



FUNDAMENTOS

Los programas-guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias *

Daniel Gil Pérez
Universitat Autònoma de Barcelona
Joaquín Martínez Torregrosa
Universitat de València

RESUMEN

Se presenta aquí una propuesta de concreción de los planteamientos constructivistas para el aprendizaje de las ciencias y se abordan -a la luz del desarrollo actual de la investigación didáctica- algunas de las críticas más frecuentes a dichos planteamientos.

Introducción

Hace ya más de 10 años, en una breve nota titulada «De una pedagogía activa a una pedagogía de las actividades concretas» (Gil 1975),

planteábamos la necesidad de superar la idea vaga de «enseñanza activa» y de programar el desarrollo de las clases diseñando actividades concretas. «La idea básica -precisábamos (Furió y Gil 1978)- es que el desarrollo del

* Comunicación presentada en el II Congreso Internacional de Investigación en Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. Valencia. 1987.

tema ha de programarse a base de actividades a realizar por los alumnos, constituyendo lo que podríamos denominar un programa-guía. Con estas actividades se trata, en la medida de lo posible, de colocar a los alumnos en situación de producir conocimientos, de explorar alternativas, superando la mera asimilación de conocimientos ya elaborados».

Estas propuestas han tenido una cierta incidencia y han sido recogidas por algunos grupos, fundamentalmente de Física y Química. Mientras tanto se ha producido un notable desarrollo de la investigación en la didáctica de las ciencias y parece conveniente revisar las propuestas didácticas que fundamentan la idea de los programas-guía de actividades a la luz de dicha investigación. Este es, precisamente, el objetivo del trabajo que aquí presentamos. No intentaremos, sin embargo, fundamentar aquí el modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias, remitiéndonos para ello a trabajos anteriores (Gil 1983, 1985 y 1986) y, por supuesto a la amplísima bibliografía aparecida al respecto (Posner et Al 1982; Osborn y Wittrock 1985; Gil y Carras-cosa 1985; Driver 1986; Hashweh 1986; Driver y Oldham 1986; Novak 1986; Cañal y Porlán 1987; Millar y Driver 1987; Novak 1987). Como índice de la actual pujanza de las orientaciones constructivistas pueden consultarse las actas del «Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics» organizado por J.D. Novak en la Universidad de Cornell en julio de 1987.

Centraremos este trabajo en el abordaje de algunas cuestiones que –a lo largo de un elevado número de cursos y seminarios para profesores en activo y en formación se han formulado reiteradamente. Concretamente:

- ¿Por qué orientar el aprendizaje como construcción de conocimientos?
- ¿Es imaginable que los alumnos puedan construir los conocimientos que tanto tiempo y esfuerzo exigieron a los científicos más creativos?
- ¿Por qué Programas-guía?
- ¿Cómo utilizar los programas-guía?
- ¿Como elaborar los programas-guía? y, a modo de conclusión
- ¿Qué inconvenientes puede presentar el uso de programas-guía?

¿Por qué orientar el aprendizaje como construcción de conocimientos?

Responder adecuadamente esta cuestión supondría tanto como fundamentar el modelo constructivista. Más aún, exigiría también mostrar la ineficacia de las propuestas alternativas. No es éste, por supuesto, el lugar para ello, por lo que nos limitaremos a algunas breves consideraciones acerca de las orientaciones que, explícita o implícitamente, se oponen al modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias.

Nos referiremos en primer lugar a la corriente que pone el acento en la familiarización con «los procesos de la ciencia» y rechaza el valor de la adquisición de conocimientos, dado su carácter siempre transitorio, el esfuerzo memorístico que implica, etc. Millar y Driver (1987), tras documentar la influencia creciente que esta corriente ha adquirido en el Reino Unido, han puesto de relieve los graves errores epistemológicos, psicológicos y didácticos que subyacen en esta orientación. El trabajo de Millar y Driver constituye un detenido análisis crítico de los supuestos subyacentes en la propuesta de centrar el aprendizaje en los procesos de la ciencia. Los autores comienzan por sintetizar estos supuestos que, básicamente, serían:

- Los procesos de la ciencia son identificables y caracterizan la forma en que los científicos trabajan,
- esos procesos son independientes de los contenidos y
- el conocimiento científico se obtiene inductivamente a partir de experiencias sensibles, en las que los «procesos» juegan el papel central.

A continuación, y desde la perspectiva de la filosofía de la ciencia, Millar y Driver muestran la inexistencia de lo que se denomina «El Método Científico», del que «los procesos de la ciencia» serían una descripción operativizada. Más aún, los autores argumentan que ni siquiera puede hablarse de la observación, clasificación, etc., como de actividades que –sin formar parte de un algoritmo rígido– constituyan aspectos relevantes y distintivos de la actividad científica. Así, refiriéndose a la observación, Millar y Driver señalan, por una

parte, que la observación es una actividad cotidiana que los niños y adultos realizan continuamente y que no tiene mucho sentido organizar el aprendizaje de algo tan común. Por otra parte recuerdan la evidencia acumulada que muestra cómo las observaciones científicas vienen determinadas por el marco teórico de quien observa, por lo que en ningún caso se puede considerar la observación como una habilidad científica general, independiente de los contenidos.

Una segunda perspectiva crítica está basada en la psicología cognoscitiva. Desde dicha perspectiva, los autores señalan la importancia de las concepciones previas de los alumnos y ponen en evidencia que la visión empirista de la adquisición de conocimientos a partir de observaciones, clasificaciones, inferencias y experimentos, no corresponde en absoluto a la forma en que los alumnos aprenden.

En tercer lugar, Millar y Driver se refieren a la imposibilidad de enseñar habilidades tales como la observación, etc., en un contexto independiente de los contenidos.

Esta crítica de una enseñanza/aprendizaje de las ciencias centrada en los procesos, la extienden también, lógicamente, al «aprendizaje por descubrimiento», que es descrito por los autores como un intento de acoplar el aprendizaje de los procesos con el de unos ciertos conocimientos «descubiertos» gracias, precisamente, al uso de los procesos.

Toda esta crítica coincide básicamente con la realizada precedentemente por otros autores como Ausubel (1978) y Hodson (1985). Precisamente, en ambos autores encontramos un segundo tipo de argumentación en contra del modelo constructivista. En efecto, ambos coinciden en derivar de su fundamentado rechazo del aprendizaje por descubrimiento, propuestas más o menos explícitas de retornar al modelo de aprendizaje por recepción de conocimientos ya elaborados. Así, según Hodson, el principal objetivo de la enseñanza de las ciencias es que los alumnos aprendan las teorías vigentes y sepan aplicarlas a los fenómenos adecuados en las situaciones apropiadas. Se trata, en definitiva, de *aprender* ciencia, no de (re) hacerla.

Sin embargo, estas propuestas –pese a las indudables mejoras introducidas por Ausubel en el modelo de aprendizaje por recepción (Ausubel 1978; Novak 1979)– no han dado

solución a los principales problemas del aprendizaje de las ciencias, como ha mostrado claramente la línea de investigación que, partiendo de la constatación de graves errores conceptuales –y persistentes tras una enseñanza reiterada– ha evolucionado hacia el estudio del papel de las ideas intuitivas de los alumnos en el aprendizaje de los conocimientos científicos (Driver 1986). Por ello no puede aceptarse que la solución a los problemas planteados por una concepción inductivista de la ciencia y de su aprendizaje sea el retorno al modelo de transmisión/recepción de conocimientos ya elaborados (Gil 1983). Como Millar y Driver (1987) señalan, «No consideramos que la alternativa a la orientación centrada en los procesos sea la vuelta a la transmisión de conocimientos, ni tampoco el aprendizaje por descubrimiento. Por el contrario, sugerimos que deben tomarse en consideración perspectivas alternativas que reflejen mejor nuestra comprensión del proceso de aprendizaje y de la ciencia como actividad humana. Actualmente están desarrollándose intentos de diseñar el curriculum de ciencias en esa dirección (...). Tales intentos contemplan el aprendizaje como una construcción personal y social más que como algo objetivo que se descubre (...). El estudiante es visto como alguien activamente implicado en la construcción de significado, aportando sus concepciones previas a la interpretación de nuevas situaciones. El aprendizaje tiene lugar mediante la interacción de las ideas de los niños con la experiencia y con las ideas de los otros, modificándose así las propias ideas, que se amplían o experimentan cambios más o menos profundos durante el proceso; y el curriculum es contemplado como un conjunto de situaciones de aprendizaje que lo hacen posible».

El modelo emergente de aprendizaje de las ciencias aparece así contrapuesto, a la vez, al de «recepción» de conocimientos y al de «descubrimiento» o centrado en los procesos de la ciencia. Conviene puntualizar que, aunque la actual emergencia del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias pueda asociarse a la línea de investigación centrada en los preconceptos de los alumnos (Posner et Al 1982; Osborne y Wittrock 1985; Gil y Carrasosa 1985; Driver y Oldham 1986; Hashwed 1986), en él se integran coherentemente aportaciones muy diversas –Bachelard (1938),

Piaget (1970), Vigotsky (1973), Kelly (Pope y Gilbert 1981)...– lo que, sin duda, refuerza su validez.

Insistimos de nuevo, para terminar, en que no es posible proceder aquí a la exposición y justificación del modelo constructivista. Hemos querido tan sólo referirnos a dos de las corrientes que aparecen hoy como alternativas a dicho modelo e indicar brevemente algunas de sus limitaciones.

¿Es posible que los alumnos construyan los conocimientos científicos?

«No tiene sentido –se suele afirmar– suponer que los alumnos, *por sí solos* (?) puedan construir *todos* (?) los conocimientos que tanto tiempo y esfuerzo exigieron de los más relevantes científicos». Esta y parecidas críticas se repiten una y otra vez. Sin embargo la crítica es inconsistente con lo que sabemos sobre la naturaleza del trabajo científico. En efecto, es bien sabido que cuando alguien se incorpora a un equipo de investigadores, rápidamente puede alcanzar el nivel del resto del equipo. Y ello *no* mediante una transmisión verbal, sino abordando problemas en los que quienes actúan de directores formadores son expertos. La situación cambia, por supuesto, cuando se abordan problemas que son nuevos para todos. El avance –si lo hay– se hace entonces lento y sinuoso. La propuesta de organizar el aprendizaje de los alumnos como una construcción de conocimientos, responde a la primera de las situaciones, es decir, a la de una investigación dirigida, en dominios perfectamente conocidos por el «director de investigaciones» (profesor) y en la que los resultados parciales, embrionarios, obtenidos por los alumnos, pueden ser reforzados, matizados o puestos en cuestión, por los obtenidos por los científicos que les han precedido.

No se trata, pues, de «engañar» a los alumnos, de hacerles creer que los conocimientos se construyen con la aparente facilidad con que ellos los adquieren, sino de colocarles en una situación por la que los científicos habitualmente pasan durante su formación, y durante la que podrán familiarizarse mínimamente con lo que es el trabajo científico y sus resultados, replicando para ello investigaciones ya realizadas por otros, abordando, en definitiva, pro-

blemas conocidos por quienes dirigen su trabajo.

La idea del programa-guía de actividades responde a este principio de trabajo de investigación dirigida. Un trabajo de investigación en el que constantemente se cotejan los resultados de los distintos equipos y se cuenta con la inestimable ayuda de un auténtico experto. En este sentido estamos totalmente de acuerdo con Pozo (1987) cuando afirma que «de lo que se trata es que el alumno construya su propia ciencia ‘subido a hombros de gigantes’ y no de un modo autista, ajeno al propio progreso del conocimiento científico». No pensamos, sin embargo que ello se favorezca con la «integración de la enseñanza por descubrimiento y de la enseñanza receptiva» (Pozo 1987); sino mediante un trabajo colectivo de investigación dirigida, tan alejado del descubrimiento autónomo como de la transmisión de conocimientos ya elaborados (Gil 1983; Millar y Driver 1987).

¿Por qué programas-guía?

La cuestión de por qué elaborar programas-guía surge a menudo entre quienes, estando de acuerdo con las orientaciones constructivistas, conciben la construcción de conocimientos como algo más flexible y abierto, menos dirigido por actividades programadas con antelación.

Como ya hemos señalado en la introducción, la idea básica que subyace en la elaboración de los programas-guía es favorecer que, a través de las actividades, los alumnos puedan construir y afianzar conocimientos, al tiempo que se familiarizan con algunas características del trabajo científico. Pero ello exige que el conjunto de actividades posean una lógica interna que evite aprendizajes desconexos y procesos excesivamente erráticos. Dicho de otro modo, ello exige que las actividades estén cuidadosamente estudiadas para cubrir el contenido del tema objeto de estudio. No puede, pues, pensarse en actividades sueltas ni en una completa improvisación, sino en un verdadero *programa* que pueda orientar y prever el trabajo de los alumnos.

Por otra parte, aunque existe el peligro de que un programa se convierta en una camisa de fuerza –en la medida en que las actividades no hayan sido correctamente diseñadas para

prever el proceso del trabajo de los alumnos–, el peligro de una falta de programación previa es sucumbir a la improvisación... del profesor, es decir, recaer en la actividad del profesor como característica esencial.

Cabe señalar además, que esta idea de programa-guía de actividades, que fue introducida por nosotros hace ya una década (Furió y Gil 1978; Gil 1982) –y que se ha traducido en la preparación de abundantes materiales (Furió et Al 1979; Gil et Al 1979; Calatayud et Al 1986; Calatayud et Al 1987)– ha recibido un importante apoyo en un reciente trabajo de Driver y Oldham (1986), quienes llegan a afirmar que quizás la más importante implicación del modelo constructivista en el diseño del currículum sea «no concebir el currículum como un conjunto de conocimientos y habilidades, sino como *el programa de actividades* a través de las cuales dichos conocimientos y habilidades pueden ser construidos y adquiridos».

¿Cómo utilizar los programas-guía?

La utilización de los programas-guía está presidida por la idea de favorecer un trabajo colectivo en el doble sentido de estructurar la clase en pequeños grupos que van abordando las sucesivas actividades y de potenciar los intercambios entre dichos grupos.

No creemos necesario recordar aquí los bien conocidos y documentados argumentos en favor del trabajo en pequeños grupos como forma de incrementar el nivel de participación y la creatividad necesaria para abordar situaciones no familiares y abiertas (Ausubel 1978; Solomon 1987; Linn 1987), como indudablemente son las concebidas para posibilitar la construcción de conocimientos. Sí queremos insistir, por el contrario, en la necesidad de favorecer la máxima interacción entre los grupos, a través de la cual los alumnos pueden asomarse a una característica fundamental del trabajo científico: la insuficiencia de las ideas y resultados obtenidos por un único colectivo y la necesidad de cotejarlos con los obtenidos por otros, hasta que se produzca suficiente evidencia convergente para que la comunidad científica los acepte. Nunca se insistirá bastante, en efecto, en que, por ejemplo, unos pocos resultados experimentales como los que se pueden obtener en un

laboratorio escolar no permiten hablar de verificación de hipótesis (Hodson 1985); de ahí la importancia de los intercambios inter-grupos y la participación del profesor como «portavoz de otros muchos investigadores» (es decir, de lo que la comunidad científica ha ido aceptando como resultado de un largo y difícil proceso). Por ello, la forma de trabajo que proponemos para las clases difiere de la que es habitual en las clases organizadas en pequeños grupos, consistente en proponer tareas de una cierta extensión que cada grupo elabora autónomamente –con ocasionales ayudas que puede solicitar del profesor– para pasar a una puesta en común posterior, al término del trabajo. Este sistema presenta, en nuestra opinión, serios inconvenientes como son:

- Ruptura de la unidad de la clase, debido a las diferencias de ritmo en el trabajo de los grupos, lo que se traduce, si las tareas son extensas, en desfases considerables, difíciles de recuperar.

- Peligro de desorientación de los alumnos, dado que algunas actividades suponen la correcta realización de las anteriores.

- Imposibilidad de que el profesor satisfaga las peticiones de ayuda de los pequeños grupos, que suelen solicitarse simultáneamente sobre aspectos diferentes.

Todas estas dificultades –y, sobre todo, la razón básica que hemos fundamentado más arriba, de posibilitar un continuo intercambio entre los grupos– nos han llevado a una forma de trabajo más estructurada consistente en que, tras la realización de cada actividad se produzca una puesta en común antes de pasar a la siguiente. Ello permite al profesor reformular y sintetizar, si fuera necesario, las aportaciones de los grupos, orientando al propio tiempo la actividad siguiente. Por supuesto dicha puesta en común no debe emplear excesivo tiempo. Pueden utilizarse para ello diversas técnicas: bien una transcripción simultánea de las respuestas de los grupos en la pizarra, bien solicitar la respuesta de un solo grupo, respuesta que los demás grupos, en caso necesario, critican, completan o matizan. En cualquier caso, es necesario que el profesor juegue un papel activo, centrandose las intervenciones y realizando en el momento oportuno una reformulación globalizadora. A este

respecto, no es conveniente esperar a que todos los grupos hayan terminado antes de pasar a la puesta en común, lo que podría entorpecer el ritmo normal de la clase. En realidad la puesta en común ofrece la posibilidad de completar el trabajo pendiente en algún grupo y, por otra parte, una cierta tensión positiva para que el trabajo se haga rápidamente –dentro de ciertos límites que el profesor ha de saber valorar– resulta beneficiosa, evitando la dispersión y el aburrimiento. El profesor debe pues estar atento al trabajo de los grupos y saber pasar a la discusión general en el momento oportuno. Naturalmente, puede ocurrir en algunas ocasiones que el trabajo de los grupos haya sido ineficaz –quizás porque la actividad planteada era inadecuada, lo que obliga a su modificación– o bien, lo que sucederá más frecuentemente, que dicho trabajo sea incompleto y el profesor deba, en sus reformulaciones, añadir información, etc. Pero el hecho de que esta información responda a problemas (Otero 1985) que los grupos se han planteado previamente la hace significativa para los alumnos, incluso cuando su trabajo ha resultado infructuoso. Una de las críticas más comunes al modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias consiste, precisamente, en poner en duda que el trabajo de los alumnos pueda ser fructífero. Nos remitimos al apartado 3 para la discusión de esta cuestión.

En definitiva, pues, la forma en que utilizamos el programa-guía consiste en la realización ordenada de las actividades propuestas, seguida, cada una de ellas, en general, por una puesta en común, con reformulación del profesor que puede así ayudar a clarificar y completar el trabajo de los pequeños grupos.

¿Cómo elaborar los programas-guía?

¿Cómo diseñar programas de actividades que hagan posible la construcción de conocimientos por los alumnos? Sin duda es esta una cuestión fundamental y para la que sólo hay una respuesta posible: mediante un constante trabajo de investigación aplicada (Gil 1982; Driver y Oldham 1986). Un trabajo que comience teniendo en cuenta las aportaciones de la investigación en el diseño de las actividades y que someta a contrastación experimental la viabilidad de cada actividad –de su conjunto–

para favorecer un aprendizaje significativo y generar actitudes positivas hacia ese aprendizaje.

Desde ese punto de vista, un programa-guía aparece como algo siempre en (re) elaboración, sometido a retoques, añadidos y, a menudo, remodelaciones totales, fruto de la experiencia obtenida en su aplicación y de las nuevas aportaciones de la investigación didáctica. Ello supone, sin duda, mucho más trabajo para el profesorado, pero al mismo tiempo concede a dicho trabajo todo el interés de una investigación, de una tarea creativa, lo que sin duda es uno de los requisitos esenciales para una acción docente eficaz (Gil 1985).

Tan sólo a título de ejemplo enumeramos a continuación algunos tipos de actividades que, en general, consideramos tener en cuenta para la confección de un programa-guía de Física y Química para alumnos de Enseñanza Media (Furió y Gil 1978). Insistimos, sin embargo en que no tratamos de sugerir que la confección de un programa-guía deba regirse por un listado de este tipo: son criterios epistemológicos y psicológicos los que han de orientar el cambio conceptual que supone toda construcción de conocimientos. A pesar de ello consideramos conveniente tener en cuenta toda una multiplicidad de tipos de actividad que pueden ser útiles en la construcción, clarificación y/o afianzamiento de los conocimientos (si mas no, contribuyendo a una variedad de abordajes que evite la monotonía).

Presentamos, pues, una selección de tipos de actividad que hemos agrupado en tres bloques que denominados respectivamente de «iniciación», de «desarrollo» y de «acabado» del tema (Furió y Gil 1978).

A. Actividades de iniciación

- Sensibilización al tema (motivación).
- Proporcionar una concepción preliminar de la tarea que sirva de hilo conductor.
- Explicitación y puesta en valor de las ideas que posean los alumnos.

B. Actividades de desarrollo

- Construcción y manejo significativo de los conceptos:
 - Introducción cualitativa de los conceptos físicos y químicos (a partir de las ideas intuitivas previas y a título de hipótesis) e inven-

ción de definiciones operativas basadas en dichos conceptos cualitativos.

- Manejo reiterado de los conceptos introducidos en distintas situaciones, cara a contrastar su validez y, en su caso, afianzarlos.
- Construcción de gráficos cualitativos como forma de favorecer la discusión y comprensión de aspectos complejos.
- Interpretación física de datos numéricos.
- Establecimiento de semejanzas y diferencias.
- Establecimiento de conexiones entre partes distintas de la asignatura.
- Establecimiento de «líneas de demarcación» entre expresiones y conceptos más o menos próximos.
- Detección de errores (introducidos expreso).
- Establecimiento del dominio de aplicabilidad (o campo de validez) de una expresión.
- Análisis crítico de proposiciones.
- etc.

– Familiarización con aspectos clave del trabajo científico a desarrollar en el abordaje de problemas (experimentales o no).

- Formulación precisa de problemas a partir de situaciones problemáticas abiertas.
- Emisión y fundamentación de hipótesis a partir de los conocimientos previos.
- Manejo de la literatura.
- Elaboración de estrategias de resolución y, en su caso, de diseños experimentales.
- Obtención de resultados y análisis e interpretación de los mismos a la luz de las hipótesis y del cuerpo de conocimientos disponibles.
- Confeción de memorias.
- Lectura y discusión de memorias científicas.
- etc.

– Estudio de las relaciones ciencia/sociedad.

- Aplicaciones tecnológicas.
- Estudio de implicaciones sociales.
- Toma de decisiones.
- Problemas ideológicos.
- etc.

C. Actividades de acabado

– Elaboración de síntesis, esquemas, mapas conceptuales.

– Evaluación del aprendizaje realizado, interés por la tarea, etc.

– Referencias al hilo conductor del temario, problemas que quedan planteados, etc.

– etc.

Es preciso, además, establecer formas de almacenar los resultados de las sucesivas actividades, de manera que el alumno pueda proceder a las revisiones necesarias. Por ello, una actividad que consideramos imprescindible en cada tema es la confección de una síntesis del mismo.

Digamos para terminar que conviene proceder a periódicas evaluaciones de las formas de trabajo en clase, dejando que los grupos planteen aquellas cuestiones y problemas de funcionamiento que les resulten más relevantes. Esta evaluación es esencial en el proceso de investigación/acción que exige la elaboración de los programas-guía de actividades (Driver y Oldham 1986): qué actividades funcionan y cuáles no; hasta qué punto los alumnos perciben cuál es el hilo conductor del tema o se sienten simplemente arrastrados de actividad en actividad; cuál es el interés de las propuestas de trabajo; en qué medida se produce o no un aprendizaje significativo... Todas estas cuestiones exigen una contrastación experimental, en la que la evaluación de los propios alumnos – particularmente en el caso de futuros profesores – ha de jugar un papel fundamental. Queremos resaltar que la confección de los programas-guía tiene para nosotros las características de una investigación/acción a través de la cual el trabajo del profesor cobra una nueva dimensión, aproximándose la preparación e impartición de las clases a una investigación didáctica aplicada, lo que contribuye a dar un mayor interés y efectividad a la tarea docente (Piaget 1969; Stenhouse 1975; Ribas 1986).

A modo de conclusión: ¿Qué inconvenientes puede presentar el uso de programas-guía?

No queremos terminar sin mencionar algunos posibles inconvenientes del uso de programas-guía y, en general, de los planteamientos constructivistas del aprendizaje. Nos referimos a inconvenientes reales que es preciso tener muy en cuenta y para los que sólo existen respuestas parciales, que exigen delicados equilibrios no siempre fáciles de lograr o man-

tener. Comentaremos brevemente algunos de estos inconvenientes con objeto, fundamentalmente, de salir al paso de expectativas simplistas y empobrecedoras en soluciones-milagro.

Una de las críticas más frecuentes a cualquier propuesta didáctica diferente de la simple transmisión/recepción de conocimientos es la gran cantidad de tiempo que precisan los planteamientos activos (o, si se prefiere, las dificultades con que tropiezan para cubrir los programas).

Es cierto que los programas enciclopédicos son una de las barreras fundamentales para un correcto planteamiento de la enseñanza/aprendizaje y que una drástica reducción de los curricula es una antigua y fundamentada reivindicación (Piaget 1969; Linn 1987) que ofrece elementos de respuesta a la crítica mencionada. Y es cierto también que es *precisamente* en la medida en que una estrategia de aprendizaje exige tiempo, que un auténtico aprendizaje se hace posible: los tratamientos rápidos no pueden producir más que visiones superficiales y, a menudo, confusas.

Por otra parte, no puede decirse que no importa la mayor o menor cantidad de materia que se estudia: un aprendizaje significativo exige unos contenidos mínimos que muestren el carácter de cuerpo coherente de los conocimientos científicos (Hodson 1985). Así pues, el problema del tiempo no puede despacharse como una cuestión irrelevante: es preciso un equilibrio nada fácil entre las necesidades contrapuestas de profundización y de visión coherente.

Un segundo peligro, al que ya hicimos referencia en el apartado 3, procede de la posible rigidez que la existencia de un programa de actividades predeterminadas puede introducir. Es de nuevo un peligro real y no basta con replicar –como hicimos en dicho apartado– que la ausencia de tal programa se traduce en improvisación... del profesor, es decir, en actividad del profesor a expensas de la de los alumnos. Es preciso ser consciente de los peligros de rigidez y permanecer atentos a la coherencia entre lo que prevemos que generarán las actividades diseñadas y lo que realmente ocurre en la clase. Y es preciso la máxima flexibilidad para modificar el programa –incluso «sobre la marcha»– durante el desarrollo de una clase.

En asociación al peligro anterior, se critica en ocasiones la «rigidez metodológica» de los programas-guía y se propone un eclecticismo que no excluye ni la transmisión de conocimientos ya elaborados («no se puede negar que, en ocasiones, la explicación del profesor puede ser eficaz») ni un trabajo individualizado («¿Por qué siempre un trabajo en grupos?»). Digamos simplemente a este respecto que el propósito de los programas-guía es evitar la tendencia espontánea a primar la actividad del profesor. Ello exige, repetimos, una cuidadosa –al tiempo que flexible– programación de actividades, pero no excluye, muy al contrario –como ya hemos puntualizado en el apartado 3– las intervenciones del profesor, ni tampoco que alguna actividad pueda consistir en escuchar una exposición del profesor (para extraer individualmente y/o mediante discusión en grupo las ideas clave) o en la lectura y comentario de un texto. Lo esencial, repetimos, es primar la actividad de los alumnos, su construcción de conocimientos, y evitar que –en aras de un ecléctico «todo vale»– todo siga más o menos como siempre.

También se menciona –y cada vez con mayor frecuencia– el peligro de que los alumnos no deseen realizar el esfuerzo que supone trabajar las actividades y prefieran escuchar del profesor lo que hay que aprender; o bien que esta forma de trabajo les desorienta y les conduce a aprendizajes desconexos, faltos de coherencia, por lo que prefieren el orden de una explicación; o bien, simplemente, que se aburren y no desean implicarse en las tareas que se les proponen, encontrando menos molesto escuchar o aparentar que escuchan. Todos ellos son peligros muy reales: trabajar con programas-guía no es una garantía para conseguir el entusiasmo de los alumnos, y las actividades pueden carecer, efectivamente, de interés o el profesor puede no llegar a transmitir su pasión por aquello que se está estudiando (o incluso no tenerla).

Los peligros son, efectivamente, muchos y es preciso ser conscientes de ellos; de aquí el papel fundamental que debe darse a una evaluación continua. Y no nos referimos únicamente a la evaluación del aprendizaje conseguido por los alumnos, sino también de su interés (¡y el del propio profesor!) por lo que se está haciendo. Precisamente, la elaboración de los programas-guía (y no su simple aplica-

ción) y, en definitiva, un trabajo colectivo de investigación/acción puede contribuir al interresamiento del propio profesor, sin el cual difícilmente puede lograrse una acción docente eficaz. En esa tarea abierta y creativa (a la vez para los alumnos y los profesores) que constituye una característica esencial del modelo constructivista, podemos encontrar una respuesta parcial –y nunca definitiva– a algunas de las dificultades.

REFERENCIAS

- AUSUBEL, D.P. 1978, *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo* (Trillas: México).
- BACHELARD, G. 1938, *La formation de l'esprit scientifique* (Vrin: París).
- CALATAYUD, M.L. et Al, 1986, *Iniciación a las ciencias físico-químicas en la Enseñanza Media*. Vol I. (ICE Universidad de Valencia).
- CALATAYUD, M.L. et Al, 1987, *Iniciación a las ciencias físico-químicas en la Enseñanza Media*. Vol II. (Servei de Formació Permanent de la Universitat de València).
- CAÑAL, P. y PORLAN, R. 1987. Investigando la realidad próxima: un modelo didáctico alternativo, *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 89-96.
- CARRASCOSA, J. FURIO, C. y GIL, D. 1985. Formation du professorat des sciences et changement methodologique, *VIIèmes Journées Internationales sur L'enseignement Scientifique* pp. 301-308.
- DRIVER, R. 1986. Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos, *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 3-15.
- DRIVER, R. Y OLDFHAM, V. 1986. A constructivist approach to curriculum development in science, *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- FURIO, C. y GIL, D. 1978. *El programa-guía: una propuesta para la renovación de la didáctica de la Física y Química en el Bachillerato* ICE Universidad de Valencia.
- FURIO et Al, 1979. *Química COU. Programas-guía de trabajo para la clase activa*. ICE Universidad de Valencia.
- GIL, D. 1975. De una pedagogía activa a una pedagogía de las actividades concretas, en Seminario de Pedagogía Ed, *Por una reforma Democrática de la Enseñanza Avance*. Barcelona.
- GIL, D. 1982. *La investigación en el aula de Física y Química*. Anaya: Madrid.
- GIL, D. 1983. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), 26-33.
- GIL, D. 1985. El futuro de la enseñanza de las ciencias: algunas implicaciones de la investigación educativa, *Revista de Educación*, 278, 27-38.
- GIL, D. 1986. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas, *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2), 111-121
- GIL, D. y CARRASCOSA, J. 1985. Science learning as a conceptual and methodological change, *European Journal of Science Education*, 7 (3), 231-236.
- GIL, D. et Al, 1979. *Física COU: programas-guía de trabajo para la clase activa* ICE Universidad de Valencia.
- HASHWEH, M.Z. 1986. Towards an explanation of conceptual change, *European Journal of Science Education*, 8 (3), 229-249.
- HODSON, D. 1985. Philosophy of science, science and science education, *Studies in Science Education*, 12, 25-57.
- LINN, M.C. 1987. Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations, *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (3), 191-216.
- MILLAR, R. y DRIVER, R. 1987. Beyond processes, *Studies in Science Education*, 14, 33-62.
- NOVAK, J.D. 1979. The reception learning paradigm, *Journal of Research in Science Teaching*, 16, 481-488.
- NOVAK, J.D. 1986. The importance of emerging constructivist epistemology for mathematics education, *Journal of Mathematical Behavior*, 5, 181-184.
- NOVAK, J.D. 1987. Human constructivism: towards a unity of psychological and epistemological meaning making. (Comunicación presentada en el Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics Education. Ithaca, N.Y., julio 1987).
- OSBORNE, R. y WITTRICK, M. 1985. The generative Learning Model and its implications for Science Education, *Studies in Science Education*, 12, 59-87.
- OTERO, J. 1985. Assimilation problems in traditional representation of scientific knowledge, *European Journal of Science Education* 7 (4), 361-369.
- PIAGET, J. 1969. *Psicología y Pedagogía*. Ariel: Barcelona.
- PIAGET, J. 1970. *La epistemología genética*. Redondo: Barcelona.
- POPE, M. y GILBERT, J. 1983. Personal experience and the construction of knowledge in science, *Science Education*, 67 (2), 193-203.
- POSNER et Al, 1982. Accomodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change, *Science Education* 66, 211-227.
- POZO, J.I. 1987. El adolescente como científico, *Cuadernos de Pedagogía*, 151, 74-77.

- RIBAS, M. 1986. Factores de eficacia escolar: una línea de investigación didáctica, *Bordón*, 264, 693-708.
- SOLOMON, J. 1987. Social influences on the construction of pupils' understanding of science, *Studies in Science Education*, 14, 63-82.
- STENHOUSE, L. 1975. *An introduction to curriculum research and development*. Henemann: Londres.
- VIGOTSKY, L.S. 1973. Aprendizaje y desarrollo intelectual en la edad escolar. En *Psicología y Pedagogía*. Akal: Madrid.

SUMMARY

A proposal to consolidate constructivist outlines as regards learning the sciences is presented and some of the most frequent criticisms of these outlines-in light of the present development of didactic research-are considered.

RÉSUMÉ

Ici, on présente une proposition concernant la mise en pratique des conceptions constructivistes, pour l'apprentissage des sciences. On y aborde aussi, à la lumière du développement actuel de la recherche didactique, un certain nombre de critiques, les plus fréquentes quant à ces conceptions.