

No es oro todo lo que reluce ni se construye (igual) todo lo que se aprende: contra el reduccionismo constructivista*

Juan Ignacio Pozo
Universidad Autónoma de Madrid

La expansión del constructivismo, como concepción sobre la naturaleza del conocimiento y su adquisición, desde el ámbito de la teoría y la investigación hasta las áreas de aplicación e intervención obliga a una reflexión cuidadosa sobre los múltiples y diversos usos de la concepción constructivista en esos dominios. El artículo aboga por un uso restringido del constructivismo como enfoque del aprendizaje humano, que diferencie la construcción estática (o asimilación), necesaria para el funcionamiento de cualquier sistema cognitivo, orgánico o artificial, de la construcción dinámica (o acomodación), consistente en los mecanismos mediante los que cambia el conocimiento. En este último sentido no todos los mecanismos de cambio, o aprendizaje, serían constructivos, ya que buena parte de nuestros aprendizajes implícitos, vinculados al desarrollo y al aprendizaje informal, se basarían en procesos asociativos. Los procesos constructivos estarían más vinculados al aprendizaje formal, y promoverían una explicitación de esos conocimientos adquiridos de modo implícito, de modo que la construcción, como proceso de aprendizaje, debería vincularse a los procesos de toma de conciencia o redescubrimiento de los propios conocimientos. Estas ideas se desarrollan, a modo de ejemplo, en un ámbito concreto del aprendizaje, como es el aprendizaje de la ciencia.

Palabras clave: constructivismo, aprendizaje explícito, aprendizaje implícito, conciencia, aprendizaje de la ciencia.

The constructivist conception of the nature of knowledge and knowledge acquisition has gone beyond the realm of theory and research, and is now used in applied situations and interventions. This expansion calls for a careful reflection on constructivism's multiple uses in these domains.

* El presente trabajo se ha visto facilitado por la concesión de la subvención PB94-0188 por parte de la Dirección General de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia a un proyecto de investigación dirigido por el autor. Puy Pérez Echeverría ha actuado una vez más sobre mi confusa zona de desarrollo próximo, ayudándome con sus sugerencias a hacer más claros e inteligibles los argumentos que sostengo en el artículo.

Dirección del autor: Juan Ignacio Pozo. Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid. e-m: pozomun@ccuam3.sdi.uam.es.

This article advocates restricting its use as an approach to human learning that differentiates between static construction (or assimilation), necessary to the functioning of any organic or artificial cognitive system, and dynamic construction (or accommodation), composed by the mechanisms that act to change knowledge. In this regard it may be that not all these mechanisms of change, or learning, are constructive, since a large part of our implicit learning, which is linked to development and informal learning, may be based on associative processes. Constructive processes may be linked more to formal learning, and involve the explicitation of knowledge acquired implicitly. Therefore, as a learning process, construction should be linked to processes of awareness and the redescription of one's own knowledge. This article illustrates these ideas in the context of one specific area of learning—learning scientific concepts.

Key words: Constructivism, Explicit Learning, Implicit Learning, Awareness, Science Learning.

Del constructivismo epistemológico a la psicología del aprendizaje constructivo

Ahora que todos somos constructivistas (por fin), resultaría bastante provocador preguntarnos en qué consiste el constructivismo, ya que seguramente encontraríamos respuestas bien dispares, que nos dirían que o bien no somos todos igualmente constructivistas o bien creemos en formas diversas de constructivismo. No voy a emprender aquí tamaña provocación, al menos de modo directo. Lo que propongo es más bien delimitar algunos de los sentidos, o acepciones, en que suele emplearse el manoseado término «constructivismo» tanto en ambientes psicológicos como educativos, con el fin de evitar un lugar común que parece extenderse cada vez más, según el cual no sólo todos somos constructivistas, sino que además todo aprendizaje e incluso todo acto de conocimiento es necesariamente una construcción intelectual y por tanto toda actividad de enseñanza tiene como única meta legítima la construcción de conocimientos por los alumnos. Intentaré argumentar que este *panteísmo constructivista* o bien carece de sentido o bien supone una versión superficial del aprendizaje constructivo, que hace necesario profundizar más en el tipo de construcción intelectual del que estamos hablando en cada momento. Ahora que todos abrazamos la fe constructivista, hay que empezar a ponerle adjetivos a nuestra manera de concebir la construcción de conocimientos. Y sobre todo hay que concebir la construcción de conocimientos como el producto complejo de la interacción entre diversos procesos de cambio cognitivo (sea aprendizaje o desarrollo), tanto de naturaleza acumulativa o asociativos como de carácter estructural o constructivo (Pozo, 1989).

Y lo cierto es que de un tiempo a esta parte, al menos en los ambientes de investigación, la concepción constructivista se ha impuesto no sólo como enfoque psicológico, sino también epistemológico y didáctico. Se asume que aprender es esencialmente construir representaciones o esquemas de la realidad y que conocer es manipular esas representaciones. De hecho, el predominio de la con-

cepción constructivista no sólo responde a los desarrollos teóricos surgidos en los ámbitos antes mencionados, ya sea la epistemología y la historia de la ciencia (Giere, 1992; Morin, 1980; Thagard, 1992; Watzlawick y Krieg, 1991), las teorías del aprendizaje y del desarrollo (Claxton, 1984; Delval, 1994a; Karmiloff-Smith, 1992; Martí, 1991; Pozo, 1989) o su aplicación a la instrucción y la educación (Carretero, 1993; Coll, 1990; Lacasa, 1994; McGilly, 1994). De hecho, la expansión del constructivismo en estos ámbitos puede entenderse también como la respuesta a una necesidad cultural más amplia, la de entender y promover formas complejas de apropiación del conocimiento en una sociedad caracterizada por un conocimiento fragmentado, que ha perdido la certidumbre de las grandes teorías, bombardeada por un flujo constante de información dispersa, desorganizada, y demandando una formación cada vez más prolongada, masiva y compleja de sus ciudadanos (Pozo, 1996). Todos estos rasgos configuran una nueva cultura del aprendizaje que resulta escasamente compatible con las formas tradicionales de apropiación explícita del conocimiento —la cultura tradicional del aprendizaje repetitivo que aún sigue promoviéndose de modo mayoritario en nuestras aulas— haciendo necesaria esa nueva concepción constructivista del conocimiento y su adquisición, tanto desde la perspectiva teórica como para la intervención instruccional.

Esta relevancia cultural y social del enfoque constructivista, unida a los desarrollos teóricos mencionados han conducido a su expansión a ámbitos cada vez más amplios y diversos del conocimiento (como señalaba recientemente con ironía Tolchinsky, 1994, todas las teorías o enfoques psicológicos están abriendo sucursales constructivistas de un tiempo a esta parte). El predominio del constructivismo en psicología y en educación (y no digamos en psicología de la educación) sólo es comparable al que tres o cuatro décadas atrás tenía un enfoque tan opuesto como el conductismo. Ese predominio está permitiendo generar no sólo nuevas concepciones del desarrollo y el aprendizaje humano sino también una nueva forma de entender las metas y los métodos de los procesos de instrucción y educación. Pero al tiempo conlleva el peligro de incurrir, como hizo el propio conductismo, en un reduccionismo teórico o metodológico según el cual todo conocimiento, intuitivo o científico, implícito o explícito, divino o humano, es producto de un mismo y universal proceso de construcción. Si el conductismo, amparado en su fe en el positivismo lógico, del que se derivaba la necesidad de establecer unas leyes universales *urbi et orbe*, tuvo poco éxito en ese empeño reduccionista, peor será la suerte en esa tarea de un enfoque que, como el constructivista, tiene un carácter esencialmente no reduccionista (Delval, 1994b), al concebir todo conocimiento (y con él las propias teorías psicológicas) como una interacción entre el sujeto que conoce y la realidad que intenta conocer, más que como el propósito de descubrir las leyes inmutables que rigen los designios del mundo y están ahí desde siempre, ocultas en los pliegues de la realidad esperando ser descubiertas.

En *La Dádiva*, Vladimir Nabokov ironiza sobre la fe realista de Lenin y por creer que «si la alizarina ha existido en el carbón sin que lo supiéramos, las cosas deben existir independientemente de nuestro conocimiento». Frente a esta fe realista, desde una epistemología u ontología constructivista se asume en

cambio que *todo* conocimiento es una construcción, que la realidad no preexiste, como estructura organizada, al sujeto que la conoce, sino que es construida por cada sujeto en su intento de ordenar y dar sentido al mundo (Delval, 1994b), de forma que las representaciones que el sujeto elabora de esa realidad no son nunca una copia o reflejo de esa realidad, no respetan el *principio de correspondencia* entre conocimiento (o conducta) y estructura del ambiente propio de las posiciones empiristas en aprendizaje (Pozo, 1989, 1996). O, siguiendo la luminosa metáfora de Borges recuperada por Claxton (1984), puede decirse sin duda que nuestro conocimiento es siempre un mapa que trata de representar un territorio desconocido, la realidad, y que por definición el mapa no puede ser sino un esquema del territorio, pero nunca puede ser idéntico a él.

En el plano epistemológico podemos por tanto asumir que todo acto de conocimiento es un actividad de construcción (o de cartografía mental, para seguir a Borges). También lo es desde un punto de vista más técnico, el de los lenguajes de transformación de nuestras representaciones. La representación que el lector almacene en su memoria de este párrafo, de la pluma que reposa sobre la mesa o del sonido del viento que gime entre los árboles nunca puede ser igual a este párrafo, a la pluma o al sonido del viento, de la misma forma que la representación que mi ordenador almacena de lo que estoy escribiendo es bien diferente de lo que aparece en pantalla ahora. Los sistemas cognitivos *construyen* representaciones, transformando o decodificando la información de un código a otro. En este sentido también todo acto de conocimiento, toda actividad mental, es un acto de construcción. Pero el carácter absoluto, ilimitado, de estas afirmaciones conlleva riesgos reduccionistas que vaciarían de contenido al propio enfoque constructivista.

Contra el reduccionismo constructivista

El mismo hecho de que *todos* los sistemas cognitivos construyan o transformen la realidad al decodificarla, nos dice que esa afirmación (todo acto de conocimiento es una construcción) por ser universal, es trivial, es muy poco informativa. Decir que todo conocimiento es una construcción no nos dice nada a no ser que empecemos a apellidar, a diferenciar diversas formas de construcción. Cuando un experimentador somete a un sujeto, supongamos que un bebé, a una situación experimental (p. ej, discriminar diversas figuras geométricas) y recoge los datos obtenidos en un ordenador, tanto el experimentador, como el bebé, como el ordenador (e incluso el perro del experimentador si pasa por allí) construyen una representación de la situación. Pero es poco creíble que los procesos de construcción que utilizan sean los mismos. En otras palabras, la idea central del constructivismo como epistemología o teoría del conocimiento debe dar lugar a teorías psicológicas del aprendizaje o el desarrollo que expliquen las diversas formas de construir conocimientos en escenarios concretos, de hacer mapas mentales de la realidad, diversidad que se produce no sólo entre diversos sistemas cognitivos, sino incluso dentro de un mismo sistema de conocimientos. De lo

contrario, el constructivismo se quedará en un lugar común, en una brillante metáfora sin contenido psicológico, un universo conceptual en expansión, cuyo significado será cada vez más impreciso y vago, como le está sucediendo a otros términos con los que está emparentado como el metaconocimiento (Martí, 1995; Schraw y Moshman, 1995) o la zona de desarrollo próximo (Lacasa, 1994).

El constructivismo, como esos otros términos, se está convirtiendo en un comodín que se usa con significados y metas distintos, sin que muchas veces nos hagamos conscientes de esas diferencias. Desde mi punto de vista, la asunción de un constructivismo epistemológico, tal como lo he definido, no necesariamente implica que toda actividad de aprendizaje (o en general de adquisición de conocimiento) sea igualmente constructiva (o incluso que sea constructiva). Entre algunos teóricos constructivistas se observa una tendencia reduccionista, paralela a la del asociacionismo, aunque tal vez no tan extrema ni explícita. Se pretende reducir todo el aprendizaje humano a construcción. Ya para Piaget (1970), tal vez el principal impulsor del constructivismo en psicología (Delval, 1994b; Martí, 1994), el aprendizaje asociativo no desempeñaba función alguna en el cambio de las estructuras cognitivas, que se debe a los procesos constructivos de asimilación y acomodación. No es que negara la existencia de otras formas de aprendizaje inferior. Únicamente negaba su relevancia teórica. Es el cambio de estructuras el que explica los fenómenos asociativos y no al revés (lo mismo hacía por cierto el conductismo: Skinner no negaba la existencia de la conciencia, únicamente su influencia en la conducta).

Aunque todo sistema de conocimiento transforma la realidad al tratar de representarla, y en esa medida la construye, no todas las formas de construcción son igualmente substantivas o profundas. Por mi parte creo que el aprendizaje constructivo es aquel que no sólo recodifica la realidad, sino que la reorganiza profunda y deliberadamente, o, utilizando la terminología de Karmiloff-Smith (1992), aquel que redescubre las propias representaciones del sujeto, a través de la reflexión consciente. Si es así, el aprendizaje constructivo sería aquel que diera lugar, en mayor o menor grado, a una reestructuración de las representaciones del sujeto, y sería escasamente discriminativo llamar constructiva a cualquier adquisición de conocimiento por el simple hecho de generar representaciones que no reflejen exactamente la estructura (supuesta) de la realidad (Pozo, 1996).

Más adelante volveré sobre este punto. Por ahora, quiero destacar que habría formas de aprendizaje, que aunque generan conocimiento (y por tanto construyen mapas de la realidad) están dirigidas a reflejar lo mejor posible la estructura percibida del ambiente (o de los materiales de aprendizaje, la lista de los reyes godos, las instrucciones para programar el vídeo o los subestadios del periodo sensoriomotor) y no a reestructurarla o redescubirla. Es cierto que todo conocimiento es representación, y por tanto, construcción, pero también que esas representaciones pueden adquirirse por procesos de aprendizaje asociativo, es decir, intentando establecer una copia lo más exacta posible del material de aprendizaje, sin que haya ningún proceso de re-construcción o reestructuración de ese material por parte del aprendiz. Cuando aprendo un número de teléfono estoy generando o construyendo, sin duda, algún tipo de representación interna

que no es una mera copia del número de teléfono, al igual que el ordenador no almacenaría ese mismo número en cifras sino decodificado o traducido a su propio lenguaje. Sin embargo, el objetivo de ese acto de aprendizaje es copiar, reproducir literalmente el número exacto, no uno que se parece algo, sino el *mismo* número, sin que yo aporte gran cosa a la estructuración u organización del material. Mis operaciones «constructivas» conducen a una réplica lo más exacta posible del estímulo presentado. Si quiero hablar por teléfono, los resultados de mi aprendizaje deben reflejar la «realidad». El mapa y el territorio (aunque sean ambas construcciones o invenciones mías) deben coincidir, no sólo adecuarse a él. Me temo que eso mismo sucede en gran parte de los aprendizajes escolares (de hecho, si todos los aprendizajes fueran constructivos no sería necesario introducir en las escuelas, como una nueva cultura, el aprendizaje constructivo, digo yo).

Tal vez sea adecuado en este momento distinguir entre dos procesos de construcción de conocimiento diferentes, dos sentidos bien distintos de la construcción de conocimientos que suelen utilizarse de modo indistinto, cuando en realidad implican teorías del aprendizaje diferentes. En un primer sentido, que suele ser el más extendido en los ambientes educativos, se entiende que hay construcción de conocimiento cuando lo que se aprende se debe no sólo a la nueva información presentada, sino también a los conocimientos previos de los aprendices. Los materiales de aprendizaje (p. ej., la teoría newtoniana del movimiento) son asimilados a los conocimientos previos de los alumnos (p. ej., su teoría implícita sobre el movimiento), conduciendo a una deformación de la teoría de Newton. Es lo que podríamos llamar (Pozo, 1989, 1996) la *construcción estática* de conocimiento, muy cercana a lo que Piaget (1970) llamaba asimilación. La nueva información se asimila a las estructuras de conocimiento ya existentes. El contenido de este artículo será asimilado de forma distinta según los intereses, motivaciones y conocimientos previos de quien lo lea. Lo que aprendemos depende en buena medida de lo que ya sabíamos. Por tanto, dos personas enfrentadas a la misma realidad, pueden no ver lo mismo. Esta afirmación, siendo muy importante, no permite sin embargo generar una verdadera teoría del aprendizaje constructivista. Nos da una foto estática, pero no nos dice cómo cambian esos conocimientos anteriores como consecuencia de ese intento de asimilar nueva información. De hecho, la versión estática del constructivismo es perfectamente compatible no sólo con el racionalismo (vemos el mundo en función de nuestros conocimientos innatos, previos a cualquier experiencia) sino también con las teorías del aprendizaje por asociación (ya lo decía Skinner, 1974, pág. 79 de la trad. cast.: «las personas ven cosas diferentes cuando se les ha expuesto a diferentes contingencias de refuerzo»). En este sentido estático, todos los organismos e incluso los sistemas mecánicos (p. ej., un programa informático) construyen conocimientos, a condición de tener un sistema de memoria en el que almacenar sus programas (genéticos o informáticos) y sus experiencias anteriores.

Así que no es la existencia de conocimientos previos influyendo en el aprendizaje la que define a un modelo constructivista. Es la propia naturaleza de los procesos mediante los que esos conocimientos previos cambian, la acomodo-

dación de las estructuras de conocimiento a la nueva información, en términos piagetianos. Es la *construcción dinámica* del conocimiento, los procesos mediante los que el conocimiento cambia. Las teorías constructivistas del aprendizaje asumen que éste consiste básicamente en una reestructuración, o redescrición, de los conocimientos anteriores, más que en la sustitución de unos conocimientos por otros. No es que cambiemos de mapa, es que reorganizamos ciertos elementos del mismo para intentar movernos en una parte nueva del territorio. A diferencia de las posiciones asociacionistas, no se trata de un cambio sólo cuantitativo (en la probabilidad de respuesta), sino cualitativo (en el significado de esa respuesta); no se trata sólo de reproducir respuestas ya preparadas, sino también de generar nuevas soluciones; no es un cambio originado en el mundo externo sino en la propia necesidad interna de reestructurar nuestros conocimientos, o de corregir sus desequilibrios (Piaget, 1975); no cambian los elementos aislados (estímulos y respuestas), sino las estructuras de los que forman parte (teorías y modelos); en fin, no es un cambio mecánico sino que requiere una implicación activa, basada en la reflexión y la toma de conciencia, por parte del aprendiz (Pozo, 1989).

De esta forma el aprendizaje constructivo sería aquel que llevara al sujeto a diferenciar entre mapas y territorios, que le hiciera conocer (o metaconocer) la naturaleza de sus representaciones, reestructurándolas a partir de las nuevas experiencias. Si es así, buena parte de nuestro aprendizaje cotidiano, dada su naturaleza esencialmente implícita (Pozo, 1996; Stevenson y Palmer, 1994), tendría un carácter escasamente constructivo, ya que, como vamos a ver en el caso del aprendizaje de la ciencia, esas representaciones implícitas se generarían más por procesos asociativos, simplificadores, que por procesos reflexivos que tuvieran por finalidad reconstruir o, en definitiva, complicar las propias representaciones.

La posición aquí defendida (desarrollada con más detalle en Pozo, 1996) es que las diversas formas de aprender (que en los dos extremos de un continuo podríamos resumir en aprendizaje asociativo y constructivo) no sólo son necesarias en el desarrollo cognitivo, el aprendizaje cotidiano y la educación, sino que se exigen mutuamente. Por supuesto, el aprendizaje constructivo produce resultados más sólidos y significativos que otras formas de aprendizaje. Es en definitiva un aprendizaje más eficaz, si atendemos a los rasgos que deben definir a un buen aprendizaje: mayor duración de lo aprendido y más fácil generalización a nuevos contextos y tareas (Pozo, 1996). Pero no podría haber esa construcción de conocimientos, en el sentido profundo, no trivial, que acabo de señalar, sin una previa acumulación de información, sin una automatización y condensación de saberes en forma de teorías implícitas, que luego se reestructuran dando lugar a sistemas de conocimiento más complejos, elaborados y explícitos. Para ilustrar estas dos formas distintas de adquirir conocimientos en un dominio dado, y su complementariedad, sin caer en excesivas vaguedades, debemos centrarnos en un ámbito concreto de conocimientos. Uno de los más estudiados, y en el que claramente aparece el contraste entre esas dos formas de adquirir conocimientos y sus productos diferenciados, es el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia.

Procesos de aprendizaje constructivo y no tan constructivo en la adquisición del conocimiento científico

La investigación sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias tiene un marcado enfoque constructivista desde hace varias décadas. Tanto el acercamiento desde la psicología educativa e instruccional (Pozo, 1993) como desde la propia didáctica de las ciencias (Gil, 1993) parte del supuesto constructivista, cuya idea central es que aprender ciencias es cambiar los conocimientos previos de los alumnos por conocimientos científicos. Como señala Duit (1994) este «supuesto epistemológico común» es todo lo que une a las diversas formas de entender el constructivismo en el área de ciencias, que adopta en realidad múltiples variantes conceptuales y metodológicas, que pueden llegar a ser opuestas en puntos concretos, incluso en las propuestas curriculares que de ellas se derivan, como por ejemplo, el énfasis relativo en los contenidos conceptuales o procedimentales (Pozo *et al.*, 1991), la estructuración disciplinar o por áreas en el currículo (del Carmen, 1994; Gil, 1994), etc.

Algunas de estas posiciones alternativas se basan, de hecho, en interpretaciones alternativas sobre la naturaleza y el funcionamiento de los conocimientos previos de los alumnos sobre la ciencia y sobre los propios procesos de adquisición (¿o construcción?) de los mismos. El objetivo de la educación científica sería promover un *cambio conceptual* en la forma de entender la naturaleza, la organización de la materia y nuestras formas de interacción con ella. Con objeto de promover ese cambio, se han realizado numerosas investigaciones para desentrañar la naturaleza de esos conocimientos previos de los alumnos sobre la ciencia. A pesar de los diversos enfoques existentes (resumidos en Pozo *et al.*, 1991) parece emerger un consenso en torno a la idea de que esos conocimientos previos, adquiridos en la interacción directa con el mundo de los objetos, pero también por influencia de la cultura y de la educación (Pozo *et al.*, 1991; Russell, 1993), están organizados en forma de *teorías implícitas* con características bien diferenciadas de las teorías científicas (p. ej., Chi, Slotta y Leeuw, 1994; Claxton, 1991; Pozo *et al.*, 1992; Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993; Tirosh, 1994; Vosniadou, 1994). El cambio conceptual sería no sólo un cambio de los conceptos componentes sino ante todo un cambio en la forma de conceptualizar o en el tipo de teoría del que forman parte. Las teorías implícitas y las teorías científicas no sólo tendrían un diferente contenido conceptual, sino sobre todo consistirían en representaciones de naturaleza diferente (implícita frente a explícita), que se adquirirían incluso por procesos distintos, como muestra la reciente compilación de Tirosh (1994, que presenta diversas comparaciones entre ambas formas de conocimiento en dominios distintos del científico). En cuanto sistemas representacionales, las teorías implícitas diferirían de las científicas ante todo por no estar constituidas por conocimientos explícitos surgidos de la reflexión y que puedan comunicarse fácilmente de forma verbal.

El conocimiento científico sólo puede adquirirse mediante procesos auténticamente constructivos. Por el contrario, las teorías implícitas estarían constituidas por conceptos vagos y difusos que subyacen a la acción, de forma que,

aunque parezca paradójico, se hallarían más próximas, en su naturaleza representacional y en su forma de activación, al funcionamiento del conocimiento procedimental que al conocimiento conceptual propiamente dicho (Karmiloff-Smith, 1992). En lugar de ser producto de un aprendizaje constructivo, como suponen ciertas teorías del desarrollo, estas teorías implícitas serían fruto más bien de un aprendizaje asociativo, de forma que desde el punto de vista representacional podrían ser congruentes con modelos asociativos, tales como las modernas teorías conexionistas de Rumelhart, McClelland y el grupo PDP (1986) u otros modelos similares (p. ej., diSessa, 1993; Karmiloff-Smith, 1992; Pozo, 1996; Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993; Vosniadou, 1994). Entre los mecanismos de aprendizaje que se hallarían en el origen de esas teorías estarían las leyes del aprendizaje asociativo, como la semejanza, la contigüidad o la covariación, actuando como reglas heurísticas para la activación de los conocimientos que componen las teorías (Pozo *et al.*, 1991).

La función de las teorías implícitas, en el ámbito de la ciencia pero también en otros dominios de nuestra vida cotidiana, es *simplificar* las situaciones a las que nos enfrentamos, reduciendo su demanda cognitiva, centrándose en los rasgos más relevantes, compilando o condensando las secuencias que suelen ocurrir de modo regular, y en definitiva aumentando nuestra capacidad predictiva en contextos cotidianos (Pozo, 1996). Esta función simplificadora (o heurística) de las teorías implícitas se opone a la complejidad de las teorías científicas y en general de la mayor parte del conocimiento formal o disciplinar (García, 1995). Así, nuestro conocimiento intuitivo o cotidiano nos permite predecir numerosos sucesos (el azúcar se disuelve más fácilmente en el café caliente que en el frío; los objetos de cristal son más frágiles que los de plástico; ciertas plantas necesitan mucha luz y otras se conforman con muy poca) que difícilmente podríamos explicar.

En realidad nuestras teorías implícitas *no han sido construidas* a través de procesos de reflexión, metaconocimiento, etc., sino que son el producto de asociar aquellos acontecimientos que tienden a suceder juntos. Cuando esos acontecimientos tienden a repetirse con frecuencia (el café que hago cada mañana, conducir el coche, manejar una clase o discutir con el/la cónyuge), esos conocimientos, que inicialmente constituyen representaciones inestables, «construidas» *ad hoc* para cada escenario (lo que Rodrigo, 1994, denomina constructivismo episódico), a partir de las restricciones impuestas por las teorías implícitas (o teorías-marco, como las denomina Vosniadou, 1994), acaban por condensarse o compilarse formando esquemas o «paquetes de información» que se recuperan como un todo (Rodrigo, 1993, 1994). De esta forma, por procesos de condensación y automatización del conocimiento, esencialmente mecánicos o asociativos (Pozo, 1996), nuestras teorías implícitas de algún modo se «modularizan» o «encapsulan» en el sentido fodoriano, o si se prefiere, como he señalado antes, se convierten en procedimientos.

Ahora bien, como ha destacado recientemente Karmiloff Smith (1992), el éxito de esos conocimientos condensados tiende a su expansión o generalización a nuevos dominios. Es lo que en su modelo se conoce como representaciones EI (el primer paso hacia la explicitación de esos conocimientos implícitos). Por un

fenómeno misteriosamente próximo a la lógica del big-bang, o a la física atómica, las unidades de conocimiento que tienen éxito tienden a expandirse a nuevos dominios y tareas (lo mismo que, según hemos visto, les sucede a las teorías y enfoques epistemológicos, entre otros al propio constructivismo). De esta forma se iniciaría un proceso de verdadera construcción (o redescrición representacional) de nuestras teorías sobre los fenómenos científicos.

De hecho, como destaca también la propia Karmiloff-Smith (1992), frente a la tendencia habitual a concebir los conocimientos implícitos y explícitos (y con ellos el aprendizaje asociativo y constructivo) en términos dicotómicos (Tirosh, 1994), puede tener sentido concebirlos más bien como un continuo, en realidad como un proceso. De hecho, a pesar de su carácter esencialmente implícito buena parte de nuestras intuiciones científicas –o en general de nuestros conocimientos informales y cotidianos– contienen elementos explícitos, si bien suelen ser sólo los más superficiales, sin que habitualmente lleguemos a tomar conciencia de los supuestos en los que se fundamenta nuestro conocimiento en ese dominio, que constituyen los rasgos de nuestra teoría implícita. En el caso del aprendizaje y la enseñanza de la ciencia los datos disponibles parecen mostrar que esa toma de conciencia, ese metaconocimiento conceptual (Vosniadou y Brewer, 1992) ligado a la redescrición de nuestras representaciones implícitas, constituye un requisito necesario pero no suficiente para el cambio conceptual, que en todo caso sólo resulta posible, aunque no desde luego probable, a través de una intervención instruccional específica. El cambio conceptual, al menos desde la perspectiva de la instrucción, sería el último escalón de un complejo proceso constructivo que dista mucho de producirse de modo espontáneo o informal, sin una mediación educativa o cultural específicamente diseñada para ello (Pozo, 1994).

El cambio conceptual: la continuidad entre asociación y construcción

Los procesos del cambio conceptual, tanto en la instrucción (Chi, Slotta y Leeuw, 1994; Pozo, 1996; Vosniadou, 1994) como en la propia historia del conocimiento científico (Estany, 1990; Thagard, 1992), son un buen ejemplo de esa continuidad o complementariedad entre los procesos asociativos y constructivos en la adquisición o generación de conocimientos en un dominio dado. En estos modelos, se asume que son necesarios numerosos cambios cuantitativos y cualitativos menores para hacer posible la «revolución» conceptual o reestructuración de conocimientos que implica un cambio conceptual. Entre esos procesos de aprendizaje previo que requiere el cambio conceptual se hallarían el enriquecimiento o incremento de conocimientos, basado en un aprendizaje fundamentalmente asociativo, la diferenciación e integración conceptual, que implica procesos de ajuste en el significado de los conceptos componentes de la teoría y por último la reestructuración o cambio conceptual radical (Pozo, 1994). Tal vez uno de los modelos de cambio conceptual más detallado sea el desarrollado por Thagard (1992) para el análisis de las revoluciones conceptuales (o cambios con-

ceptuales radicales) en la historia de la ciencia. Puede servir de ejemplo de esta diferenciación entre diversos procesos de aprendizaje precursores del cambio conceptual. De hecho, en su modelo de cambio conceptual para que se produzca ese cambio radical en los principios organizadores –lo que él denomina una revolución conceptual– es preciso que se hayan producido otra serie de cambios menores en la estructura conceptual de la disciplina.

El menor de esos cambios en la estructura y significado de los conceptos sería la revisión de creencias (añadir o quitar ejemplos a una categoría, por ejemplo aceptar que un globo aerostático hinchado también es un fenómeno de «flotación»). Los cambios conceptuales más leves implicarían añadir o quitar una característica o un rasgo secundario en la definición del concepto (p. ej., los objetos no flotan *sobre* una superficie). Más compleja es la reorganización conceptual, que implica modificar la estructura conceptual del dominio, mediante la descomposición de un fenómeno hasta entonces considerado unitario en otros más elementales (como por ejemplo, la descomposición de la acción de flotar en una serie de fuerzas interrelacionadas), la diferenciación entre casos hasta entonces considerados como similares (como por ejemplo la diferenciación entre peso absoluto y densidad), la integración o «coalescencia», generando un nuevo concepto para integrar fenómenos hasta entonces dispares (p. ej., el concepto de «fuerza» como integrador de los diversos tipos de presión que se ejercen en la flotación). Todos estos cambios conceptuales alteran el significado de algunos conceptos, pero no la organización del «árbol de conocimientos» de la disciplina. Sin embargo algunos de estos cambios, en su conjunto, pueden producir una revisión más profunda de esa estructura al hacer que algún concepto central pase a una rama distinta de ese árbol de conocimientos (así, por ejemplo, el concebir la flotación no como una acción causada por la densidad del objeto que flota sino como una relación entre diversas fuerzas). Por último, la suma e integración de estos cambios se traduciría en una reestructuración de la jerarquía o el árbol de conocimientos en un dominio (p. ej., la comprensión de la flotación como un relación de equilibrio entre diversas fuerzas y no como un estado de un objeto).

Como vemos, a partir de este modelo, aunque los cambios conceptuales, en su sentido radical, son poco frecuentes, se están produciendo continuamente modificaciones menores en la estructura conceptual de las disciplinas que sólo ocasionalmente desembocan en auténticas «revoluciones conceptuales». Así sucede, según Thagard (1992) en la construcción del conocimiento científico a través de la Historia, y así debería de suceder también en la construcción del conocimiento científico por los alumnos en el aula. Sin embargo, muchos de los desarrollos instruccionales de estos modelos de cambio conceptual tienden a enfatizar en exceso la importancia del cambio o reestructuración final, es decir los procesos constructivos más radicales, sin considerar en la misma medida todos los cambios preparatorios, muchos de ellos compatibles sin duda con las teorías asociativas del aprendizaje. O dicho en otras palabras, los modelos constructivistas en la enseñanza de las ciencias han olvidado el profundo significado que esos aprendizajes menores tienen para el cambio conceptual, centrándose en exceso en las fases finales del mismo. Pero, al igual que sucede en la historia de las

ciencias, el alumno no puede estar reestructurando continuamente, a diario, sus conocimientos. El cambio conceptual debería ser la meta final de la enseñanza científica, no su método cotidiano. Este excesivo énfasis en el cambio podría explicar en parte el limitado éxito de los estudios que han intentado promover experimentalmente el cambio conceptual (Duit, 1994). Para que estos programas tengan éxito será necesario jerarquizar adecuadamente los contenidos conceptuales de las materias, de forma que sea posible recorrer el «árbol de conocimientos» que nos propone Thagard (1992) hasta alcanzar, sólo cuando sea necesario para dar sentido a los conceptos previamente adquiridos, la reestructuración del mismo.

Los procesos de construcción sólo serán eficaces cuando integren otras formas de aprendizaje más elementales, pero no por ello menos relevantes. En este sentido, una verdadera teoría del aprendizaje constructivo debería de asumir que el sistema humano de aprendizaje, sin duda la máquina de aprender más sofisticada que se conoce, es un sistema complejo, en el sentido utilizado por Morin (1980; y excelentemente resumido por García, 1995), dotado de una organización jerárquica que integra diversos procesos. Según Morin, el cambio en los sistemas complejos se produce, de modo complementario, por dos procesos, unos procesos cíclicos, reversibles, acumulativos, basados en la repetición y dirigidos a mantener la estabilidad del sistema (el aprendizaje asociativo) y otros procesos evolutivos, irreversibles, que producen una reorganización y un incremento de la complejidad del sistema (aprendizaje constructivo o por reestructuración). Como argumenté al comienzo de este artículo, adoptar una fe o un enfoque constructivista resultará trivial si no se acompaña de una diferenciación e integración jerárquica (dos de los procesos fundamentales del cambio conceptual) entre estas dos formas de aprender.

REFERENCIAS

- Carretero, M. (1993). *Constructivismo y educación*. Madrid: Edelvives.
- Chi, M.T.H.; Slotta, J. & Lesh, W. (1994). From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4 (1), 45-69.
- Claxton, G. (1984). *Live and learn*. Londres: Harper & Row. Trad. cast. de C.González: *Vivir y aprender*. Madrid: Alianza Psicología, 1987.
- Claxton, G. (1991). *Educating the inquiring mind. The challenge for school science*. Londres: Harvester. Trad. cast: *Educando mentes curiosas*. Madrid: Visor, 1994.
- Coll, C. (1990). Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: la concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza. En C. Coll; J. Palacios y A. Marchesi (Eds.) *Psicología de la Educación II. Desarrollo psicológico y educación*. Madrid: Alianza.
- Del Carmen, L. (1994). Ciencias de la naturaleza ¿área curricular o suma de disciplinas? *Infancia y Aprendizaje*, 65, 7-17.
- Delval, J. (1994a). *El desarrollo humano*. Madrid: Siglo XXI.
- Delval, J. (1994b). Tesis sobre el constructivismo. *II Seminario sobre Constructivismo y Educación*. Puerto de la Cruz; Universidad de La Laguna.
- DiSessa, A. (1993). Towards an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10 (2-3), 105-225.
- Duit, R. (1994). Conceptual change. Approaches in science education. Paper presented at the Symposium of Conceptual Change. University of Jena, Alemania, septiembre de 1994.
- Estany, A. (1990). *Modelos de cambio científico*. Barcelona: Crítica.

- García, J.E. (1995). *Epistemología de la complejidad y enseñanza de la ecología*. Tesis Doctoral no publicada. Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla.
- Giere, R.N. (Ed.) (1992). *Cognitive models of science. Minnesota Studies in the Philosophy of Science*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Gil, D. (1993). Psicología educativa y didáctica de las ciencias. Los procesos de enseñanza/aprendizaje como lugar de encuentro. *Infancia y Aprendizaje*, 62-63, 171-186.
- Gil, D. (1994). El currículo de ciencias en la educación obligatoria: ¿Área o disciplinas? ¡Ni lo uno ni lo otro! *Infancia y Aprendizaje*, 65, 7-17
- Karmiloff Smith, A. (1992). *Beyond modularity*. Cambridge, Mass.: MIT Press. Trad. cast. de J.C. Gómez y María Nuñez: Más allá de la modularidad. Madrid: Alianza, 1994.
- Lacasa, P. (1994). *Aprender en la escuela, aprender en la calle*. Madrid: Visor.
- Martí, E. (1991). *Psicología evolutiva. Teorías y ámbitos de investigación*. Barcelona: Anthropos.
- Martí, E. (1994) *Constructivismo y pensamiento matemático*. II Seminario sobre Constructivismo y Educación. Puerto de la Cruz: Universidad de La Laguna.
- Martí, E. (1995). Metacognición: entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y Aprendizaje*, 72, 9-32.
- McGilly, K. (Ed.) (1994). *Classroom lessons, Integrating cognitive theory and practice*. Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.
- Morin, E. (1980). *La méthode II: La vie de la vie*. Paris: Editions du Seuil. Trad. cast.: *El método II. La vida de la vida*. Barcelona: Catedra.
- Piaget, J. (1970). *L'épistemologie génétique*. Paris: PUF. Trad. cast.: *La epistemología genética*. Barcelona: A. Redondo, 1970.
- Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives*. Paris: PUF. Trad. cast. de E. Bustos: *La equilibración de las estructuras cognitivas*. Madrid: Siglo XXI, 1978.
- 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*, 62-63, 187-204.
- Pozo, J.I. (1994). El cambio conceptual en el conocimiento físico y social: del desarrollo a la instrucción. En: M.J. Rodrigo (Ed.), *Contexto y Desarrollo Social*. Madrid: Síntesis.
- Pozo (1996). *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza.
- Pozo, J.I., Gómez Crespo, Limón, M. y Sanz, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia*. Madrid: CIDF.
- Pozo, J.I., Pérez Echeverría, M.P., Sanz, A. y Limón, M. (1992). «Las ideas de los alumnos sobre la ciencia como teorías implícitas». *Infancia y Aprendizaje*, 57 (3-22).
- Rodrigo, M.J. (1993). Representaciones y procesos en las teorías implícitas. En M. J. Rodrigo; A. Rodríguez y J. Marrero (Eds), *Las teorías implícitas una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid: Visor.
- Rodrigo, M.J. (1994). *Del escenario sociocultural al constructivismo episódico: un viaje al conocimiento escolar de la mano de las teorías implícitas*. II Seminario sobre Constructivismo y Educación. Puerto de la Cruz, Universidad de La Laguna.
- Rodrigo, M.J., Rodríguez, A. y Marrero, J. (Eds) (1993). *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid: Visor.
- Rumelhart, D., McClelland, J.L. & grupo PDP. (1986). *Parallel distributed processing. Explorations in the microstructure of cognition*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Russell, T. (1993). An alternative conception: representing representations. En: P.J. Black y A.M. Lucas (Eds.), *Children's informal science*. Londres: Routledge and Kegan Paul.
- Schraw, G. y Moshman, D. (1995). Metacognitive Theories. *Educational Psychology Review*, 7 (4), 351-371.
- Skinner, B.F. (1974). *About behaviorism*. New York: Knopf. Trad. cast. de F. Barrera: *Sobre el conductismo*. Barcelona: Fontanella, 1975.
- Stevenson, R.J. y Palmer, J.A. (1994). *Learning: principles, processes and practices*. Londres: Cassell.
- Thagard, P.R. (1992). *Conceptual revolutions*. Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.
- Tirosh, D. (Ed.) (1994). *Implicit and explicit knowledge: an educational approach*. Norwood, N.J.: Ablex.
- Tolchinsky, L. (1994). *Constructivismo en educación*. II Seminario sobre Constructivismo y Educación. Puerto de la Cruz, Universidad de La Laguna.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4 (1), 45-69.
- Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1992). Mental models of earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Watzlawick, P. & Krieg, P. (Eds.) (1991). *Das auge des betrachters. Beitrge zum Konstruktivismus*. Munich: Piper GmbH and co. Trad. cast. de C. Piechocki: *El ojo del observador. Contribuciones al constructivismo*. Barcelona: Gedisa, 1994.

