

La selección de contenidos en las Ciencias

Autores varios (*)

Análisis de criterios para seleccionar y jerarquizar los contenidos en las Ciencias, bien sean conceptos básicos estructurantes o los procesos y actividades.

Ciencias Naturales y Experimentales, currículum, Reforma educativa actual

Plantearse enseñar ciencias supone para el profesor ser capaz de elaborar una concepción de disciplina científica y de cómo el alumno aprende y construye el conocimiento. Sin embargo, el «saber» a enseñar en la escuela no es en modo alguno el resultado de una aplicación mecánica de los elementos que constituyen la disciplina científica sino una nueva construcción, resultante de conjugar aspectos psicopedagógicos, sociológicos y epistemológicos, que toma forma junto a otros elementos en un plan o proyecto educativo que guía la acción del profesor.

ASPECTOS CLAVE PARA LA ELABORACIÓN DE UN PROYECTO EDUCATIVO EN CIENCIAS

Dicho plan facilita que puedan ser seleccionados de modo fundamentado aquellos aspectos del saber científico que son necesarios para el desarrollo del alumno y para su integración en la sociedad y proporciona los «criterios psicopedagógicos base» para la adecuada intervención, de manera que la apropiación del saber por parte de los alumnos se lleve a cabo de modo significativo. En este sentido, es patente que las ideas que están en la base de la enseñanza de las ciencias y el modo como se concreta su realización se dan intrínsecamente relacionados y que, según como se reflejen y expliciten estas ideas o cuestiones clave, el plan o proyecto educativo es enfocado de maneras muy diferentes, como lo muestran las propuestas curriculares en boga.

Para nosotros, la enseñanza de las ciencias pretende que el alumno elabore una visión del mundo cada vez más acertada y completa, capaz de evitar la manipulación de opinión de unos sectores de la población por otro, supuestamente mejor informados. Pretende además el aprendizaje de una metodología útil para abordar los problemas de modo progresivamente más riguroso y objetivo. Por otra parte, al futuro ciudadano le será necesario conocer las posibilidades y los problemas que el uso de la ciencia origina y, por tanto, la educación, a través de la enseñanza de la ciencia, debe promover determinados valores y actitudes como, por ejemplo, la defensa del equilibrio medioambiental, la salvaguarda de los derechos humanos, la lucha contra el despilfarro y la desigualdad de recursos, etc. Los conocimientos científicos ayudan a comprender el funcionamiento del mundo y con ello posibilitan la contribución a su transformación.

El conocimiento científico es un conjunto de saberes agrupados en modelos teóricos que intentan explicar la realidad y es, a la vez, una metodología de investigación que permite acceder al conocimiento de esta misma realidad. Es el resultado de una actividad humana y sociocultural compleja con componentes ideológicos importantes que representa un pensamiento racional sobre el mundo y que es patrimonio de la humanidad. El conocimiento científico no sólo se construye sino que es cambiante, ya que en cada proceso o revolución epistemológica se reorganizan y estructuran de nuevo los saberes que se poseen sobre una determinada parcela de la realidad. Dicho conocimiento pretende la solución de problemas reales que afectan a la vida cotidiana de las personas y puede ser utilizado con fines muy diversos, como la comprensión de los fenómenos de la naturaleza y el control tecnológico.

La actividad científica está marcada por el sistema conceptual que guía al científico o grupo de científicos que la llevan a cabo y, en ese sentido, el estado de la ciencia en un momento determinado se define en base a las teorías que orientan sus campos de investigación en la actualidad; así, es posible efectuar una valoración crítica del avance científico y de las interpretaciones de la realidad a que da lugar. En este marco, el método asegura un

camino riguroso y objetivo que preside la elaboración de explicaciones. No existe un único método capaz de contribuir a crear modelos cada vez mas explicativos, ya que el proceso metodológico varia en función de la naturaleza de los problemas que se plantean. Existen, en cambio, procesos metodológicos comunes a las diferentes ciencias, variando las técnicas concretas que se aplican para ayudar a plantear los interrogantes y a resolverlos adecuadamente en cada una de ellas. En todo caso, para progresar en el camino de la investigación es necesario satisfacer una serie de condiciones básicas tales como la contrastación entre teoría y datos empíricos entendida como una interrelación constante, la formulación de hipótesis y el rigor en el método que se escoge.

Los alumnos y las ciencias

Los alumnos, a lo largo de la escolaridad, han de formarse una determinada concepción sobre lo que es la ciencia, no sólo como cuerpo de conocimientos sino como manera de pensar sobre el mundo y de construir explicaciones. Por ello, han de comprender y aceptar el carácter provisional de la explicación científica y la flexibilidad de su metodología, a fin de acercarse progresivamente a los conocimientos científicos utilizando, a tal fin, sus recursos personales de exploración y estudio de la realidad.

La manera de enfocar la relación entre la teoría y la experimentación por parte del profesor y del alumno puede ser diferente. A grandes líneas, el adulto suele buscar coherencia y relación entre ideas y experiencias, siendo estas últimas percibidas como formas de comprobación de la teoría. Para los niños las ideas científicas pueden ser maneras de provocar fenómenos o «de que pasen cosas» (Driver, 1988). Es, por ello, importante ayudar al alumno a plantearse preguntas, a formular explicaciones probables y a verificar estas últimas.

Los alumnos muestran, en el proceso de comprensión del mundo, teorías implícitas propias ya que, de forma espontánea, atribuyen causas a lo que sucede y a los fenómenos de su entorno. Parece que existe cierta relación entre los tipos de explicación que los sujetos muestran en un momento determinado de su evolución y teorías históricas ya superadas. Dichas interpretaciones se encuentran de forma similar entre alumnos de un mismo nivel y puede ser que evolucionen o que no lo hagan, en función de las experiencias educativas a que estén expuestos los alumnos y de las situaciones «problemáticas» a las que deban dar respuesta.



En didáctica de las ciencias se han valorado mucho estos aspectos ya que se ha comprobado ampliamente que las ideas iniciales de los alumnos existen y que se muestran persistentes y resistentes al cambio; todo ello constituye un serio problema para la enseñanza que tiene por función facilitar la evolución de las concepciones de los alumnos hacia concepciones científicas más elaboradas. El conocimiento experimental del alumno (aquel que ha formado a lo largo de su historia personal, por medios diversos) es, pese a todo, un factor importantísimo en el proceso de aprendizaje, ya que es precisamente el que lo potencia y lo hace posible.

Según la estrategia del «cambio conceptual», que actualmente parece la más apropiada, sería necesario provocar en el alumno una ruptura con las ideas que mantenía hasta el momento, hacerlo progresar en el conocimiento mediante la contrastación empírica y confrontarlo con explicaciones alternativas capaces de resolver mejor algunos de los problemas no solucionados por las ideas o recursos propios. Pero el cambio conceptual no se da al margen de un cambio metodológico (Gil y Carrascosa, 1985): se aprende un proceso nuevo que supone el uso de estrategias rigurosas para poder superar los límites de lo que resulta inicialmente evidente. El profesor, en suma, puede conseguir que el alumno desarrolle una cierta insatisfacción por sus creencias y procedimientos y que construya una concepción más inteligible, plausible y fructífera de la realidad.

El profesor y la enseñanza de las ciencias

En este proceso, el profesor actúa como mediador entre los conocimientos del alumno y los conocimientos científicos e interviene construyendo y negociando un marco de significados mediante los cuales ambos pueden esforzarse en un proceso constructivo de otros significados más elaborados. Este proceso puede catalogarse como de «renuncias y adquisiciones mutuas», por el que el alumno se cuestiona lo que ya sabe y el profesor renuncia momentáneamente a sus conocimientos como medio para hacer avanzar los que el alumno posee y ambos aprenden algo nuevo. Así, el proceso de construcción de significados compartidos es un jalón clave del proceso de conocimiento (Wertsch, 1988; Edwards y Mercer, 1988).

Existen proyectos educativos o propuestas curriculares basados en los principios hasta ahora expuestos aunque correspondan a diferentes concepciones sobre lo que es el currículo y sus concreciones, así como sobre el sentido del trabajo en este campo. Vamos a ver algunos ejemplos de estas distintas orientaciones, si bien todas estas propuestas se fundamentan en una concepción constructivista del aprendizaje y reconocen el papel de los contenidos en la planificación de la enseñanza y, por tanto, la importancia de la adecuada selección de los mismos.

En algunos casos se opta por la selección cuidadosa de los contenidos y de las actividades didácticas otorgando a los profesores el papel de ejecutor inteligente. El Proyecto SCIS, por ejemplo, corresponde a esta concepción de currículo. En otros casos se tiende a considerar que el currículo se concreta en el proceso mismo de enseñanza a partir de las ideas espontáneas de los alumnos, factor que influye poderosamente en la selección de actividades específicas, siendo en este caso el profesor quien elabora el currículo a través de un proceso que se puede catalogar de «investigación-acción». Podríamos citar como ejemplo algunos de los proyectos más actuales de ciencias, como por ejemplo el CLISP. Por último, existen proyectos que plantean una cierta continuidad entre la elección social del qué enseñar y cómo hacerlo, en los cuales corresponde al profesor la elaboración de programaciones específicas e intervenciones concretas en el aula. Las propuestas de la Reforma en marcha en nuestro país responden a la última de estas orientaciones.

El profesor puede tener un margen más o menos amplio para la toma de decisiones en relación a temas curriculares. En todos los casos, tanto si delega totalmente, en parte o en absoluto su responsabilidad en este campo, la enseñanza que lleve a cabo estará basada e impregnada de cuestiones y opciones ideológicas, sociológicas, epistemológicas y psicopedagógicas, opciones que necesariamente han de configurar un determinado estilo de enseñar y de aprender y unos resultados de aprendizaje y una metodología más o menos coherente y sistematizada. A partir de la propuesta general formulada para un determinado nivel educativo, de aquello que estipula el proyecto de la comunidad educativa en el seno de la cual desarrolla su labor y partiendo de sus propias ideas, concepciones y fines psicoeducativos, el maestro y equipo de maestros elaboran una propuesta concreta o programación que, en sí misma, debe ser abierta, es decir, adaptable a las características y procesos de aprendizaje de los diferentes alumnos y, por tanto, revisable.

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS CONTENIDOS «CONDUCTORES» DE UN CURRÍCULUM DE CIENCIAS

Cuando un profesor prepara sus clases, escoge como hilo conductor unos contenidos determinados en función de distintos criterios posibles. El resto de contenidos que incluirá en su programación (conceptos, procedimientos y actitudes) los somete a la idea principal o conductora y son programados en función de ella. Esta necesidad de un punto de partida determinado también se da cuando hablamos de interdisciplinariedad. Casi siempre una de las materias (disciplinas) es la que conduce —estructura— la programación, mientras que las otras se adecúan a ella.

Estado de la cuestión

Analizaremos las distintas opciones planteando las dicotomías que, a nuestro criterio, se plantean actualmente al profesor de ciencias y que requieren, de una manera u otra, una decisión por su parte. Las que nos parecen más importantes se refieren a: la orientación general de la ciencia que enseñamos (pura o aplicada); la enseñanza de contenidos o procesos (conceptos o método); conceptos o conceptos estructurantes o inclusores; enseñanza descriptiva o formal. Es evidente que todas las opciones presentadas deben tenerse en cuenta y que ninguna de ellas puede arrinconarse por completo; la elección marca simplemente una priorización de uno de los aspectos de cada dicotomía propuesta.

Ciencia pura/ciencia aplicada

Nuestros programas, libros de texto y la mayoría de currícula escolares optan por una ciencia pura. Pero, cada vez más, los profesores intentan plantearse la enseñanza de la ciencia de tal manera que a partir de ella puedan comprenderse los fenómenos cotidianos. Proliferan en la actualidad los currícula cuya base es un planteamiento tecnológico, ambiental, social, etc. y que, en consecuencia, propician la enseñanza de la ciencia en su vertiente aplicada. Las razones de tal planteamiento son de distinta índole. Por un lado, existen razones de tipo sociológico. En una etapa en la cual la escolarización hasta los 16 años se ha ampliado a toda la población no tiene sentido plantear unos currícula cuya orientación esté en la línea de preparar a los estudiantes que el día de mañana serán científicos. En consecuencia, parece más adecuado plantearse enseñar una ciencia que posibilite la lectura del periódico y la interpretación de fenómenos cotidianos que suceden en casa, en la calle, durante el tiempo libre. Con todo ello los alumnos podrán superar los mitos sobre muchos de los fenómenos diarios y, en lo posible, la manipulación por parte de los sistemas de presión: los individuos han de ser capaces de intervenir en su medio y, en consecuencia, deben formarse para ello.

Este tipo de orientación para los currícula es defendida también por aquellos que constatan el poco interés por las ciencias de los estudiantes. Se da el caso de que en países donde hay opcionalidad los alumnos no optan por asignaturas científicas y una de las hipótesis para explicar este hecho se basa en considerar que los problemas que se plantean a los estudiantes en las clases de ciencias están muy lejos de sus intereses y problemas reales. Por otro lado, también podemos encontrar razones de tipo psicológico. Nadie duda hoy en día de que los estudiantes, antes de empezar el estudio formal de cualquier tema, ya tienen sus ideas acerca del fenómeno objeto de estudio; en consecuencia, la clase de ciencias deberá consistir más en hacer evolucionar y, en según qué casos, cambiar estas ideas, que en transmitir los conceptos que unos científicos descubrieron en su tiempo. La necesidad de partir de los problemas cotidianos se argumenta, pues, no sólo con razones relacionadas con el enfoque científico más relevante socialmente, sino también con razones de tipo sociológico y psicológico.

Esta orientación curricular está avalada por el hecho, suficientemente comprobado, de que el alumno no transfiere necesariamente sus conocimientos aprendidos «formalmente» a problemas cotidianos. Dos situaciones que se pueden resolver aplicando el mismo concepto —una formal o escolar y la otra cotidiana— no son percibidas igual por el estudiante, que aplicará un tipo distinto de soluciones —explicaciones— para cada una de ellas.

En la línea de un currículum aplicado en la enseñanza de la ciencia han proliferado en nuestras escuelas e institutos un tipo de actividades estructuradas en talleres, EATP, etc., en las cuales se parte de estos problemas

cotidianos (electricidad, cocina, etc.). Pero, paralelamente, persisten las asignaturas científicas con las antiguas orientaciones caracterizadas por la falta de conexión con los problemas cotidianos. Con estos planteamientos se mantiene la división del trabajo (manual/intelectual) quedando reducidos los talleres a una mera manipulación, mientras que las clases teóricas continúan con planteamientos clásicos. No es ésta la orientación que se da a los distintos proyectos científicos en el extranjero. En todos ellos se quiere llegar a un cierto grado de conceptualización a través del estudio de problemas cotidianos y lo que varía es el enfoque que se da a los currícula: ambiental, social, tecnológico, etc. Muchos de los conceptos, procedimientos y actitudes que son objeto de estudio serán los mismos que en otros enfoques, pero el orden y el grado de profundización variará.

La opción por una orientación concreta la hará el profesor o el centro escolar que opta por una determinada tendencia en función de su proyecto educativo. En ella puede influir también la constatación de que este enfoque permite establecer una fácil conexión con otras disciplinas.

Procesos/conceptos

En los años 60, cuando se hizo un gran esfuerzo para revisar los contenidos de los currícula de ciencias, se planteó la posibilidad de otro enfoque en su selección, basada en escoger los procesos científicos como hilo conductor del aprendizaje. La principal razón que llevó a esta opción fue constatar la dificultad de escoger, entre el gran número de conocimientos científicos, los que podrían ser más apropiados para la enseñanza, ya que ciertamente es imposible que un estudiante pueda aprenderlos todos. Si se enseñan aquellos que tradicionalmente se han considerado más básicos, muchos otros, que son precisamente los que el estudiante utiliza o sobre los que lee cotidianamente (como, por ejemplo, la electrónica, ondas electromagnéticas, accidentes nucleares, etc.), nunca serán estudiados en una enseñanza básica. Ello llevó a considerar que era más importante aprender los procesos que conducen al aprendizaje científico (observar, emitir hipótesis, diseñar experiencias, etc.) que estudiar los contenidos científicos concretos. La hipótesis era que si el alumno adquiría la metodología de trabajo de los científicos sería capaz de aplicarla al estudio de cualquier problema con el que se pudiera encontrar y sobre el que quisiera aprender.



Esta corriente se vio reforzada por las ideas de Piaget, según las cuales un individuo puede aprender cualquier concepto clasificado como formal si se encuentra en la etapa de las operaciones formales. En consecuencia, era importante plantear actividades que posibilitaran el paso de las operaciones concretas a las formales. Como

tales actividades son, en general, de tipo experimental, esta orientación del currículum dio un gran impulso al desarrollo de actividades experimentales orientadas al aprendizaje de los estudiantes. Semejante planteamiento está hoy en crisis. Por un lado, diferentes investigaciones muestran que «el contenido es una variable determinante de la actuación de los sujetos en tareas formales» (del Pozo, 1987). En la etapa del pensamiento formal, el individuo puede lograr explicar cómo sucede un fenómeno, pero no llegará a explicar por qué pasa. Así, por ejemplo, tal vez consiga aislar las variables que intervienen en la oscilación del péndulo y concluya que el único factor influyente es la longitud de la cuerda, pero no podrá explicar por qué es así. Por otra parte, en palabras de Driver (1983), supone creer que el alumno puede ser «científico por un día». Este enfoque responde a una visión simplista de la ciencia, según la cual se considera que el conocimiento científico está basado en la observación y en la recogida de datos y que las leyes y las teorías se deducen de ellos. Es cierto que los alumnos extraen conclusiones, pero a menudo no coinciden con las de la comunidad científica, ya que las observaciones no son objetivas y están condicionadas por las propias teorías.

Conceptos/conceptos «estructurantes» o básicos

Para resolver la dicotomía sobre el elevado número de conceptos científicos que se pueden aprender y el tiempo del cual se dispone, diversos autores plantearon otra hipótesis de trabajo. Esta consiste en intentar definir cuáles son los conceptos a partir de los cuales se pueden construir todos los demás. Ya en los años 70, proyectos como el SCIS en USA y Patterns en Gran Bretaña optaron por este tipo de planteamiento.

Este enfoque considera que en la base de las diferentes disciplinas científicas se encuentran una serie de conceptos que forman el armazón sobre el cual se construyen todos los demás. De igual manera que para aprender a leer deben conocerse las letras del abecedario y que para aprender a dividir debe conocerse la suma, esta línea del currículum pretende definir cuáles son estos conceptos básicos para el aprendizaje de las ciencias y su posible orden de aprendizaje. Algunos de estos conceptos son los de diversidad, sistema, interacción, cambio, ciclo, estructura, modelo, azar, equilibrio, materia, energía, etc. Cada uno de ellos está en la base de distintos conocimientos científicos. Así, por ejemplo, el concepto de equilibrio está relacionado con el de fuerza (equilibrio de fuerzas), ácido/base, ecosistema, regulación hormonal, etc.

Este punto de vista es atractivo para muchos diseñadores de currícula científicos, porque permitiría clarificar cuáles son los conceptos más estructurantes y básicos, aquellos sobre los que se construyen todos los demás; según las teorías de Ausubel, se trataría de los conceptos inclusores a partir de los cuales es posible el aprendizaje.

El saber científico

Sin embargo, esta opción provoca también objeciones de todo tipo. Por un lado, persiste el problema de la transferencia de los grandes conceptos, formales, a los fenómenos cotidianos. El hecho de conocer un concepto general no asegura que el alumno lo sepa aplicar a cada una de las situaciones o fenómenos con los que se relaciona. Por otro, estos conceptos son generalizaciones a las que se llega como síntesis de diferentes fenómenos y de la conceptualización relacionada con ellos y no como punto de partida. Para muchos, plantear un currículum basado en el aprendizaje de este tipo de conceptos podría llevar a la enseñanza de las ciencias a una situación parecida a la que llevó la matemática moderna a la enseñanza de esa disciplina. Además, y ésta es una objeción importante, nadie puede asegurar en este momento cuáles son realmente estos conceptos básicos y qué relaciones existen entre ellos. Los proyectos que se han elaborado con este criterio responden más a las ideas de los autores que a unas bases reales contrastadas científicamente. Para llegar a definirlos con rigor será necesario un largo proceso de investigación curricular. También debe considerarse que sería problemático lanzarse de una forma generalizada a promover currícula con estas bases sin replantear a fondo la formación de profesores, ya que este enfoque representa un cambio radical de la tradición de aprendizaje y enseñanza.

Por todo ello, en este momento, no parece que la enseñanza a partir de los «conceptos básicos» sea una opción definida, aunque parece sumamente interesante y prometedora. Esperemos que la investigación didáctica permita clarificar las ventajas y los inconvenientes de un currículum basado en estas premisas.

Éste ha sido otro de los grandes temas de discusión. Antes de los años 60 los currícula tenían un enfoque claramente descriptivo. Estudiábamos las plantas, los animales y los materiales uno a uno. Nos informábamos sobre el ácido sulfúrico o sobre cualquier material y el esquema era el mismo: propiedades, obtención, aplicaciones. De cada animal estudiábamos sus características externas y cómo realizaba las diferentes funciones: relación, nutrición y reproducción. El currículum se basaba en el estudio de hechos. Como el número de hechos era muy grande, se seleccionaban los que se consideraban más representativos, pero aún así eran muchas las situaciones que los alumnos debían conocer. Por más que pueda parecer sorprendente, este tipo de currículum iba asociado a un aprendizaje memorístico. Se aprendían de memoria las características de estos materiales, seres vivos o hechos.

Por ello, a finales de los años 50, se hizo un planteamiento más conceptual del currículum, a fin de presentar la ciencia como un sistema coherente de ideas. Se escogieron los grandes sistemas conceptuales —teoría atómica, teoría cinética, teoría celular, etc.— y se pasó de estudiar, por ejemplo, cada ácido en particular a aprender el concepto de ácido y de estudiar la alimentación de diferentes animales a aprender el concepto de nutrición. Bruner defendió esta línea del currículum en la creencia de que el aprendizaje de un sistema conceptual posibilita que los alumnos lo apliquen a diversas situaciones, lo transfieran.

Pero las conexiones que son obvias para los científicos no lo son para los alumnos. El estudiante tiene sus propias ideas para explicar los hechos y, muchas veces, utiliza teorías diferentes para explicar fenómenos que para los científicos son similares. Por otro lado, esta orientación del currículum basada en el aprendizaje de conceptos generales y de sistemas conceptuales ha contribuido a que los temas objeto de estudio estén alejados de los problemas reales de los estudiantes, ya que dichos conceptos representan un grado de abstracción elevada de una realidad cotidiana que a veces se conoce insuficientemente. Por todo ello se está reivindicando de nuevo la importancia de la descripción como primer paso para llegar a la conceptualización, pero se trata de una descripción que ha de llevar al planteamiento de problemas y a la explicitación de las propias ideas para explicar los fenómenos. No se trata de volver miméticamente a la situación de los años 50, sino de resituar el proceso de abstracción, la importancia del cual no puede ponerse en duda.

CONCLUSIONES

- Hemos visto cómo el diseño del currículum requiere criterios de selección y que no siempre es fácil decidir. En la tradición actual y de acuerdo con grupos de profesores cada vez más amplios, parece que debemos optar por enseñar una ciencia que pueda ser aplicada a la interpretación de los fenómenos. Para que ello sea posible, sus contenidos experimentales y conceptuales deberán estar estrechamente vinculados: no se trata de transmitir las teorías formalizadas, vacías de contenido, que caracterizaron la tradición culturalista anterior. No se trata de decidir entre enseñar conceptos o enseñar procesos, sino que es necesario enseñarlos conjuntamente, porque los conceptos científicos se elaboran y se aprenden a través de determinados procesos aplicados a la resolución de determinadas preguntas que son sugeridas por determinadas actividades.

- Muchos autores destacan la importancia de seleccionar determinadas actividades que puedan despertar por ellas mismas la curiosidad, estimular la formulación de preguntas y comunicar el entusiasmo necesario para aprender significativamente. Esta preocupación, característica de algunos currícula abiertos, es coherente con la nueva manera de entender la enseñanza y el aprendizaje y pretende ofrecer ocasiones diversas en las cuales se ponga a prueba los diversos esquemas conceptuales de que se dispone. La posibilidad de dominar con coherencia los contenidos científicos aprendidos, sin embargo, aparece ligada a la adquisición, por parte del alumno, de conceptos generales, que le permitan el reconocimiento tanto de las semejanzas entre las nuevas situaciones que se le presenten y otras ya trabajadas como de las diferencias entre ambas. Así irá enriqueciendo progresivamente el significado de estos conceptos básicos que estructuran su conocimiento, que le serán más y más útiles.

- ¿Pero cuáles son los conceptos generales que proporcionan este almacén inicial que es susceptible de un enriquecimiento progresivo? ¿Existen realmente? Como hemos visto, nos encontramos aún en el terreno de las hipótesis y de las intuiciones. Sin embargo existen pruebas a favor de la conveniencia de un currículum cíclico; algunos conceptos (los más generales) son puestos en juego repetidamente y su significado evoluciona y se llena

de significado experimental y descriptivo a medida que el alumno lo utiliza en situaciones progresivamente complejas. Es necesario reconocer la necesidad y la urgencia de investigaciones serias y coordinadas que puedan cubrir el extensísimo abanico de los contenidos científicos que aparecen en los programas actuales a través de las cuales se pueda detectar estos «conceptos clave» que parecen tan prometedores y que sean capaces de poner de relieve tanto la fundamentación psicológica como la epistemológica de los mismos, así como su función en diferentes situaciones de enseñanza y aprendizaje.



- Tales conceptos básicos deben resultar útiles para que el alumno de un determinado nivel de enseñanza pueda desarrollar su propio aprendizaje de acuerdo con sus capacidades, progresando así en el conocimiento científico. De ahí la necesidad de la investigación curricular en ciclos determinados de la escolaridad. Parece necesario definir preguntas básicas y estilos de respuesta que puedan trabajarse en ciclos de escolaridad amplios y que sean adaptables a las peculiaridades de cada centro educativo y a las de los propios alumnos.

- Se ha dicho que estos grandes conceptos son, en realidad, muy complejos y que, por ello, no pueden aprenderse prematuramente. Sin embargo, disponemos en la actualidad de recursos insospechados hace unos años: ordenadores, vídeo, películas, etc. He aquí un nuevo campo que debe ser explorado creativamente (las simulaciones en ordenador, por ejemplo, pueden proporcionar ocasiones de presentar situaciones experimentales a las cuales no podríamos referirnos de ninguna otra manera). Necesitamos material didáctico nuevo, que ayude a presentar las teorías científicas, los procesos y los conceptos de forma equilibrada y relacionada con las preguntas que nos plantean los fenómenos de la naturaleza y que ayude, así, a responder al reto de enseñar significativamente, planteado desde una perspectiva constructivista del aprendizaje.

- Queda aún un aspecto importante. Si el currículum aparece como la guía por excelencia para la enseñanza; si se lo concibe como abierto, aunque sea parcialmente, para adaptarse mejor a la realidad de la clase; si se lo quiere vinculado a la investigación; si él mismo se considera una investigación, puesto que una de sus fuentes es la práctica docente y la interacción entre ambos (realidad del aula-currículum) puede ser analizada, nos encontraremos probablemente pidiendo demasiado a los profesores. Y no por incapacidad, sino porque la tarea a realizar es difícil y compleja y requiere una ayuda concreta, una formación específica que el enseñante debe recibir necesariamente.

- La reforma curricular depende, así, intrínsecamente, de la competencia profesional de los profesores. Estos han de llegar a ser autónomos en sus clases, han de poder «pasar a la acción», con la seguridad de quien sabe bien lo que se lleva entre manos. Sin embargo, para llegar a ello debe recorrerse un camino. Seguramente es conveniente que determinados currícula diseñados por especialistas sean puestos a prueba en las aulas y es por aquí por donde se debería empezar. Pero el profesor debe hacérselo suyo: el modelo de ciencia que en él se proponga y las finalidades del aprendizaje en que se basan han de ser, conscientemente, los propios: están en juego muchos factores y sólo una actuación coherente y convencida puede impulsarlos a todos con eficacia.

DRIVER, R. (1983): *The pupil as scientist?*, Open University Press Milton Keynes, Londres.

EDWARDS, D. y MERCER, N. (1988): *El conocimiento compartido. El desarrollo de la comprensión en el aula*, Paidós-MEC, Madrid.

GIL, D. y CARRASCOSA, J. (1985): «Science teaching as a conceptual and methodological change», en *European Journal of Science Education*, 7, (3), pp. 231-236.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, P. (1988): «Entrevista a Rosalind Driver» en *Cuadernos de Pedagogía*, nº 155, p. 34.

POZO, I. (1987): «Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal», *Aprendizaje/Visor*, Madrid.

WERTSCH, J.V. (1988): *Vygotski la formación social de la mente*, Paidós, Barcelona.