed. Narcea, Madrid.
- SERRANO, T. y GUTIERREZ, R. (1976), *La ciencia integrada en el programa escolar*, Apuntes IEPS, nº 7, Ed. Narcea. Madrid.
- STENHOUSE, L. (1980), Curriculum research and the art of the teacher, *Curriculum*, 1.1.
- STEWART, J.H. (1979), Content and cognitive structure: a critique of assessment and representation techniques used by educational researchers. *Sci. Education*, 63: 395-405.
- UNESCO (1971-1974), *New trends in integrated science teaching*, Vols. I, II (existe traducción al castellano) y III, París.
- USABIAGA, C. y FERNANDEZ, J.M. (1984), *Aproximación didáctica al método científico*, Apuntes IEPS, nº 38, Ed. Narcea, Madrid.
- YAGER, R.E. (1980), *NSTA Analysis of the accomplishments and needs of Science Education*, Washington.
- YAGER, R.E. y LUNETTA, V. (1984), New foci for science teacher education, *J. of Teacher Education*, Vol. 35 (6): 37-42.