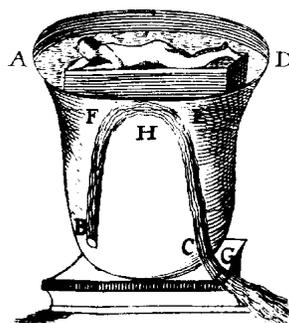


DEBATES



TEMA: EL CAMBIO CONCEPTUAL

RESUMEN

La sección Debates presenta, en este número, dos artículos y las correspondientes reflexiones mutuas de los dos autores, sobre el controvertido tema del «cambio conceptual».

Las dos líneas argumentadas en estos artículos no abarcan ni mucho menos todos los puntos de vista que se manifiestan actualmente dentro del campo de investigación de la Didáctica de las Ciencias. La expresión «cambio conceptual» se entiende de forma distinta según el marco psicológico o epistemológico de referencia, por lo que nos encontramos ante un buen número de conceptualizaciones y de prácticas distintas.

Valoramos el interés de debatir estos distintos puntos de vista ya que, en estos momentos, parece que nos encontramos ante un cierto diálogo de sordos: por un lado, están las tendencias que tienden a atacar los planteamientos didácticos que dicen basarse en el «cambio conceptual» y, por el otro, están las que defienden dicho concepto pero que no se sienten identificadas en cómo se interpreta desde las posiciones antagónicas.

Animamos, pues, a proseguir el intercambio de puntos de vista.

SUMMARY

The section of debates presents in this issue two articles and their corresponding reflections by both authors on the controversial subject of «conceptual change».

Both lines discussed in these articles do not cover, not even nearly, all the points of view presently manifest within the field of research of Didactic of Science. The expression «conceptual change» is taken in a different way depending on the psychological or epistemological frame of reference, so we are faced with a large number of different conceptualizations and practice.

We value the willingness to debate these different points of view, as right now we seem to be at a dead-end: on the one hand there are the tendencies to attack the didactic lay outs that claim to be based on «conceptual change»; on the other hand, there are those that defend such a concept but do not identify themselves with the way they are interpreted from antagonistic positions.

We therefore give our encouragement to continuing with the exchange of points of view.

DELIMITANDO EL CAMPO DE APLICACIÓN DEL CAMBIO CONCEPTUAL

MARÍN MARTÍNEZ, NICOLÁS

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Almería.

SUMMARY

The teaching proposal based on conceptual change is, no doubt, the most spreaded one in Science Education; however, there is evidence from the teaching practice, as well as some theoretical considerations about students' cognitive conflicts, which, in the best case, limit the range of application of this proposal.

INTRODUCCIÓN

La propuesta de enseñanza de cambio conceptual (PCC), ya desde sus comienzos, habría de conocer una gran difusión y aceptación por parte de educadores e investigadores del dominio de la enseñanza de las ciencias.

Los autores originales de la PCC (Posner et al., 1982) señalan que: «[...] la cuestión básica es determinar cómo cambian las concepciones al sufrir el impacto de los nuevos conceptos y evidencias [...], creemos que existen pautas análogas de cambio conceptual en el aprendizaje [del alumno] con el propuesto por la filosofía de la ciencia contemporánea».

La expresión *cambio conceptual* ha sido y es, probablemente, una de las más usadas en el dominio de la enseñanza de las ciencias, principalmente por los seguidores del movimiento de las concepciones alternativas (Gilbert y Swift, 1985; Millar, 1989), y ha ido precedida de términos calificativos o categoriales como *propuesta de, modelo de, teoría del, fundamentado en la teoría del*, que ponen de relieve los diversos grados de generalidad o importancia con que se ha acogido la PCC: desde una

estrategia de enseñanza particular hasta un contexto teórico válido para fundamentar una investigación.

La paulatina difusión de la PCC ha corrido pareja al incremento de trabajos críticos que, ateniéndonos a sus fundamentos, se podrían alinear en dos grandes agrupaciones:

Tipo 1: Críticas que se realizan en el plano de la enseñanza, evaluando resultados, apreciando incoherencias o restricciones, resaltando dificultades para alcanzar objetivos de enseñanza, etc. (Hashweh, 1986; Villani, 1992; Martínez Torregrosa et al., 1993).

Tipo 2: Críticas que se hacen sobre las bases epistemológicas que dan fundamento a la PCC (Duschl y Gitomer, 1991; Osborne, 1996; Kelly, 1997).

En este trabajo se pretende revisar críticamente la PCC fundamentada en la filosofía de la ciencia contemporánea, centrando la atención principalmente en delimitar su campo de aplicación y, en cierta medida,

su grado de validez; dicha crítica se llevará a cabo desde dos frentes:

- Empírico, comparando la PCC con otras alternativas didácticas que han mostrado ser adecuadas para mejorar los diversos tipos de conocimiento encontrados en el alumnado ante distintos contenidos de ciencias.

– Teórico, analizando los mecanismos que pone en juego el sujeto para superar diferentes limitaciones y conflictos cognoscitivos y compararlos con los del cambio conceptual propuestos desde la filosofía de la ciencia.

Por tanto, esta crítica presenta una componente de *tipo 1*, al considerar otros modos de intervención alternativas a la PCC; y otra alineada al tipo 2, al marcar diferencias entre la epistemología científica a la individual. Finalmente ambas críticas convergen y se ayudan en la tarea de ponderar y delimitar el campo de aplicación de la PCC.

Obsérvese que la crítica teórica (tipo 2) no se lleva a cabo enfrentando opciones epistemológicas del pensamiento científico como resulta ser más usual.

Por otro lado, se quiere dejar claro que la crítica se hace sobre la PCC fundamentada en la epistemología de la ciencia, no sobre otras propuestas de cambio conceptual que también consideran diversas teorías cognoscitivas (Pozo, 1989).

TIPOS, PRECISIONES, DISTINCIONES Y AJUSTES DEL CAMBIO CONCEPTUAL: UN INTENTO DE MANTENER EL NÚCLEO DURO DE LA PROPUESTA

Como consecuencia de la popularidad de la PCC, desde sus inicios, se han llevado a cabo numerosas experiencias de aula que han aportado datos concretos sobre su grado de eficacia, unas aplicando acríticamente la propuesta tal cual, otras más críticas intentándola matizar, diferenciar, ajustar, etc. Así:

Hewson (1981) señala que, además del cambio conceptual, puede ocurrir que:

– se produzca una evolución de la idea espontánea, aumentando en extensión a lo largo de sucesivas instrucciones hasta ser coherente con la académica (a este proceso le denomina *integración o captura conceptual*);

– la idea espontánea y la académica sean irreconciliables.

De forma análoga, Hashweh (1986) también distingue el verdadero cambio conceptual *–reestructuración cognoscitiva*, que ocurre cuando la estructura cognoscitiva antigua y el nuevo concepto entran en conflicto–, de otras situaciones de aprendizaje:

– Si un esquema espontáneo está en parte o totalmente implícito en el sujeto, es posible explicitarlo a través de ejemplos.

– La distancia entre el contenido objeto de enseñanza y el esquema es tal que se impone presentar ejemplos a modo de analogía, lo que permite la creación de un nuevo esquema a partir del esquema espontáneo.

– La interacción del sujeto no ha permitido desarrollar un esquema sobre un determinado contenido, pero es posible hacerlo diseñando un conjunto de experiencias.

– Muchos conceptos que se enseñan al alumno no son sino una ampliación o generalización de sus esquemas, por lo que únicamente habrá que aportar ejemplos adecuados para que se produzca dicha generalización.

Weil-Barais y Lemeignan (1991) aprecian que, desde una perspectiva epistemológica, existen diferentes visiones del cambio conceptual entre los diversos autores, que se podrían tipificar en las siguientes:

– Erradicación: Se considera que los alumnos están en un error que debe ser eliminado y sustituido por conceptos correctos a fin de hacerlos expertos (subyace la idea de que existe un conocimiento verdadero que debe suplantarse el falso).

– Coexistencia: Se intenta que el alumno tome conciencia de las ideas que tiene, así como de sus límites de validez, para posteriormente presentarle otras mejores y más operativas.

– Articulación: Se apoya en las ideas de los alumnos para elaborar otras nuevas. Según esto es mejor hablar de desarrollo conceptual que de cambio conceptual.

En un intento de sistematizar las distintas propuestas, Jiménez Aleixandre (1991) presenta las combinaciones de interacción, entre ideas previas y nuevas ideas, que en buena lógica se deberían dar:

– Si las ideas previas del alumno son irreconciliables con las que se le van a enseñar, puede ocurrir que éstas sean rechazadas, memorizadas en parte o que sean poco a poco aceptadas por intercambio (cambio conceptual).

– Si las ideas previas son familiares con las nuevas, entonces puede ocurrir que las primeras se desarrollen capturando las segundas o éstas abarquen por inclusión las anteriores ideas que poseen un grado de generalidad más restrictivo.

En muchos casos, al aplicar en el aula la propuesta del cambio conceptual, los resultados obtenidos han sido poco satisfactorios (Hewson y Thorley, 1989; Martínez Torregrosa et al., 1993; Sebastián, 1993; Perales, 1993), lo que ha supuesto nuevos esfuerzos para precisar o acotar dicha propuesta.

Hewson y Thorley (1989) señalan que quizá lo importante sería insistir en el cambio del estatus de una

determinada concepción del alumno, en función de que sea más o menos inteligible, plausible y útil.

Algunos autores de la propuesta original (Strike y Posner, 1990) reducen la aplicación de ésta a conceptos que juegan un rol generativo y organizativo en el pensamiento (análogo a los esquemas piagetianos y a los paradigmas de Kuhn), de modo que, para aprendizajes que supongan capturas y no permutas conceptuales, el cambio conceptual no sería válido.

A pesar de las críticas y los resultados en el aula, la PCC continúa aceptándose y aplicándose de forma poco crítica desde los más variados puntos de vista:

- Con programas de instrucción por ordenador, para eliminar errores conceptuales (Hameed et al., 1993).
- Mediante el uso de analogías provisionales para establecer modelos explicativos (Brown, 1994).
- Leyendo textos que refutan las ideas previas más comunes entre los alumnos (Hynd et al., 1994).
- Dando la oportunidad al alumnado de explicar oralmente o por escrito sus nuevas ideas (Fellows, 1994).
- Dando a conocer a los alumnos sus propias ideas previas (Perales y Nievas, 1995).

Una primera lectura de este enorme esfuerzo por diferenciar tipos de cambio conceptual, precisar su campo de aplicación, utilizarlo mediante una diversidad de técnicas, etc. llevaría a pensar en lo fructífera que resulta ser esta propuesta.

Sin embargo, una lectura más crítica permite ver que:

- en el esfuerzo por precisar y diferenciar, se han ido acumulando modos de tratar las ideas previas que no suponen cambio conceptual en sentido estricto (por ejemplo, captura, articulación, generalización, etc.) y que, sin embargo, son considerados como «otros modos de cambio conceptual»;
- poco a poco se ha ido restringiendo considerablemente el campo de aplicación del modelo de cambio conceptual (originalmente parecía abarcar todos los contenidos de ciencias) y, por último,
- aparece una diversidad de técnicas que se alejan del sentido original con el que se propuso.

Todo ocurre como si el esfuerzo por diferenciar, acotar, ajustar, precisar y diversificar no sea otra cosa que «manipulaciones» en el cinturón protector del modelo de cambio conceptual (en el sentido lakatosiano del término) a fin de mantener fuera de posibles críticas el núcleo duro del propio modelo.

Otra interpretación adicional a la anterior consiste en relacionar causalmente el esfuerzo por sostener en pie la PCC, con el hecho de que ésta supone una estrategia de

enseñanza coherente con la formación científica de la mayoría de autores que publican en este dominio (Duschl, 1994). Al final del trabajo se vuelve a tomar con mayor fundamento este particular.

CLASES DE TRATAMIENTO DIDÁCTICO SEGUN TIPOS DE CONOCIMIENTO. DELIMITACIÓN EMPÍRICA DEL CAMPO DE APLICACIÓN DEL CAMBIO CONCEPTUAL

Los alumnos poseen sobre los contenidos de ciencias distintos tipos de conocimientos según las fuentes de donde los han ido adquiriendo: interacción personal con el medio físico, con los amigos, en el colegio, viendo documentales o anuncios, interaccionando con el ordenador, etc.

Todo ello genera diversos tipos de conocimiento, bien sean elementos del pensamiento figurativo, conocimiento verbal significativo, esquemas de acción, etc. (Piaget, 1981; Claxton, 1984), localizados en la memoria episódica o semántica (Posada, 1996), se manifiestan como conocimientos declarativos o procesuales (Lawson, 1994; Pozo et al., 1991b), etc.

El trabajo empírico que se expone en este apartado consiste, inicialmente, en delimitar los tipos de conocimiento declarativo que posee el alumno de primaria para una diversidad de contenidos del medio natural.

En función del tipo de conocimiento encontrado (*diagnosís*), se ha de precisar qué actividades de enseñanza serían las más adecuadas para ayudar al alumno a desarrollar o modificar sus conocimientos en la dirección de otros que estén más en consonancia con los contenidos de enseñanza (*intervención*).

La elaboración del trabajo tuvo carácter voluntario para los alumnos que cursaban la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales que se imparte en el segundo año de la titulación de maestro en la Universidad de Almería. En total participaron 74 alumnos divididos en 15 grupos de trabajo.

Hay que avisar que, en esta investigación que se está describiendo, puede crear cierta confusión la implicación de dos clases de alumnos: a) los de *magisterio*, que son los que hacen la investigación; y b) los de *primaria*, sobre los que se aplicará un cuestionario para delimitar sus conocimientos previos.

Los contenidos del medio natural elegidos fueron los siguientes: *seres vivos e inertes, características físicas del agua, clasificación de los animales, crecimiento de las plantas, alimentación y nutrición, alcohol y tabaco, actividad física y alimentación, crecimiento del ser humano, orientación, máquinas y aparatos, el ciclo del agua, cuerpos opacos, translúcidos y transparentes, músculos del cuerpo humano, huesos del cuerpo humano, aparato circulatorio.*

En la formación del alumnado se emplearon treinta y dos horas en módulos de dos, del siguiente modo:

- Exposición oral mediante transparencias de los siguientes contenidos teóricos.
- Propuestas didácticas desde la perspectiva científica: cambio conceptual, enseñanza por investigación e implicaciones didácticas deducidas del método científico (tres sesiones teóricas) (Marín, 1991).
- Propuestas didácticas desde la perspectiva del conocimiento del alumno (principalmente centradas en Ausubel y Piaget) y orientaciones metodológicas para la confección de un cuestionario dirigido a delimitar concepciones en el alumnado de primaria (cinco sesiones teóricas) (Marín, 1995).

Apréciase que, además de la PCC, fueron expuestas otras alternativas didácticas con distinto fundamento.

- Actividades prácticas sobre los contenidos anteriormente expuestos (ocho sesiones de trabajo), entre las que se encontraban las ligadas directamente con las pretensiones de este trabajo.

Por su importancia, se detallan los pasos que habrían de determinar qué modos de intervención serían los más adecuados al tipo de conocimiento detectado en el alumno de primaria:

- 1) Cada grupo de magisterio, apoyándose en las orientaciones metodológicas, diseña un cuestionario dirigido a determinar el conocimiento de los alumnos de primaria sobre el contenido que previamente han elegido.
- 2) Cada grupo administra su cuestionario a una o dos muestras de alumnos de primaria (número de alumnos entre 30 y 50) con nivel o niveles escolares en el que es adecuado enseñar dicho contenido.
- 3) Cada grupo de magisterio delimita el conocimiento del alumnado de primaria sobre los distintos aspectos que componen dicho contenido.
- 4) El profesor diseña una tabla de doble entrada: la horizontal es utilizada para situar los distintos tipos de intervención didáctica según el tipo de conocimiento detectado en el alumnado de primaria (las opciones iniciales fueron: extender, modificar, informar, diferenciar, conceptuar) y la vertical para que cada grupo distribuya los aspectos más relevantes del contenido elegido (criterios utilizados: partes de interés didáctico, partes constituyentes, apartados del libro de texto, aspectos del conocimiento del alumno que interesa conocer, etc.). En el anexo se expone una tabla de ejemplo sobre el contenido *alimentación*.
- 5) Los miembros de cada grupo rellenan las celdillas de la tabla de doble entrada con las concepciones detectadas, según el tipo de intervención más adecuado a la limitación cognoscitiva detectada (ver ejemplo, en el anexo). El proceso de encasillamiento va precedido de

un debate entre los miembros del grupo y de éstos con el profesor, utilizando como criterio de clasificación y discusión las distintas propuestas didácticas.

Fruto de los debates aparece *precisar* cómo un nuevo tipo de intervención que se podría caracterizar con cierta independencia de *diferenciar* y, además, se matizan otros modos de *extender* como *sistematizar*, *ampliar posibilidades* y *enriquecer*.

Los modos de intervención más significativos que finalmente se delimitaron fueron los que se describen a continuación.

Extender

Resulta útil cuando se aprecia que el alumno aplica sus ideas o conceptos a un número reducido de objetos y situaciones; en tal caso, lo que se intenta es sistematizar esta aplicación a una diversidad de objetos y situaciones.

En esta opción se encontraron matices como sistematizar (una idea fragmentada) y ampliar posibilidades o enriquecer (la visión del alumno sólo contempla algunos aspectos o aprecia menos posibilidades que las que realmente se dan).

Si las ideas o conceptos están limitados en extensión, se trataría de realizar actividades para enriquecerlos con nuevas situaciones u objetos. Véanse algunos ejemplos:

- Los posibles focos de *contaminación* que considera el alumno se reducen a los cotidianos y a los que oye por los medios de información (basuras, vertidos de petróleo, capa de ozono, etc.), por lo que habría que indicarle, a modo informativo o, mejor, con el apoyo de algunas actividades, otros focos de contaminación (contaminación acústica, pilas-botón, efecto invernadero, etc.).
- Se posee cierta idea sobre la función de sostén de los *huesos del cuerpo humano*, la cual se podría enriquecer para una diversidad de animales (con y sin huesos), de personas (gordas y delgadas) y situaciones (llevando más o menos peso, con gravedad superior o inferior a la terrestre).
- No se conoce la utilidad y procedencia del *agua* que va más allá del ámbito marcado por su interacción cotidiana con este elemento.
- Los alumnos de 8-10 años no saben localizar puntos relevantes del cuerpo donde pueden detectar el pulso de la *circulación de la sangre*, excepto en la muñeca y el pecho. Conocen algunas actividades para mantener el pulso alto o bajo, pero desconocen otras relevantes.

Modificar

Sería conveniente cuando se aprecia que el alumnado posee ideas erróneas sobre algún aspecto del contenido de enseñanza. Las actividades deberían estar dirigidas a

cambiar o modificar dichas ideas por otras más correctas desde la perspectiva científica. Algunos ejemplos que ilustran esta propuesta son:

– Sobre el *ciclo del agua* se aprecian errores sobre su conservación total de la Tierra, debido a la existencia de zonas donde llueve mucho y otras que padecen fuertes evaporaciones; es posible que los alumnos tengan dificultades para cerrar el ciclo del agua a falta de comprender todos los posibles recorridos y transformaciones que sufre el agua. Habría que utilizar modelos con recipientes donde lo que pierde uno por evaporación lo toma el otro, y lo que pierde éste por otras vías fluye de algún modo al primero.

Las *plantas* son consideradas por sujetos de 6-10 años, a medio camino entre los seres vivos e inertes, por lo que habría que inducir de un modo operativo las características básicas de un ser vivo (nacen, crecen, se reproducen y mueren) y mediante unas experiencias comprobar que también se dan estas características en las plantas.

La mayoría de los alumnos de 8-10 años poseen la idea errónea de que la sangre está por todo el cuerpo (como está el agua en una esponja), desconociendo que *la circulación de la sangre* se hace a través de venas y arterias.

Confunden la función reguladora de los *alimentos* con la función plástica, si bien identifican los alimentos reguladores como suministradores de vitaminas.

Informar

Sería adecuado cuando el alumnado no posee ningún tipo de conocimiento sobre algún aspecto relevante de un contenido de enseñanza. He aquí algunos ejemplos donde se ha apreciado la carencia de ideas:

En *alimentación* los niños de 10-12 años no distinguen las dietas hipocalóricas de las hipercalóricas por falta de criterios nutricionales para delimitarlas y desconocen la importancia de las sales minerales.

Ignoran, respecto a *utilidades del agua*, las repercusiones que tiene su contaminación.

La mayoría de alumnos de 8-10 años desconocen las causas del pulso en la *circulación de la sangre*, así como los componentes más relevantes de este líquido.

Precisar

Se hace necesario cuando dos grupos de objetos o situaciones que son disjuntos están vagamente definidos para el alumnado (elementos de uno se encasillan en el otro) o cuando un concepto es utilizado de un modo difuso.

Una variante encontrada es aclarar cuando las ideas presentan cierta confusión aunque no sean erróneas.

Véanse algunos ejemplos:

– Varios productos derivados de un mismo alimento son considerados como distintos «alimentos». También se ha apreciado confusión, en el ámbito nutricional, entre «energía» y «vida sana» y entre «crecimiento» y «supervivencia».

– Sobre el «ciclo del agua» se posee cierta noción sobre el recorrido del agua que se utiliza para ducharse, pero a falta de comprender mejor las transformaciones que puede sufrir ésta por los distintos lugares por donde puede pasar, no cierran el recorrido, ya que no aprecian algunas fases o hacen finalizar su recorrido en el mar. Habría que utilizar modelos para que el alumno aprecie las posibles transformaciones del agua y precisar con otras actividades los distintos recorridos reales del agua.

– La mayoría de niños de 10-12 años comprenden la función de las articulaciones de los «huesos» para que pueda existir movimiento en los miembros, pero es un conocimiento que exige ser precisado con la noción de *ligadura entre huesos* cuyas representaciones están globalizadas.

– Aunque los niños de alrededor de 6 años saben distinguir entre «seres vivos e inertes», cuando algunos objetos están en movimiento, en reposo o en circunstancias especiales (piedra en remojo, flor seca, pelota pinchada, etc.) el criterio clasificador se vuelve confuso, por lo que sería necesario precisar y operativizar las características diferenciadoras entre seres vivos e inertes ante la diversidad de situaciones donde se da confusión.

Diferenciar

Puede ser útil cuando el alumno no distingue, o no lo hace bien, las partes que integran un todo (objeto, situación, sistema, etc.), si bien sólo la diferenciación de éstas permitirían comprender el comportamiento del todo. A veces puede ocurrir que ciertas manifestaciones o aspectos del todo se comprendan mejor que otras.

En estos casos habría que realizar actividades donde el alumno tenga ocasión de apreciar la función específica de cada parte, para después integrar cada una de ellas. Veamos algunos ejemplos:

– Con los «músculos», aunque niños de 8-9 años aciertan asociando los grupos musculares a diversas acciones en términos globales, no existe apenas precisión para distinguir los músculos que intervienen en acciones más concretas, por lo que habría que realizar algunas acciones específicas que permitan apreciar el músculo o grupo muscular que se calienta o adquiere tensión; también sería un recurso didáctico útil realizar acciones donde debe inmovilizar algún músculo.

– Las dos etapas del «crecimiento» que no diferencian bien los alumnos de 6-7 años son: adolescencia y juventud; sería conveniente centrar algunas actividades en

estas dos etapas poniendo ejemplos concretos con los hermanos o familiares.

Conceptualizar

Es adecuado cuando el alumnado posee un buen bagaje de significado sobre el contenido objeto de enseñanza pero tiene dificultades para conceptualizarlo y expresarlo con palabras más adecuadas o con una terminología científica.

Es posible que el alumno, debido a una intensa interacción con objetos o situaciones ligadas al contenido, adquiera ciertas habilidades ante determinadas tareas, pero carezca de las etiquetas (significantes) adecuadas o éstas no existen.

Veamos algunos ejemplos:

– Respecto al contenido «alimentación», los niños de 10 a 12 años reconocen los alimentos poco recomendables para una dieta equilibrada pero no tienen conceptualizada la razón de sus deficiencias nutricionales.

– Parecen tener claras las diferencias entre hombre y mujer en las distintas fases del «crecimiento» pero, además de no apreciarlas en su totalidad, no utilizan los términos correctos.

Este estudio empírico se ha restringido a contenidos declarativos, ya que se trataba de comparar estas estrategias de enseñanza con la propuesta de cambio conceptual que gira también sobre este tipo de contenidos.

Se han encontrado, como se ha podido mostrar, seis tipos de tratamientos didácticos, con matices en algunos de ellos, según los diferentes tipos de conocimientos detectados; probablemente la lista no esté acabada y, es posible, que sea necesario distinguir mejor o agrupar algunas estrategias; así, somos conscientes de que «precisar» y «diferenciar» poseen connotaciones comunes y, en cierto modo, el primero se podría ver como un apartado del segundo.

Aun así, los resultados de este estudio muestran de un modo práctico que, para resolver las dificultades cognitivas encontradas en el alumnado sobre diversos contenidos de enseñanza, es necesario aplicar distintos modos de intervención en el aula, muchos de ellos claramente diferentes a la propuesta de cambio conceptual; sólo una, «modificar», muestra cierta sintonía.

Cabría la posibilidad de aducir que algunos tipos de cambio conceptual expuestos (algunos propuestos por Hashweh, 1986; Jiménez Aleixandre, 1991) presentan consonancia con, por ejemplo, «extender». Pero en tal caso es rigurosamente cierto que esto no es cambio conceptual en sentido estricto, entonces ¿por qué insistir en considerarlo otro tipo de cambio conceptual?

Por tanto, sí que es posible concluir que la propuesta de cambio conceptual es claramente restringida, visto que existen otras estrategias de enseñanza más adecuadas

para tratar los distintos tipos de limitaciones cognoscitivas encontradas en el alumnado.

EL PAPEL DE LOS CONFLICTOS COGNOSCITIVOS EN LAS NUEVAS ADQUISICIONES COGNOSCITIVAS DEL ALUMNO

Existen muchas formas de aprender y varios niveles de adquisición de lo aprendido (Claxton, 1984); sin embargo, la forma de aprendizaje que aquí nos ocupa está caracterizada porque el camino que lleva a la adquisición está obstruido por un obstáculo: el conflicto cognoscitivo.

Por este motivo, se pretende ahora revisar los mecanismos, factores y constructos que se ponen en juego en las adquisiciones cognoscitivas del aprendiz y, en particular, el papel de los diversos tipos de conflicto cognoscitivo.

La revisión se hará a través de la propuesta de Piaget, por ser ésta la que ha estudiado con mayor profusión los mecanismos y tipos de reacciones ante un desequilibrio cognoscitivo y, en particular, ante un conflicto (Pozo et al., 1991b; Pozo, 1989).

Son conocidas las diferentes críticas de las que ha sido objeto la teoría piagetiana (una revisión exhaustiva y seriamente fundamentada se puede consultar en Vuyk, 1985). Sin embargo, las «zonas de impacto» de las críticas a Piaget (principalmente, los desfases de los estadios y la descripción de la estructura cognoscitiva desde la lógica de grupos) no «tocan» el entramado teórico que a continuación se va a exponer (necesariamente resumido), el cual está entresacado, sobre todo, de las últimas obras de Piaget, por demás, poco conocidas (Vuyk, 1985; Kitchener, 1992).

La exposición se realiza en tres apartados complementarios y sucesivos:

a) La importancia del constructo «esquema» para entender y describir más adecuadamente los distintos tipos de conflicto cognoscitivo y, en general, el desarrollo cognoscitivo del sujeto.

b) El constructo «acción» se muestra relevante para entender determinados tipos de adquisiciones. Así como el desarrollo cognoscitivo de éste.

c) La función de los conflictos cognoscitivos en la evolución de los esquemas.

A continuación se desarrollan estos tres apartados:

a) Se puede comprender de un modo más eficaz el desarrollo cognoscitivo del alumno a través del constructo «esquema», entendido éste como unidad molar de organización del conocimiento a distintos niveles de contenido, generalidad y abstracción. Así se podrían diferenciar:

– Esquemas sensomotrices. Son esquemas de acción desarrollados inicialmente a partir de los reflejos del recién nacido y por las reiteradas interacciones de éste con su medio; constituyen la inteligencia sensomotriz que posteriormente, previa interiorización, tendrá una importancia crucial en el desarrollo cognoscitivo (Piaget, 1977a).

– Esquemas específicos dependientes del contenido. Son generados por abstracción simple a partir de las interacciones del sujeto con su medio y en su génesis juega un papel básico los esquemas sensomotrices; aunque de carácter irreversible, poseen capacidad transformadora (Marín, 1994).

– Esquemas operacionales. Exigen procesos de abstracción refleja que actúan sobre las acciones interiorizadas (Piaget, 1977b), por lo que son un producto cognoscitivo más depurado, general y lejano de la experiencia que los esquemas específicos, con los que mantiene una relación de subordinación: los primeros actúan como operadores para matizar y precisar la actividad de los segundos (Marín, 1994).

– Esquemas sentimentales. Formados por la interacción (consecución, conflictos, apoyos, etc.) de los deseos, creencias y expectativas del sujeto con el medio (Marina, 1996), mediatizan la actividad asimiladora de los anteriores esquemas, hasta el punto de que la presencia de estos constructos es fundamental para entender distintos fenómenos de aprendizaje (Claxton, 1984).

– Esquemas sobre creencias, normas sociales, culturales. Se desarrollan por la fuerte influencia que recibe el sujeto al estar inmerso en un medio social; no cabe duda que también mediatizan la visión de la realidad dada por los anteriores esquemas.

A pesar de ser usuales, los modelos cognoscitivos como retículos conceptuales (Novak, 1982), creemos desafortunado confundir o no diferenciar entre *esquema* y *concepto* a efectos de una interpretación de la actividad cognoscitiva del sujeto.

En efecto, mientras el término *concepto* posee connotaciones definidas por una lógica bien desarrollada y evoca usualmente la parte declarativa de la cognición e incluso, el plano verbal del conocimiento (Claxton, 1984), el constructo «esquema» permite explicar de un modo más plausible las reacciones cognoscitivas del sujeto a distintos tipos de tareas.

Así, un «esquema» infiere al sujeto, además de las manifestaciones de su pensamiento declarativo, como ideas, preconceptos, nociones (posibles correlatos del concepto), otros comportamientos de naturaleza procesual (selecciona, organiza, infiere, sería, tantea, establece correspondencias causales, transforma, etc.), que, además, están regidos usualmente por una lógica muy diferente a la que se utiliza para definir un concepto o establecer relaciones entre ellos (por ejemplo, la lógica de los conceptos científicos) (Marín, 1996).

El esquema, como sede del comportamiento declarativo y procesual del sujeto refleja mejor las interrelaciones que existen entre estos dos tipos de conocimiento, abordados por separado con demasiada frecuencia (Claxton, 1984).

En lo que sigue, utilizamos el constructo «esquema» como la unidad de organización más importante que integra la estructura cognoscitiva del sujeto.

b) La acción del sujeto es un factor importante para entender las adquisiciones y el desarrollo cognoscitivo de éste.

La acción y, en particular, los esquemas de acción que se van conformando, juegan un papel importante en el desarrollo de la inteligencia que Piaget procura enfatizar reiteradamente:

– La acción es determinante en el *desarrollo cognoscitivo*, ya que a lo largo del período sensomotriz el sujeto desarrolla una serie de *esquemas de acción* que posteriormente interioriza a través del juego simbólico, con lo que el sujeto logra distanciarse del presente para evocar objetos y situaciones pasadas, relacionar las representaciones de los objetos, etc. (Piaget, 1977a, pp. 16-32). En un determinado momento de la evolución, surgen las *operaciones mentales* de un proceso de abstracción refleja a partir de los esquemas de acción.

– Las *explicaciones causales* son un conjunto de transformaciones que dan cuenta de los hechos y leyes, generan modelos sobre los objetos y su comportamiento (Piaget y García, 1973, p. 25), *proceden de la propia acción particular*, mientras que las operaciones lo hacen de la coordinación de éstas (p. 24).

– El mecanismo cognoscitivo de la *toma de conciencia* se activa allí donde se producen las interacciones sujeto-objeto, a través de dos observables iniciales periféricos, el objetivo a alcanzar o la dirección de la acción y la terminación de la acción en acierto o fracaso. Después, en el intento de reconocer los medios empleados, razones de elección o las modificaciones y los tanteos durante el ejercicio, ... hay un proceso de conceptualización, parcial o total del esquema, y la asimilación se hace representativa, susceptible de evocaciones en extensión (Piaget, 1976, pp. 257-258).

c) Los mecanismos de equilibración de la estructura cognoscitiva explican el desarrollo cognoscitivo del sujeto.

El enriquecimiento de un esquema no se da por simples añadidos de nuevas incorporaciones, sino por procesos de asimilación (cualquier adquisición cognoscitiva supone la activación selectiva de algún esquema) y acomodación (reorganización del esquema para incorporar el nuevo elemento).

Las nuevas incorporaciones que no son coherentes o familiares con los esquemas asimiladores suponen perturbaciones que suelen provocar desequilibrios más o menos acusados en los esquemas, y es el esfuerzo del

sujeto para buscar nuevos equilibrios lo que produce el avance cognoscitivo de éste.

Las perturbaciones pueden ser ocasionadas por las interacciones de los esquemas con los datos que le llegan del exterior, por una coordinación deficiente entre esquemas o entre esquemas y la estructura cognoscitiva global (Piaget, 1978a, pp. 10-11).

Ante una perturbación externa se pueden apreciar tres tipos de conductas según sea o no modificado el esquema y por el modo de compensar la perturbación (Piaget, 1978a, pp. 73-78). Así, puede ocurrir que:

a) ante un hecho nuevo, no se produzca ninguna modificación en el sistema cognoscitivo, de modo que la perturbación es anulada despreciándola sin más;

b) la compensación no sea una anulación o rechazo, sino una modificación por «desplazamiento del sistema» hasta hacer asimilable el hecho inesperado, con lo que el elemento perturbador surgido del exterior se integra en el sistema;

c) se anticipen las posibles variaciones, que pierden, en la medida en que son previsibles y deducibles, su carácter de perturbación y vienen a insertarse en las transformaciones virtuales del sistema.

Compensada la perturbación se llega a un nuevo equilibrio donde los esquemas mejoran su capacidad asimiladora de varios modos (Piaget, 1978a, p. 34):

a) aumentando en extensión su capacidad asimiladora;

b) realizando una coordinación más eficaz entre esquemas;

c) diferenciando los esquemas que permiten asimilaciones más adecuadas y precisas;

d) creando esquemas de rango superior (operacionales) mediante abstracciones más profundas (abstracción reflexiva) a partir de las novedades integradas.

En otro orden de cosas, no habría que dejar escapar la existencia de un alto grado de paralelismo entre los mecanismos piagetianos propuestos para dar cuenta del desarrollo cognoscitivo y los modos de intervención didáctica encontrados en la investigación empírica según el tipo de conocimiento del sujeto. En efecto:

– Los esquemas de acción una vez interiorizados poseen una capacidad asimiladora muy limitada, la cual se va ampliando poco a poco en extensión y precisión mediante el continuo juego de asimilación y acomodación en sus intentos de reequilibración interna y externa. Este desarrollo de los esquemas podría sugerir tratamientos didácticos como «enriquecer» y «precisar».

– Inicialmente los esquemas de acción se encuentran muy globalizados, lo que da origen a un conocimiento

sincrético. Por esto, la compensación de muchos desequilibrios supone la necesidad de diferenciar un esquema en dos o más a fin de permitir asimilaciones más adecuadas y precisas; de estas limitaciones se podrían deducir o sugerir estrategias de enseñanza como «diferenciar» y, en menor medida, como «precisar».

– Los esquemas de acción recién interiorizados han sido desarrollados por la fuerte interacción del sujeto con su medio físico, por lo que poseen un fuerte componente personal que infiere al conocimiento parte de su carácter egocéntrico. Después los intercambios de puntos de vista en su interacción social y la utilización del lenguaje actúan de reguladores para expresar sus significados personales de un modo más compartido; esto corre paralelo a los modos de intervención «conceptualizar» e «informar».

– Ligado a lo anterior, la toma de conciencia del sujeto (Piaget, 1976, pp. 257-258) permite ir conceptualizando aquello que en un primer momento sabe hacer en el plano de la acción. Al proceso por el que parte del conocimiento empírico inconsciente llega a expresarse verbalmente, Claxton (1984) lo denomina *darse cuenta*; todo lo cual sugiere claramente el modo de intervención denominado *conceptualizar*.

– Si se van a integrar elementos (datos empíricos o información) poco familiares al esquema asimilador, e incluso contrarios, para compensar la perturbación, se requiere una fuerte reestructuración del esquema que puede llevar a un proceso de diferenciación progresiva. Este caso sugiere estrategias como «modificar» y «diferenciar».

Por lo tanto, se puede apreciar que existe una buena coherencia entre las estrategias de enseñanza delimitadas empíricamente y las sugerencias deducidas de partes del entramado piagetiano, cuya teoría pone de manifiesto, de este modo, su capacidad explicativa.

Además, puesto que la teoría de Piaget se desarrolla de forma coherente desde las diversas manifestaciones cognoscitivas de los niños y adolescentes a cientos de experiencias desarrolladas por este autor y colaboradores, es plausible pensar que se podría comprobar empíricamente la existencia de otros tipos de intervención en el aula deducidas de dicha teoría, lo que dejaría traslucir su capacidad predictiva.

En efecto, aunque nos apartemos por un momento de la línea argumental principal, merece la pena mostrar algunos modos de intervención deducidos de la teoría de Piaget susceptibles de verificación empírica:

– «Coordinar» sería adecuado cuando se aprecia que el sujeto posee ciertos esquemas que le permiten solucionar problemas sencillos (por ejemplo, donde intervienen por separado peso y volumen), pero no otros más complejos que requieren de la coordinación de éstos (siguiendo con el ejemplo anterior, cuando se hace intervenir la densidad); esta medida didáctica de intervención aprecia la coordinación de esquemas como una

de las posibilidades del sujeto para superar determinados conflictos cognoscitivos entre los observables y el sistema de esquemas (Piaget, 1978a).

– «Operativizar» será necesario cuando se aprecia que ante una situación problemática cuya resolución depende de la comprensión de un concepto o variable específica, el sujeto ofrece soluciones poco satisfactorias, ya que pone en juego factores perceptivos irrelevantes; esta sugerencia se configura al apreciar que, si el sujeto no posee el esquema operacional adecuado para estructurar una variable, suele caer en los engaños perceptivos de la tarea o es muy dependiente de la presentación figurativa del problema.

Cabría preguntarse por qué no han aparecido en la fase empírica «coordinar» y «operativizar»; la razón más plausible que podría dar es que los cuestionarios se dirigían a la detección de la parte declarativa del conocimiento del alumno, mientras que los dos tipos de intervención deducidos de la teoría de Piaget son procedimientos por los que se rige el conocimiento generado por abstracción refleja (Piaget, 1977), quedando lejos del alcance «explorador» del cuestionario.

Con todo, somos conscientes de que las inferencias que ligan deductivamente fragmentos de la teoría piagetiana con determinados modos de intervención no se rigen por leyes estrictas de la lógica deductiva y es posible que se pudiera llegar a otras deducciones; tal es la naturaleza de este ámbito de conocimiento.

COMPARACIÓN DEL CAMBIO CONCEPTUAL CIENTÍFICO CON LOS MECANISMOS DE CONFLICTO COGNOSCITIVO DEL SUJETO

La propuesta de cambio conceptual presupone que *existen pautas análogas de cambio conceptual en el aprendizaje* [del alumno] (Posner et al., 1982) y que, por tanto, son aplicables a aquellos *conceptos del alumno que juegan un rol generativo y organizativo en el pensamiento, análogos a los esquemas piagetianos o a los paradigmas de Kuhn* (Strike y Posner, 1990).

Consecuentemente, realizando una transposición desde la historia y la filosofía de las ciencias al plano cognoscitivo del alumno, los autores anteriores sugieren que, para cambiar sus concepciones, aquéllas que están fuertemente arraigadas, se requieren unas condiciones tales que el alumno:

- a) sienta insatisfacción con su concepción;
- b) vea la nueva concepción inteligible;
- c) tenga ocasión de comprobar que lo nuevo es más plausible;
- d) aprecie que es más útil, por ejemplo, comprobando que puede resolver problemas que no resuelven sus concepciones espontáneas.

Finalmente, se indica que el cambio o reorganización dependerá, en última instancia, de la ecología conceptual del sujeto compuesta por artificios cognitivos tales como anomalías, analogías, metáforas, creencias epistemológicas, creencias metafísicas, etc. (Toulmin, 1972).

Ahora bien, según el estudio de los mecanismos y constructos que describen el desarrollo cognoscitivo del alumno, ¿se daría el cambio conceptual con estas condiciones?

Las condiciones necesarias para la aceptación de una nueva idea (inteligible, plausible y útil) no parecen entrar en contradicción con los datos que aporta el sujeto sobre los mecanismos de desenlace de un conflicto cognoscitivo; en lo que parece existir discrepancias es en el modo con que se produce dicho desenlace.

En efecto, la secuencia *insatisfacción - conflicto - exponer nueva idea - cambio conceptual*, no es tan evidente en el plano de la cognición del alumno. Veamos por qué:

– Las reacciones del sujeto ante un supuesto conflicto son diversas: puede que no llegue a darse, que sea obviado, que se ignore o que se afronte, en cuyo caso puede ocurrir que se produzca una reestructuración de esquemas o que se pueda anticipar la perturbación actuando el sujeto en consecuencia. Un pretendido conflicto diseñado minuciosamente por el docente no tiene por qué funcionar como tal para un alumno.

– La integración de nuevos conocimientos y habilidades en la estructura cognoscitiva, en un buen número de casos, no tiene el carácter lineal que presupone implícitamente el cambio conceptual. Por el contrario, se aprecia en los experimentos piagetianos que, para encontrar la solución a un problema nuevo, o bien para adquirir nuevos datos, el alumno necesita realizar tanteos, constataciones, rectificaciones, etc.; en definitiva: procedimientos de acercamiento progresivo de las declaraciones iniciales del sujeto a las posibles evidencias, ya sean empíricas o en forma de argumentos.

– Admitiendo que el sujeto afronte el conflicto como tal, existen varios modos para compensar la perturbación que, en cualquier caso, supone modificaciones de esquemas: a) aumentando en extensión la capacidad asimiladora de éstos; b) coordinándolos; c) diferenciándolos; o d) creando otros de rango superior: el constructo *esquema* y los mecanismos para compensar la perturbación no están contenidos en la PCC.

Así pues, no sólo hay que prever perturbaciones entre datos externos y esquemas, sino también conflictos entre los mismos esquemas o entre éstos y las estructuras más generales. Es decir, las posibilidades de reacción ante un conflicto cognoscitivo no son las supuestas por la PCC y es que, como terminan afirmando sus autores (Strike y Posner, 1990), ésta no es una teoría del aprendizaje.

Actualmente se admite que la simple presentación de la situación conflictiva no va a suponer cambio conceptual

(Claxton, 1986; Pozo et al., 1995), pero habría que acordar que esta previsión no está contenida en las formulaciones iniciales de la PCC. En todo caso sería, más bien, un «remiendo» posterior sobre la base de constataciones empíricas o gracias a exportaciones puntuales hechas desde la psicología cognoscitiva.

Tampoco contempla la PCC las reestructuraciones que pueden sufrir los factores generales de la cognición e incluso los cambios en el conocimiento procesual del alumno; como se ha visto, la teoría de la equilibración prevé, para compensar una perturbación, la existencia de modificaciones tanto en la parte declarativa de los esquemas como en la procesual o la creación de nuevos esquemas operacionales por abstracción reflexiva (Piaget, 1978).

La toma de conciencia de un conflicto conceptual implica mayores cambios que el conflicto empírico, por lo que el cambio conceptual está más vinculado a las diferenciaciones y reorganización de las posiciones teóricas que a la existencia de datos empíricos a favor o en contra (Pozo et al., 1995).

Otra posibilidad que se ha tenido ocasión de apreciar, teórica y prácticamente, es que *no todo lo que es adquirido requiere necesariamente que se produzca un conflicto cognoscitivo*, como pudiera ocurrir en adquisiciones mediante estrategias didácticas distintas de «modificar» (extender, informar, conceptualizar, precisar, etc.) y, en general, siempre que exista asimilación sin acomodación (Pozo, 1987) o que prevalezca la asimilación sobre la acomodación (por ejemplo, Piaget y Szeminska, 1982).

En otro orden de cosas, la dinámica de la acción en su papel de generar y desarrollar nuevos conocimientos en el sujeto, presenta elementos novedosos respecto al mecanismo de cambio conceptual científico. Así:

– La acción juega un papel decisivo en la toma de conciencia, ya que ésta se produce en la zona donde se producen las interacciones entre sujeto y objetos, allí donde se pueden provocar desajustes entre previsión y constatación, entre metas y resultados. Progresivamente, éstos se interiorizan en dirección a los esquemas que han provocado la previsión o la acción, en un intento de reconocer los medios empleados, razones de elección o modificaciones y tanteos durante el ejercicio, etc.

– La acción aporta los elementos específicos necesarios (detalles y aspectos sobre situaciones particulares o propiedades de los objetos, etc.) para hacer posible la reestructuración de un esquema o una coordinación entre éste y otros esquemas; también los datos que aporta la acción colaboran en la toma de conciencia de conflictos entre dos esquemas y, posiblemente, al uso progresivamente mayor de uno de ellos. La reestructuración no supone sólo un cambio de estructura, sino también de contenido (Pozo, 1987).

Quizá podría ser válida la propuesta de cambio conceptual para un ámbito restrictivo de enseñanza; desgra-

ciadamente esa concesión no se puede dar, porque los datos sobre la cognición del alumno *descartan la posibilidad de sustituir un esquema del alumno por otro generado por la enseñanza de un contenido académico*.

En efecto, un modo de proceder novedoso debe explicarse a partir de estructuras anteriores, ya que nunca se observan en el curso del desarrollo comienzos absolutos y lo que es nuevo procede o de diferenciaciones progresivas o de coordinaciones graduales (Piaget, 1977a, p. 39), por lo que las supuestas permutas sugeridas por el modelo de cambio conceptual no se pueden dar, ya que cualquier nueva adquisición requiere de uno o varios esquemas del alumno para su asimilación.

En este sentido habría que utilizar, en vez del término *cambiar*, el de *transformar*, que hace alusión más adecuada a la metamorfosis que sufre el esquema. Para bien o para mal, en la cognición nunca se puede tirar nada a la basura, incluso cuando un esquema ha mostrado deficiencias para ciertos ámbitos o experiencias: tal es el precio para mantener un sistema cognoscitivo coherente.

Ante un conflicto cognoscitivo, el mecanismo de compensación del sujeto que parece más similar al cambio conceptual científico es el de una asimilación de un contenido académico por un esquema seguido de una diferenciación progresiva, para generar nuevos esquemas, cada uno con capacidad asimiladora diferenciada (cada esquema se activa en un dominio propio), para después predominar paulatinamente uno de ellos, posiblemente porque el sujeto lo aprecia más plausible y útil en múltiples circunstancias particulares.

Ahora bien, el constructo «diferenciación progresiva», que ha mostrado su eficacia para interpretar datos del sujeto ante tareas piagetianas, no aparece en la PCC, y esto es así porque lo primero se introduce para explicar las reacciones observables del conocimiento del sujeto, y lo segundo parte de la suposición de que el cambio conceptual individual debe ser semejante al que se produce en los cambios de teorías científicas.

Finalmente, hay que resaltar que los resultados de trabajos de investigación dirigidos a provocar un cambio conceptual evidencian la enorme dificultad para que éste se dé (Villani, 1992; Pozo, 1993; Sebastián, 1993).

La PCC en sus versiones iniciales no parece prever que la formación de un nuevo esquema en el alumno requiere un enorme esfuerzo en recursos didácticos, un tiempo de enseñanza bastante generoso y un margen para los reequilibrios y reestructuraciones (aprendizaje) cuya duración depende del mismo aprendiz.

En todo momento, se exige del docente una actuación continua y coherente, fundamentada, entre otras, en una buena formación teórica de los mecanismos de adquisición de conocimiento del alumno y no tanto en el cambio conceptual científico: el docente no tiene ante sí a un científico.

CONCLUSIONES

Es necesario apresurarse a restar originalidad a muchas de las valoraciones críticas que sobre la PCC se hacen en este trabajo, pues de un modo u otro han sido hechas con anterioridad por otros autores, algunas de las cuales, las más significativas, son:

– La propuesta de cambio conceptual tiene una aplicación restrictiva en el aula, sólo para el caso en que el alumno posea una idea previa fuertemente arraigada (Strike y Posner, 1990; Martínez Torregrosa et al., 1993; Pozo et al., 1991b).

– Una situación o un experimento que puede ser considerado como un conflicto por el profesor no implica que lo sea necesariamente para el alumno, por lo que el uso de las condiciones del cambio conceptual puede que sea necesario pero no suficiente (Hewson y Thorley, 1989; López Rupérez, 1990; Sebastián, 1993; Pozo et al., 1991b; Pozo et al., 1995). Existen muchas situaciones de enseñanza donde el conflicto conceptual puede no ser suficiente, ni necesario, ni siquiera útil (Claxton, 1986).

– El aprendizaje de contenidos científicos es más complejo de lo que el cambio conceptual supone, ya que se pueden dar, y de hecho se dan, otras posibilidades (Pozo et al., 1991b; Strike y Posner, 1990; Martínez Torregrosa et al., 1993; Hewson y Thorley, 1989), unas más sencillas, en las que se requieren sólo procesos de asimilación o modificación débil, y otras más complejas, de reestructuración fuerte (Carey, 1986). Es frecuente que las ideas que el alumno organiza antes de la enseñanza «convivan» con las académicas, utilizándose unas u otras en función del contexto donde se van a aplicar (Sebastián, 1993).

Si hubiera que señalar el punto débil de la PCC, éste se podría centrar en *la aceptación poco crítica, por parte de sus defensores, del supuesto de que los mecanismos de cambio conceptual de los que da cuenta la filosofía de la ciencia son análogos o semejantes a los que se pudieran dar en el sujeto.*

Sin embargo, como se ha apreciado de forma reiterada, *los mecanismos necesarios para superar distintas limitaciones cognoscitivas y, en general, de los responsables del desarrollo cognoscitivo del sujeto, son bien diferentes a los utilizados para conformar la propuesta de cambio conceptual* (Marín, 1997).

La afirmación de que *el alumno puede mejorar su rendimiento académico si desarrolla actividades de clase siguiendo pautas semejantes a la de los científicos que*

tan buenos resultados han dado en éste ámbito comienza a perder su validez allí donde no se dan analogías entre el conocimiento del alumno y del científico (Marín, 1996). Por todo ello, adolecen de semejantes problemas las alternativas o soluciones a la PCC que se hacen con los mismos fundamentos (la historia y la filosofía de la ciencia), como ocurre con la propuesta de cambio conceptual complementada oportunamente con un cambio metodológico (Gil y Carrascosa, 1985; Martínez Torregrosa et al., 1993).

Ahora bien, el principal problema de la PCC no habría que centrarlo en las anteriores argumentaciones críticas, pues incluso los mismos autores de la propuesta de cambio conceptual original (Strike y Posner, 1990) realizan declaraciones en esta misma dirección. El mayor problema es que esta propuesta ha tenido una extensa aceptación y difusión en el dominio de la didáctica de las ciencias y ahora resultaría muy difícil situarla en el lugar que le corresponde.

En efecto, a pesar de que arrecian las críticas a la PCC se continúan haciendo investigaciones (véase apartado de tesis didácticas en la revista *Enseñanza de las Ciencias*) tomando ésta como referencia importante. ¿Qué tiene el cambio conceptual que lo hace tan atractivo? Resulta paradójico, pero también significativo, admitir que no se puede dar *cambio conceptual* en la mente del alumno y que sólo se utilice la expresión porque *está ya instalada en la literatura y su uso se ha generalizado* (Toledo et al., 1997).

En esto estamos por suponer, en la misma dirección que apunta Duschl (1994), que la formación exclusivamente científica de la mayoría de los que publican en este dominio, con poca o ninguna interacción con otras áreas de conocimiento, sólo puede llevar a dar soluciones aproximadas a problemas de enseñanza donde interviene la cognición del sujeto.

Y, desde luego, se deberían valorar las transposiciones analógicas desde la historia y la filosofía de la ciencia al plano de la enseñanza y el aprendizaje del alumno, como una primera aproximación a los problemas de enseñanza. Habría que ser más críticos cuando se trata de establecer correspondencias racionales entre la enseñanza y la epistemología de la ciencia (Matthews, 1994; Solomon, 1994).

Todo lo anterior podría guiarnos para encontrar una respuesta a la cuestión: *¿Por qué hacer una propuesta didáctica partiendo de una supuesta analogía entre desarrollo científico y cognición del alumno cuando es posible hacerla con datos y argumentos teóricos tomados directamente de éste?*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN, D.E. (1994). Facilitating conceptual change using analogies and explanatory models. *International Journal of Science Education*, 16(2), pp. 201-214.
- BUNGE, M. (1981). *La investigación científica*. Barcelona: Ariel.
- CAREY, S. (1986). Cognitive Science and Science Education. *American Psychologist*, 41(10), pp. 1123-1130.
- CASE, R. (1983). *El desarrollo intelectual: una reinterpretación sistemática*, pp. 339-362, en Carretero, M. y Madruga, J.A. Lecturas de psicología del pensamiento. Razonamiento, solución de problemas y desarrollo cognitivo. Alianza Editorial. Madrid.
- CLAXTON, G. (1984). *Vivir y aprender*. Madrid: Alianza Editorial.
- CLAXTON, G. (1986). The alternative conceiver's conceptions. *Studies in Science Education*, 13, pp. 123-130.
- DUSCHL, R.A. (1994). Editorial Policy Statement and Introduction. *Science Education*, 78(3), pp. 203-208.
- DUSCHL, R.A. y GITOMER, D.H. (1991). Epistemological Perspectives on Conceptual Change: Implications for Educational Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), pp. 839-858.
- FELLOWS, N.J. (1994). A window into thinking: using student writing to understand conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), pp. 985-1001.
- GIL y CARRASCOSA, J.M. (1985). Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, 7(3), pp. 231-236.
- GILBERT, J.K. y SWIFT, D.J. (1985). Towards a lakatosian analysis of the piagetian and alternative conceptions research programs. *Science Education*, 69(5), pp. 681-696.
- HAMEED, H., HACHLING, M.W. y GARNETT, P.J. (1993). Facilitating Conceptual Change in Chemical Equilibrium Using a CAI strategy. *International Journal of Science Education*, 15(2), pp. 221-230.
- HASHWEH, M.Z. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8(3), pp. 229-249.
- HEWSON, P.W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3, pp. 383-396.
- HEWSON, P.W. y THORLEY, R. (1989). The conditions of conceptual change in the classroom. *Internacional Journal of Science Education*, 11(5), pp. 541-553.
- HYND, C.R., MCWHORTER, J.Y., PHARES, V.L. y SUTTLES, C.W. (1994). The role of instructional variables in conceptual change in High school physics topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), pp. 933-946.
- INHELDER, B. y PIAGET, J. (1972). *De la lógica del niño a la lógica adolescente*. Buenos Aires: Paidós. (VO, 1955. *De la logique de l'enfant a la logique de l'adolescent*. París: Presses Universitaires de France).
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. (1991). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), pp. 248-256.
- KELLY, G.J. 1997. Research traditions in comparative context: a philosophical challenge to radical constructivism. *Science Education*, 81(3), pp. 355-375.
- KITCHENER, R. (1992). *Piaget's Genetic Epistemology: Epistemological Implications for Science Education*, pp. 116-146, en Duschl y Hamilton. Philosophy of Science, Cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice. Nueva York: State University of New York Press.
- LAWSON, A.E. (1994). Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), pp. 165-187.
- LÓPEZ RUPÉREZ, F. (1990). Epistemología y didáctica de las ciencias. Un análisis de segundo orden. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), pp. 65-74.
- MARÍN, N. (1991). *Criterios de actuación didáctica*. Almería: El autor.
- MARÍN, N. (1994). Elementos cognoscitivos dependientes del contenido. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 20, pp. 195-208.
- MARÍN, N. (1995). Metodología para obtener información del alumno de interés didáctico. Almería: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería.
- MARÍN, N. (1996). Referentes teóricos para fundamentar la enseñanza de las ciencias. *Actualidad Educativa*, Vol. III, núm. 1, pp. 26-33.
- MARÍN, N. (1997). *Fundamentos de didáctica de las ciencias experimentales*. Almería: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería.
- MARINA, J.A. (1996). *El laberinto sentimental*. Barcelona: Anagrama.
- MARTÍNEZ TORREGROSA, J., DOMÉNECH, J.J. y VERDÚ, R. (1993). Del derribo de ideas al levantamiento de puentes: La epistemología de la ciencia como criterio organizador de la enseñanza de las ciencias física y química. *Curriculum*, 6, pp. 67-89.
- MATTHEWS, M.R. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), pp. 255-277.
- MILLAR, R. (1989). Constructive criticisms. *Int. J. Sci. Educ.*, 11, pp. 587-596.
- NOVAK, J.D. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza Universitaria.
- OSBORNE, J.F. (1996). Beyond Constructivism. *Science Education*, 80(1), pp. 53-82.
- PASCUAL-LEONE, J. (1983). Problemas constructivos para teorías constructivas, «La relevancia actual de la obra de Piaget y una crítica a la psicología basada en la simulación del procesamiento de información», pp. 363-392, en Carretero, M. y García Madruga, J.A., *Lecturas de psicología del pensamiento*. Madrid: Alianza Editorial.
- PERALES, F.J. (1993). *El constructivismo en la didáctica de las ciencias*. «Luces y sombras». XIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Cáceres.
- PERALES, F.J. y NIEVAS, F. (1995). Teaching Geometric Optics, results and educational implications. *Research in Science and Technological Education*, 13, pp. 187-203.

- PIAGET, J. (1976). *La toma de conciencia*. Madrid: Morata. (VO, 1974. *Le prise de conscience*. París: Presses Universitaires de France.)
- PIAGET, J. (1977a). *Epistemología genética*. Argentina: Solpin. (VO, 1970. *L'epistemologie génétique*. París: Presses Universitaires de France.)
- PIAGET, J. (1977b). *Lógica y psicología*. Argentina: Solpin. (VO, 1953. *Logic and psychology*. Nueva York: Manchester University Press.)
- PIAGET, J. (1978a). *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo*. Madrid: Siglo XXI.
- PIAGET, J. (1978b). *La representación del mundo en el niño*. Madrid: Morata. (VO, 1926. *La representation du monde chez l'enfant*. París: Presses Universitaires de France.)
- PIAGET, J. (1981). *Psicología y epistemología*. Barcelona: Ariel. (VO, 1970. *Psychologie et épistémologie*. París: Denoël-Gonthier.)
- PIAGET, J. y GARCÍA, R. (1973). *Las explicaciones causales*. Barcelona: Barral.
- PIAGET, J. y SZEMINSKA, A. (1982). *Génesis del número en el niño*. Buenos Aires: Guadalupe.
- POSADA, J.M. (1996). Hacia una teoría sobre las ideas científicas de los alumnos: influencia del contexto. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), pp. 303-314.
- POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. y GERTZOG, W.A. (1982). Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2), pp. 211-227.
- POZO, J.I. (1987). *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Madrid: Visor.
- POZO, J.I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- POZO, J.I. (1993). Psicología y didáctica de las ciencias de la naturaleza, ¿concepciones alternativas? *Infancia y aprendizaje*, 62, pp. 187-204.
- POZO, J.I., SANZ, A., GÓMEZ, M.A. y LIMÓN, M. (1991a). Las ideas de los alumnos sobre ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), pp. 83-94.
- POZO, J.I., GÓMEZ CRESPO, M.A., LIMÓN, M. y SERRANO SANZ, A. (1991b). *Procesos cognitivos en la comprensión de las ciencias: las ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid: CIDE (MEC).
- POZO, I., SANZ, A. y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1995). *Cambio conceptual: del conocimiento personal al conocimiento científico*, pp. 151-178, en Arlegui et al. *Aspectos didácticos de física y química*. Zaragoza: Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Zaragoza.
- SEBASTIÁ, J.M. (1993). ¿Cuál brilla más?: Predicciones y reflexiones acerca del brillo de las bombillas. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), pp. 45-50.
- SOLOMON, J. (1994). The rise and fall of constructivism. *Studies in Science Education*, 23, pp. 1-19.
- STRIKE, K.A. y POSNER, G.J. (1990). A revisionist theory of conceptual change, en Duschl, R. y Hamilton, R. (eds.). *Philosophy of Science, Cognitive Science and Educational Theory and Practice*. Nueva York: Suny Press.
- TOLEDO, B., ARRIASSECQ, I. y SANTOS, G. (1997). Análisis de la transición de la física clásica a la relativista desde la perspectiva del «cambio conceptual». *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), pp. 79-90.
- TOULMIN, S. (1972). *Human understanding. Vol. I. The collective usage and evolution of concepts*. Princeton: Princeton University Press. (Trad. cast., 1997. *La comprensión humana, I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Universitaria.)
- VILLANI, A. (1992). Conceptual Change in Science and Science Education. *Science Education*, 76(2), pp. 223-237.
- VUYK, R. (1985). *Panorámica y crítica de la epistemología genética de Piaget 1965-1980*. Madrid: Alianza Universitaria.
- WEIL-BARAIS, A. y LEMEIGNAN, G. (1991). *Problématiques du changement conceptual*. Granada: Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada.

[Artículo recibido en agosto de 1997 y aceptado en noviembre de 1998.]