

La construcción del conocimiento escolar

María José Rodrigo
José Arnay
(compiladores)



PAIDÓS

1ª edición, 1997

© de todas las ediciones en castellano,
Ediciones Paidós Ibérica

ISBN: 84-493-0358-3

**Este material se utiliza con fines
exclusivamente didáctico**

SUMARIO

Introducción.....	9
Colaboradores.....	11

PRIMERA PARTE

LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO COTIDIANO, ESCOLAR Y CIENTÍFICO

1. Tesis sobre el constructivismo, <i>Juan Delval</i>	15
2. Reflexiones para un debate sobre la construcción del conocimiento en la escuela: hacia una cultura científica escolar, <i>José Arnay</i>	35
3. La naturaleza del conocimiento escolar: ¿transición de lo cotidiano a lo científico o de lo simple a lo complejo?, <i>Eduardo García</i>	59
4. Construir conocimientos: ¿saltando entre lo científico y lo cotidiano?, <i>Pilar Lacasa</i>	81
5. Constructivismo y educación escolar: ni hablamos siempre de lo mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica, <i>César Coll</i>	107

SEGUNDA PARTE

REPRESENTACIONES Y CAMBIO EN EL CONOCIMIENTO ESCOLAR

6. Problemas actuales del constructivismo. De la teoría a la práctica, <i>Mario Carretero y Margarita Limón</i>	137
7. El cambio sobre el cambio: hacia una nueva concepción del cambio conceptual en la construcción del conocimiento científico, <i>Juan I. Pozo</i>	155
8. Del escenario sociocultural al constructivismo episódico: un viaje al conocimiento escolar de la mano de las teorías implícitas, <i>María José Rodrigo</i>	177

TERCERA PARTE

EL CONOCIMIENTO ESCOLAR EN DIVERSOS DOMINIOS

9. Hacia una epistemología del conocimiento escolar: el caso de la educación matemática, <i>Carmen Gómez-Granell</i>	195
10. Constructivismo y pensamiento matemático, <i>Eduardo Martí</i>	217
11. El conocimiento cotidiano, escolar y científico en el dominio del lenguaje escrito, <i>Ana Teberosky</i>	243
12. Constructivismo en educación: consensos y disyuntivas, <i>Liliana Tolchinsky</i>	265

CUARTA PARTE

EL CONSTRUCTIVISMO EN LA PRÁCTICA EDUCATIVA ESCOLAR Y EN LA FORMACIÓN DE DOCENTES

13. Construyendo el constructivismo: criterios para su fundamentación y su aplicación instruccional, <i>Pedro Hernández</i>	285
14. Concepciones constructivistas y práctica escolar, <i>Alfonso Luque, Rosario Ortega y Rosario Cubero</i>	313
15. Las visiones del constructivismo: de la formación del profesorado a las demandas de la tarea docente, <i>Antonio Hernández</i>	337
16. Análisis de la práctica educativa: constructivismo y formación del profesorado, <i>Teresa Mauri e Isabel Gómez</i>	351

Introducción

En los últimos años, el término constructivismo se ha convertido en uno de los más utilizados en el ámbito del aprendizaje escolar. La denominada «perspectiva o concepción constructivista» aparece directamente nombrada o como telón de fondo en la mayoría de las publicaciones relativas a este ámbito. Con frecuencia se habla de «construir los aprendizajes», de elaborar un currículum «constructivista», «construir el conocimiento», de la «construcción de significados», etc. Sin embargo, esta amplia aplicación del término en diferentes contextos, en vez de contribuir a precisarlo, más bien parece haberlo dotado de una cierta generalidad y vaguedad. ¿Qué es el constructivismo? ¿Es una teoría del aprendizaje? ¿Es una nueva corriente psicológica? ¿Es una posición epistemológica sobre cómo se adquiere el conocimiento humano? Si bien no parece quedar duda en la actualidad de que la posición constructivista es un sólido punto de partida para investigar los procesos cognitivos y los relativos al aprendizaje humano, sin embargo también resulta claro que esta posición no está exenta de problemas. De hecho, en los últimos años ha habido y sigue habiendo bastantes debates en pos de los supuestos teóricos y aplicados del constructivismo. Este mismo volumen es buena muestra de ello, como también lo es el reciente número de *Substratum* dedicado al tema con el sugerente título «¿Construcción o instrucción?», que por sí solo expresa algunos de los interrogantes clave que este debate tendrá que responder en los próximos años. Ya en 1991 aparecía la polémica en las páginas de *Educational Technology* como un reflejo de las discusiones entre diseñadores instruccionales y autores constructivistas (Duffy y Jonassen, 1991) y recientemente se han publicado las obras de Fensham, Gunstone y White (1994), Von Glasersfeld (1995) y Steffe y Gale (1995), entre otras.

Antes de nada, nos parece oportuno mencionar que todos estos debates muestran a la vez dos aspectos que pueden parecer contradictorios, pero que en realidad no lo son, y que constituyen dos extremos esenciales de nuestra posición al respecto. A saber:

1. El constructivismo es una posición en auge en la que convergen distintas aportaciones (piagetiana, cognitiva, vygotskiana, entre otras); dicha convergencia se beneficia del mutuo reconocimiento de puntos en común aceptados por distintos enfoques, pero también existen divergencias notables que se reflejan, por ejemplo, en la discusión actual sobre la obra de Vygotsky (Carretero, 1993 y 1996a).

2. Sin embargo, también existen discrepancias considerables al respecto y, lo que es más importante, cuestiones que no han sido todavía suficientemente exploradas.

Entre ellas cabe mencionar, por su singular importancia, las siguientes:

a) la necesidad de una definición precisa de la naturaleza del conocimiento previo, así como una teoría coherente y acabada del cambio conceptual,

b) la especificación de las condiciones de aplicación de la concepción constructivista a las distintas materias escolares (por ejemplo, es obvio que no es lo mismo aprender física que aprender música, ¿pero tampoco lo es en cuanto a la metodología constructivista?), y

c) los criterios de aplicación de los principios constructivistas al ámbito escolar cotidiano; es decir, el paso de unos principios generales al diseño del currículum y de la actividad en el aula (por ejemplo, Resnick y Klopfer, 1986).

En definitiva, tal y como intentaremos desarrollar posteriormente, estamos persuadidos de que el constructivismo es un magnífico punto de partida pero no un punto de llegada. El camino que distintas posiciones al respecto parecen decididas a recorrer juntas, partiendo del mismo lugar, es posible que lleve a Ítaca, pero sobre todo no cabe duda de que dicho rumbo será «largo en conocimientos». Nos parece ineludible plantear esta discusión en un momento en el que, en algunos ámbitos educativos, se ha ofrecido una imagen demasiado fácil y estereotipada del constructivismo. Dicha imagen suele consistir en la convicción, más bien estólida, de que la aplicación de fórmulas del tipo «tomemos los conocimientos previos del alumno, plantémosles conflictos cognitivos y modifiquémoslos» solucionará fácilmente numerosos problemas educativos. Como intentaremos mostrar en este trabajo, algunas realidades educativas son muy tozudas y las cosas parecen ser muy distintas. Para adentrarnos en estos negocios, partiremos de algunas de las ideas expuestas en nuestros trabajos relacionados con estos temas (Carretero, 1993; Carretero y Limón, 1993; Voss, Wiley y Carretero, 1995).

Tres, eran tres...

No resulta ninguna novedad afirmar que las distintas posiciones actuales que se consideran constructivistas comparten la idea de que el conocimiento humano no es simplemente una copia de la realidad, ni tampoco un fruto de las disposiciones internas del individuo, determinadas biológicamente, sino un producto de la interacción de ambos factores. En el proceso de dicha interacción es donde se produce la construcción de conocimiento por parte del sujeto, mediante la atribución de significado a la información con la que se va enfrentando. Ésta es, en términos generales, la formulación constructivista básica que suele ser aceptada por todos los parientes de esta gran familia. Sin embargo, las discrepancias surgen cuando desde este principio general se empiezan a desarrollar implicaciones y aplicaciones. Éstas se producen, como es sabido, en el ámbito psicológico, psicopedagógico y educativo. Sin embargo, estos contextos de aplicación y desarrollo de los principios constructivistas suponen, de hecho, distintas consecuencias aplicadas.

Por tanto, creemos que resulta necesario profundizar en la distinción entre lo que podría llamarse tres tipos distintos de constructivismo: el filosófico, el psicológico y el educativo. Por estos tres términos, como es habitual, entendemos respectivamente lo siguiente:

- a) la posición filosófica o epistemológica general que ha inspirado el trabajo empírico de tipo psicológico y que a su vez se ve refrendada por éste;
- b) las conclusiones que se derivan de la investigación psicológica evolutiva o cognitiva sobre la adquisición de conocimiento; y
- c) las implicaciones de dichas investigaciones para la actividad educativa y las investigaciones sobre las condiciones en las que se aprenden y enseñan nuevos conocimientos.

Aunque este trabajo se ocupará fundamentalmente de los aspectos b) y c) quizás no estén de más algunos párrafos sobre el constructivismo filosófico. En este caso, el término «constructivismo» hace referencia fundamentalmente a una posición filosófica o epistemológica sobre cómo adquiere conocimiento el ser humano. En este sentido, Nussbaum (1989), por ejemplo, señala que el constructivismo ha reemplazado a las tradiciones empirista y racionalista al respecto. Así, suele afirmarse que el ser humano adquiere el conocimiento mediante un proceso de construcción individual y subjetiva, de tal modo que son nuestras teorías o expectativas las que determinan nuestra percepción del mundo. Por tanto, la principal diferencia entre el racionalismo y el constructivismo radica en que este último considera que nuestras teorías siempre pueden modificarse o cambiarse de tal modo que somos capaces de construir una nueva teoría, mejor que la anterior. Es quizás en la obra de Piaget donde se encuentra más detallada y explícita la relación entre unas posiciones epistemológicas constructivistas y la investigación psicológica de carácter empírico. De hecho, la obra psicológica piagetiana se consideraba un apoyo empírico para su posición epistemológica. En el caso de la psicología cognitiva, suele considerarse que este enfoque pretendía, desde su creación en los años sesenta, convertirse en el estudio experimental de la agenda de investigación de los problemas planteados clásicamente por la gnoseología (Gardner, 1985). De hecho, aunque existen notorias diferencias entre algunos aspectos de los enfoques cognitivo y piagetiano, sin embargo ambos comparten numerosos supuestos epistemológicos de carácter constructivista, cosa que apenas ha sido señalada por la psicología anglosajona (Carretero, 1996a). No cabe duda que en la obra de Vygotsky existen también relaciones frecuentes entre una determinada posición epistemológica constructivista y la investigación psicológica, aunque otorgue mayor importancia al aprendizaje que la escuela de Ginebra. No es nuestra pretensión en esta oportunidad tratar a fondo estas cuestiones. Por el momento baste señalar que cualquier pretensión de abordar la espinosa cuestión de lo que podría llamarse «las garantías empíricas del constructivismo epistemológico derivadas de la investigación psicológica», tendría que abordar a fondo las complicadas relaciones entre psicología y epistemología. En definitiva, lo que pretendemos indicar es que convendría no establecer una relación circular según la cual las posiciones epistemológicas constructivistas reafirman la investigación psicológica de carácter empírico y al revés, sin conceder espacio para una interpretación alternativa de los resultados de unas y otras. Para ofrecer un solo ejemplo de este posible peligro, quizás convenga recordar que, por ejemplo, en el ámbito del desarrollo cognitivo el innatismo, rival tradicional del constructivismo, no está en absoluto abolido. Basta con examinar las tendencias recientes en adquisición del lenguaje o las discusiones actuales sobre los trabajos de autores como Mehler o Carey. Por otro lado, también puede ser útil recordar que dentro del constructivismo filosófico hay también posiciones un tanto diferentes (véase, por ejemplo, Glasersfeld, 1995, como exponente del llamado constructivismo «radical»).

Constructivismo, psicología y educación. Una relación peligrosa

Por su parte, las *liaisons* entre el constructivismo educativo y el psicológico o psicopedagógico no son menos «peligrosas». Las razones fundamentales residen no sólo en los puntos oscuros de la propia investigación psicológica sino en que los ámbitos educativo, con sus habituales necesidades cotidianas, y psicológico, evolutivo o cognitivo son de naturaleza muy distinta. Una vez más conviene recordar que la adquisición de conocimiento en contextos espontáneos y naturales es un objetivo encomiable y adecuado para la investigación psicológica pero resulta insuficiente para la educación. Es decir, la educación es una situación artificial en la que se trata de que se produzca adquisición de conocimiento no sólo de manera «natural» sino en formas adicionales. Es decir, la educación no puede pretender solamente «reproducir» el desarrollo. Aunque sea un tópico, conviene tener presente que el objetivo del profesor suele ser que los alumnos comprendan, en un espacio limitado de tiempo y con unos recursos también limitados, una serie de nociones que no son producto del desarrollo humano en contextos naturales sino más bien síntesis de los logros culturales de la humanidad. Quizás sea oportuno un ejemplo al respecto. Pensemos qué nos aporta la investigación psicológica sobre el concepto de velocidad entre alumnos de diferentes edades. Sin duda, nos informa del punto de partida que tiene que tener en cuenta el profesor para impartir sus clases, pero dicho trabajo no nos indica cuáles son las estrategias adecuadas para que se produzca un aprendizaje adecuado de dicha noción. En las páginas que siguen abordaremos ejemplos similares con el propósito precisamente de esclarecer las relaciones entre el constructivismo educativo y el psicológico. Nuestros objetivos son los siguientes:

a) revisar en qué punto se encuentran actualmente las investigaciones psicológicas acerca de los supuestos constructivistas esenciales y analizar cuáles son las implicaciones que tendrían para el contexto escolar; y

b) reflexionar acerca de qué forma deben adoptar dichas implicaciones, ya que nos parece que ésta es una notoria ausencia en los trabajos de tipo constructivista.

El conocimiento previo: ¿obstáculo o ayuda?

Desde el comienzo de los años ochenta y coincidiendo con el auge creciente de las ideas constructivistas que venimos comentando, se ha desarrollado lo que algunos han denominado «el movimiento de las concepciones alternativas» (Millar, 1989). Como es sabido, estos trabajos se han centrado en el estudio de la identificación de las ideas de los alumnos respecto a diversos conceptos científico-naturales, tales como el de fuerza, calor, electricidad, aceleración, etc. (véase Pfundt y Duit [1994] que presentan el más exhaustivo compendio de dichos estudios; entre nosotros, con mayores fines didácticos, Gil, Carrascosa, Furió y Martínez Torregrosa, 1991).

A pesar de que es cierto que estos estudios han aportado datos muy valiosos, que señalan cómo la comprensión de la ciencia por parte de los niños y adolescentes a menudo difiere considerablemente de la adecuada desde el punto de vista científico, no es menos cierto que dichos estudios no están exentos de críticas importantes. En primer lugar, a pesar de que se han identificado algunas características comunes a estas concepciones alternativas de los alumnos (Pozo y otros, 1991; Voss, Wiley y Carretero, 1995), en general, su estudio se ha restringido a conceptos científico-naturales muy específicos, lo que ha dado lugar a un conocimiento muy puntual y fragmentario que, por otro lado, se encuentra demasiado ligado a la metodología utilizada.

Por otro lado, hasta ahora nuestro conocimiento sobre los conocimientos previos de los alumnos en áreas como las ciencias sociales y la historia es más bien escaso (Carretero y Voss, 1994). En este ámbito se plantea si los alumnos mantienen ideas previas con características semejantes a las encontradas en el área científico-natural (ideas muy ligadas a su experiencia y acción en el mundo cotidiano, basadas en lo perceptivo, etc.) o si las características peculiares del conocimiento histórico (Carretero y otros, 1994), en este caso, tienen una clara influencia en las representaciones que posee el alumno. Por ejemplo, al tener el conocimiento histórico algunas características propias, como es el caso de su necesidad de una continua reinterpretación, y al no poder los alumnos interactuar y manipular directamente los objetos a los que se refieren los contenidos históricos, parece difícil que esas representaciones iniciales puedan estar ligadas a su experiencia física o estar basadas en lo perceptivo, como sucede en el caso de la ciencias físico-naturales.

Por otro lado, es muy posible que los conocimientos históricos presenten una mayor resistencia al cambio, comparados con otros tipos de conceptos escolares, ya que suelen tener un alto valor emocional y afectivo al formar parte de las identidades colectivas y nacionales. Sería previsible, entonces, que cambiar nuestra representación del descubrimiento de América o la expulsión de los árabes en 1492 sea más difícil que transformar nuestras ideas sobre la evolución de las especies o la composición de la materia (Carretero, 1996b).

En definitiva, creemos que nuestro conocimiento de los «conocimientos previos» de los estudiantes sobre muchas áreas del currículum es todavía un tanto pobre y limitado. A mayor abundamiento, podemos citar la falta de investigaciones acerca de las representaciones previas de los alumnos sobre cuestiones relacionadas con la lengua materna, las lenguas extranjeras u otros temas escolares tan esenciales y formativos como la música y la educación física, por no mencionar el escaso desarrollo de este tipo de investigaciones en el ámbito de la enseñanza técnico-profesional. Parece, pues, necesario un mayor trabajo teórico y empírico en diferentes dominios y el desarrollo de nuevas metodologías que permitan identificar de una manera más precisa y detallada las ideas de los alumnos.

Por otro lado, creemos que surge una cuestión aparentemente muy obvia en la que no se ha reparado: ¿Qué sucede si el estudiante carece totalmente de conocimiento previo sobre los contenidos que se pretende que aprenda? Puede argumentarse, con toda razón, que en cualquier caso habrá siempre un conocimiento previo sobre el que el alumno construirá su nuevo conocimiento. Sin duda, esto es bien cierto, pero es importante también hacer notar que con mucha frecuencia los autores constructivistas han considerado el conocimiento previo como si éste fuera siempre un impedimento para el conocimiento posterior, utilizando la idea de «obstáculo epistemológico», tal y como fue concebida por Bachelard. Es decir, resulta necesario distinguir entre un conocimiento que implica resistencia al cambio conceptual y el que simplemente supone un conocimiento incompleto que se mejora con el que se recibe posteriormente. Evidentemente, en el caso del primero estamos hablando de una dinámica complicada que dificulta la instrucción, mientras que en el segundo caso nos referimos a una situación que es relativamente similar a las consideradas por los autores de orientación empirista, ya que aunque exista el conocimiento previo éste no dificulta la adquisición de conocimiento nuevo sino que solamente se ve completado. En este caso el conocimiento previo es más bien *impedimenta* en el sentido latino del término, es decir, el equipaje, pesado pero útil, con el que las legiones romanas iniciaban su andadura. De la misma manera, es posible que sea de esta guisa como los seres humanos iniciamos el viaje por los caminos del conocimiento, no exentos sin duda de la posibilidad de cierta lucha entre los viejos y los nuevos conocimientos. Pero en esa lucha es posible que nos tengamos que desprender de alguna parte de nuestra *impedimenta* o quizás, por el contrario, que el contenido de nuestro equipaje nos sea útil.

En este sentido, es preciso reconocer por tanto la necesidad de utilizar el conocimiento previo, aunque esté equivocado, como puente para introducir el nuevo conocimiento. De hecho, esto es precisamente lo que se ha denominado el uso de la analogía en el ámbito didáctico (por ejemplo, Vosniadou y Ortony, 1989). Con frecuencia, en el caso de las aplicaciones educativas del constructivismo no se explicita con claridad cuál es la relación que van a mantener los dos usos posibles del conocimiento previo. Es más, creemos que con frecuencia existe un mensaje ambiguo al respecto que va a necesitar una mayor clarificación en los próximos años.

El cambio conceptual y el problema del tiempo

Por estas razones, entre otras, resulta fácil entender que los procesos de cambio conceptual hayan sido en los últimos años una de las estrellas del cartel constructivista. A este respecto es importante diferenciar dos aspectos:

- a) la investigación sobre los procesos de cambio conceptual como proceso psicológico; y
- b) la investigación relativa a las estrategias de enseñanza adecuadas para promover dicho cambio en el aula.

En relación con lo primero se han presentado diversos modelos teóricos para explicar dichos procesos (Limón y Carretero, 1996; Rodríguez Moneo y Carretero, 1996; véase la tabla 1). La pregunta básica que se han formulado los distintos autores ha sido «¿qué es lo que cambia?». Según las distintas posiciones, lo que cambia son modelos mentales que el estudiante construye como fruto de su experiencia (por ejemplo, Vosniadou y Brewer, 1992), teorías (McCloskey, 1983; Smith, Carey y Wiser, 1985; Carey,

1985; Wellman, 1990; Brewer y Samarapungavan, 1991), ideas fragmentarias, asistemáticas y basadas en la intuición y la experiencia directa (DiSessa, 1983,1988; Solomon, 1983) o esquemas conceptuales.

TABLA 1. Distintas posiciones teóricas sobre el cambio conceptual
(tomada de Limón y Carretero, 1996)

POSICIÓN TEÓRICA	¿QUÉ ES LO QUE DEBE CAMBIARSE PARA QUE SE LOGRE EL CAMBIO CONCEPTUAL?
Cognición situada (entre otros, Spada, 1994; Caravita y Hallden, 1994)	Nada. Coexistencia de múltiples representaciones. El alumno debe identificar y discriminar el contexto adecuado
Conocimiento fragmentado (DiSessa, 1988; 1993)	Pprimis
Teoría-marco. Modelos mentales (Vosniadou, 1994; Vosniadou y Brewer, 1992)	Una teoría por otra (reestructuración)
Reestructuración radical y reestructuración débil (Carey, 1985)	Una teoría por otra (reestructuración)
Cambio de categoría ontológica (Chi y otros, 1994)	La categoría ontológica a la que están asignados los conceptos dentro de la red del individuo
Cambios metacognitivos (White y Gunstone, 1989; Reif y Larkin, 1991; Vosniadou, 1994)	Las estrategias metacognitivas del sujeto

También existen diferencias en cuanto al tipo de cambio que se produce a lo largo del proceso de cambio conceptual. Así, por ejemplo, Carey (1985) distingue entre la «reestructuración débil» y la «reestructuración fuerte», mientras que otros autores, como Thagard (1992) o Chi, Slotta y De Leeuw (1994) consideran que el cambio conceptual consiste en la creación de nuevas categorías ontológicas o en la reasignación de los conceptos a una categoría diferente. ¿Cómo se produce el cambio conceptual? Con frecuencia, la presentación de datos contradictorios o datos anómalos que provoquen conflicto cognitivo ha sido una de las fases características de este proceso. Sin embargo, algunos trabajos han puesto de manifiesto el hecho de que dicho conflicto no es una condición suficiente para producir cambio conceptual (Driver, 1989; Dreyfus, Jungwirth y Eliovitch, 1990; Nissani y Hoefler-Nissani, 1992; Carretero y Baillo, 1993; Baillo y Carretero, 1996).

Aunque no es nuestro objetivo en este trabajo profundizar en dichos modelos, baste decir que su diversidad es patente, lo cual dificulta la decisión acerca de cuáles serían las posibilidades y decisiones aplicadas que podían tomarse al respecto. Es decir, habría varias formas de diseñar estrategias didácticas basadas en lo que sabemos del conocimiento previo. Su posible éxito estaría en función de su propiedad al caracterizar dicho conocimiento en los alumnos. Por otro lado, la práctica totalidad de estos modelos teóricos se han desarrollado para explicar el cambio conceptual en el caso de las ciencias físico-naturales. Las investigaciones llevadas a cabo hasta ahora tampoco permiten establecer si los procesos de cambio conceptual son semejantes o no cuando se comparan distintos dominios de conocimiento.

No obstante, sí existen algunas conclusiones claras que pueden extraerse de todos estos trabajos, más bien de investigación básica, y de los que han desarrollado estrategias de enseñanza para promover el

cambio conceptual. La mayoría de ellos convergen al afirmar que el cambio conceptual es un proceso muy costoso y difícil que exige tiempo. Esto se debe a que los seres humanos poseemos una gran resistencia a modificar nuestras representaciones iniciales. Esto sucede incluso cuando se posee un nivel muy elevado de conocimiento previo sobre la materia en cuestión (Carretero y Limón, en prensa).

Si se pretende que el alumno modifique sus conocimientos previos y lleve a cabo procesos de cambio conceptual debemos tener en cuenta que ello supone tiempo, esfuerzo y un largo camino en el que la transformación del conocimiento no siempre va a conducir a una nueva representación coincidente con la información disciplinar. Esto tiene importantes consecuencias didácticas, ya que el problema del tiempo no es muy importante en el caso de la investigación psicológica, pero sí lo es cuando se trata de la actividad cotidiana en el aula. Por ejemplo, si tomamos la noción de densidad, sobre la que se han realizado numerosas investigaciones (por ejemplo, Baillo y Carretero, 1996), y pensamos en enseñarla con una metodología constructivista, a la edad de 12-13 años aproximadamente, es difícil que se pueda llevar a cabo en menos de 6-8 semanas. Obsérvese que es preciso que el profesor analice las ideas de los alumnos, plantee situaciones contradictorias, tanto desde el punto de vista teórico como práctico, logre que los alumnos elaboren nuevas ideas y finalmente exponga los conocimientos disciplinares de manera sistemática. Si tenemos en cuenta las horas que suelen dedicarse a estas edades a las ciencias experimentales, veremos con facilidad que no será posible enseñar en un curso más de 8-10 temas con esta metodología. Por supuesto que a una problemática de este tipo se le pueden encontrar soluciones y de hecho no es nuestra intención elaborar aporías educativas. Simplemente pretendemos llamar la atención sobre un tema que creemos ha sido ignorado y sin el cual resultará muy difícil aplicar la posición constructivista a la solución de problemas didácticos concretos.

También es cierto que, a menudo, en el aula, el profesor presenta a sus alumnos varios conceptos nuevos a la vez y no uno solo. Si el alumno tuviera que comprender de manera profunda todos ellos, probablemente el avance en la presentación de materia nueva sería muy escaso. Entre las posibles soluciones podemos citar una hipotética reducción de los contenidos del currículum —no hay más que ver los contenidos de los currículos de secundaria de nuestro país para comprobar la bondad de esta solución— o la posibilidad de que el cambio conceptual se convierta en una meta a conseguir al final de un período más amplio que el curso académico, por ejemplo, una etapa educativa o varios cursos académicos. Esta alternativa tendría claras repercusiones para el diseño curricular, en el que debería existir una fuerte coordinación entre los profesores, en las actividades que se presentan a los alumnos y en el seguimiento del proceso de cambio de los alumnos y su evaluación. Asimismo, teniendo en cuenta la dificultad de lograr el cambio conceptual, podría proponerse este objetivo sólo para algunos contenidos previamente seleccionados. Ello también supondría la necesidad de investigar, en cada materia, qué contenidos son los que deberían ser reestructurados en profundidad a partir de la representación intuitiva del alumno, lo cual supondría tomar también decisiones en lo que a la secuencia curricular se refiere.

Para aprender no basta con comprender

La perspectiva constructivista del aprendizaje sostiene la idea de que se debe promover que el alumno realice aprendizajes significativos, es decir, que no memorice literalmente la información nueva, sino que la comprenda. Sin embargo, creemos que el aprendizaje no puede reducirse a comprender. Es decir, comprender resulta una condición necesaria para aprender, pero no suficiente ni la única (Carretero, 1993). En este sentido, Millar (1989) señala que:

"Un modelo constructivista del aprendizaje no implica, sin embargo, un modelo constructivista de enseñanza. Desde luego, esto debe ser así, o los constructivistas se enfrentarán a un problema grave al tener que explicar cómo la mayoría de la gente que se podría decir que comprende la ciencia lo ha logrado; puesto que es muy claro que la mayoría de los que creemos que «entendemos» algunos conceptos científicos no llegamos a esta comprensión mediante programas de enseñanza basados en las líneas constructivistas" (Millar, 1989, pág. 589).

Puesto que, como hemos visto, lograr que el alumno comprenda —en el sentido profundo del término— está vinculado al cambio conceptual y por tanto resulta algo difícil, que exige tiempo y tiene una serie de implicaciones que hacen complicada la puesta en práctica en el aula y la elaboración del diseño curricular, consideramos que resulta cuestionable considerar la comprensión como meta exclusiva del

aprendizaje escolar. Tal vez sea más razonable hablar de niveles de comprensión, en lugar de comprensión en términos absolutos. No es necesario ni probablemente adecuado que el alumno comprenda cabalmente todos los contenidos escolares. Parece más acertado seleccionar algunos contenidos que sí deben ser comprendidos de manera profunda. En el apartado anterior hemos señalado algunas consecuencias de esta selección para el diseño curricular y su puesta en marcha.

Teniendo en cuenta lo anterior, creemos que el aprendizaje escolar no puede reducirse exclusivamente a la comprensión o a la consecución de aprendizajes significativos. En función de cuáles sean las metas u objetivos de aprendizaje y de los contenidos de aprendizaje, puede ser más o menos conveniente que el alumno vaya adquiriendo representaciones significativas o más relacionadas con la ejercitación. Por ejemplo, si estamos interesados en que el estudiante adquiera eficazmente —dicho sea de paso, no encontramos ninguna razón para tenerle miedo al término «eficacia» en el ámbito educativo— el cálculo de multiplicaciones con y sin decimales, el aprendizaje por ejercitación y consecuentemente la realización de ejercicios mediante los que el alumno tenga ocasión de practicar los procedimientos adecuados, es mucho más eficaz, por lo menos en los niveles más elementales, que la comprensión profunda de las nociones en juego. Por supuesto, esto no es incompatible con la utilización de otras estrategias de enseñanza que le permitan avanzar comprensivamente en la adquisición del concepto de multiplicar y su significado. Los términos «ejercitación» y «repetición» suelen tener en el ámbito constructivista una connotación muy peyorativa. Por esta razón los hemos venido utilizando con una clara intencionalidad crítica por nuestra parte. Es decir, nuestro objetivo fundamental al respecto reside en plantear la necesidad de que la posición constructivista se ocupe del tema de la organización de la práctica. Estamos persuadidos de que sin plantearse a fondo esta cuestión será muy difícil resolver algunos de los problemas didácticos que hemos mencionado anteriormente. Y de esta forma, al plantearse los problemas de la práctica, surgen con fuerza propia las cuestiones relacionadas con la ejercitación. De nuevo, quizás convenga repetir que los problemas de la práctica son escasamente significativos para la investigación psicológica de carácter básico, pero son esenciales para resolver los problemas educativos concretos. Es importante señalar que en absoluto estamos reivindicando la vigencia del aprendizaje memorístico y carente de significación, que a menudo se ha identificado con la enseñanza tradicional, sino más bien insistiendo en que el aprendizaje significativo, como meta global de la actividad en el aula, debe incluir y necesita de otras actividades no tan significativas sin las cuales será imposible su consecución final. De hecho, desde un punto de vista cognitivo, la ejercitación puede considerarse como una forma de rentabilizar los recursos de la memoria a corto plazo o de trabajo para que pueda, por un lado, incorporar más información nueva y, por otro, establecer más conexiones con la memoria a largo plazo y de este modo aprender de manera más significativa (Carretero, 1993).

Algunos problemas pendientes: motivación y evaluación

Por último, parece innegable afirmar que los factores afectivo-motivacionales también afectan a los procesos de la comprensión significativa a través del cambio conceptual y pueden también explicar, al menos parcialmente, esa resistencia a modificar nuestras representaciones iniciales. Esto es lo que ha llevado a algunos autores a criticar la visión un tanto «fría» que han ofrecido hasta ahora del cambio conceptual (Pintrich y otros, 1993; Pintrich, en prensa). Por el contrario, cada vez se está extendiendo más la idea de que el proceso mediante el cual modificamos nuestras concepciones previas es más bien «caliente», puesto que supone la activación de factores emocionales. Ya se ha comentado anteriormente que en el caso de algunas nociones sociales e históricas esto resulta bastante obvio, aunque no por ello ha sido estudiado por los investigadores. Por ejemplo, si un profesor está enseñando cuestiones relacionadas con actitudes sexistas e igualdad de oportunidades, se encontrará que las resistencias al conocimiento nuevo no sólo son de tipo conceptual. Por otra parte, en el caso de nociones matemáticas o físicas, pongamos por caso, es muy posible que también la emoción cumpla un importante papel. Haciendo un juego de palabras, es muy posible que las *misconceptions* sean «mi-concepción». Es decir, cualquier modificación del conocimiento del alumno puede ser vivida por éste como un desafío a su identidad, aunque suene exagerado. En definitiva, es preciso tener en cuenta que la vieja metáfora piagetiana del comportamiento como un coche que funciona con motor (estructura cognitiva) y gasolina (motivación) quizás deba ser revisada. Sobre todo en lo que respecta a la primacía de la estructura, básicamente porque la acción que ejerce la gasolina en el motor también se lleva a cabo mediante una estructura que al docente le es preciso conocer y sobre la que el investigador debe manejar modelos teóricos elaborados y potentes. En última instancia, motivación y

comprensión son dos caras de la misma moneda, si bien este apasionante tema debería tratarse en extenso (Pintrich y otros, 1993; Pintrich, en prensa).

La identificación de los conocimientos previos del alumno, aspecto esencial, como hemos indicado en el «constructivismo educativo», presenta importantes dificultades para el profesor. Si el aprendizaje es un proceso de construcción individual y esas representaciones previas son individuales, la evaluación inicial — para la cual, como hemos visto, carecemos aún de herramientas potentes en algunos casos y materias escolares— se complica bastante. En este sentido, Jonassen (1994) señala la dificultad que esto supone para predecir los resultados del aprendizaje. Si bien creemos que no debe adoptarse una posición extrema que haga inviable poner en práctica algunos de los presupuestos de la perspectiva constructivista, sí se debe tomar conciencia de la complejidad de la tarea que se está proponiendo al docente.

¿Cómo sabemos cuándo han modificado los alumnos sus representaciones previas? ¿Qué técnicas serían las más adecuadas para realizar esta evaluación? A veces, respuestas aparentemente correctas tienen detrás una representación que no coincide con la que el profesor pretende que adquiera el alumno. El siguiente ejemplo tomado de Giordan y De Vecchi (1987) ilustra muy bien esta idea. Un grupo de alumnos estaban estudiando la respiración de los peces. El profesor había realizado numerosas actividades para lograr que sus alumnos comprendieran este fenómeno, en el sentido profundo del término. Realiza una evaluación y los alumnos contestan correctamente a sus preguntas. Finalmente les pide que representen gráficamente el sistema de respiración de los peces. Un grupo de alumnos, aunque había representado las agallas, ¡también había dibujado un mecanismo similar al del funcionamiento de los pulmones —aunque no le habían colocado esta etiqueta—! Si el profesor no les hubiera pedido esta representación gráfica y una explicación de la misma, habría considerado que las ideas de sus alumnos se habían modificado y por tanto se había producido la comprensión. Por otro lado, si hemos de hacer un seguimiento del proceso de cambio conceptual de nuestros alumnos, sería necesario también conocer cuáles son las representaciones intermedias de ese proceso, de tal modo que sea posible evaluar el progreso del alumno, puesto que parece claro que el proceso de cambio es un continuo y no un proceso dicotómico de todo o nada.

Al considerar que el proceso de aprendizaje es un proceso de construcción individual, el profesor debe tener en cuenta que las representaciones iniciales de los estudiantes pueden diferir considerablemente no sólo de la que el profesor presenta, sino también unas de otras. Por tanto, se deben tener en cuenta estas diferencias. Asimismo, puesto que el aprendizaje es un proceso de reestructuración o modificación de los esquemas iniciales, la evaluación que debe realizar el profesor debe tener en cuenta el punto de partida de cada individuo a la hora de evaluar el progreso obtenido tras recibir instrucción, pero sobre todo debe tener en cuenta que un alumno que esté modificando activamente su conocimiento puede llegar a conclusiones que no estarán de acuerdo con el conocimiento disciplinar.

Conclusiones

Algunos autores (por ejemplo, Jonassen, 1994) señalan que el constructivismo, más que una posición o un modelo teórico bien definido, propone una serie de recomendaciones-guía generales, para elaborar un ambiente de aprendizaje que facilite la construcción del conocimiento. Sin embargo, este autor considera que, si bien el constructivismo nunca puede ser una teoría de la instrucción prescriptiva, sí podría explicitar de una manera más concreta cómo diseñar ambientes de aprendizaje constructivistas. Creemos que, incluso a nivel teórico, el constructivismo educativo adolece de una cierta vaguedad y generalidad que dificulta su puesta en marcha en el aula.

Por otro lado, el conocimiento que se posee hasta hoy sobre aspectos tan destacados y fundamentales dentro de la perspectiva constructivista como los conocimientos previos y los procesos de cambio conceptual es considerablemente limitado, por lo que la elaboración de materiales curriculares y el diseño curricular necesitan un mayor avance de la investigación.

Adoptar la comprensión como objetivo fundamental del aprendizaje tiene una serie de consecuencias importantes de las que al menos se debe ser consciente: deberían reducirse contenidos dadas las exigencias de tiempo de los procesos de cambio conceptual y de la resistencia a la modificación de las representaciones iniciales. Una alternativa sería seleccionar los contenidos que deben ser «comprendidos», así como diferenciar niveles de comprensión en vez de hablar de comprensión en términos absolutos.

La vía de la construcción es sólo una de las que conducen a aprender. No deben excluirse otras que pueden adecuarse a los objetivos de aprendizaje que se persiguen y al tipo de contenidos que se ha de aprender. Aunque en esta perspectiva se suele hacer referencia a los factores afectivo-motivacionales, éstos

siguen sin estar claramente desarrollados e integrados en ella. Por último, la evaluación plantea algunos problemas relacionados con los anteriores que conviene que el docente tenga en cuenta.

Referencias bibliográficas

- Ausubel, D.P., Novak, J.D. y Hanesian, H.** (1978), *Educational Psychology. A cognitive view*, (2nd. edition), Nueva York, Holt, Rinehart & Winston (trad. cast. de M. Sandoval, *Psicología Educativa*, México, Trillas).
- Baillo, M. y Carretero, M.** (1996), «Desarrollo del razonamiento y cambio conceptual en la comprensión de la flotación», en M. Carretero, *Construir y enseñar las Ciencias Experimentales*, Buenos Aires, Aique; y Madrid, Visor.
- Brewer, W. F. y Samarapungavan, A.** (1991), «Child theories versus scientific theories: Differences in reasoning or differences in knowledge?», en R. R. Hoffman y D.S. Palermo (comps.), *Cognition and the symbolic processes: applied and ecological perspectives*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- Brown, D.E., Collins, y Duguid, P.** (1989), «Situating cognition and the culture of learning», *Educational Researcher*, 18, págs. 32-42.
- Caravita, S. y Hallden, O.** (1994), «Reframing and modeling the processes of conceptual change», *Learning and Instruction*, vol. 4 (1), págs. 89-111.
- Carey, S.** (1985), *Conceptual change in childhood*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Carretero, M.** (1993), *Constructivismo y educación*, Madrid, Edelvives; y Buenos Aires, Aique, 1994.
- Carretero, M.** (1996a), *Introducción a la psicología cognitiva*, Buenos Aires, Aique.
- Carretero, M.** (1996b), *Construir y enseñar las Ciencias Experimentales*, Buenos Aires, Aique; y Madrid, Visor.
- Carretero, M., Asensio, M. y Pozo, J. I.**, «Cognitive development, historical time representation and causal explanations in adolescence», en M. Carretero, M. Pope, R. J. Simons y J. I. Pozo (comps.) (1991), *Learning and Instruction*, vol. III. *European Research in an International Context*, Oxford, Pergamon Press, págs. 27-48 (trad. cast.: Madrid, Siglo XXI).
- Carretero, M. y Baillo, M.** (1993), «Effects of counter evidence on conceptual change in Physics and History», comunicación presentada en la Fifth EARLI Conference, Aix-en-Provence, 31 de agosto-5 de septiembre.
- Carretero, M., Jacott, L., Limón, M., López-Manjón, A. y León, J. A.** (1994), «Historical Knowledge: Cognitive and Instructional implications», en M. Carretero y J. F. Voss (comps.), *Cognitive and Instructional Processes in History and the Social Sciences*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- Carretero, M. y Limón, M.** (1993), «The theoretical basis of constructivism and its implications for instructional design», comunicación presentada en la Fifth EARLI Conference, Aix-en-Provence, 31 agosto-5 septiembre, 134.
- Carretero, M. y Limón, M.**, «Conflicting data and conceptual change in History», en W. Schnotz, S. Vosniadou y M. Carretero (comps.), *New perspectives on conceptual change*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- Carretero, M., Limón, M., López-Manjón, A., Jacott, L. y León, J.A.** (1993), «El conocimiento histórico: una perspectiva cognitiva», *Cuadernos de Pedagogía*, 213, págs. 10-14.
- Carretero, M. y Voss, J. F.** (1994) (comps.), *Cognitive and Instructional Processes in History and the Social Sciences*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- Chi, M.T.H., Slotta, D.J. y De Leeuw, N.** (1994), «From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts», *Learning and Instruction*, vol. 4 (1), págs. 27-44.
- DiSessa, A. A.** (1983), «Phenomenology and the evolution of intuition», en D. Gentner y A.L. Stevens (comps.), *Mental models*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- DiSessa, A. A.** (1988), «Knowledge in pieces», en G. Forman y P.B. Pufall (comps.), *Constructivism in the computer age*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- DiSessa, A.A.** (1993), «Towards an epistemology of physics», *Cognition and Instruction*, 10 (2-3), págs. 105-225.
- Dreyfus, A.; Jungwirth, E. y Elovitch, R.** (1990), «Applying the cognitive conflict —strategy for conceptual change—some implications, difficulties and problems», *Science Education*, 74 (5), págs. 555-569.
- Driver, R.** (1989), «Students' conceptions and the learning of science», *International Journal of Science Education*, vol. 11, número especial, págs. 481-490.
- Duffy, T. M. y Jonassen, D. H.** (1991), «Constructivism: new implications for instructional technology?», *Educational Technology*, vol.31 (5), págs. 7-11.
- Duffy, T. M. y Jonassen, D. H.** (1992), *Constructivism and the technology of instruction: a conversation*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- Duit, R.**, «Conceptual change approaches in science education», en W. Schnotz, S. Vosniadou y M. Carretero (comps.), *Conceptual Change*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- Fensham, P., Gunstone, R. y White, R.** (comps.) (1994), *The content of Science. A constructivist approach to its Teaching and Learning*, Londres, The Falmer Press.
- Gardner, H.** (1985), *The new mind's science*, Nueva York, Basic Books (trad. cast. de Leandro Wolfson: *La nueva ciencia de la mente*, Buenos Aires, Paidós, 1987).

- Gil, D., Carrascosa, J. A., Furio, C. y Martínez Torregrosa, J.** (1991), *La enseñanza de las Ciencias en la educación secundaria*, Barcelona, Horsori.
- Giordan, A. y De Vecchi, G.** (1987), *Les origines du savoir*, Delachaux et Niestlé, Neuchatel (trad. cast.: *Los orígenes del saber: de las concepciones personales a los conceptos científicos*, Sevilla, Diada, 1988).
- Glaserfeld, Von, E.** (1995), *Radical Constructivism. A way of knowing and learning*, Londres, The Falmer Press.
- Jonassen, D. H.** (1994), «Thinking Technology. Toward a constructivistic design model», en *Educational Technology*, vol. 34 (4), págs. 34-37.
- Limón, M. y Carretero, M.** (1996), «Las ideas previas de los alumnos. ¿Qué aporta este enfoque a la enseñanza de la ciencia?», en M. Carretero, *Construir y enseñar las ciencias experimentales*, Buenos Aires, Aique; y Madrid, Visor.
- McCloskey, M.** (1983), «Naive theories of motion», en D. Gentner y A.L. Stevens (comps.), *Mental models*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum
- Millar, R.** (1989), «Constructive criticisms», *International Journal of Science Education*, vol. 11, número especial, págs. 587-596.
- Nissani, M. y Hoefler-Nissani, D.M.** (1992), «Experimental Studies of belief dependence of observations and of resistance to conceptual change», *Cognition and Instruction*, 9(2), págs. 97-111.
- Nussbaum, J.** (1989), «Classroom conceptual change: philosophical perspectives», *International Journal of Science Education*, vol. 11, número especial, págs. 530-540.
- Pfundt, H. y Duit, R.** (1994), *Bibliography. Students' alternative frameworks and science education* (4th. edition), Kiel, Alemania, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Pintrich, P.R.**, «Motivational beliefs and conceptual change», en W. Schnotz, S. Vosniadou y M. Carretero, *Conceptual change*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- Pintrich, P.R., Marx, R., y Boyle, R.** (1993), «Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change», *Review of Educational Research*, 63, págs. 167-199.
- Pozo, J. I., Gómez Crespo, M. A., Limón, M. y Sanz, A.** (1991), *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la Química*, Madrid, CIDE.
- Reif, F. y Larkin, J.H.** (1991), «Cognition in scientific and everyday domains: comparison and learning implications», *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 28 (9), págs. 733-760.
- Resnick, L.** (1987), «Learning in school and out», *Educational Researcher*, 16, págs. 13-20.
- Resnick, L. y Klopfer, L.** (1986), *The thinking curriculum* (trad. cast.: *Cognición y curriculum*, Buenos Aires, Aique, 1996).
- Rodríguez Moneo, M. y Carretero, M.** (1996), «Adquisición de conocimiento y cambio conceptual. Implicaciones para la enseñanza de la ciencia», en M. Carretero, *Construir y enseñar las ciencias experimentales*, Buenos Aires, Aique; y Madrid, Visor.
- Smith, C., Carey, S. y Wiser, M.** (1985), «On differentiation: A case study of the developments of the concepts of size, weight and density», *Cognition*, 21, págs. 177-237.
- Spada, H.** (1994), «Conceptual change or multiple representations?», *Learning and Instruction*, vol. 4 (1), págs. 113-116.
- Steffe, L. P. y Gale, J.** (comps.) (1995), *Constructivism in Education*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- Solomon, J.** (1983), «Thinking in two worlds of knowledge», en H. Helm y J. D. Novak (comps.), *Proceedings of the International Seminar: Misconceptions in Science and Mathematics*, Ithaca, NY, Cornell University.
- Taylor, P.** (1993), «Collaborating to reconstruct teaching: the influence of researcher beliefs», en K. Tobin (comp.), *The practice of constructivism in science education*, Washington DC, AAAS Press.
- Thagard, P.** (1992), *Conceptual revolutions*, Princeton, Princeton University Press.
- Tobin, K.** (comp.) (1993), *The practice of constructivism in Science Education*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- Vosniadou, S.** (1994), «Capturing and modeling the process of conceptual change», *Learning and Instruction*, vol. 4 (1), págs. 45-70
- Vosniadou, S. y Brewer, W.F.** (1992), «Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood», *Cognitive Psychology*, 24, págs. 535-585.
- Vosniadou, S. y Ortony, A.** (comps.) (1989), *Similarity and analogical reasoning*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Voss, J. F., Wiley, J. y Carretero, M.** (1995), «Acquiring intellectual skills», *Annual Review of Psychology*, 46, págs. 155-181 (trad. cast. en M. Carretero, *Construir y enseñar las ciencias experimentales*, Buenos Aires, Aique; y Madrid, Visor).
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J. y Novak, J. D.** (1993), «Research on alternative conceptions in science», en D. Gabel (comp.), *Handbook of research on science teaching and learning*, Nueva York, Macmillan.
- Wellman, H.M.** (1990), *The child's theory of mind*, Cambridge, MA, Bradford Books/MIT Press.

White, R.T. y Gunstone, R.F. (1989), «Metalearning and conceptual change», *International Journal of Science Education*, vol. 11, número especial, págs. 577-586.