

t a r b i y a

Revista de Investigación e Innovación Educativa

Tarbiya, n.º 26

Director

FERNANDO ARROYO ILERA

Subdirector

NICOLÁS RUBIO SAEZ

Secretaria

AMPARO CABALLERO GONZALEZ

Consejo de redacción

JESÚS ALONSO TAPIA,
MANUEL ALVARO DUENAS,
CARMEN ARAGONES PRIETO,
M^ª LUISA ORTEGA GALVEZ,
MARÍA RODRÍGUEZ MONEO,
CESAR SAENZ DE CASTRO,
CARMEN VIZCARRO GUARCH

Consejo asesor

JUAN JOSÉ APARICIO
(U. Complutense de Madrid)
ISABEL BRINCONES CALVO
(U. de Alcalá de Henares)
HORACIO CAPEL
(U. de Barcelona)
MARIO CARRETERO
(U. Autónoma de Madrid)
ANTONIO CORRAL
(U. Nacional de Educación a Distancia)
JUAN DELVAL
(U. Autónoma de Madrid)
MIGUEL DE GUZMÁN
(U. Complutense de Madrid)
EUGENIO HERNÁNDEZ
(U. Autónoma de Madrid)
FRANCISCO JAQUE
(U. Autónoma de Madrid)
ELENA MARTÍN
(U. Autónoma de Madrid)
JAVIER ORDÓÑEZ
(U. Autónoma de Madrid)
JOSÉ OTERO
(U. de Alcalá de Henares)

Secretaria de redacción

Fernando Mir Cordero

Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa, no se identifica necesariamente con el contenido de los trabajos ni con la opinión de los autores que publica

Redacción

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID
Ciudad Universitaria de Cantoblanco
28049 Madrid
Tels: 91 397 46 35 / 91 397 50 22
Fax: 91 397 50 20
amparo.caballero@uam.es
fernando.mir@uam.es
<http://www.uam.es/ICE/publicaciones>

Edición

ENTIMEMA
Fuencarral, 70
28004 Madrid
Tel: 91 532 05 04
Fax: 91 532 43 34
ISSN: 1132-6239
Depósito legal: GU-231-1992

S u m a r i o

Presentación: Estado actual y nuevas direcciones en el estudio del cambio conceptual. MARÍA RODRÍGUEZ MONEO, 5 ζ Los estudios sobre el cambio conceptual y las aportaciones de la Psicología del Aprendizaje. JUAN JOSÉ APARICIO Y MARÍA RODRÍGUEZ MONEO, 13 ζ ¿Puede ayudar la teoría del cambio conceptual a los docentes? ELENA MARTÍN ORTEGA, 31 ζ Motivación y cambio conceptual. MARÍA RODRÍGUEZ MONEO Y JUAN ANTONIO HUERTAS, 51 ζ Cambio conceptual y enseñanza de la Historia. MARIO CARRETERO, 73 ζ El cambio conceptual de los contenidos de historia local en contextos de aprendizaje formal e informal. HEREDINA FERNÁNDEZ BETANCOR Y MIKEL ASENSIO BROUARD, 83 ζ Las teorías sobre la estructura de la materia: discontinuidad y vacío. MIGUEL ÁNGEL GÓMEZ CRESPO Y JUAN IGNACIO POZO, 117 ζ

Cambio Conceptual

y Educación

COMPILACIÓN

MARÍA RODRÍGUEZ MONEO

Presentación: Estado actual y nuevas direcciones en el estudio del cambio conceptual

Los trabajos sobre el conocimiento previo y el cambio conceptual han recibido una gran atención en las últimas décadas debido a la relevancia básica y aplicada de este tipo de estudios. Desde una perspectiva más básica, el interés por el conocimiento previo y su vinculación con el cambio conceptual entronca con una de las más notorias preocupaciones de la psicología, la descripción del proceso de adquisición del conocimiento. Desde un punto de vista más aplicado, el análisis del proceso de adquisición del conocimiento, las condiciones y mecanismos bajo los que se produce son esenciales para desarrollar adecuadas propuestas instruccionales y favorecer el proceso de aprendizaje de los estudiantes y, de hecho, el estudio de las concepciones alternativas ha supuesto una crítica a la llamada "enseñanza tradicional" (Carretero, 1996).

El conocimiento de las preconcepciones de los alumnos es muy relevante para el proceso de adquisición del conocimiento que llevan a cabo, dado que los estudiantes, al igual que el resto de los individuos, aprenden sobre la base de lo que ya conocen. Al incorporar una nueva información, activan en su memoria los conocimientos relacionados con ella, establecen conexiones e interpretan la nueva información en función del conocimiento previo existente. Las preconcepciones se convierten, así, en el punto de partida del aprendizaje que va a tener lugar. En términos ausubelianos podría decirse que permiten el proceso de anclaje entre el conocimiento previo y los nuevos contenidos que se van a adquirir.

Debido a la importancia educativa que tienen estas nociones se han producido una gran cantidad de estudios en este campo desde donde se analizan, no sólo los aspectos más aplicados a la enseñanza, sino también aquellas cuestiones más básicas referidas a la naturaleza del conocimiento y a la funcionalidad del mismo. Las concepciones alternativas, construidas espontáneamente por individuos que no son expertos, ponen de manifiesto la necesidad de los sujetos de generar explicaciones con el objetivo de interpretar y actuar en la realidad. Y, en último término, indican el sentido último del conocimiento: su uso.

Los trabajos sobre las concepciones alternativas producidos desde los años setenta han sido muy numerosos y se han orientado en torno al estudio de los contenidos de estas nociones (física, química, biología, matemáticas, historia, etcétera), en torno a la naturaleza de las mismas (cómo se construyen, para qué sirven, cómo se manifiestan, es decir, consideraciones que proceden del llamado enfoque del sujeto) y en torno al ajuste que presentan con relación a las concepciones científicas (el grado de error que reflejan en relación con el conocimiento científico, adoptando el llamado enfoque de la ciencia). Todos estos estudios han aportado una indudable cantidad de información que nos permite comprender mejor estas ideas, aunque la labor desarrollada en este campo no está exenta de algunas críticas.

Se ha señalado, por ejemplo, el carácter descriptivo de muchas de las aportaciones que estudian las concepciones alternativas en distintos dominios. Se ha indicado, también, la reducida aplicación de estos estudios a los contextos educativos. Por último, se ha destacado la falta de acuerdo y definición en torno al tipo de representación que subyace a estas nociones, aspecto que debería clarificarse debido, entre otras cosas, a las implicaciones que tiene para analizar las transformaciones de las mismas, esto es, para los estudios sobre cambio conceptual (véase, p ej., Rodríguez Moneo, 1999, y Wandersee, y col., 1994).

Uno de los rasgos más llamativos de las concepciones alternativas es su resistencia al cambio. Se mantienen incluso después de haber sido enseñadas, y aparentemente aprendidas, las concepciones científicas en los contextos educativos. Esta resistencia ha contribuido al desarrollo de distintas líneas de investigación. Por un lado, se sigue profundizando en el conocimiento de las concepciones alternativas de los sujetos, tanto en lo que se refiere al estudio del contenido (Pfundt y Duit, 1994), como en lo relativo al conocimiento de algunas de sus características más adaptativas y funcionales (Rodríguez Moneo y Rodríguez, 2000). Por otra parte, la resistencia al cambio ha favorecido el desarrollo de los trabajos que analizan las transformaciones de estas ideas, esto es, los estudios sobre el cambio conceptual, los cuales han recibido una notable atención a partir de los años ochenta.

Desde entonces han sido muy numerosas las aportaciones en este campo y actualmente contamos con una gran cantidad de modelos que describen y/o explican el proceso y el resultado del cambio conceptual. Todos ellos comparten algunos aspectos comunes que se derivan de las influencias recibidas procedentes, básicamente, de la teoría de Piaget, de los estudios sobre expertos y novatos y de la filosofía de la ciencia. Como una reacción a la propuesta de estructuras generales de conocimiento de Piaget y recibiendo el impacto de los estudios sobre expertos y novatos en dominios específicos desarrollado a partir de los setenta, desde los modelos del cambio conceptual se describe el desarrollo intelectual como un progreso

específico de dominio. Por otra parte, debido a la repercusión en este campo de la filosofía de la ciencia y a la influencia de la equilibración piagetiana, muchos de los modelos del cambio conceptual conceden al individuo una posición excesivamente racionalista en la que el cambio se desencadena ante la presencia de anomalías o conflictos. A pesar de algunas influencias comunes y de ciertos rasgos compartidos, los modelos del cambio conceptual son múltiples y muy diversos, lo que hace recomendable establecer un cierto orden.

En otro trabajo (Rodríguez Moneo, 1999) intentamos organizar un poco este ámbito y clasificamos los modelos del cambio conceptual en tres grandes bloques. En primer lugar, los llamados modelos fríos que describen el cambio conceptual, básicamente, como un cambio en la estructura de conocimiento declarativo de los sujetos y, tal y como indica Pintrich, y col. (1993), lo explican atendiendo a criterios racionales o puramente cognitivos, al margen de elementos motivacionales y afectivos. Existe una gran variedad de modelos que responden a estas características, por lo que resulta necesario establecer subcategorías dentro de estos modelos fríos. El modelo frío más representativo, por responder a las características de esta clase y por ser el pionero y más influyente modelo del cambio conceptual es el de Posner, y col. (1982), desde el que se describe un proceso de cambio muy influenciado por criterios racionales y basados en el proceso de cambio conceptual producido en la historia de la ciencia. Dentro de los modelos fríos también se ubican los llamados modelos neoinnatistas o nativistas (p. ej., Carey y Spelke, 1994; Vosniadou, 1994), desde los que se destaca el efecto de una serie de predisposiciones iniciales con las que cuentan los sujetos (p. ej., la solidez de los cuerpos físicos, su estabilidad, la organización arriba-abajo) que sesgan o restringen el procesamiento de la información y la construcción de explicaciones sobre el mundo, o lo que es lo mismo, que determinan la construcción de concepciones alternativas y el proceso de cambio conceptual. Otra categoría de modelos fríos está constituida por los llamados modelos metacognitivos (p. ej., Gunstone, 1994), en los que se pone de manifiesto la relevancia que tiene en el proceso de cambio conceptual el conocimiento y control de los propios procesos de cognitivos (metacognición) y del conocimiento sobre la naturaleza del conocimiento que se adquiere (metaconocimiento). Por último, los modelos fríos incorporan también los modelos más centrados en la pericia (p. ej., Chi, 1992) los cuales describen el cambio atendiendo a transformaciones en las taxonomías y partonomías conceptuales.

Además de los modelos fríos, existe otra clase de modelos: los experienciales o situados (p. ej., Halldén, 1999; Linder, 1993). Desde éstos se destaca la relevancia del uso del conocimiento y, por tanto, del componente procedimental, tan descuidado en los modelos fríos y, sin embargo, tan relevante en el proceso de aprendizaje y en el cambio conceptual. El uso del conocimiento se produce en contexto, de forma que el contexto adopta un valor explicativo.

La adquisición y el uso del conocimiento se explica considerando las peculiaridades del contexto y el cambio conceptual se entiende como un aprendizaje que permite emplear las concepciones más convenientes en los contextos más pertinentes.

Por último, los modelos pueden ubicarse en una tercera categoría que incluye los llamados modelos calientes. Éstos explican el cambio considerando los elementos motivacionales y afectivos que están interviniendo. De este modo, el proceso motivacional se integra dentro de la explicación del cambio conceptual.

Los últimos modelos, los experienciales y calientes, se centran en algunos aspectos clave y poco tratados en los modelos anteriores, como se ha dicho, por un lado, abordan la cuestión del uso del conocimiento y la importancia del contexto y, por otro, la consideración de elementos motivacionales y afectivos. Estos modelos, además, encajan perfectamente con preocupaciones similares que se han manifestado de forma más genérica en otros ámbitos de la psicología, esto es, en la llamada cognición situada y en la cognición caliente. Todo ello, permite predecir que estas dos líneas dentro de los modelos del cambio conceptual recibirán una notable atención en los próximos años. Si el sentido del conocimiento está en su uso, parece conveniente abordar este elemento a la hora de describir el proceso de cambio conceptual. Si el conocimiento se genera y se emplea en los contextos, parece razonable proporcionar una explicación ecológica en la que el contexto tenga un carácter explicativo. Por último, si como se ha puesto de manifiesto en multitud de ocasiones, el proceso de aprendizaje requiere de la motivación del individuo, es muy conveniente atender a las características y las condiciones del proceso motivacional y su vinculación con el proceso de cambio conceptual. En este caso, la motivación también debe ser un elemento explicativo para dejar de ser un elemento de obligada mención pero sin pretensiones explicativas.

El desarrollo de estas líneas no significará descuidar algunas cuestiones presentes en los modelos fríos como, por ejemplo, el seguir profundizando en la naturaleza y el efecto de las restricciones iniciales de los individuos y el papel desempeñado por la metacognición y el conocimiento metaconceptual. No obstante, estas temáticas pueden ser integradas y abordadas desde las líneas descritas en el párrafo anterior. Por ejemplo, la metacognición, en realidad, es un mecanismo desencadenante del cambio conceptual y su estudio permite profundizar en el proceso del cambio, proceso en el que intervienen elementos motivacionales y, dentro del cual, se aplica el conocimiento.

En relación con los mecanismos, como se ha comentado más arriba, la influencia del proceso de equilibración piagetiano y de la filosofía de la ciencia ha contribuido a dar un especial

protagonismo al conflicto como mecanismo generador del cambio conceptual. Ello se ha plasmado en una gran cantidad de trabajos en los que se explica el cambio conceptual en términos del conflicto producido en los sujetos. Sin embargo, la escasa o nula influencia producida por el conflicto en el cambio ha definido el desarrollo de dos líneas de trabajo en torno a los mecanismos del cambio conceptual (Rodríguez Moneo, 1999). Por una parte, aquellos trabajos que profundizan en las condiciones del conflicto (Chinn y Brewer, 1993) y, por otra, los estudios que analizan nuevos mecanismos desencadenantes del cambio conceptual como la analogía, el uso del conocimiento en distintos contextos, la metacognición y la elaboración. Estas dos líneas seguirán produciéndose en el futuro, pero empezará a tomar más peso en la que se refiere al análisis de nuevos mecanismos. En realidad, para conseguir una explicación más ecológica del proceso de cambio conceptual deben tenerse en cuenta la intervención e interacción varios mecanismos.

Los trabajos que constituyen este monográfico de cambio conceptual responden a muchas de las preocupaciones manifestadas en este ámbito, las cuales han sido indicadas más arriba. En realidad, este volumen incluye estudios que señalan las limitaciones encontradas en este campo y, también, estudios que avanzan las nuevas direcciones por las que puede transcurrir.

En el primer artículo, escrito junto a Juan José Aparicio, describimos la influencia de la filosofía de la ciencia, de la teoría de Piaget y de la didáctica de las ciencias en los estudios sobre el cambio conceptual. Analizamos algunas de las limitaciones más notorias de estos campos para dar cuenta del proceso de cambio e indicamos cómo, dichas limitaciones, se han trasladado a la descripción del proceso de cambio conceptual en los sujetos. Finalmente, recomendamos acudir a las aportaciones de la psicología del aprendizaje para subsanar algunos de los problemas señalados.

En el artículo de Elena Martín se reflexiona en torno a las implicaciones educativas de los estudios sobre el conocimiento previo y el cambio conceptual. Se destaca la importancia de las preconcepciones de los alumnos, indicando cómo su consideración supone un cambio notable en los métodos de enseñanza. También se señalan las aportaciones de los estudios del cambio conceptual, en cuanto a que permiten concebir un desarrollo intelectual menos globalista y más dependiente de dominio, conceder una notable importancia al contexto de aprendizaje y determinar la influencia de los procesos metacognitivos y motivacionales. Todo ello supone ciertas ventajas educativas que se indican en el trabajo. Por último, se ponen de manifiesto algunas de las insuficiencias de estos estudios para ser aplicados a la enseñanza.

En el artículo escrito en colaboración con Juan Antonio Huertas profundizamos en los modelos calientes del cambio conceptual, estableciendo conexiones entre el proceso motivacional y el proceso de cambio conceptual. Se vinculan los elementos del proceso motivacional con

el aprendizaje y se analiza el cambio conceptual desde la perspectiva de la motivación. También se describen las características de la motivación por el aprendizaje. A lo largo de todo el artículo se señalan las implicaciones y propuestas educativas referidas a todos los temas tratados.

Los últimos artículos de este monográfico analizan el cambio conceptual en dominios específicos. En concreto, en los dominios de las ciencias sociales y ciencias experimentales. En el trabajo de Mario Carretero se reflexiona en torno al proceso de cambio conceptual en la historia. Se analizan los tipos de cambio que se producen en la enseñanza de esta disciplina en función de los objetivos educativos. En el trabajo se considera que éste será un dominio objeto de interés en los futuros estudios sobre el cambio conceptual y, seguramente, será así por dos razones: por ser un dominio menos analizado y por la relevancia educativa y social que tiene.

Los otros dos artículos de cambio conceptual en dominios específicos constituyen dos trabajos experimentales referidos, no sólo a dominios diferentes, sino también a distintas problemáticas del cambio conceptual. En la línea de los estudios más situados Heredina Fernández Betancor y Mikel Asensio examinan el papel del contexto en el proceso de adquisición del conocimiento y analizan el efecto del mismo en el proceso de cambio conceptual, detectando algunas ventajas de un contexto (formal/informal) sobre el otro en función del nivel de instrucción. También, señalan las variables motivacionales y metacognitivas en el cambio conceptual. Todo ello, dentro del dominio de las ciencias sociales.

Por otra parte, Miguel Ángel Gómez Crespo y Juan Ignacio Pozo nos muestran el efecto de ciertos principios implícitos o restricciones que constriñen el procesamiento de la información en los sujetos y explican la construcción de ciertas concepciones alternativas sobre la estructura de la materia. En su estudio, además, ponen de manifiesto el escaso efecto producido por la instrucción, dado que los sujetos mantienen concepciones alternativas incluso después de haber recibido la instrucción científica.

Todos los trabajos de este volumen abordan temáticas importantes en el ámbito del conocimiento previo y el cambio conceptual que son de indudable interés educativo.

Bibliografía

- CAREY, S. Y SPELKE, E. (1994). Domain-specific knowledge and conceptual change. En L.A. Hirschfeld y S.A. Gelman (eds.), *Mapping the Mind. Domain Specificity in Cognition and Culture*. Cambridge, NY: Cambridge University Press.

- CARRETERO, M. (1996). ¿Construir o enseñar ciencia? En M. Carretero (ed.), *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Buenos Aires: Aique.
- CHI, M. (1992). Conceptual Change within and across Ontological Categories: Examples from Learning and Discovery in Science. En R.N. Giere (ed.), *Cognitive Models in Science*. Minnesota University of Minnesota Press.
- CHINN, C.A. Y BREWER, W.F. (1993). The role of anomalous data in the knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63, 1-49.
- GUNSTONE, R.F. (1994). The importance of specific science content in the enhancement of metacognition. En P. Fensham, R. Gunstone y R. White (eds.), *The Content of Science*. London: The Falmer Press.
- HALLDEN, O. (1999). Conceptual change and contextualization. *New perspectives on conceptual change*. Oxford: Pergamon.
- LINDER, C.J. (1993). A Challenge to conceptual change. *Science Education*, 77, 293-300.
- PINTRICH, P.R., MARX, R.W. Y BOYLE, R.A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivation beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63, 167-199.
- PUNDT, H. Y DUIT, R. (1994). *Bibliography: Students' Alternative Frameworks and Science Education*. Keil, Germany: IPN at the University of Keil, 4th Edition.
- POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. Y GERTZOG, W.A. (1982). Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- RODRÍGUEZ MONEO, M. (1999). *Conocimiento previo y cambio conceptual*. Buenos Aires: Aique.
- RODRÍGUEZ MONEO, M. Y RODRÍGUEZ, C. (2000). La construcción del conocimiento y la motivación por aprender. *Psicología Educativa*, 6, 2, 129-149.
- VOSNIADOU, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and instruction*, 4, 45-69.
- WANDERSEE, J.H., MINTZES J.J. Y NOVAK, J.D. (1994). Research on alternative conceptions in science. En D.L. Gabel (ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: Macmillan Publishing Company.

María Rodríguez Moneo

Facultad de Psicología

Universidad Autónoma de Madrid

Ciudad Universitaria de Cantoblanco

Carretera de Colmenar, Km. 15,5

28049 MADRID

E-mail: maria.rodriguez@uam.es

Los estudios sobre el cambio conceptual y las aportaciones de la Psicología del Aprendizaje*

Juan José Aparicio
María Rodríguez Moneo

Los estudios sobre el cambio conceptual se originan y han recibido una considerable influencia de estudios procedentes de tres campos de conocimiento: a) el de la Filosofía de la Ciencia; b) el de algunas teorías evolutivas, especialmente de la de Piaget; y c) el de la Didáctica de la Ciencia. La cuestión es que el modo de abordar la problemática vinculada al tema y las soluciones que se requieren en cada caso, aunque lejanamente similares, son diferentes. En consecuencia, se proporcionan análisis claramente dispares, en muchas ocasiones incompletos y probablemente erróneos, lo que desemboca en algunos callejones sin salida, difíciles de superar.

Además, ocurre con alguna frecuencia que, debido a que el estudio del fenómeno del cambio conceptual se origina en estos tres campos de conocimiento y no en la Psicología del Aprendizaje propiamente dicha, en las investigaciones sobre esta materia se tienden a ignorar, o se incorporan difusamente, los hallazgos procedentes de la Psicología

Las limitaciones e insuficiencias que presentan los modelos del cambio conceptual podrían eliminarse, o al menos reducirse, si se incorporaran a estos modelos algunas de las aportaciones procedentes de la psicología del aprendizaje.

* Este trabajo forma parte del Proyecto BSO2000-0308 financiado por la DGICYT.

Cognitiva del Aprendizaje. A esta situación contribuye la irrupción en el tema del constructivismo que, como es sabido, en alguna de sus versiones más atrevidas rechaza los hallazgos procedentes de la Psicología y en particular de todos aquellos hallazgos que pueden considerarse como cognitivos. Frente a ello, cada vez se consolida más la idea de que una buena estrategia para progresar en este terreno podría ser la de tratar de incorporar de un modo decidido lo que se sabe en la Psicología acerca del aprendizaje, con un especial énfasis en todo lo relacionado con el aprendizaje de conceptos.

Con objeto de poder avanzar en esta propuesta haremos, en primer lugar, un breve examen de cómo el tema del cambio conceptual, al recibir la influencia de estos tres campos, hereda ciertas insuficiencias y limitaciones, algunas de ellas ciertamente notorias. En segundo lugar, pasaremos a hacer algunas sugerencias acerca de cómo debería orientarse la incorporación de lo que en la Psicología se sabe acerca del aprendizaje.

La herencia recibida por los estudios del cambio conceptual

Las insuficiencias a que dan lugar los distintos planteamientos procedentes de la Filosofía de la Ciencia, la teoría de Piaget y la Didáctica de la Ciencia, se refieren, fundamentalmente, a tres aspectos: a) la naturaleza de lo que cambia, es decir, ¿qué es lo que realmente cambia cuando decimos que

se ha producido un cambio conceptual?; b) el proceso del cambio, es decir, ¿de qué modo se produce el cambio? y c) los mecanismos del cambio, en otras palabras, ¿qué es lo que hace que se produzca el cambio?

En cuanto a la naturaleza de lo que cambia, puede afirmarse que en el marco de las reflexiones que se hacen en la Filosofía de la Ciencia, parece que lo que cambia son las grandes estructuras o sistemas conceptuales. Intuitivamente puede entenderse qué es un sistema conceptual, pero la definición de sistema conceptual en la Filosofía de la Ciencia es relativamente confusa y, desde luego, incompleta. Es incompleta, además, en lo que se refiere al aspecto más relevante, desde el punto de vista del cambio conceptual, ya que, a pesar del gran esfuerzo intelectual y del gran volumen de literatura volcado al efecto, no está claro cuáles son exactamente las características con que debe contar un sistema conceptual para que pueda ser considerado distinto de otro. Naturalmente, no se trata de negar que exista un progreso, y por lo tanto un cambio, en la estructura sustantiva o conceptual de una disciplina, pero no es eso lo que, en algunos casos, se ha considerado que constituya el cambio conceptual en la Ciencia. Mas bien, se trataría de cambios aparentemente más radicales. Son este tipo de cambios los que se han resistido a la caracterización. En consecuencia, es difícil saber qué es lo que cambia y cómo cambia. Esta indefinición se pone más claramente de manifiesto cuando se intenta describir el

proceso del cambio conceptual en la Ciencia, al que nos referiremos más adelante.

En la teoría evolutiva de Piaget la naturaleza de lo que cambia se define con algo más de precisión. Lo que cambia son estructuras de pensamiento generales, claramente especificadas desde un punto de vista lógico. Estas estructuras, que se suceden de un modo biológicamente predeterminado a lo largo de los diferentes estadios del desarrollo ontogenético con la colaboración de factores ambientales, gobiernan el pensamiento del niño. El problema con este punto de vista deriva de su propio carácter. Justamente, porque las estructuras piagetianas están un poco mejor definidas que los sistemas conceptuales de la Filosofía de la Ciencia, son más susceptibles de confirmación o falsación experimental.

En concreto, el hecho de que las estructuras piagetianas deban ser generales, ya que ese es el único modo de que sean definitorias de los distintos estadios, les obliga a ser independientes de dominio. Es decir, en cada campo de conocimiento, sea este la Física, la Historia o las Matemáticas, se tendría que reflejar la presencia de la misma estructura de desarrollo subyacente al pensamiento del niño. Sin embargo, numerosos estudios (p. ej. Carey, 1985; Vosniadou y Brewer, 1992) parecen demostrar que el progreso en el conocimiento es dependiente de dominio con un margen muy escaso para la transferencia de conocimiento de un campo a otro (Anderson, 1995). Dicho de otro modo, las estructuras de pensamiento son propias de

cada dominio de conocimiento y se adquieren en el curso del aprendizaje que va produciéndose en cada campo de conocimiento. Por lo tanto, puede darse la situación, y de hecho se ha comprobado que así ocurre, en la que una persona parece disponer de estructuras muy avanzadas en un campo de conocimiento y muy poco desarrolladas en otro (véase p. ej. Rodríguez Moneo, 1999). De forma que, si se toma como criterio del estadio de desarrollo en que se encuentra un niño la correspondiente estructura de pensamiento, se podría llegar a la imposible paradoja de que un niño o incluso un adulto pudieran estar en un estadio de desarrollo en un campo de conocimiento y en otro estadio en un campo distinto. Obviamente, si se carece de evidencia empírica acerca de la posible existencia de estructuras lógicas generales, los análisis piagetianos sobre el cambio de dichas estructuras adolecerían de falta de fundamento.

Piaget, además, llegó a llamar la atención sobre el paralelismo existente entre las interpretaciones que los niños hacen de los fenómenos de la naturaleza en el transcurso de su desarrollo cognitivo y las que han tenido lugar a lo largo de la historia de la Ciencia. Según él, este paralelismo podía entenderse como un caso de recapitulación ontogenética del desarrollo filogenético, lo que le daba pie para contemplar el progreso científico desde su propia teoría del desarrollo cognitivo y, en base a ello, construir su Epistemología Genética. Aunque esta forma de entender las cosas es la que convierte a Piaget en

uno de los principales responsables de la vinculación entre el cambio conceptual que se produce en la Ciencia y el que tiene lugar en el progreso individual de las personas, debe reconocerse, sin embargo, que la identificación de los grandes sistemas conceptuales de las ciencias con las estructuras de desarrollo ontogenético es un tanto precipitada.

No se trata de negar dicho paralelismo, sino, más bien de interpretarlo en otro sentido. Parece más fácil entender que el aprendizaje individual en cada campo de conocimiento tome un curso semejante al que se produce con el progreso del conocimiento científico en la historia de la humanidad. En este sentido no habría que hablar de recapitulación ontogenética del desarrollo filogenético, sino, más bien, de recapitulación epigenética del desarrollo filogenético (Gopnik, 1996). Es desde esta perspectiva desde donde, probablemente, todavía sea pertinente establecer comparaciones entre los cambios que se producen en la ciencia y los cambios individuales en las personas. Pero en la dirección contraria a como se ha venido haciendo. En el actual estado de cosas, parece más oportuno que los filósofos de la ciencia se inspiren en lo que en la Psicología se sabe acerca del aprendizaje que esperar que estos mismos filósofos vayan a aportar análisis que contribuyan a resolvernos algún problema sobre el aprendizaje.

En la Didáctica de las ciencias, un campo mucho más aplicado, el problema del cambio conceptual surge porque los alumnos disponen de concepciones espontáneas sobre el

mundo que pueden llegar a competir con los conceptos o, más genéricamente, con las concepciones científicas. Así, la enseñanza de estos conceptos científicos se vería dificultada debido a que se requeriría que el alumno sustituyera sus preconcepciones alternativas por otras más en consonancia con lo estipulado por la ciencia. Es decir, tendría que producirse un cambio conceptual. Naturalmente, también en este terreno resulta decisivo saber cuál es la naturaleza de lo que cambia para saber cómo puede cambiarse.

Ciertamente, se han realizado numerosos estudios en los que se describen cómo los alumnos interpretan erróneamente, o de modo incompleto, un número de fenómenos naturales (véase p. ej. Pfundt y Duit, 1994). No obstante, estas descripciones no comportan ninguna noción concreta acerca del tipo de representación que subyace a estas preconcepciones alternativas (Rodríguez Moneo, 1999). De entre los procedimientos utilizados en el estudio de las preconcepciones de los alumnos, el de la elaboración de mapas conceptuales de Novak (1995) se ha mencionado en ocasiones como uno de los que proporcionan una imagen más precisa de la naturaleza de las preconcepciones. Es cierto que, a través de los mapas conceptuales, se consigue poner de manifiesto algunas relaciones entre las ideas implícitas en las preconcepciones, pero lo que no está claro es cómo mediante este método pueden detectarse las relaciones relevantes. Es muy difícil, por ejemplo, captar, a través de ellos, algunas relaciones estructurales entre los conceptos, tan importantes

como las relaciones de partes o de clases. Así que los resultados que se obtienen con el empleo de esta técnica, aunque tienen un indudable valor descriptivo, no contribuyen a resolver el problema de cómo se representan realmente dichas preconcepciones en la mente de los alumnos. Es decir, no ayudan, en último término, a desvelar la naturaleza de las preconcepciones, dificultándose, así, la tarea de descubrir las claves que pueden determinar su modificación.

Yendo un poco más allá en la necesidad de aclarar cómo se representa el conocimiento conceptual, debería repararse en el hecho de que una teoría sobre la naturaleza de la representación conceptual debe incluir el modo en que las representaciones pueden generarse y, consecuentemente, cómo pueden cambiar. Dicho sea de paso, es justamente en este extremo, sobre cómo pueden generarse las estructuras de conocimiento, donde residía la limitación más obvia de una de las teorías psicológicas más aceptadas sobre la representación del conocimiento conceptual, esto es, la teoría psicológica de los esquemas. Esta limitación ha sido superada al englobarse dicha teoría en la teoría general sobre el aprendizaje conceptual y con la incorporación de las explicaciones conexionistas. En todo caso, la idea que convendría retener es que no se trata de estudiar el modo en que se representa el conocimiento por el mero hecho de saber más, sino porque si no sabemos de qué modo puede representarse para que cambie, no podremos saber cómo cambia. Resolver, además, el

problema de cómo cambian las estructuras de conocimiento o las representaciones mentales está íntimamente relacionado con el problema de cómo se generan, es decir, de cómo se aprenden.

En este punto también cabría traer de nuevo a colación el rechazo de algunas teorías constructivistas hacia la Psicología Cognitiva del Aprendizaje. La razón de este rechazo reside precisamente en la negación de la noción de representación. De acuerdo con esta posición no habría que pretender aclarar cómo se representa internamente el conocimiento, puesto que según los presupuestos del aprendizaje situado (Agre y Chapman, 1987; Lave, 1988; Suchman, 1987) el conocimiento "está fuera y no dentro de la piel del individuo". Este punto de vista, por otra parte, ha sido incorporado, también, en mayor o menor medida a algunos estudios sobre el cambio conceptual. Desde nuestra óptica podría decirse que, si bien es cierto que las operaciones mentales se apoyan en los recursos del entorno, y, por esta razón, la actual Psicología del Aprendizaje está haciendo un considerable esfuerzo para desentrañar las interacciones entre el entorno y el funcionamiento mental (véase p. ej. Anderson 1990), parece un poco excesivo y fuera de toda evidencia pensar que el conocimiento esté fuera del individuo.

No obstante, este tipo de exageraciones, que tienden a enfatizar el papel del contexto, han contribuido a poner más de manifiesto, si cabe, la importancia que en la dinámica del sistema mental tiene el uso que se hace

del conocimiento. Por contra, el inconveniente más llamativo que tienen estos enfoques, que intentan pasar por alto los procesos psicológicos, es que al final su llamada de atención acerca del papel del contexto y del uso que se hace del conocimiento acaba siendo una obviedad. Si no se explica con precisión cómo se usa el conocimiento y cómo se incorpora el contexto en las diferentes situaciones de aprendizaje, cualquier declaración al efecto carece de valor. Nuestra posición es que, al marginar a la Psicología de sus análisis, los defensores de este tipo de propuestas llegan, finalmente, a carecer de instrumentos intelectuales que les permitan intentar profundizar en el tema y construir explicaciones para avanzar en la solución de los problemas. Precisamente, como más adelante veremos, esta cuestión del uso que se hace del conocimiento es probablemente uno de los apartados en los que la Psicología del Aprendizaje más aportaciones puede hacer en la explicación del fenómeno del cambio conceptual.

En cuanto a la segunda fuente de problemas que más arriba se señalaban —las relativas al proceso del cambio—, las reflexiones procedentes de la Filosofía de la Ciencia han sufrido ciertos vaivenes. Brevemente, el neopositivismo lógico inicial, representado por filósofos tales como Carnap o Hempel, sostenía que los cambios en la estructura conceptual de una ciencia tenían un carácter acumulativo, de modo que las modificaciones en los conceptos y/o en las estructuras conceptuales podían entenderse como extensiones lógicas de estructuras previamente existentes.

Sin embargo, a partir de los años 60, los filósofos historicistas como Kuhn o Feyerabend propugnaron la existencia de cambios más radicales. Aunque se volcó una extensa literatura para definir en que consistía la radicalidad del cambio parece que finalmente la noción de inconmensurabilidad acabó tomándose como índice de la existencia de un cambio conceptual. Según esta noción de inconmensurabilidad, los cambios conceptuales en las ciencias producen una incomunicación entre los científicos que asumen los distintos sistemas conceptuales. Es a partir de esta falta de acuerdo, y con la intervención de la comunidad científica, a través de su aceptación, cuando se supone que el cambio conceptual acaba consolidándose. Las discusiones que se sucedieron tomando como punto de partida estos presupuestos desembocaron en algunas conclusiones que, como mínimo, pueden calificarse de poco fecundas, como la que le llevaba a Feyerabend (1978) a afirmar que la Ciencia carece de método. Afortunadamente, esta no es la única explicación posible, ni la más aceptada en la actualidad. Thagard (1992), por ejemplo, basándose en lo que en la Psicología se sabe acerca de cómo se organiza el conocimiento conceptual en estructuras de clases y de partes, hace una aproximación diferente proponiendo como principal factor en la elección de un sistema conceptual frente a otro a lo que denomina “coherencia explicativa”.

El interés de este tipo de reflexiones sobre los supuestos cambios paradigmáticos estaba en

la posibilidad de que pudieran hacerse predicciones respecto a cuándo se produciría el cambio e, incluso, fomentarlo. Desde este punto de vista, que podríamos llamar aplicado, debe reconocerse que los resultados han sido desalentadores. Al final, las discusiones sobre el cambio conceptual en la literatura filosófica han ido desvaneciéndose, y no precisamente porque se perciba que se halla resuelto el problema, sino, más bien, debido a la cada vez mayor esterilidad de los sucesivos análisis que se proponían (Nersessian, 1998).

La noción de paradigma, además, ha acabado convirtiéndose en una noción perversa cuando se ha simplificado en algunas versiones populares. En la enseñanza de la psicología en nuestras facultades, por ejemplo, ha servido para dar cobijo y justificación a todo tipo de doctrinas, algunas de ellas sin ningún fundamento científico, pero, todavía, dignas de tener en cuenta por la posibilidad de que constituyeran un paradigma alternativo.

En el caso de Piaget, sus estructuras de pensamiento son lo suficientemente precisas como para que puedan ser falsadas, pero no lo suficiente como para caracterizar el proceso de cambio que supuestamente experimentan dichas estructuras. El proceso se ajusta a lo estipulado por la teoría de la equilibración. De acuerdo con esta teoría existen, por un lado, procesos de asimilación en los que una experiencia cualquiera se interpreta en el marco de una estructura de pensamiento con la que es consistente. Por otro lado, están los procesos de acomodación

mediante los que se modifican las estructuras de pensamiento cuando una experiencia es inconsistente con dichas estructuras. El cambio conceptual propiamente dicho residiría en este segundo tipo de procesos. El problema con esta explicación es su generalidad. Compárese, por ejemplo, con la mencionada teoría psicológica de los esquemas en cuyo marco Rumelhart y Norman (1978, 1981) proponen también un tipo de aprendizaje semejante al de la acomodación, al que ellos llaman reestructuración. Pero el aprendizaje por reestructuración de Rumelhart y Norman se enmarca en una formulación mucho más precisa de la estructura de conocimiento que cambia —el esquema— con lo que sus explicaciones gozan de una mayor consistencia.

Aunque la generalidad inherente a la teoría de la equilibración tiene la ventaja de producir en el profano la sensación de que entiende cómo tiene lugar el aprendizaje, cuenta, sin embargo, con el inconveniente de ser muy difícil de aplicar y, por supuesto, de confirmar experimentalmente. Para que pueda apreciarse el peligro que conlleva el dejarse guiar por declaraciones generales, la discusión sobre la acomodación ha confundido incluso a algunos filósofos, como Fodor (1980), que no pueden entender cómo de una estructura más simple y menos desarrollada puede generarse otra más rica y desarrollada. Es lo que se ha llamado la paradoja del aprendizaje. En algunos casos extremos, el encadenamiento de despropósitos a que da lugar este tipo de discusiones ha llegado

a desembocar en la conclusión de que el aprendizaje es imposible.

En la didáctica de las ciencias el proceso comienza por la identificación, por parte de los profesores, de las ideas previas de sus alumnos. Para ello se cuenta con la ayuda de un cierto número de descripciones a las que nos hemos referido anteriormente y, ocasionalmente, con la posibilidad de emplear algunos métodos para detectar las ideas previas, como el ya mencionado de elaborar mapas conceptuales. Ahora bien, debido a que la didáctica de la ciencia es un campo aplicado, no trata de "explicar" como se produce el cambio, sino prescribir el método óptimo para que este se produzca. Por ello se muestra permeable a cualquier posible método. El problema consiste en saber si acude a las fuentes más adecuadas. Éste es, precisamente, uno de los objetivos del presente artículo.

En lo relativo al tercer punto al que no referíamos al comienzo, esto es, los mecanismos de cambio, la Filosofía de la Ciencia permite comprobar cómo hay sistemas conceptuales que van sucediéndose unos a otros en las diferentes disciplinas. En realidad los sistemas conceptuales o la estructura sustantiva que diría Swchab (1977) es algo convencional y cambiante que está en función de la estructura sintáctica, es decir de las estrategias de descubrimiento y falsación de una ciencia. Y, ahora sabemos que también, en función de la aceptación de la comunidad científica. No obstante, y muy brevemente,

la continua sucesión de teorías en la ciencia se produce como consecuencia de la aparición de datos anómalos no explicables en el marco de teorías previas. Las teorías mismas, a su vez, pueden no encontrar amparo en los sistemas conceptuales existentes que también van cambiando progresivamente. Los datos anómalos se constituirían, así, en el mecanismo fundamental de las transformaciones que se producen en el seno de una ciencia. La cuestión es que, al no aclararse la naturaleza de lo que cambia ni el proceso a través del cual se produce, no es fácil llegar a saber de qué cambio es responsable el dato anómalo. O, visto desde otro ángulo, qué grado de anomalía tiene que tener el dato para que pueda desencadenar un auténtico cambio conceptual.

Respecto al mecanismo del cambio en las teorías evolutivas, suele manejarse la noción de conflicto que está muy relacionada con la del dato anómalo en la Filosofía de la Ciencia. El conflicto que, en términos muy generales, sería el mecanismo causante de la acomodación en la teoría de la equilibración se ha convertido en el punto de partida de numerosos estudios sobre el cambio conceptual a partir del trabajo de Posner y cols. (1982). La noción de conflicto, además, se ha venido modulando, con la incorporación de algunas ideas procedentes de Vigotski, en el sentido de que el conflicto sería eficaz en la medida en que se produjera en la zona de desarrollo próximo. El problema es que si no se define con precisión en qué consiste esta zona de desarrollo próximo, esta explicación

no pasaría de ser una justificación post hoc del fracaso del conflicto como mecanismo del cambio. Si el conflicto no produce cambio será porque no ha tenido lugar en esa supuesta zona de desarrollo próximo que no sabemos exactamente cuál es.

Aún así y todo, debe reconocerse que la idea del conflicto como mecanismo del cambio ha sido muy fructífera y, como se ha dicho, ha servido de punto de referencia para numerosos estudios sobre el tema. Pero los resultados de estos estudios han sido un tanto contradictorios (Rodríguez Moneo, 1999). Como veremos a continuación, la virtualidad del conflicto podría entenderse desde la perspectiva del modo en que cada nueva experiencia afecta a las estructuras de conocimiento relevantes. O dicho de otro modo, desde la perspectiva de la génesis de las estructuras de conocimiento genérico, como los conceptos, a partir del conocimiento de lo concreto.

Finalmente, en la Didáctica de la Ciencia también se ha planteado, como no podía ser menos, el posible mecanismo para producir el cambio. Comenzó por importarse la noción de conflicto procedente de Piaget, pero, como se comprobó que el conflicto por sí mismo no parecía producir cambio (véase p. ej. Rodríguez Moneo, 1999), las implicaciones didácticas derivadas de esta noción perdieron toda su virtualidad. No obstante, en este mismo ámbito de la didáctica de la Ciencia, Strike y Posner (1982) intentaron mantener la noción de

conflicto, proponiendo un modelo según el cual el conflicto sería eficaz en la promoción del cambio conceptual en la medida en que: a) no pueda reinterpretarse en el marco de las concepciones existentes; b) se acompañe de una nueva concepción inteligible; c) la nueva concepción sea plausible; y d) dicha concepción sea fructífera desde el punto de vista del uso del conocimiento. Efectivamente, en un trabajo reciente Rodríguez Moneo (1998), por ejemplo, ha puesto de manifiesto cómo el conflicto en sí mismo no produce cambio conceptual, a no ser que vaya acompañado de una teoría alternativa inteligible y plausible.

Ahora bien, el uso que hacen Strike y Posner de la noción de conflicto se aleja muy considerablemente de la primitiva noción de conflicto inspirada en Piaget. Y ello, a pesar de que siguen pretendiendo hablar del proceso de acomodación. Esta nueva interpretación del papel del conflicto es más consistente con una concepción según la cual una experiencia que entra en contradicción con el modo de pensar de un individuo genera lo que se ha llamado cambio conceptual, gracias a un proceso enmarcable en la conducta de solución de problemas a través del cual el propio individuo lleva a cabo una elaboración conceptual, o se le ayuda a llevar a cabo dicha elaboración, con el resultado de un modelo alternativo utilizable en el contexto en el que se aprende. Este punto de vista se entenderá mejor a la luz de lo que se explicará a continuación.

Las aportaciones de la psicología del aprendizaje

Ante este estado de cosas parece haber un cierto consenso respecto a la posible vía de avance que podría representar acudir a lo que se sabe en la Psicología del Aprendizaje. Este recurso a la Psicología del Aprendizaje debería hacerse, en nuestra opinión, desde dos perspectivas relacionadas. Desde un escrutinio sobre la naturaleza del conocimiento conceptual que incluya el modo en que éste se genera y desde el ángulo del uso que se hace del conocimiento.

Respecto al primer punto, la antigua noción procedente de la Filosofía según la cual los conceptos o las categorías agrupan entidades que comparten un conjunto de rasgos necesarios y/o suficientes es la que está implícita en gran parte de las reflexiones que se llevan a cabo tanto en la Filosofía de la Ciencia, como en los estudios sobre el cambio conceptual inspirados en la teoría evolutiva de Piaget o en los realizados en la Didáctica de las Ciencias. La idea de que conocer un concepto es conocer su definición se compadece, además, con la de que el cambio conceptual se produce de un modo súbito y, en consecuencia, es también coherente con la idea de que el mecanismo del cambio sea el conflicto.

Ciertamente, frente a lo que ocurre con los conceptos naturales, los conceptos que forman parte de la estructura sustantiva de las ciencias y especialmente de las ciencias

experimentales suelen contar con una definición precisa. Así pues, pensar que el cambio conceptual, al menos en el aprendizaje de las ciencias, pase por una redefinición de los conceptos no parece a simple vista muy inconsistente. No obstante, las cosas se complican un tanto, si pensamos que probablemente la estrategia de aprendizaje conceptual y, por tanto, la de cambio conceptual no sea ajena al proceso de aprendizaje conceptual que tiene lugar en el medio natural. En este caso, considerar que aprender un concepto es aprender una definición sería una simplificación que nos conduciría a los caminos sin salida ya comentados.

Muy brevemente, desde un punto de vista psicológico, cuando lo que un individuo sabe de un concepto son los rasgos definitorios, lo que hace para clasificar nuevos ejemplares del concepto es aplicar una regla consistente en comprobar si dichos ejemplares cuentan con los rasgos definitorios del concepto. Además, el proceso de aprender una regla de esta naturaleza se caracteriza por ser un aprendizaje de todo o nada. Es decir, en tanto el sujeto desconoce la regla clasifica los ejemplares que se le presentan de un modo aleatorio, pero en el momento en que llega a descubrir la regla, que podemos hacer equiparable a la definición, entonces clasifica ya correctamente todos los casos que se le presenten. Es desde esta idea de que aprender a definir un concepto es, en último término, un aprendizaje de todo o nada, desde la que decimos que afirmar que un concepto se representa

por su definición está íntimamente relacionado con pensar que el cambio conceptual se produzca de un modo súbito.

Pero la noción de que aprender un concepto es aprender una regla se puso en cuestión desde muy antiguo en la Psicología a partir del estudio de Hull (1920) en el que demostró que, al menos en ciertas ocasiones, los conceptos se adquieren de una manera progresiva a través de mecanismos asociativos que vinculan ciertos rasgos con el concepto. Comprobó, además, que una vez aprendido el concepto, es decir cuando los sujetos están ya en disposición de clasificar correctamente los nuevos ejemplares, no son, sin embargo, capaces de decir en qué consiste el concepto. Dicho de otro modo, no han aprendido una definición del concepto y, en consecuencia, el modo en que se representa el conocimiento conceptual que han adquirido no es equiparable a la idea de definición. En suma la manera en que los sujetos llegan a clasificar correctamente los ejemplares de un concepto no consiste en aplicar una regla derivada del conocimiento de una definición, sino de otro modo que posteriormente han tratado de elucidar los modelos de aprendizaje conceptual.

Hubo, sin embargo, un cierto renacimiento de la idea de que aprender un concepto es aprender su definición con el trabajo de Bruner, Goodnow y Austin (1956) cuando demostraron que, también en algunas ocasiones, los conceptos se aprenden a partir de una estrategia de comprobación de hipótesis

que dan lugar a la utilización de una regla. Aunque este trabajo contribuyó a poner de manifiesto que algunas veces así ocurre, pronto se convino en que las personas sólo aprenden definiciones y utilizan reglas de clasificación en algunas ocasiones muy particulares. Como ha venido sabiéndose posteriormente a partir del trabajo de Rosch (1973) algunos ejemplares son más típicos de una categoría que otros, es decir no todos son igualmente representativos de la categoría. Naturalmente, esto invalida la idea de que los conceptos se representen en todos los casos por una regla, puesto que si eso fuera así todos los ejemplares de un concepto que cumplieran con la definición serían igual de representativos.

Sin entrar en una discusión sobre los distintos modelos de aprendizaje conceptual, sí que puede afirmarse que en todos ellos se trata de explicar cómo las personas aprenden los conceptos a partir de sus sucesivas experiencias con los ejemplares. El aprendizaje conceptual parece ser progresivo. El problema es explicar cómo de las distintas experiencias puede surgir un cambio y esa es la aportación básica de la Psicología del Aprendizaje en este punto. Y ello, no sólo desde el terreno de la formación de conceptos propiamente dicha, sino también desde el campo de la memoria en donde tiene que explicarse cómo contribuyen los recuerdos episódicos, de experiencias concretas, a la formación de estructuras generales de conocimiento.

En este sentido el cambio conceptual no sería tanto un cambio súbito, definible en términos de todo o nada, sino, más bien un cambio gradual. Se entendería como el resultado de una acumulación de experiencias que tienen las personas. Lo cual no descarta que a lo largo del proceso de aprendizaje lleguen a producirse cambios muy sustanciales en los conceptos, pero siempre como consecuencia de pequeños avances que van produciéndose gradualmente.

Naturalmente, los conceptos científicos siguen contando con una definición precisa, pero en la dinámica de la práctica científica, tanto los investigadores, como en general los expertos en una disciplina, reconocen la pertenencia de una nueva instancia a un concepto, no sólo valiéndose de una regla derivada de la definición del concepto, sino también atendiendo a su experiencia previa acumulada con el concepto. Es más, puede establecerse un paralelo entre el modo en que las personas aprenden los conceptos y el modo en que se produce el desarrollo científico. Anderson, Barker y Chen (1996) han demostrado cómo las modificaciones graduales en los conceptos científicos pueden desembocar en cambios radicales que, aunque no serían fruto de una mera acumulación, sí lo serían de un proceso continuado.

Una de las consecuencias que pueden extraerse de lo anteriormente dicho es que en el terreno de la enseñanza los profesores no deberían esperar cambios súbitos en las concepciones de sus alumnos. No debe

esperarse nada semejante a cambios radicales o paradigmáticos como los que Kuhn sostenía que se producían en la Ciencia, en donde probablemente también se comprueba que son inexistentes, cuando se emprenden análisis más pormenorizados.

En los últimos años, además, a partir del trabajo de Barsalou (véase, por ejemplo, Barsalou, 1993) se ha puesto de manifiesto la enorme variabilidad de los conceptos. El contenido conceptual se manifiesta de modo diferente en los distintos individuos e, incluso, también en un mismo individuo en diferentes momentos en el tiempo. Las personas no aplicamos todo lo que sabemos de un concepto en todas las circunstancias, sino que recuperamos sólo una parte de nuestro conocimiento conceptual en cada caso o incluso creamos nuevos conceptos ad hoc, dependiendo del contexto en el que tiene lugar la operación de clasificación.

Esta influencia del contexto nos obliga a considerar la naturaleza de los conceptos desde la perspectiva de su uso. Las personas no van por el mundo reconociendo a que categoría pertenecen las entidades con las que se topan por el mero placer de hacerlo o por demostrar su conocimiento a un virtual espectador, sino porque el hecho de clasificar les permite volcar una gran cantidad de conocimiento mediante el cual predecir y anticipar qué es lo que va a ocurrir. En este sentido puede decirse que a través del proceso de categorización se generan expectativas que dan lugar a pautas de comportamiento.

Contemplada, así, la dinámica del proceso de categorización se complejiza aún más si se considera desde el ángulo de la solución de problemas. El propio Kuhn (1970) sostenía que el proceso de inferencia en las teorías científicas debe entenderse en el contexto de la solución de problemas. En un terreno más cotidiano, cuando un individuo se enfrenta a una situación cualquiera, especialmente si ésta es problemática, tiene que volcar todo su conocimiento conceptual y combinarlo para poder abordar con éxito dicha situación. Es decir, ha de integrar todas las fuentes de conocimiento disponible.

A partir del trabajo de Anderson (1983), Mitchell (1982, 1983) y Rosebloom y Newell (1986) podemos entender la vinculación existente entre la conducta de solución de problemas que se dirige a una meta y la inducción de nuevas reglas y categorías. Johnson-Laird (1983), por su parte, ha puesto de manifiesto cómo los modelos mentales guían los procesos de inferencia en el razonamiento humano. Este proceso de integración del conocimiento supone en cierto sentido que las personas estamos creando continuamente nuevas formas de conocimiento, a través de procesos deductivos de inferencia que forman parte de nuestras estrategias de solución de problemas.

La idea de modelo mental se ha convertido, así, en una noción clave para explicar este proceso de integración y recombinación del conocimiento conceptual (p. ej. Barsalou 1992, Holland, Holyoak, Nisbett y Thagard,

1989). Los modelos mentales son elaboraciones transitorias de conocimiento que se disipan una vez utilizados, aunque dejan un rastro en la memoria que puede servir de base a cambios representacionales más permanentes. Así pues, son esas combinaciones de conocimiento, determinadas por el uso que se quiere hacer de ellas lo que constituye el germen del cambio. Y, por lo tanto, es ahí, en el contexto del uso que se hace del conocimiento y en el marco de la solución de problemas, donde debe situarse el problema del cambio conceptual.

Ahora bien, cuando se dice que un modelo mental se origina en la intención del sujeto por usar el conocimiento, lo que, a su vez, permite que use el conocimiento, también se quiere decir que ese modelo mental se construye de tal modo que puedan desarrollarse procedimientos de acción o de solución de problemas. Es decir, con la mediación de los modelos mentales se desarrolla un nuevo conocimiento que deja de tener un carácter declarativo para pasar a tener un carácter procedimental. O, si se quiere, el proceso de aprendizaje del conocimiento procedimental lleva consigo la creación de modelos mentales. Los estudios sobre la transición de novato a experto muestran como los expertos elaboran modelos a partir de los cuales desarrollan procedimientos (Dreyfus y Dreyfus, 1986). Este conocimiento del "saber hacer" se caracteriza por ser automático en la medida en que uno no tiene que pensar en lo que hace, sino ejecutar los

correspondientes procedimientos. El conocimiento procedimental es, además, fuertemente dependiente de contexto, porque "hacer algo" sólo tiene sentido cuando se dan las condiciones y la necesidad de hacer algo.

Desde este punto de vista, puede entenderse el papel del contexto en el aprendizaje y el por qué de la vinculación entre el contexto y el uso que se hace del conocimiento. Y, también, puede comprenderse la discrepancia entre el conocimiento académico y el conocimiento espontáneo, sobre la que ya Vygotski llamó la atención en los años 30 del siglo XX. Los diferentes contextos afectan de distinta manera a los procesos de aprendizaje en la medida en que son contextos de acción. En un reciente estudio Rodríguez Mo-
neó (1998) ha mostrado cómo los propios profesores dan explicaciones diferentes sobre la flotación dependiendo de si están en un contexto cotidiano o en un contexto académico. Es decir, el conocimiento cotidiano coexiste en la mente del experto con el conocimiento académico y esos dos conocimientos son utilizados en función del contexto en el que se usan. Permitásenos en este punto hacer una consideración marginal, pero que tiene mucho que ver con lo que se dijo al comienzo de este artículo. Parecería un sin sentido considerar que el conocimiento espontáneo, equivalente al de los niños, que coexiste en el experto con el conocimiento académico, tenga algo que ver con nada que pueda relacionarse con la ubicación de los niños, o las personas en general, en supuestos estadios de desarrollo evolutivo.

En la preparación de otro estudio sobre la gravedad, la misma autora ha observado, esta vez de modo informal, cómo las explicaciones que habitualmente dan los profesores no tienen carácter conceptual, sino que se expresan en términos de fórmulas que facilitan la solución de problemas de Física. Dicho muy brevemente, parece como si los profesores tomaran el atajo de obviar posibles cambios conceptuales para pasar a enseñar un conocimiento procedimental, directamente aplicable a la solución de problemas de física.

Esta última observación puede servir para llamar la atención sobre el hecho de que el objetivo final en la enseñanza, y del conocimiento en general, no se cifra únicamente en el cambio conceptual. Los alumnos tienen que aprender también procedimientos. Ahora bien, como hemos dicho, el conocimiento conceptual cambia en el curso del uso que se hace de dicho conocimiento, pero ese nuevo conocimiento, producto del cambio, tiene un carácter declarativo y por lo tanto su función última es servir de base para la adquisición de una nueva forma de conocimiento, esto es, el conocimiento procedimental. En un sentido fundamental usar el conocimiento conceptual es traducirlo a conocimiento procedimental (Aparicio, 1995). Desde esta perspectiva puede decirse que es precisamente en ese proceso de traducción del conocimiento declarativo a conocimiento procedimental donde tiene lugar el cambio conceptual.

Descendiendo a un terreno más aplicado podría extraerse alguna consecuencia ulterior. Cuando los profesores de Física, como los que mencionábamos más arriba, intentan enseñar directamente los procedimientos que ellos mismos emplean para solucionar problemas de Física, sin tener en cuenta el proceso de traducción del conocimiento declarativo a procedimental, pueden, incluso llegar a conseguir que sus alumnos solucionen bien ciertos problemas en ausencia de cambio conceptual. De hecho, lo hacen porque, en ocasiones, con esa estrategia de tomar ese atajo de enseñar fórmulas en ausencia de explicaciones conceptuales obtienen cierto éxito. Entonces, podríamos llegar a preguntarnos ¿por qué es necesario el cambio conceptual? La respuesta sería que el cambio conceptual o, si se quiere, la ampliación del conocimiento declarativo sirve de base para la adquisición del conocimiento procedimental. El problema con el que se topan los profesores que adoptan esa estrategia de obviar el cambio conceptual es que cada vez que tienen que enseñar a solucionar un nuevo problema tienen que empezar desde el principio. Es decir, tienen que hacer aprender procedimientos nuevos para cada nuevo problema, aunque todos esos procedimientos puedan deducirse de una común base declarativa. Sólo pueden emplear el conocimiento previo de sus alumnos en la medida en que un nuevo procedimiento general comparta algunos procedimientos específicos de procedimientos anteriores, lo cual, por la propia naturaleza del conocimiento procedimental, es bastante improbable.

Para terminar, y a modo de resumen, podríamos acudir a un ejemplo sencillo. Pensemos por un momento en alguien que quiere colocar la toalla en la playa para tomar el sol. No mira por donde va la Tierra, sino por dónde va el Sol. Ni el más reputado astrónomo coloca su toalla en la playa pensando en los movimientos de traslación y rotación de la Tierra, sino basándose en un modelo según el cual el Sol es el que se mueve. Lo importante es emplear un modelo que nos permita resolver el problema, independientemente de que dicho modelo se corresponda con lo que realmente ocurre.

Ahora bien ¿cómo es posible que un modelo incorrecto sea más útil que uno correcto? Porque la fuente de datos con la que contamos para elaborar nuestro conocimiento es la percepción. Si lo que percibimos es que el Sol se mueve, aunque sepamos que no se mueve, no tenemos más remedio que dejarnos guiar por la única fuente de datos con la que contamos y si a partir de ahí podemos construir un modelo que nos permita generar expectativas fiables sobre lo que va a ocurrir, entonces ese modelo se consolida. Se consolida porque generar expectativas fiables permite el desarrollo de procedimientos de solución de problemas que resultan ser eficaces. Con una particularidad y es que al generar dichos procedimientos nos desprendemos del modelo declarativo inicial, a partir del cual se originaron nuestros procedimientos. Pruebe el lector a preguntar a alguien que está en una playa qué es lo que se mueve alrededor de qué. Inmediatamente contestará que la

Tierra alrededor del Sol, pero la toalla la ha puesto mirando por donde iba el Sol.

Una de las múltiples conclusiones que podrían extraerse de todo lo dicho es que la dicotomía entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico es inevitable y sana. Para emplear, por ejemplo, el conocimiento científico procedente de la Física en

nuestra vida cotidiana, tendríamos, probablemente, que ir por el mundo con un microscopio electrónico. Si la fuente de datos en nuestra vida cotidiana es la percepción no tenemos más remedio que construir modelos mentales que se ajusten a esa fuente de datos y, consecuentemente, desarrollar los pertinentes procedimientos de acción.

Bibliografía

- AGRE, P. E. Y CHAPMAN, D. (1987). Pengi: An implementation of a theory of activity. *Proceedings of the Sixth National Conference on Artificial Intelligence*. Menlo Park, CA.: American Association for Artificial Intelligence.
- ANDERSON, H., BARKER, P. Y CHEN, X. (1996). Kuhn's mature philosophy of science and cognitive science. *Philosophical Psychology*, 9, 347-63.
- ANDERSON, J. R. (1983). *The Architecture of Cognition*. Cambridge, MA.: Harvard University Press.
- ANDERSON, J. R. (1990). *The Adaptive Character of Thought*. Hillsdale, NJ.: LEA.
- ANDERSON, J. R. (1995). *Learning and Memory: An Integrated Approach*. New York: Wiley.
- APARICIO, J. J. (1995). El conocimiento declarativo y procedimental que encierra una disciplina y su influencia sobre el método de enseñanza. *Tarbiya: Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 10, 23-38.
- BRUNER, J. S., GOODNOW, J. J. Y AUSTIN, G. A. (1956). *A study of thinking*. New York: Wiley.
- BARSALOU, L. W. (1992). *Cognitive Psychology: An Overview for Cognitive Scientists*. Hillsdale, N.J.: LEA.
- BARSALOU, L. W. (1993). Flexibility, Structure, and Linguistic Vagary in Concepts: Manifestations of a compositional System of Perceptual Symbols. En A. F. Collins, S. E. Gathercole, M. A. Conway y P. E. Morris (Eds.), *Theories of Memory*, Hillsdale, N.J.: LEA.
- CAREY, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- DREYFUS, H. L. Y DREYFUS, S. E. (1988). Making a mind versus modeling the brain. Artificial intelligence back at the branch point, *Daedalus*, 117, 15-43.
- FEYERABEND, P. K. (1978). *Against method*. London: New Left Books.
- FODOR, J. A. (1980). Fixation of belief and concept acquisition. En M. Piatelli-Palmerini (Ed.), *Language and Learning: The Debate between Jean Piaget and Noam Chomsky*. Cambridge, MA.: Harvard University Press.

- GOPNIK, A. (1996). The scientist as child. *Philosophy of Science*, 63, 485-514.
- KHUN, T. S. (1970). Logic of discovery or psychology of research. En I. Lakatos y A. Musgrave (eds.), *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LAVE, J. (1988). *Cognition in practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life*. New York: Cambridge University Press.
- MITCHELL, T. M. (1983). Learning and problem solving. *Proceedings of the Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence*. Los Altos, CA.: Kaufmann.
- NERSESSIAN, N. J. (1999). Conceptual change. En W. Bechtel y G. Graham (eds.), *A Companion to Cognitive Science*. Malden, MA.: Blackwell.
- NOVAK, J. D. (1995). Concept mapping: A strategy for organizing knowledge. En S. M. Glynn y R. Duit (eds.), *Learning Science in the schools*. Mahwah, NJ.: LEA.
- PFUNDT, H. Y DUIT, R. (1994). *Bibliography: Students's Alternative Frameworks and Science Education*. Keil, Alemania: IPN at the University of Keil, 4th Edition.
- POSNER, G., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W. Y GERTZOG, W. A. (1982). Accomodation of a scientific conception. Towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-217.
- RODRÍGUEZ MONEO, M. (1998). *Las concepciones Alternativas y el proceso de cambio conceptual. La influencia del conflicto y el contexto en el dominio de la Física*. Tesis doctoral no publicada. Universidad Autónoma de Madrid
- RODRÍGUEZ MONEO, M. (1999). *Conocimiento previo y cambio conceptual*. Buenos Aires: Aike.
- ROSENBLOOM Y NEWELL (1986). The chunking of goal hierarquies: A generalized model of practice. En R. S. Michalski, J. G. Carbonell y T. M. Mitchell (eds.), *Machine learning: An artificial intelligence approach*, vol. 2. Los Altos, CA.: Kaufmann.
- ROSCH, E. (1973). On the internal structure of perceptual and semantic categories. En T. E. Moore (ed.), *Cognitive Development and the acquisition of Language*. New York: Academic Press.
- RUMELHART, D. E. Y NORMAN, D. A. (1978). Accretion, tuning, and restructuring: Three modes of learning. En J.W. Cotton y R.L. Klatzky (eds.), *Semantic factors in cognition*. Hillsdale, N.J.: LEA.
- RUMELHART, D. E. Y NORMAN, D. A. (1981). Analogical processes in learning. En J. R. Anderson (ed.), *Cognitive Skills and their Acquisition*. Hillsdale, N.J.: LEA.
- STRIKE, K. A. Y POSNER, G. (1982). Conceptual change and science teaching, *European Journal of Science Education*, 4, 231-240.
- SUCHMAN, L. A. (1987). *Plans and situated action: The problem of human-machine communication*. New York: Academic Press.
- THAGARD, P. (1992). *Conceptual Revolutions*. Pinceton, NJ.: Princeton University Press.
- VOSNIADOU, S. Y BREVER, W. (1992). Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-85.

Resumen

En este artículo se examina el modo en que las explicaciones sobre el cambio conceptual heredan las ideas procedentes de la Filosofía de la ciencia, de las teorías evolutivas y de la Didáctica de la Ciencia. Debido a la disparidad de estos campos de conocimiento se produce una cierta confusión que oculta ciertas insuficiencias y limitaciones. A la luz de esta situación se propone, como vía de solución, acudir a los análisis procedentes de la Psicología del Aprendizaje, con un especial énfasis en lo que se refiere al aprendizaje de conceptos y al uso que se hace del conocimiento.

Palabras clave: cambio conceptual, teorías evolutivas, Filosofía de la Ciencia, Didáctica de la Ciencia, aprendizaje de conceptos, modelos mentales, aprendizaje procedimental.

Abstract

In this paper the way in which the explanations about the phenomenon of conceptual change inherit ideas coming from the Philosophy of Science, developmental theories and Science teaching is examined. Due to the disparity of these fields of knowledge there is a certain bewilderment and confusion giving as a result the blurring of some shortcomings and constraints. In the face of this state of affairs we suggest to come up to the Psychology of Learning, giving a special emphasis to concept learning and to the way the knowledge is used.

Key words: conceptual change, developmental theories, Philosophy of Science, Science teaching, concept learning, mental models, procedural learning.

Juan José Aparicio

*Facultad de Psicología
Universidad Complutense de Madrid
Campus de Somosaguas
28223 Madrid
E-mail: psbas23@sis.ucm.es*

María Rodríguez Moneo

*Facultad de Psicología
Universidad Autónoma de Madrid
Ciudad Universitaria de Cantoblanco
Carretera de Colmenar Km. 15,5
28049 MADRID
E-mail: maria.rodriguez@uam.es*

¿Puede ayudar la teoría del cambio conceptual a los docentes? _____

Elena Martín Ortega

Introducción

Si hubiera que contestar a la pregunta expresada en el título del artículo con una sola palabra, ésta sería sí. En nuestra opinión, el conocimiento elaborado en el marco de los estudios sobre procesos de cambio conceptual tiene interesantes repercusiones para la práctica docente. No obstante, tras una primera afirmación de su utilidad habría que añadir inmediatamente múltiples matices. Éste es el objetivo del artículo, analizar qué aspectos de los diversos enfoques que se han ido desarrollando en este campo pueden resultar más interesantes para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje y señalar también aquellas limitaciones o debilidades que muestra todavía este ámbito de la psicología desde el punto de vista instruccional.

La organización del texto responde a esta doble finalidad. Se presentan en primer lugar las aportaciones que consideramos más relevantes para planificar y llevar a cabo la enseñanza y la segunda parte

Las teorías del cambio conceptual ofrecen un marco interesante para la práctica docente, pero en la agenda de los futuros estudios sería conveniente que se intentara dar respuesta a alguna de (las) preguntas que en el momento actual siguen abiertas.

recoge todas aquellas preguntas que todavía no encuentran respuesta en las teorías con las que contamos actualmente, y que en nuestra opinión deberían configurar en el futuro líneas prioritarias de investigación. Por otra parte, considerando la complementariedad de este artículo con el resto de los componen el monográfico, no se explican en el texto las teorías del cambio conceptual. Damos por sentado que el lector las conoce, y centramos la reflexión en el grado de incidencia que han tenido y están teniendo en el ámbito escolar.

Partir de lo que el alumno sabe

Una de las repercusiones más positivas de los estudios sobre cambio conceptual ha sido sin duda la de poner claramente de manifiesto la importancia de las concepciones con las que el alumno aborda el aprendizaje. Las teorías constructivistas de la educación (Coll, 1990; Pozo, 1996) en especial la teoría de la asimilación de Ausubel (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978), han destacado siempre que el proceso de construcción del conocimiento suponía una reelaboración de lo que el alumno sabía por el hecho de incorporar nueva información a su estructura cognitiva. Sin embargo, han

sido fundamentalmente las investigaciones sobre las concepciones implícitas¹ las que han supuesto un cierto cambio en las prácticas docentes, traducido en estudiar las ideas previas de los alumnos antes de comenzar la enseñanza de cualquier tema. Si bien todavía no puede considerarse un elemento presente en el quehacer de todo profesor, sí es cierto que entre los docentes más preocupados por mejorar la enseñanza se ha ido asentando el convencimiento de que es preciso dotarse de instrumentos que les permitan conocer las ideas que los alumnos tienen acerca de los contenidos escolares que van a trabajarse. Determinados usos de las denominadas "evaluaciones cero o iniciales", pero sobre todo las tareas que se llevan a cabo con esta finalidad al comenzar una unidad didáctica, son los principales ejemplos de la comprensión por parte del profesorado acerca de la importancia de las concepciones implícitas.

Sin embargo, bien porque las teorías del cambio conceptual no hayan hecho suficiente énfasis en el carácter dinámico de estas concepciones, bien porque la escuela haya realizado una transposición excesivamente simplista de este conocimiento teórico, lo que sí se identifica es una idea muy estática del estudio de las concepciones

1. Entre los distintos términos que se han utilizado en la bibliografía para denominar los conocimientos cotidianos de los alumnos (conocimientos previos, concepciones espontáneas, concepciones alternativas, preconceptos, o concepciones erróneas), utilizaremos el de "concepciones implícitas" por una doble razón. En primer lugar porque hace énfasis en el rasgo que, en nuestra opinión, resulta más relevante para la enseñanza: su carácter no explícito. Por otra parte, porque los otros términos apuntan a rasgos que no sólo son menos importantes, sino que en ocasiones pueden llevar a interpretaciones erróneas sobre la naturaleza de estos conocimientos.

previas de los alumnos. Ciertamente, si entendemos el cambio conceptual como un proceso en el que se va produciendo una progresiva reestructuración de los conceptos y de sus relaciones, deberíamos deducir que las representaciones de los alumnos no se transformarían en un proceso de todo o nada —desde el estado en que las identificamos al comienzo de un tema, hasta el estado en el que nos las encontramos al evaluarlas al final de éste— sino que irán modificándose poco a poco, hasta llegar a una nueva reorganización, que, por otra parte, será probablemente sólo un nuevo paso en un proceso lento de construcción de conocimiento. Esta perspectiva más dinámica de las concepciones previas de los alumnos llevaría no tanto, o no sólo, a conocerlas en un primer momento, sino más bien a ayudar al alumno a ir tomando conciencia de los cambios en su manera de entender el contenido objeto de estudio a lo largo del aprendizaje. Esto significa, entre otras cosas, dar importancia a los procesos metacognitivos en la enseñanza, y supone también hacer hincapié en que la única manera de evaluar correctamente es hacerlo de una manera continuada, durante todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, y con una función “formadora” de autorregulación (Sanmartí, 1999). De estos dos aspectos hablaremos con algo más de detenimiento posteriormente, pero lo que nos interesa destacar aquí es la necesidad

de entender las concepciones implícitas no sólo como un punto de partida de los procesos de enseñanza y aprendizaje sino como un elemento al que hay que prestar atención durante todo el recorrido instruccional.

Otra de las traducciones “inexactas” sobre el cambio conceptual que han ido instalándose en el ámbito escolar es la de entender las concepciones implícitas de los alumnos como algo erróneo que hay que hacer desaparecer. Creemos que en esta interpretación inadecuada de la función del conocimiento cotidiano del alumno tienen bastante responsabilidad determinadas teorías sobre el cambio conceptual, más en concreto aquellas que responden a los “modelos fríos”, centrados en el conocimiento declarativo, muy influidas por la filosofía de la ciencia y que conciben el cambio conceptual como un paso de un conocimiento “erróneo” a otro “veraz”, “cierto”, por tanto, “correcto”. Concebido así, la función de la enseñanza sería hacer desaparecer los conocimientos previos de los alumnos para sustituirlos por los científicos. Sin embargo, los denominados “modelos experienciales o situados” (Rodríguez Moneo, 1999)² entienden que el cambio conceptual consiste en aprender a aplicar correctamente las concepciones implícitas y científicas a los correspondientes contextos de uso del conocimiento. Desde esta perspectiva, ambos

2. El lector interesado en profundizar en la evolución de las distintas teorías que han abordado los procesos de cambio conceptual encontrará una magnífica revisión en el trabajo de María Rodríguez Moneo del año 1999.

tipos de teorías no serían incompatibles, sino que convivirían en la estructura cognitiva del alumno y éste debería utilizarlas de manera adecuada en el contexto cotidiano y en el contexto científico (Linder, 1993, 1994; Pozo, 1994; 1996). Este enfoque más reciente da mucho más valor a las teorías implícitas de los alumnos y alumnas (Rodrigo, 1996) y no pretende, por tanto, hacerlas desaparecer. Lo que busca es ayudar a los estudiantes a realizar una diferenciación progresiva con respecto a las nuevas teorías científicas que les permita integrarlas en su estructura cognitiva subordinadas conceptualmente a los conocimientos disciplinares del correspondiente dominio de conocimiento (Pozo, Gómez Crespo y Sanz, 1993).

Si bien existe una importante polémica sobre el papel que le queda a la escuela desde esta perspectiva, en nuestra opinión, no se produce contradicción ninguna en otorgarle pleno sentido a la instrucción y no por ello creer que es imprescindible abandonar completamente explicaciones de la realidad que tan útiles resultan para actuar en muchos contextos de la vida cotidiana. Lo que sí creemos cierto es que unas teorías deben estar subordinadas a las otras y que el alumno debe tener un conocimiento lo más explícito posible acerca de la adecuación de unas y otras a los diversos contextos. Enseñar esto a los alumnos supone trabajar la toma de conciencia, adoptar un enfoque metacognitivo de la instrucción, al que nos referiremos más adelante. También es razonable pensar que

quien tenga una comprensión muy profunda de las teorías científicas y las utilice con mucha frecuencia tendrá más probabilidades de transferirlas a otros contextos. En esa transferencia el papel de la escuela será sin duda muy relevante. Pero esto es distinto a pensar que si un alumno vuelve a utilizar un conocimiento cotidiano significa necesariamente que no ha construido el científico, y apunta claramente hacia la importancia de enseñar a diferenciar para qué usar el conocimiento en cada contexto, como se explica con mayor detalle más adelante.

Los “errores” como fuente privilegiada de información

En el apartado anterior se ha argumentado el valor de las concepciones implícitas de los alumnos desde la perspectiva de su funcionalidad en determinados contextos. Queremos ahora hacer hincapié en otra dimensión de su valor debida en este caso a que permiten al docente aproximarse a la representación del conocimiento que en cada momento tiene el estudiante. Si se concibe el aprendizaje como un proceso de construcción de significados compartidos (Coll y otros, 1995; Werstch, 1984; Edwards y Mercer, 1987) las concepciones de los alumnos dejan de verse meramente como un “error” para entenderse como el paso en el que se encuentra el alumno en la construcción de nuevos saberes. Desde esta perspectiva, sus ideas no son algo desdeñable por incorrectas, sino una fuente

privilegiada para el docente de información acerca del siguiente paso que debe dar en la enseñanza. Las concepciones del alumno nos hablan de la medida en la que se han aproximado su representación y la del profesor en esa búsqueda de la representación intersubjetiva que según Wertsch (1984) supone el aprendizaje y la enseñanza.

La importancia de los dominios y del contexto en el aprendizaje

Puede considerarse asimismo un mérito de las teorías del cambio conceptual haber acercado a la escuela los enfoques que defienden la importancia de los conocimientos específicos para la construcción de las capacidades. La novedad de considerar que el desarrollo de las capacidades no podía explicarse en términos de competencias generales que se construyen con independencia de los dominios de conocimiento y que se aplican por igual en todos ellos se debe a los trabajos sobre expertos y novatos. Pero esta manera de entender la radical importancia de los contenidos específicos, sin renunciar por ello a pensar en capacidades progresivamente más generales, ha llegado al ámbito escolar fundamentalmente de la mano de las teorías del cambio conceptual. No sólo se afirma, por

tanto, que las concepciones implícitas de los alumnos son importantes porque son el punto de anclaje y la materia sobre la que se lleva a cabo la reestructuración del conocimiento, como se ha señalado en el punto anterior. Se hace hincapié también en que el cambio conceptual tiene lugar dentro de cada dominio y que la posible transferencia de las capacidades aprendidas en un dominio a otro diferente no es un proceso automático.

Uno de los principios que hay pues que tener en cuenta en la enseñanza es trabajar capacidades comunes en áreas curriculares diversas, cada una desde su especificidad. Las capacidades no se adquieren en el vacío, sino estrechamente ligadas a los conocimientos específicos, en términos escolares, a los contenidos de aprendizaje. Ser experto en un ámbito no predice necesariamente serlo en otros. Por ello es importante que las intenciones educativas recogidas en el *currículum* escolar se pongan al servicio de las capacidades, pero que éstas estén presentes en el conjunto de las áreas y disciplinas, que deben seleccionar sus contenidos precisamente desde el punto de vista de su relación con las capacidades que ayudan a construir³.

Esta forma de entender la relación entre capacidades y contenidos específicos tiene

3. El *currículum* de la LOGSE se basa en esta idea y establece unos objetivos generales de etapa que recogen las diferentes áreas curriculares. La respuesta al qué enseñar se define pues simultáneamente en términos de objetivos y contenidos.

otra consecuencia para la enseñanza que se concreta en la necesidad de enseñar intencionalmente a los alumnos a transferir el conocimiento de un dominio a otro⁴, en la necesidad de asegurar experiencias ricas de aprendizaje en todos aquellos campos del conocimiento en los que queremos que el alumno se desarrolle.

La especificidad de los dominios no es sin embargo el único elemento que debe tenerse en cuenta para favorecer el cambio conceptual. La importancia del contexto en el que se lleva a cabo el aprendizaje es igualmente importante. El contexto no es meramente un subproducto del aprendizaje, sino una parte sustancial de él. "A veces los docentes pensamos que una vez que el alumno ha aprendido a solucionar un problema en el marco de un contexto y una situación específica va a poder generalizarlo a cualquier otra tarea que plantee una demanda cognitiva semejante. Este manera de entender la transferencia del aprendizaje es deudora de teorías generalistas sobre las capacidades, e incoherente por tanto con la importancia de la pericia entendida como un nivel de aprendizaje de determinados contenidos indisolublemente vinculados al contexto en el que se han construido.

¿Quiere esto decir que debemos renunciar a procesos de transferencia? En absoluto. Significa más bien que tenemos que enseñar a transferir. Es decir, que debemos planificar actividades en contextos variados tanto escolares—distintos problemas, en las diversas áreas— como extraescolares, para que los alumnos y alumnas puedan construir ese conocimiento estratégico sobre la adecuación del uso de distintas concepciones a distintos contextos. Quiere decir también que cuando evaluamos debemos buscar no tanto una descontextualización de lo aprendido cuanto una utilización versátil en múltiples contextos. Es la "transcontextualización" y no la descontextualización el indicador de la significatividad del aprendizaje (Coll y Martín, 1993). Los modelos situados y experienciales del cambio conceptual ponen precisamente el énfasis en este aspecto del proceso. Desde esta perspectiva, las concepciones implícitas de los alumnos irán modificándose en la medida en que vayan comprobando mediante su experiencia la funcionalidad de las concepciones científicas para resolver y explicar situaciones con las que se enfrentan. Planificar intencional y cuidadosamente los contextos de aprendizaje como ingrediente básico del aprendizaje debe pues ser una tarea prioritaria de los profesores.

4. El término dominio remite a conceptos muy diferentes: dominios ontológicos, dominios disciplinares, dominios curriculares. Sin pretender abordar aquí un tema muy complejo todavía en discusión, nuestra intención se limita a llamar la atención sobre la insuficiencia de las teorías generalistas y a la repercusión de este cambio en la enseñanza.

El papel de la toma de conciencia en el aprendizaje

Una vez más sería injusto adjudicar a las teorías del cambio conceptual el mérito de mostrar la importancia de la toma de conciencia en los procesos de construcción del conocimiento. Desde la teoría piagetiana a los trabajos sobre metacognición han sido muchos los estudios que han hecho avanzar la psicología en este campo (Moreno, 1995; Martí, 1995). Nuestra intención en este punto es sólo destacar que también desde determinados enfoques del cambio conceptual se hace especial énfasis en el metaconocimiento como uno de los mecanismos imprescindibles para la reestructuración progresiva de las concepciones implícitas de los alumnos (Reif, 1990; Gunstone, 1994; Hewson, 1996).

Para modificar las teorías de los alumnos es necesario ante todo que sean conscientes de que las tienen, es decir, que las expliciten y puedan convertirlas con ello en objeto de conocimiento y reflexión. Como su propio nombre indica, las concepciones de los alumnos se caracterizan por su difícil acceso a la conciencia. Favorecer este paso por las sucesivas fases que supone el proceso de explicitación a través de la toma de conciencia (Karmiloff-Smith, 1992) debe ser pues uno de los objetivos de la enseñanza. No se trata pues tan sólo de que el docente conozca las ideas previas de sus alumnos para que las tenga en cuenta como punto de partida, sino que es preciso que sea el

propio estudiante el que vaya haciéndose consciente de sus conocimientos para poder ir contrastándolos con las teorías científicas que se le presentan.

La importancia otorgada a la metacognición hace que estos enfoques del cambio conceptual sean coherentes con las propuestas relacionadas con la evaluación formativa (Jorba y Sanmartí, 1996; Marchesi y Martín, 1998), a pesar de que ellos no se refieran en absoluto a esta dimensión de la instrucción. Esta manera de entender la evaluación destaca la función de autorregulación que debe buscarse en las prácticas evaluativas. Sin duda el profesor necesita conocer la evolución del proceso de enseñanza y aprendizaje para reajustarlo, pero es imprescindible también que el alumno tome conciencia de si ha aprendido o no y del porqué de su grado de avance. Para ayudarle a esta toma de conciencia es preciso trabajar de forma explícita sus conocimientos y sus procesos de aprendizaje, que son entre otros procesos de cambio conceptual.

La toma de conciencia es también necesaria para identificar las diferencias entre contextos y la mayor adecuación de unas u otras teorías a cada uno de ellos. Esto exige un tipo de pensamiento estratégico o condicional (Pozo y Monereo, 1999) que es preciso ayudar a desarrollar en los alumnos, trabajando en distintas situaciones y contextos el uso de las teorías pero también provocando la reflexión metacognitiva

que lleva a darse cuenta de la relación entre los rasgos peculiares de cada situación y el tipo de respuesta que en función de ello requieren.

Los mecanismos del cambio conceptual y su aplicación en la enseñanza

De todo lo anteriormente expuesto se deducen ya muchas orientaciones que los docentes pueden tener en cuenta en sus decisiones metodológicas si quieren favorecer procesos de cambio conceptual. Pero las teorías que se han ido desarrollando en este campo nos ofrecen algunas otras sugerencias a partir de las propuestas que hacen de los mecanismos que explican la reestructuración del conocimiento.

Los diversos enfoques del cambio conceptual postulan diferentes procesos explicativos. Unas teorías destacan la importancia del conflicto, otras el papel de la analogía, de la experiencia en distintos contextos, de la reflexión metacognitiva, y de la contrastación de modelos teóricos. Desde el punto de vista instruccional, estos mecanismos no son necesariamente excluyentes. De hecho, parece que sería un uso conjunto y complementario de todos ellos lo que podría favorecer al cambio conceptual. Ya nos hemos referido a la traducción en principios didácticos de las posiciones teóricas de los modelos situacionales y metacognitivos. Queremos ahora revisar

brevemente la mayor o menor adecuación a determinadas metas educativas del conflicto, la contrastación de modelos y la analogía, y plantear la forma de incorporar a la práctica docente estos procesos.

El conflicto provoca, en términos piagetianos, un "desequilibrio" de las teorías del alumno al enfrentarlas con datos o con conocimientos con los que entran en contradicción (conflicto empírico-conflicto teórico). El papel del docente sería desde esta perspectiva facilitar al alumno experiencias de conflicto que le hagan abandonar sus concepciones. Pero para que el conflicto genere cambio conceptual es preciso que sea reiterado y que se compruebe en situaciones variadas. Y, en la mayor parte de los casos, es necesario ofrecer teorías alternativas que den explicación de los fenómenos estudiados y plantear el contraste entre modelos alternativos. El conflicto empírico resulta más fácil de captar por parte de los alumnos, pero provoca un cambio menos radical, mientras que la contradicción entre ideas o teorías exige más reflexión y suele llevar a una mayor reestructuración.

Esta manera de entender el conflicto por parte de las teorías del cambio conceptual supone una superación clara de las posiciones de aprendizaje por descubrimiento en las que la resolución del conflicto, es decir, la reequilibración, se espera que sea generada por el propio alumno. Parece evidente que una gran parte de los contenidos

escolares exigen que sea el profesor el que presente concepciones alternativas a los alumnos, no como un conocimiento cerrado sino como elemento de análisis y comparación por parte de los alumnos con sus propias concepciones. Enseñar, supone optar por una determinada dirección en la que el profesor dirige la construcción del alumno, la dirección que la cultura propia del grupo social señala.

El uso de la analogía puede utilizarse como un recurso complementario al conflicto. A través de ella podemos colaborar a crear un conflicto y también a hacer ver las posibles ideas alternativas ayudando a entender los aspectos novedosos que éstas proponen (Brown, 1993; Mason y Sorzio, 1996). Muchos profesores suelen utilizar la analogía en clase de manera espontánea, pero los estudios realizados a este respecto (Curtis y Reigeluth, 1984; Treagust y otros, 1992, citados en Rodríguez Moneo, 1999) ponen de manifiesto la utilidad de distinguir entre distintos tipos de analogías. Así, cuando la semejanza entre los dos conocimientos que se relacionan es muy semejante, basta con ofrecer el contenido análogo. Sin embargo, cuando hay aspectos comunes entre ambos, pero también diferencias relevantes, conviene señalar claramente éstas últimas para evitar generalizaciones erróneas. Asimismo, unas veces puede ser mejor aludir a aspectos más perceptibles y otros a rasgos más abstractos; hacer énfasis en los aspectos funcionales o destacar los estructurales.

Los pasos que implica el cambio conceptual —toma de conciencia de las concepciones previas; desequilibrio por conflicto con otros datos o teorías; reestructuración de las concepciones implícitas—, suponen la puesta en marcha de los distintos mecanismos. El conflicto y la analogía deben pues complementarse con el desarrollo de procesos metacognitivos y con el uso de contextos variados tanto escolares como extraescolares.

Los ingredientes motivacionales del aprendizaje

Los docentes son conscientes de la importancia de la motivación en el aprendizaje de sus alumnos. Por ello se sienten insatisfechos con teorías que abordan la construcción de conocimiento exclusivamente desde el punto de vista de los procesos intelectuales. Los primeros estudios del cambio conceptual respondían a este tipo de enfoque, pero afortunadamente se han ido produciendo reformulaciones de los postulados iniciales que han dado lugar a los denominados “modelos calientes”.

El modelo de Pintrich (Pintrich y otros, 1993) es el que mejor ha sabido compaginar los factores cognitivos con los motivacionales. En la explicación que en él se ofrece de los procesos de cambio conceptual se otorga un papel importante a las metas e intenciones del alumno, a la percepción que tiene de su competencia y a las atribuciones que hace de sus éxitos y fracasos. El modelo tiene además

el mérito de integrar aspectos de los modelos situacionales y postular la motivación no como una característica estática en el alumno sino como un factor influido por el contexto de aprendizaje.

Sin duda este modelo resulta mucho más interesante desde el punto de vista instruccional. Utilizando la terminología de la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje (Coll, 1990), los alumnos construirán *significados* en la medida en que sean capaces de atribuir *sentido* al aprendizaje. El sentido que un estudiante da a una situación de aprendizaje, bien como un reto estimulante, bien como una demanda inalcanzable, dependerá de los motivos que le llevan a realizarla, de cómo concibe su capacidad de resolverla y de qué sentimientos le provoca esa percepción de su competencia (Solé, 1993).

Contar con teorías que integran cognición y motivación en la explicación del cambio conceptual acerca sin duda este enfoque al mundo escolar. Pero, a pesar de que la evolución de los enfoques en este ámbito, desde las teorías iniciales ligadas a los modelos de la ciencia hacia posiciones que destacan la importancia del contexto y de la experiencia, y sobre todo hacia modelos "calientes" que integran elementos motivacionales, ha sido sin duda muy positiva y ha permitido una mejor comprensión de los procesos de enseñanza y aprendizaje reales, todavía quedan muchas preguntas acerca de cómo construyen el conocimiento

nuestros alumnos que no encuentran respuesta en los estudios de cambio conceptual. En lo que sigue se analizan algunas de estas limitaciones.

Las insuficiencias de las teorías del cambio conceptual

Entre las limitaciones que vamos a señalar hay unas que se derivan directamente de las opciones del enfoque del cambio conceptual y otras que se refieren a insuficiencias que comparten la mayoría de las teorías psicológicas que pretenden explicar procesos de aprendizaje que tienen lugar en marcos escolares sin contar con otros conocimientos disciplinares que son igualmente necesarios para esta comprensión. Analizaremos los puntos débiles de los estudios sobre cambio conceptual siguiendo este esquema y con el objetivo prioritario no de criticar a una línea de conocimiento que, como se ha expuesto más arriba, ofrece interesantes sugerencias educativas sino para enunciar lo que podrían ser futuros focos de investigación.

No todo el aprendizaje puede explicarse en términos de cambio conceptual

Aunque los enfoques más recientes han suavizado las primeras posiciones teóricas en las que el cambio radical exigía transformaciones tan profundas que era difícil reconocer aprendizajes escolares, queda claro que una enorme cantidad de situaciones de adquisición de conocimiento en la escuela

se producen mediante procesos que no responden a *reestructuraciones*, sino que, aún suponiendo construcción se mueven en el nivel del *crecimiento* o el *ajuste*, en términos de la teoría del esquema (Norman, 1982). Pozo (1996), lo expresa de esta manera:

Aunque el cambio conceptual es un proceso de aprendizaje muy relevante, porque modifica en profundidad el sentido último de muchos otros conocimientos y conductas, por fortuna es un proceso de aprendizaje infrecuente, ya que es muy costoso, exigente y a veces incluso motivo de ansiedad para el aprendiz (pp. 97-98).

Desde este punto de vista, la utilidad de estas teorías para los docentes es menor ya que no queda claro cuándo se está produciendo un tipo u otro de aprendizaje con la incertidumbre que ello supone en la elección del enfoque didáctico. Sería importante ofrecer al profesorado un marco teórico integrado en el que se recogieran de forma coherente el conjunto de procesos de aprendizaje que tienen lugar en la escolarización.

No todos los tipos de contenido encuentran explicación en las teorías del cambio conceptual

Se trata de teorías elaboradas por dar cuenta de conocimientos de tipo conceptual (conceptos y sobre todo principios). El aprendizaje de hechos, de datos aislados no exige cambio conceptual, como se ha señalado en el punto anterior. Los procedimientos y las actitudes tampoco encajan en esta

explicación de la construcción del conocimiento.

Los modelos experienciales o situacionales otorgan una gran importancia al uso que se hace del conocimiento conceptual. Sin embargo, la funcionalidad del aprendizaje, que es sin duda un indicador de su significatividad, no es lo mismo que su naturaleza procedimental. Un concepto irá cobrando más significado, es decir un significado más rico, cuando aprendemos a aplicarlo y además lo hacemos en distintos contextos y situaciones. Pero esta dimensión procedural de un concepto, complementaria a la declarativa, es diferente de aquellos conocimientos que se refieren a “una secuencia ordenada de acciones orientadas a la consecución de una meta”, es decir a los conocimientos de naturaleza procedimental (Anderson, 1983, 1993; Coll y Valls, 1992). El aprendizaje de los procedimientos tiene que realizarse necesariamente mediante la acción–física o mental. Requiere avanzar de una estructura de ensayo y error a una planificación previa de todas las acciones que componen la secuencia; de una actuación que consume muchos recursos cognitivos a un uso cada vez más automatizado; y, en el caso de las estrategias frente a las técnicas, supone desempaquetar este conocimiento automatizado, y poder hacer de él un uso estratégico adecuado a cada meta y situación concreta (Valls, 1993; Monereo y Castelló, 1997; Pozo, 2000). Es cierto que en el desarrollo de un procedimiento podemos llegar a conceptualizarlo, a generar un

conocimiento declarativo sobre él. Y si “sabemos explicar” un procedimiento además de “hacerlo”, tenemos un conocimiento más rico. Pero el hecho de que un concepto tenga una dimensión procedural y que un procedimiento pueda llegar a conceptualizarse no debe hacernos confundir dos tipos de conocimientos que son de muy distinta naturaleza. Desde el punto de vista de la enseñanza, esta distinción es clave. Un docente no debe hacer lo mismo para enseñar ni para evaluar un concepto que un procedimiento. Que procure evaluar el concepto de *fuerza* mediante su uso en la resolución de un problema de física en vez de preguntarle únicamente su definición, permitirá acceder con mayor acierto al su nivel de significatividad, (Pozo, 1992), pero el uso del concepto de fuerza es un conocimiento diferente a, por ejemplo, la puesta en marcha de los procesos de control de variables como paso del método científico. Este último sólo puede aprenderse mediante el ejercicio de la experimentación. Y las explicaciones del cambio conceptual carecen de un modelo de reestructuración de procedimientos.

Pero si las teorías del cambio conceptual resultan insuficientes para explicar el aprendizaje de procedimientos, son todavía menos útiles para comprender el tercer tipo de contenido que se recoge dentro de los currículos escolares: los valores, las normas y las actitudes. No es un tema por el que este campo de la psicología se haya preocupado en absoluto y como mucho

puede ayudarnos a entender la dimensión conceptual que subyace a una actitud, un hábito o un valor. Pero estos aprendizajes tienen más que ver con el “ser” o el “saber convivir” del alumno, que con el “saber” o “el saber hacer” (UNESCO, 1996) y remiten al ámbito del aprendizaje social en el que los procesos de modelado, de aprendizaje vicario o de razón dialógica ofrecen explicaciones mucho más satisfactorias (Puig, 1995; Bolívar, 1995; Sarabia, 1992).

No todas las disciplinas escolares se ajustan a procesos de cambio conceptual

O, más exactamente, los estudios de cambio conceptual se han limitado a contenidos de unas determinadas disciplinas fundamentalmente las de las ciencias de la naturaleza: física, química, biología... A pesar de que en los últimos años ya se han realizado investigaciones sobre otros campos, por ejemplo la enseñanza de la historia (Carretero Y Limón, 1995), esto supone una mínima parte de los ámbitos de conocimiento que configuran el *currículum* escolar. ¿Podemos suponer que los mecanismos de cambio conceptual son directamente aplicables al aprendizaje de la lengua, de la educación física o de la informática? En nuestra opinión, el cambio conceptual ofrece una explicación que, si bien resulta parcial por los argumentos expuestos en el primer punto de este apartado, puede ser útil para materias escolares muy conceptuales como las ciencias sociales o las ciencias de la naturaleza. Sin embargo, creemos

muy difícil generalizar sus principios teóricos a asignaturas vertebradas fundamentalmente en torno a los procedimientos.

Necesidad de alcanzar una mayor integración entre los distintos enfoques del cambio conceptual

El avance del conocimiento necesita sin duda procesos de diferenciación desde marcos inicialmente comunes, pero necesita también mecanismos de integración en nuevos esquemas más potentes y explicativos. Dos son los puntos en los que nosotros queremos reclamar la necesidad de esta reconciliación. En primer lugar entre los enfoques clásicos y los situacionales en el tema de las representaciones. Los primeros prestan una enorme atención a la manera en la que el sujeto se representa el conocimiento mientras que los segundos centran la clave en la experiencia y el uso del conocimiento en distintos contextos, llegando incluso en algún caso a afirmar que el concepto de representación no debería formar parte de las explicaciones del cambio conceptual (Säljö, 1999). Ya se ha destacado lo útil que es para la escuela tomar conciencia de la importancia del contexto, de los dominios específicos y del uso del conocimiento. Pero no es menos cierto que la discusión sobre la naturaleza conceptual o procedimental del saber también ha derivado en interesantes orientaciones instruccionales. Seguir reflexionando sobre el formato representacional no excluye avanzar también en la línea de la cognición situada.

Sería también necesario progresar en la elaboración de propuestas instruccionales que integran los diferentes mecanismos que pueden provocar cambio conceptual. Como se ha señalado más arriba, los mecanismos propuestos por los diferentes modelos de cambio conceptual no resultan teóricamente incompatibles entre sí. Sin embargo, no se trata simplemente de proponer a los docentes el uso de todos ellos. Es preciso avanzar en el análisis de la función que cada uno desempeña y del momento en la secuencia de aprendizaje en la que puede ser más adecuado usarla; hay que reflexionar sobre la relación más o menos jerárquica que puede existir entre ellos, sobre su implicación lógica; es preciso discernir con mayor claridad su posible relación con unos u otros tipos de contenidos, o con unos u otros estilos de aprendizaje. Los modelos instruccionales denominados metacognitivos son desde nuestro punto de vista los más completos (Proyecto PEEL; Proyecto TLSS; ver Baird y White, 1996, para una revisión de estas propuestas). Pero incluso en este caso, sería deseable una mayor integración.

No hay una explicación satisfactoria de los procesos de transferencia

Las teorías del cambio conceptual, al situarse en el marco de las posiciones psicológicas que destacan la importancia del contexto, y del dominio específico, realizan interesantes aportaciones a la enseñanza, como se ha venido analizando. Sin embargo esta misma posición teórica lleva a no

tener una respuesta clara para los temas de la transferencia, que, sin embargo, son centrales para la educación. ¿Cómo influyen las reestructuraciones de determinadas concepciones implícitas en la posible modificación de otras ideas del alumno? ¿Cómo podemos los docentes favorecer la transferencia? Las respuestas que hasta ahora ofrecen las teorías del cambio conceptual a estas preguntas no son todavía lo suficientemente articuladas, en nuestra opinión, como para guiar la práctica de los docentes.

No tiene en cuenta la interacción social como factor de aprendizaje

Las explicaciones del cambio conceptual, probablemente por su enorme influencia de la psicología cognitiva, adoptan una vía de análisis del aprendizaje en términos de sujeto-objeto. Los mecanismos de explicación del cambio son básicamente individuales. Se admite la importancia de la instrucción pero no se postulan mecanismos de interacción social como factores generadores de la reestructuración. Las valiosas aportaciones de los enfoques sociohistóricos para la comprensión del desarrollo y del aprendizaje están ausentes de esta línea teórica. Incluso posiciones que podrían resultar mucho más cercanas, como las explicaciones neopiagetianas acerca del conflicto sociocognitivo han tenido muy poca repercusión en las teorías del cambio conceptual. Sin embargo, los docentes saben que la interacción —profesor alumno; profesor-grupo de alumnos; alumnos

entre sí— es un factor clave para la construcción de conocimiento.

No considera los procesos de evaluación del aprendizaje

La evaluación es inseparable de la enseñanza y el aprendizaje. De hecho los tres elementos forman parte de un mismo proceso (Coll y Martín, en prensa). Una teoría psicológica que desee dar cuenta de los procesos de construcción del conocimiento en situaciones instruccionales debería incorporar el análisis de la evaluación. ¿Cómo podemos comprobar los docentes que la modificación de las concepciones implícitas de nuestros estudiantes no responden simplemente a modificaciones de crecimiento o ajuste sino que se tratan de verdaderos cambios conceptuales? Todos intuimos una respuesta a esta pregunta, pero no hay una propuesta consistente en los enfoques del cambio conceptual. Por otra parte, a pesar de la importancia que se da a los aspectos cognitivos en algunos modelos, no se ha extendido esta posición a la fase de evaluación. No se hace suficiente hincapié en la importancia de que el alumno tome conciencia de las modificaciones que se van produciendo en sus ideas, o de su diferente adecuación a diversos contextos. A pesar de los enfoques de evaluación formadora son coincidentes con estas teorías del cambio conceptual, como se ha señalado anteriormente, no se ha producido una aproximación entre ambas posiciones.

No aplica su marco teórico a las concepciones de los profesores

Acabamos esta última limitación, para cerrar con una visión positiva, ya que es una de las insuficiencias más fáciles de superar. En el fondo los mecanismos que explican el cambio conceptual intentan dar cuenta de los procesos de aprendizaje en general, y en ese sentido serían igualmente aplicables a alumnos y a profesores. Las concepciones implícitas de los docentes serían pues susceptibles de reestructurarse siempre que se dieran las condiciones que el cambio conceptual exige. Pero, siendo cierta esta extrapolación de los mecanismos generales, el estudio de las concepciones de los profesores y profesoras acerca del desarrollo, el aprendizaje y la enseñanza resultan tan trascendentes para entender los procesos instruccionales que merecerían en nuestra opinión estudios específicos. Sus creencias epistemológicas y ontológicas, su estatus de "expertos" en la enseñanza hace pensar que podríamos encontrar peculiaridades propias en el paso de sus concepciones implícitas a otras más científicas.

Las limitaciones que acaban de señalarse se deben a múltiples razones que se han

ido apuntando en los párrafos anteriores. Sin embargo, creemos que hay una característica de las teorías del cambio conceptual que explica una gran parte de estas insuficiencias: el hecho de tratarse de enfoques estrictamente psicológicos. Es decir, de aproximaciones a la comprensión de los fenómenos de enseñanza y aprendizaje que se abordan casi exclusivamente desde la perspectiva de los factores psicológicos, y dentro de ellos de los del aprendiz, no del docente. En nuestra opinión, cualquier marco teórico que quiera ser explicativo de procesos de aprendizaje en contextos escolares reclama una aproximación interdisciplinaria (Coll, 1996; Martín, 1996).

No obstante, la revisión realizada en estas páginas arroja, desde nuestro punto de vista, un balance positivo. Como se anunciaba en las primeras líneas, las teorías del cambio conceptual ofrecen un marco interesante para la práctica docente, pero en la agenda de los futuros estudios sería conveniente que se intentara dar respuesta a algunas de estas preguntas que en el momento actual siguen abiertas.

Bibliografía

- ANDERSON, J.R. (1983): *The architecture of cognition*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- ANDERSON, J.R. (1993): *Rules of the mind*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum ss.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. Y HANESIAN, H. (1978): *Educational Psychology: a cognitive view*. Nueva York: Holt. Trad. cast, *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas, 1976.

- BAIRD, J.R. Y WHITE, R.T. (1996): Metacognitive strategies in the classroom. En D. Treagust; R.Duit; y B. J. Fraser (eds.) *Improving teachin and learning in Science and Mathematics*. Nueva York: Teachers College Press.
- BOLÍVAR, A. (1995): *La evaluación de valores y actitudes*. Madrid: Anaya-Alauda.
- BROWN, D.E. (1993): Refocusing core intuitions. A concretizing role for analogy in conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching* ., 30, 1273-1290.
- CARRETERO, M. Y LIMÓN, M. (1995): Construcción del conocimiento y enseñanza de las ciencias sociales y la historia. En M. Carretero (ed.), *Construir y enseñar las ciencias sociales y la historia*. Buenos Aires: Aique. También Madrid: Visor, 1996.
- COLL, C. (1990): "Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: la concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza". En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (eds.): *Desarrollo psicológico y educación, II. Psicología de la educación*. Madrid: Alianza editorial.
- COLL, C. (1996): "Constructivismo y educación: ni hablamos siempre de lo mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica". *Anuario de Psicología*, 69, 153-178
- COLL, C.; POZO, J.I.; SARABIA, B. Y VALLS, E. (1992): *Los contenidos en la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid: Santillana.
- COLL, C. Y MARTÍN, E. (1993) "La evaluación del aprendizaje en el *currículum* escolar: una perspectiva constructivista". En C.Coll; E.Martín; T.Mauri; M.Miras; J.Onrubia; I. Solé, y A. Zabala y otros, *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.
- COLL, C. Y MARTÍN, E. (en prensa): La evaluación del aprendizaje escolar: dimensiones psicológicas, pedagógicas y sociales. En C. Coll, J Palacios y A. Marchesi: *Desarrollo Psicológico y educación. Vol.II: Psicología de la educación*. Madrid: Alianza Editorial.
- COLL, C.; COLOMINA, R.; ONRUBIA, J. Y ROCHERA, M.J. (1995) Actividad conjunta y habla: una aproximación al estudio de los mecanismos de influencia educativa. En: P. Fernández Berrocal y M. A. Melero (Comps.), *La interacción social en contextos educativos*. Madrid: Siglo XXI.
- CURTIS, R.V. Y REIGELUTH, C.M. (1984): The use of analogics in written texts. *Instructional Change*, 13, 99- 117.
- EDWARDS, D. Y MERCER, N. (1987): *Common knowledge. The development of understanding in the classroom*. Londres: Methuen and Co. (Trad. cast. *El conocimiento compartido. El desarrollo de la comprensión en el aula*. Barcelona: Paidós-MEC, 1988).
- GUNSTONE, R.F. (1994) The importance of specific science content in the enhancement of metacognition. En P. Fensham, R. Gunstone y R. White (eds.), *The content of science*. Londres: The Falmer Press.
- HEWSON, (1996) Teaching for conceptual change. En D.F. Treagust, R. Duit y B.J. Fraser (eds.) *Improving teachin and learning in science and mathematics*. Nueva York: Teacher College Press.
- JORBA, J. Y SANMARTÍ, N. (1996) *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Madrid: Servicio de Publicaciones del MEC

- KARMILOFF-SMITH, A. (1992): *Beyond modularity*. Cambridge, Mass: Cambridge University Press. (trad. cast. *Más allá de la modularidad*. Madrid: Alianza Editorial, 1994).
- LINDER, C.J. (1993): A challenge to conceptual change. *Science Education*, 77,293-300.
- LINDER, C.J. (1994): A challenge to conceptual change: Response.. *Science Education*, 78, 321-322.
- MASON, L. Y SORZIO, P. (1996): Analogical reasoning in restructuring scientific knowledge. *European Journal of Psychology of Education*, XI, 3-23.
- MARCHESI, A. Y MARTÍN, E. (1998): *Calidad de la enseñanza en tiempos de cambio*. Madrid: Alianza Editorial.
- MARTÍ, E. (1995): "Metacognición: entre la fascinación y el desencanto". *Infancia y aprendizaje*, 72, 9-32.
- MARTÍN, E. (1996): Constructivismo y enfoque multidisciplinar: un camino necesario y fructífero. *Anuario de Psicología*, 69, 179-182.
- MONEREO, C. Y CASTELLÓ, M. (1997): *Las estrategias de aprendizaje. Cómo incorporarlas a la práctica educativa*. Barcelona: Edebé.
- MORENO, A. (1995): "Autorregulación y solución de problemas: un punto de vista psicogenético". *Infancia y Aprendizaje*, 72, 51-70.
- NORMAN, D.A. (1982): *Learning and memory*. San Francisco: Freeman. Trad. Cast. : *Aprendizaje y Memoria*. Madrid: Alianza Editorial, 1985.
- PINTRICH, P.R.; MARX, R.W. Y BOYLE, R.A. (1993) Beyond cold conceptual change: the role of motivation beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63, 167-199.
- POZO, J.I. (1992): "El aprendizaje y la enseñanza de hechos y conceptos". En C. Coll y otros: *Los contenidos en la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid: Santillana, Aula XXI.
- POZO, J.I. (1994): "El cambio conceptual en el conocimiento físico y social". En: M.J. Rodrigo (ed.): *Contexto y desarrollo social*. Madrid: Síntesis.
- POZO, J.I. (1996): *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza.
- POZO, J.I.; GÓMEZ CRESPO, M.A. Y SANZ, A. (1993): *La comprensión de la química en la adolescencia*. Memoria de investigación no publicada. Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Madrid.
- POZO, J.I. Y MONEREO, C. (1999) *El aprendizaje estratégico*. Madrid: Santillana, Aula XXI.
- POZO, J.I. Y POSTIGO, Y. (2000): *Los procedimientos como contenidos escolares*. Barcelona: Edebé.
- PUIG, J. M. (1995): *La educación moral en la enseñanza obligatoria*. Barcelona: ICE-Horsori.
- REIF, F. (1990): Transcending prevailing approaches to science education. En M. Gardner, G.J. Greeno, J. Reif; A.H. Schoenfeld, A. diSessa y E. Stage (eds.): *Towards a Scientific Practice of Science Education*. Hilldale, NJ: LEA.

- RODRIGO, M.J. (1997): Del escenario sociocultural al constructivismo episódico: un viaje al conocimiento escolar de la mano de las teorías implícitas. En M.J. Rodrigo y J. Arnay: *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.
- RODRIGUEZ MONEO, M. (1999): *Conocimiento previo y cambio conceptual*. Buenos Aires: Aique.
- SÄLJÖ, R. (1999): Concepts, cognition at discourse. From mental structures to discursive tools. En W. Schnotz, S. Vosniadou y M. Carretero (eds.), *New perspectives on conceptual change*. Oxford: Elsevier.
- SANMARTÍ, N; JORBA, J. E IBÁÑEZ, V. (1999): Aprender a regular para autorregularse. En J.I. Pozo y C.Monereo (eds.): *Aprendizaje estratégico*. Madrid: Santillana: Aula XXI.
- SARABIA, B. (1992): El aprendizaje y la enseñanza de actitudes. En C. Coll y otros. *Los contenidos en la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid: Santillana, Aula XXI.
- SOLE, I. (1993): "Disponibilidad para el aprendizaje y sentido del aprendizaje". En C. Coll; E.Martin; T.Mauri; M. Miras; J. Onrubia; I. Solé, y A. Zabala: *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.
- TREAGUST, D.F.; DUIT, R.; JOSLIN, P. Y LINDAUER, I. (1992): Science teacher's use of analogies. Observation from classroom practice. *International Journal of Science Education*, 14, 413-422.
- UNESCO (1996): *La educación encierra un tesoro*. Madrid. Santillana-Ediciones Unesco.
- VALLS, E. (1993): *Los procedimientos: aprendizaje, enseñanza y evaluación*. Barcelona: ICE-Horsori.
- WERSTCH, J.V. (1984): "The zone of proximal development: some conceptual issues". En B. Rogoff y J.V. Werstch (eds.): *Children's learning in the zone of proximal development*. New Directions for Child Development, num. 23. San Francisco, C.A.: Jossey-Bass.

Resumen

El artículo revisa las implicaciones educativas de las teorías del cambio conceptual así como las limitaciones que todavía muestran para dar respuesta a determinados aspectos clave del proceso de enseñanza y aprendizaje. Como principales aportaciones se destacan la importancia concedida a los conocimientos previos, el interés de las nuevas teorías que defienden la convivencia del conocimiento científico y cotidiano en las representaciones del alumno, la relevancia que se otorga a los conocimientos específicos y al contexto como elementos básicos del aprendizaje, y el papel que se considera tienen los procesos de toma de conciencia. Se señalan a su vez como insuficiencias el hecho de referirse casi exclusivamente a contenidos de carácter conceptual, y por tanto adaptarse poco al aprendizaje de determinadas asignaturas del *currículum* escolar; el dar una explicación todavía insuficiente de los procesos de transferencia; y el no prestar atención a la interacción social que se produce en la mayoría de las situaciones de aprendizaje ni a las decisiones de evaluación. Por último, se señala el interés que tendría utilizar el marco del cambio conceptual para analizar el pensamiento del profesor y sus procesos de formación. Todos estos temas se presentan como tópicos que las teorías del cambio conceptual podrían incluir en su futura agenda de investigación.

Palabras clave: Cambio conceptual; concepciones previas; enseñanza y aprendizaje; aprendizaje y motivación.

Abstract

The article reviews the educational implications of conceptual change theories. It also presents the limitations that these theories still show when they are used to give answers to key aspects of the teaching and learning processes. Some of the main contributions pointed out in this paper are: the importance given to the previous knowledge of the pupil, the interest of the new theories that defend the coexistence of scientific and daily knowledge in the student's representations, the relevance given to the specific knowledge and the context as basic elements of the learning process, as well as the role of the processes of awareness and metacognition. This work proposes as insufficient the almost exclusive reference to contents of conceptual character, therefore, showing a lack of adaptation to the learning of certain subjects of the school's *curriculum*. This could be combined with giving insufficient explanations of the transfer processes, and not paying attention to either the social interaction that takes place in most of the learning situations, or to the assessment decisions. Finally, it is pointed out the benefits obtained from using the conceptual change frame to analyse the teachers' conceptions and his formation processes. All these subjects are presented as topics that the theories of the conceptual change could include in their future investigation planning.

Key words: Conceptual change; implicit conceptions; teaching and learning; learning and motivation

Elena Martín Ortega

Facultad de Psicología

Universidad Autónoma de Madrid

Ciudad Universitaria de Cantoblanco

Carretera de Colmenar, Km. 15,5

28049 MADRID

E-mail: elena.martin@uam.es

Motivación y cambio conceptual*

María Rodríguez Moneo
Juan Antonio Huertas

Con frecuencia los profesores acuden a la motivación para explicar muchos de los problemas con los que se encuentran en su práctica educativa. Esta mención motivacional presenta algunos rasgos característicos. En primer lugar, se suele utilizar como explicación comodín, considerándose que la mayor parte de los problemas presentes en la enseñanza pueden explicarse en términos motivacionales. En segundo lugar, se aplica sin saber muy bien qué es eso de la motivación. En tercer y último lugar, se emplea culpabilizando a los alumnos de falta de motivación y mencionando menos, o nada, la falta de motivación de los profesores. Por todas estas razones quizá sería aconsejable indicar algunas cuestiones en torno al proceso motivacional

El desarrollo de la motivación

Empezaremos por el final analizando el tercer aspecto mencionado, la escasa motivación de los alumnos. Es cierto que a menudo

Dar a conocer a los profesores las características del proceso motivacional de los alumnos, su vinculación con el cambio conceptual, así como propuestas didácticas encaminadas a potenciar la motivación por aprender contribuirá a hacer mucho más interesante para profesores y alumnos el proceso de enseñanza-aprendizaje.

* Este trabajo forma parte del Proyecto BSO2000-0308 financiado por la DGICYT.

manifiestan poco interés por aprender algunos de los contenidos que se proponen en la enseñanza, pero esto no es debido a una falta de motivación inicial, sino a una mala práctica educativa en la que está previsto que los estudiantes aprendan ciertos contenidos que no han solicitado, que no responden a sus intereses y por los que no se les suelen crear ningún tipo de necesidad inicial; además, se potencia la adquisición de un conocimiento declarativo, de carácter enciclopédico, que en ocasiones no se emplea en clase y, con mucha frecuencia, no se aplica fuera del contexto escolar. Todo ello redundará en bajos niveles de interés por aprender los contenidos escolares (Rodríguez Moneo y Rodríguez, 2000).

Sin embargo, esta falta de motivación es aprendida y no es consustancial a la naturaleza humana. Las personas venimos motivadas al mundo; nacemos con ciertas predisposiciones motivacionales, no aprendidas, llamadas protomotivos (Huertas, 1997; McClelland, 1985). Estos protomotivos son adaptativos, guían las primeras acciones y están en la base de las tendencias motivacionales más complejas, que son aprendidas con posterioridad, y a las que se llama motivos. Por ejemplo, el protomotivo de curiosidad, o tendencia inicial a explorar el medio, y el protomotivo de impacto, o tendencia inicial a ejercer un efecto en el entorno, ponen de manifiesto la necesidad de investigar y explorar el mundo para conocerlo, controlarlo y actuar en él de forma adecuada. Estos dos

protomotivos, no sólo resultan útiles para la supervivencia y el desarrollo de los sujetos, sino que, además, están en la base del proceso de construcción del conocimiento y de la motivación por conocer (Rodríguez Moneo y Rodríguez, 2000). Podría decirse que el querer aprender es algo predeterminado, tremendamente adaptativo y que varía lógicamente a lo largo de toda nuestra vida, en función de las experiencias que tengamos en ella. En los contextos educativos deberían proporcionarse experiencias y enseñarse de tal forma que la tendencia motivacional por aprender se potencie y no se inhiba, como, de hecho, sucede en muchos casos.

El segundo de los problemas que mencionábamos hacía alusión al desconocimiento del proceso motivacional. Como ya se ha indicado, la motivación es un proceso dinámico y que se aprende. Desde una perspectiva descriptiva puede decirse que se evoluciona de los protomotivos a los motivos y, dentro de los motivos aprendidos, debe considerarse que éstos varían a lo largo de la vida. Los deseos que tienen los sujetos a los siete años no son los mismos que tienen a los veintisiete o a los cuarenta y siete años. Así pues, la motivación está constantemente evolucionando. Desde un punto de vista más explicativo convendría indicar que la motivación de los sujetos se potencia o se inhibe, se orienta en una u otra dirección en función de las características de una serie de elementos que están presentes en todo proceso motivacional desencadenado cuando se lleva a cabo una acción motivada (Huertas y Rodríguez Moneo, 1997).

Los elementos del proceso motivacional

La motivación no está al margen del contenido, los individuos no están motivados por todo, ni están motivados igualmente en todos los ámbitos de la vida. El elemento del proceso motivacional que da contenido a la motivación es la *meta*, la cual puede considerarse como la representación mental del objetivo que el sujeto se propone alcanzar (aprender matemáticas, aprobar unas oposiciones, realizar un bonito viaje, etcétera). Cuando las metas son realistas y comprendidas por quien las persigue, tienen un nivel de dificultad que se ajusta al nivel de habilidad del individuo, son moderadamente novedosas y han sido elegidas por el sujeto, entonces potencian la motivación. Sin embargo, si no son realistas y no se comprenden bien, si resultan excesivamente fáciles o conocidas (o excesivamente difíciles y desconocidas) para el que desea alcanzarlas y han sido impuestas, se reducirá la motivación por lograrlas. Los alumnos que tienen metas académicas del primer tipo están más interesados por aprender los contenidos que se proponen en la enseñanza que los alumnos que tienen metas académicas del segundo tipo. Así pues, parece que los profesores han de promover tareas que sean realistas, que se ajusten al nivel de habilidad del alumno, de forma que le resulten moderadamente difíciles y novedosas. También es importante que las tareas sean comprendidas por los estudiantes, tanto en su formulación como

en los objetivos que se persiguen al realizarlas; cuanta más información tenga el alumno de la tarea que va llevar a cabo, mayor será su conocimiento sobre la misma, mayor su comprensión y mayor interés por ella. Además, el profesor debe proponer múltiples tareas con objetivos similares de tal forma que el alumno pueda elegir la actividad que va realizar, lo que resulta más motivante que la imposición de la misma (Ames, 1992).

Además de la meta, en la acción motivada también está presente el *motivo*, o el deseo de alcanzar la meta, que es el que da fuerza a la acción. Ante una misma meta, la actuación tendrá más o menos fuerza en función de la intensidad del motivo. Dos estudiantes pueden platearse la misma meta de, por ejemplo, aprender física, pero uno de ellos se moviliza y actúa con energía para alcanzar el objetivo y el otro no lo hace porque su motivo es más débil. La intensidad del motivo está íntimamente relacionada, por un lado, con el valor que para el individuo tiene el conseguir la meta y, por otro, con la creencia o expectativa que posea el sujeto de lograrla (Feather, 1990). Obviamente, el valor de la meta es mayor en la medida que responda a los intereses del que actúa, aspecto que debe tenerse muy presente en la enseñanza, dado que, como se ha dicho, a menudo se propone a los alumnos conseguir metas que no atienden a sus intereses y por las que no se les ha generado ninguna necesidad. En este sentido es importante que los

docentes, a partir del análisis de la realidad de los estudiantes, se planteen qué sentido o qué interés tiene para los estudiantes aprender los contenidos de la asignatura en la que van a trabajar juntos.

Las *expectativas* constituyen otro de los elementos del proceso motivacional. Se conciben como las creencias subjetivas de los sujetos de alcanzar o no la meta propuesta. Las expectativas están muy vinculadas con la historia de éxitos y de fracasos. Cuando los alumnos han conseguido las metas propuestas en su pasado académico suelen presentar altas expectativas de éxito que contribuyen a que se sientan capacitados para lograr la meta, anticipen el éxito del resultado, y ello les motiva para movilizarse. Cuando la historia es de fracasos, las expectativas de éxito son bajas, no se suelen ver capacitados para conseguir nuevas metas y se sienten menos motivados. La creencia subjetiva de alcanzar con éxito la meta propuesta está ligada a la percepción de la dificultad de la tarea misma y a la percepción de auto-eficacia del sujeto (Meece y Courtney, 1992). Para que las expectativas de los alumnos sean altas no basta con decirles que serán capaces de alcanzar la meta, sino que, como se ha indicado más arriba, el profesor debe ajustar el nivel de dificultad de las tareas que propone al nivel de habilidad de los estudiantes.

En la motivación también están presentes los *planes de acción* y *las acciones mismas*.

Ambos elementos se elaboran sobre la idea de reducir la distancia existente entre la meta que se persigue y el estado actual en que se encuentra el sujeto. Las situaciones de desajuste, desequilibrio o disonancia son motivantes para la actuación, dado que los individuos persiguen la coherencia y el equilibrio (Festinger, 1957). A través de los planes y las acciones los sujetos alcanzan una nueva situación de equilibrio o de ajuste en la que no hay diferencia entre el estado final deseado, o meta, y el estado actual. Sin embargo, a menudo las personas interesadas en conseguir una meta no actúan o aplican un plan equivocado, lo que contribuye a que no se alcance el objetivo y se reduzca la motivación en el futuro. Este es el caso, por ejemplo, de los alumnos que no estudian, no porque no estén interesados, sino porque no saben cuál es la estrategia de estudio que deben desarrollar; o el caso de los alumnos que emplean una estrategia de estudio equivocada para conseguir la meta de aprender o de aprobar. Por todo lo indicado, es fundamental que los profesores proporcionen a los estudiantes la máxima información sobre la estrategia de estudio o el plan que deben desarrollar (Aparicio, 1994). Pero no basta con ello, dado que se puede conocer el plan pertinente, pero no saber cómo aplicarlo. No es lo mismo saber qué es lo que hay que hacer, lo que se corresponde con un conocimiento más declarativo, que hacerlo, lo que se corresponde con un conocimiento de carácter más procedimental. En este sentido los docentes han de

enseñar a aplicar las estrategias de estudio adecuadas para conseguir las metas propuestas, teniendo siempre en cuenta que se trata de un conocimiento procedimental que sólo se aprende haciéndolo o aplicándolo.

Los últimos elementos del proceso motivacional son *los resultados obtenidos y la atribución o explicación de los mismos*. En el mundo académico las evaluaciones de los logros de una actividad al final se resumen en ciertos niveles de éxito o de fracaso. Está claro, y la investigación así lo demuestra, que “a nadie le amarga un dulce”, que el recibir informaciones de éxito motiva y mucho. En cambio, en contra de ciertas apreciaciones morales, recibir indicaciones de fracaso no suele servir tan claramente para aprender y mejorar en el futuro (Alonso Tapia y Pardo, 1992). Lo importante de las evaluaciones de un resultado, más que la calificación en sí, es lo que ésta significa. Cuando las evaluaciones dan indicaciones implícitas de comparación social, de competitividad..., de paso se está generando un significado al éxito o al fracaso que afecta al interés posterior. En definitiva, la fuerza motivacional del éxito y del fracaso está sobre todo en el análisis que hace posteriormente el evaluado. La principal reflexión que hace el sujeto tiene que ver con buscar una explicación al resultado, atribuir a una causa al éxito o al fracaso conseguido. En motivación se dice que mucho de las tendencias motivacionales tienen que ver con los estilos que

tienen las personas de explicarse el éxito y el fracaso (Weiner, 1992). Aunque las posibles explicaciones que cada uno puede encontrar a cualquier resultado son infinitas, todas ellas se pueden agrupar en tres o cuatro dimensiones como el grado de estabilidad de la causa atribuida, el grado de control y el lugar de causalidad. Resumiendo mucho, la teoría postula que el estilo atribucional que más favorece al aprendizaje es atribuir el éxito a causas inestables, controlables y modificables. En principio, se dice que cuando se fracasa se debería buscar el mismo tipo de explicaciones, pero lo que ocurre es que el efecto de las atribuciones está muy mediatizado por el significado que se esté dando en ese momento a dicho fracaso, por lo que afecte o no a nuestra autoestima.

Los individuos están más o menos motivados en uno u otro ámbito en función de las experiencias que hayan tenido en ellos, es decir, de cómo se hayan desarrollado sus acciones motivadas y de las condiciones en las que se han producido los distintos elementos del proceso motivacional descritos más arriba. En cualquier caso, puede decirse que si se tienen metas de aprendizaje y se gestionan adecuadamente los distintos elementos del proceso motivacional, se favorecerá la motivación por aprender de los alumnos.

Aunque la motivación y el aprendizaje son procesos diferentes, existe una estrecha vinculación entre ellos. En primer lugar, y como

ya se ha indicado, la motivación se aprende. En segundo lugar, el aprendizaje no se produce independientemente de la motivación, tanto es así que en los últimos años se está insistiendo en que una teoría del aprendizaje al margen de la motivación es insuficiente. En tercer lugar, cada vez se están proponiendo más modelos explicativos y de aplicación didáctica que consideren conjuntamente estos dos procesos. A continuación profundizaremos en los dos últimos puntos.

El proceso de cambio conceptual

En las últimas décadas se han desarrollado una gran cantidad de modelos del cambio conceptual. En la mayor parte de ellos se identifican dos tipos de cambio. Uno de menor grado, considerado como "la forma más simple de cambio conceptual" (Vosniadou, 1994), no implica una transformación radical de la estructura de conocimiento ya que se mantienen básicamente los conceptos centrales, o lo que podríamos identificar como el núcleo duro de las concepciones existentes¹. El otro tipo de cambio, descrito como "la forma más radical del cambio conceptual" (Posner, y col., 1982), es más complejo y de mayor impacto, pues refleja una transformación sustancial de la estructura

de conocimiento, del núcleo duro de las concepciones iniciales². Así pues, el cambio conceptual da cuenta de las diferentes transformaciones de la estructura de conocimiento y permite describir el resultado del aprendizaje que ha tenido lugar (véase, Rodríguez Moneo, 1999).

En cuanto a cómo se producen estos cambios, el proceso mejor descrito y más adoptado es el propuesto por Posner y col. (1982). En él se indican las condiciones para que se produzca el cambio conceptual. Inicialmente, el aprendiz tiene que experimentar cierta insatisfacción con las concepciones que posee; posteriormente ha de contemplar la existencia de una nueva concepción que le resulte inteligible; la nueva concepción, además, ha de resolver los problemas que las concepciones previas no resolvían y, por último, ha de ser fructífera como modelo explicativo para el futuro.

En la descripción de este proceso se sostiene que el mecanismo desencadenante del cambio conceptual es el conflicto, dado que el cambio se genera ante la insatisfacción que aparece con las concepciones previas. Sin embargo, el conflicto no ha sido el único mecanismo analizado en el proceso de cambio conceptual. Por ejemplo, estos mismos autores, años más tarde, entienden

1. Este cambio ha sido etiquetado como asimilación (Posner y col., 1982), cambio no radical (Chi y col., 1994) o enriquecimiento (Vosniadou, 1994).

2. Se denomina a este cambio acomodación (Posner y col., 1982), cambio radical (Chi y col. 1994) o reestructuración (Vosniadou, 1994).

que, cuando las concepciones de los alumnos no están muy estructuradas y consolidadas, la analogía también puede generar el cambio conceptual (Strike y Posner, 1992). Además, se ha estudiado la influencia de otros mecanismos tales como la metacognición, la elaboración o la aplicación multicontextual. Habitualmente los mecanismos presentes en el proceso del cambio conceptual han sido analizados de forma aislada, o considerando la combinación de dos de ellos (véase Rodríguez Moneo, 1999). Sin embargo, la explicación más ecológica del cambio es aquella que contempla la intervención de la mayoría de los mecanismos indicados (Rodríguez Moneo y Rodríguez, 2000).

Por otra parte, ni en el proceso, ni en el resultado del cambio conceptual se ha tenido muy en cuenta la motivación del que aprende. Como sucediera también en otros ámbitos de la psicología, la motivación se considera un elemento relevante a tener en cuenta, pero no se trata realmente como tal hasta hace aproximadamente una década. La vinculación producida en los últimos años entre la cognición y la motivación ha permitido el desarrollo de mejores modelos sobre el proceso motivacional y el proceso de adquisición del conocimiento (Schutz, 1994, Urdan y Maehr, 1995). La desvinculación de antaño entre lo afectivo y lo cognitivo dio lugar a lo que ha venido en llamarse "la cognición fría", es decir, la descripción de un sujeto en el que se desarrollan procesos cognitivos independientes de los elementos afectivos y motivacionales. Esta

concepción está dejando paso a nuevas explicaciones en las que lo cognitivo no se entiende al margen de lo afectivo y lo motivacional, abriendo camino, así, a la llamada "cognición caliente", dentro de la cual se sitúan los modelos calientes del cambio conceptual (Pintrich, y col.1993).

Los modelos calientes del cambio conceptual

A partir de los años 90 se toma conciencia de la insuficiencia de los modelos fríos del cambio conceptual que consideran a los sujetos con un comportamiento básicamente racional, similar al producido por la comunidad científica en la historia de la ciencia (Rodríguez Moneo, 1999). Desde ese momento comienzan a desarrollarse modelos calientes en los que se tienen en cuenta algunos elementos motivacionales. Es el caso de la reformulación que hacen Strike y Posner (1992) al concepto de "ecología conceptual", plasmada en su modelo diez años antes (Posner y col., 1982). En el modelo inicial se definía la ecología conceptual como el contexto intelectual del individuo, se identificaban algunos de los elementos que la constituían (anomalías, creencias epistemológicas, etc.) y se consideraba que podía actuar sobre las concepciones de los sujetos, facilitando o inhibiendo el cambio en las mismas, es decir, el cambio conceptual. En la reformulación de los 90 se incorporan como elementos constitutivos de la ecología conceptual los motivos y las metas de los individuos, así como las propias

concepciones alternativas, que pasan de ser elementos sobre los que actúa la ecología conceptual a ser parte constitutiva de la misma. Desde el punto de vista funcional la ecología conceptual sigue teniendo la capacidad de favorecer o entorpecer el proceso de cambio.

Como se ve, empieza a establecerse la necesidad de tener en cuenta elementos motivacionales al explicar el proceso de cambio. Los componentes motivacionales que se consideran son los más representativos del proceso motivacional (como se dijo más arriba, las metas dan contenido y guían la acción motivada, y los motivos conceden más o menos fuerza a la conducta). Sin embargo, la alusión a la motivación sigue siendo un tanto superficial ya que no se indica de forma explícita y detallada en qué medida motivos y metas afectan al proceso de cambio conceptual. La explicación del cambio conceptual que alude con un poco más de profundidad a los factores motivacionales es la propuesta en el modelo Pintrich y col (1993) y Pintrich (1999).

Contexto motivacional y cambio conceptual

En los últimos años se ha indicado la dependencia de la motivación al contexto. Las personas tienen una serie de metas, de motivos, de creencias, de atribuciones que no son de carácter estable, ni suponen un rasgo de su personalidad, sino que más bien son activadas o no en función de las

características del contexto en el que se encuentren (Weiner, 1992). En esta línea, un buen análisis motivacional no puede obviar el papel desempeñado por el contexto en la motivación de los sujetos.

En el modelo de Pintrich y col. (1993) se contempla la influencia del contexto externo (el contexto del aula) y la influencia del contexto interno del alumno (constituido por una serie de elementos motivacionales —contexto motivacional— y cognitivos —contexto cognitivo) en el proceso de cambio conceptual—. El contexto interno sería similar a la ecología conceptual descrita por Strike y Posner (1992). Sin embargo, en este caso, no sólo se señalan los elementos motivacionales y cognitivos que la constituyen, sino que también se muestra como actúan en el proceso de cambio. La secuencia explicativa que se establece es la siguiente. En primer lugar, se describen una serie de variables contextuales externas y su repercusión en algunos factores motivacionales, en segundo lugar, se indica la repercusión de los elementos motivacionales (contexto motivacional) en una serie de factores cognitivos y, por último, se explica la influencia de los factores cognitivos (contexto cognitivo) dentro del proceso de cambio conceptual. Antes de describir el primero de los elementos, esto es, el contexto externo o del aula, señalaremos brevemente algunos patrones motivacionales que pueden presentar los alumnos en clase y que nos ayudarán a comprender mejor el análisis del contexto del aula.

Como es bien sabido, hace tiempo Dweck y Elliot (1983) describieron dos patrones motivacionales que pueden presentar los estudiantes en el contexto académico. Dichos patrones se definen en función de la meta que los alumnos se propongan alcanzar. Así, los que persiguen metas de centradas en incrementar su competencia presentan un patrón motivacional de "motivación por el aprendizaje" caracterizado, a grandes rasgos, por el deseo de adquirir conocimiento, de potenciar las capacidades y aumentar la inteligencia. Estos alumnos consideran que la inteligencia es variable y se modifica en función del esfuerzo que desarrollan, al que consideran una inversión. Por ello, prefieren las tareas que maximicen el aprendizaje y supongan un reto o desafío; su atención se centra en el proceso de realización de la actividad que desarrollan, sin preocuparles en exceso la incertidumbre, presente en toda tarea, ni los errores, a los que conciben como algo de lo que se puede aprender. Por el contrario, los alumnos que se proponen metas más centradas en la evaluación de su competencia desarrollan un patrón de "motivación por la ejecución", el cual tiene dos variantes motivacionales: una de aproximación, definida por el deseo de obtener una buena evaluación o una buena imagen (motivación por el lucimiento), y otra de evitación, caracterizada por el deseo de evitar evaluaciones negativas o evitar quedar mal (motivación por el miedo al fracaso). Estos alumnos no están tan interesados por el aprendizaje como por la

imagen final que pueden proporcionar a sus compañeros, a su profesor o a sí mismos. No persiguen ser más capaces o inteligentes, sino parecer listos o no parecer tontos. Consideran que la inteligencia es relativamente estable y se manifiesta en los buenos resultados obtenidos. Las tareas que realizan les interesan en su valor más instrumental, en tanto les permitan un buen resultado. En este sentido, no se centran tanto en el proceso, sino en el resultado final; la incertidumbre es considerada como una amenaza y los errores suponen un fracaso.

La motivación por el aprendizaje se considera más intrínseca que la motivación por la ejecución y, obviamente, es mucho más favorable para la adquisición de conocimiento (Pintrich y Schrauben, 1992) y el desarrollo del proceso de cambio conceptual, ya que éste supone reconocer ciertos errores, afrontar una serie de incertidumbres e invertir esfuerzo, todo con el fin de maximizar el aprendizaje (Rodríguez Moneo y Rodríguez, 2000). Los estudios indican que los alumnos motivados por el aprendizaje son más proclives para generar cambio conceptual. En esta dirección, desde el modelo de Pintrich y col. (1993) se recomienda la creación de un contexto escolar adecuado que dirija a los alumnos hacia metas de aprendizaje, que potencie una motivación por el aprendizaje y favorezca el proceso de cambio conceptual.

Para generar un buen contexto de aula se recomienda seguir las indicaciones del modelo TARGET (Ames, 1992, Epstein, 1988),

cuyo objetivo es promover la motivación por el aprendizaje a partir de la gestión en clase de una serie de dimensiones, reflejadas en el acrónimo que da nombre al modelo (Tarea, Autoridad, Reconocimiento, Grupos, Evaluación y Tiempo). Brevemente, se sugiere al profesor que haga propuestas de *Tareas* que interesen a los alumnos y con las que realmente aprendan. Con este fin, es importante que las tareas sean auténticas y relevantes en la vida cotidiana de los estudiantes; también, es necesario que los alumnos conozcan las razones por las que realizan la actividad y sepan qué van a aprender; asimismo, la propuesta de tarea debe ser tal que, por un lado, los alumnos puedan elegir y, por otro, la tarea se ajuste en dificultad al nivel de habilidad del estudiante, es decir, suponga un reto alcanzable. Estos dos elementos (elección y reto alcanzable) permiten la aparición de dos percepciones esenciales en la motivación intrínseca: auto-determinación (capacidad de elegir y ser responsable de la acción) y auto-eficacia (capacidad de haber logrado el éxito). Es probable que aparezcan estas dos percepciones si se trabaja con la estructura multidimensional de tareas, esto es, si el profesor hace una propuesta de múltiples tareas con objetivos similares.

La estructura multidimensional está relacionada, también, con la gestión de la *Autoridad*, cuyo objetivo es favorecer la autonomía del alumno. Para ello, es aconsejable la participación de los estudiantes en la toma de decisiones que se producen a lo largo del

proceso de aprendizaje, esto es, que los alumnos tengan algo que decir, por ejemplo, en la selección de contenidos, en la elección de tareas, en la evaluación, etcétera. No obstante, para el desarrollo de la autonomía no basta con que los alumnos elijan (auto-determinación), sino que han de hacerlo bien y, en este sentido, no es suficiente con que el profesor les de la posibilidad de participar, sino que debe enseñarles a tomar decisiones adecuadas en función de los objetivos que se propongan, de los recursos disponibles o de su habilidad (auto-eficacia).

Para favorecer la motivación por el aprendizaje es importante que todos los alumnos tengan la posibilidad de recibir *Reconocimiento* en las actividades de aprendizaje que llevan a cabo. Una forma de conseguir este propósito es recompensar el esfuerzo y el progreso logrado, consiguiéndose de este modo, además, que el alumno centre la atención en el proceso de realización de la tarea y no sólo en el resultado, lo que contribuye al desarrollo de destrezas cognitivas.

Al igual que en la dimensión del reconocimiento, la *Evaluación* que se recomienda está centrada en el proceso, en el esfuerzo y en la consecución de determinados criterios de aprendizaje. Debe organizarse de tal forma que los estudiantes no han de temer los posibles errores, sino que deberían concebirlos como algo positivo y natural, de lo que se puede aprender, y deberían tener la actitud de que pueden mejorar y alcanzar los niveles de pericia requeridos siempre

que estén dispuestos a esforzarse. Con el fin de evitar las comparaciones entre los compañeros y de favorecer la consiguiente motivación por la ejecución, tanto el reconocimiento como la evaluación han de ser privados más que públicos.

Además, los alumnos han de tener el *Tiempo* necesario para la realización de las tareas que van a llevar a cabo. Por ello, los profesores deben ajustar el tiempo a las peculiaridades de la actividad y del alumno que la realiza. Han de tenerse en cuenta las diferencias individuales entre los estudiantes en cuanto a la necesidad de tiempo se refiere, de forma que esta variable no se convierta en un elemento inhibitor del rendimiento. Además, el profesor debe enseñar a los alumnos a planificarse y organizar su tiempo.

Por último, en el contexto del aula ha de favorecerse la interacción entre estudiantes a través del trabajo en *Grupo*. Dependiendo de la disposición de las metas del grupo, la interacción entre iguales puede generar diferentes estructuras básicas de aprendizaje: competitiva (los alumnos se disputan la consecución de un objetivo), cooperativa (se colabora por un objetivo común) e individualista (cuando los objetivos son independientes y la consecución de un objetivo por parte de un alumno no afecta ni positiva ni negativamente a los demás). La estructura cooperativa es la más beneficiosa para el aprendizaje, ya que los miembros del grupo se proporcionan ayudas entre sí y dichas ayudas suelen ser efectivas, entre otras

cosas, debido a las menores diferencias en el nivel de pericia que se produce entre iguales.

Como se indicaba más arriba todas estas dimensiones, que constituyen el contexto externo o el contexto del aula, repercuten en una serie de elementos motivacionales a los que hemos llamado el contexto interno motivacional del alumno. El contexto interno motivacional está articulado en dos bloques. Uno integra los factores que explican las razones del alumno para elegir una tarea (donde se sitúa la orientación hacia la meta del alumno; sus creencias epistémicas sobre el conocimiento científico y humano; y el interés, el valor de utilidad y la importancia que la tarea tiene para el individuo). El otro bloque incluye factores que conforman las concepciones del alumno sobre su capacidad (en él se ubican las creencias de alcanzar la meta, de ajustar sus capacidades cognitivas a las demandas de la tarea —auto-eficacia— y, también, las creencias de ser el responsable de la acción, es decir, de haber elegido la actividad-auto-determinación). Tal y como queda reflejado en la Tabla 1, todos estos factores están relacionados con los elementos motivacionales del proceso motivacional, los cuales han sido descritos al comienzo de este trabajo.

Los últimos modelos recientes del cambio conceptual conceden un relevante papel a las "creencias motivacionales". Consideran que subyacen a los procesos cognitivos y que actúan como facilitadoras o inhibitoras del proceso de cambio conceptual (Pintrich,

1999). Podría decirse que desempeñan un papel similar a la "teoría marco ingenua" propuesta por Vosniadou (1994), la cual está constituida sobre la base de ciertos presupuestos ontológicos y constriñe el proceso de cambio conceptual.

Las creencias motivacionales abarcan un amplio espectro y son algo más que las expectativas de éxito. Por un lado, las creencias pueden referirse a más cuestiones (no sólo a aquellas relacionadas con la probabilidad de alcanzar o no con éxito una meta, sino también a aquellas que tienen que ver con la naturaleza del conocimiento y con la implicación motivacional del sujeto en el proceso de aprendizaje). Por otro lado, las creencias no sólo afectan al proceso motivacional como hasta ahora hemos visto, sino que también influirán en el proceso de cambio conceptual.

La creencia de que conceder altos niveles de interés, importancia y valor de utilidad de la tarea influirá positivamente en el proceso de cambio conceptual tiene sentido, entre otras cosas, porque dichos niveles de interés y valor influyen favorablemente, en primer lugar, en la atención selectiva que desarrolla el alumno que, por un lado, le orienta y le permite seleccionar la nueva información del exterior que va a ser objeto de análisis para el cambio conceptual y, por otro, le permite seleccionar el conocimiento previo pertinente. En segundo lugar, estos niveles de interés y valor propician un procesamiento más profundo de la

información y facilitan la aparición de procesos de elaboración, así como procesos de evaluación y control metacognitivo.

Por otra parte, las creencias de que altos niveles de auto-eficacia y auto-control favorecen el cambio conceptual tiene que ver con la repercusión positiva de estas percepciones en las estrategias de reflexión y elaboración, en la metacognición y en el proceso de resolución de problemas. Los sujetos que tienen más control sobre sus acciones y su aprendizaje son más proclives a desarrollar dichos procesos cognitivos.

Además, las creencias epistemológicas que conciben el conocimiento como algo relativo, dinámico y en constante transformación favorecen el cambio conceptual porque permiten que los individuos comprendan que, al igual que sucede en la ciencia, en el proceso de adquisición del conocimiento se pueden producir variaciones en las explicaciones que uno posee a la luz de nuevas informaciones que contradicen las concepciones existentes. Y todo ello se entiende como algo natural y consustancial al proceso de aprendizaje.

Los alumnos motivados hacia el aprendizaje conceden más interés y valor a las tareas relacionadas con el cambio conceptual por lo que llevan consigo de adquisición de competencia, se centran más en el proceso y es más probable que desarrollen procesos de elaboración, resolución de problemas y metacognición y, finalmente, los cambios

en sus concepciones no se consideran errores, sino algo natural en la adquisición del conocimiento. En definitiva, y como ya

hemos indicado en otras ocasiones, los alumnos motivados hacia el aprendizaje son más proclives al cambio conceptual.

Tabla 1

Relación de los elementos el proceso motivacional con los factores motivacionales que afecten a la tarea y al alumnado y con las creencias motivacionales favorables para el cambio conceptual propuestas por Pintrich

Elementos del Proceso motivacional	Factores de la tarea y del alumno presentes en la acción motivada	Creencias motivacionales positivas para el cambio conceptual
Meta	Tipo de orientación a la Meta del alumno.	Tener metas de aprendizaje facilita el cambio conceptual.
Motivo	Interés, importancia y valor de utilidad que la tarea tiene para el alumno.	Conceder niveles altos de interés, importancia y valor de utilidad a las tareas facilita el cambio conceptual.
Expectativa	Percepciones de auto-eficacia.	Tener creencias de altos niveles de auto-eficacia para el aprendizaje facilita el cambio conceptual.
Plan de acción	Percepciones de auto-eficacia y auto-determinación.	Tener creencias de altos niveles de auto-eficacia para el aprendizaje facilita el cambio conceptual.
Acción	Percepciones de auto-eficacia y auto-determinación.	Poseer creencias de control personal sobre el aprendizaje favorece el proceso de cambio conceptual.
Resultados y explicación	Creencias epistémicas.	Las creencias dinámicas del conocimiento y de la ciencia favorece el proceso de cambio conceptual.

Para finalizar este trabajo nos centraremos ahora en los aspectos motivacionales que consideramos más relevantes y sobre los que, en nuestra opinión, debería irse más allá con el doble objeto de, por un lado, robustecer los planteamientos teóricos de los modelos calientes del cambio conceptual y, por otro, de desarrollar nuevas propuestas didácticas que permitan integrar en la práctica la motivación para el aprendizaje y el cambio conceptual.

Elementos esenciales para calentar el cambio conceptual

En realidad, en la esencia teórica de los modelos de Posner y de Pintrich está la necesidad de integrar los aspectos que vamos a comentar. Creemos que debería seguirse trabajando en ellos hasta explicar pormenorizadamente el proceso de cambio conceptual considerando el contexto motivacional y cognitivo del sujeto. Sin embargo, nos detendremos ahora, brevemente, en el intento de aproximar a la realidad de las aulas algunas de las cuestiones referidas a la motivación y el aprendizaje presentes en estos modelos. Organizaremos estas aportaciones relevantes para conseguir una mejor situación y predisposición al aprendizaje en tres grandes bloques.

El campo de estudio de la curiosidad o el del atractivo de la fuente

Es evidente que en cualquier situación de aprendizaje se empieza presentando diferentes tipos de información. Desde hace

tiempo se ha destacado la importancia que tiene el modo y la manera en que se presentan los contenidos para conseguir que el estudiante se disponga a recibirlos y a asimilarlos poniendo más recursos psicológicos en marcha (Petty y Cacciopo, 1986 y Huerfías, 1997). Para conseguir una información con más fuerza y más capacidad de penetración se pueden tener en cuenta aspectos muy diversos, vamos tan sólo a destacar algunos de todos los que ya hemos comentado más arriba pues, en nuestra opinión, éstos son especialmente relevantes por su potencialidad para favorecer el aprendizaje y por gozar de más evidencia en el contexto educativo.

Por un lado, siempre conviene estimular la curiosidad. Al principio debe hacerse creando la necesidad del contenido que se va a aprender y, para ello, puede proporcionarse información próxima, impactante, contradictoria o paradójica, a partir del llamado componente motivacional. Después, la curiosidad puede estimularse, como ya se consideraba desde los tiempos de Berlyne, a partir del trabajo con *la variedad y la novedad* de la información. La sabiduría de proporcionar ciertos niveles moderados de incertidumbre en los datos que se presentan garantizan una mayor atención y elaboración de esa información por parte del que la recibe.

El siguiente aspecto que nunca se ha de olvidar en un escenario adecuado de aprendizaje tiene que ver con la necesidad de subrayar *la relevancia de la tarea*. Es decir,

el servicio que para el alumno puede tener el llegar a conocer y dominar dichos aprendizajes en orden a comprender mejor ese campo, a profundizar más en él o a conseguir mayor competencia personal y mejor situación en el futuro. Cuando no se conocen los *para qué*s de un escenario de aprendizaje, se deja ese escenario poco cargado de intencionalidades, que es lo mismo que decir, de propósitos y motivos.

Por último, nos gustaría hacer mención a un aspecto que siempre resulta evidente y que comúnmente menospreciamos. Se trata de la enorme importancia que tiene *el uso del conocimiento* y la ilustración del mismo a través de ejemplos conocidos o cotidianos para conseguir cualquier cambio conceptual. Los ejemplos, por un lado, ilustran y dan significado y, por otro, orientan la acción. El sentido del conocimiento está en su uso y muchos de los *para qué*s que antes mencionábamos, el aprendiz los encuentra y los comprueba en los ejemplos y las aplicaciones del conocimiento a distintos escenarios.

Los factores que estimulan una buena motivación intrínseca

De entre todos los factores que vamos a mencionar *la autonomía* es, sin duda, el más importante para dar carga y calentar cualquier proceso motivacional. Como se recordará, básicamente consiste en permitir que el alumno sea la causa principal de lo que tiene que aprender, así como permitirle

cierto grado de control sobre lo que tiene que hacer durante su proceso de aprendizaje. Todo ello contribuye a la creación de ciertas percepciones de auto-determinación, muy favorables para la motivación por aprender. Por otra parte, el generar al estudiante ciertos grados de libertad para incorporar determinados conocimientos garantiza que queden en él, que los use y los incorpore a futuras actuaciones (Deci y Ryan, 1985).

Esta idea de autonomía entronca con toda una filosofía de entender al ser humano. Está en la vieja idea de los principios de la Psicología que dibujaba al sujeto como un individuo con intenciones, un agente de su propia vida y construcción psicológica. En las últimas décadas esa misma filosofía impregna la investigación en ciencias humanas, lo que ocurre es que muchas veces no se reconoce y, en ese sentido, no se asume con plenitud. Por ejemplo, cuando se trabaja en el estudio de los mecanismos de autorregulación se está estudiando una de las bases de la agencialidad, la intencionalidad y, subsidiariamente, la motivación humana.

Veamos detenidamente el papel de *los procesos de autorregulación* en el aprendizaje y la motivación (ver Pintrich y Linnernbrink, 2000). Uno de los procesos de autorregulación más importantes son las acciones mentales que los individuos llevan a cabo para planificarse. Motivacionalmente la planificación más relevante es la que se refiere a los objetivos para cada acción, es decir, el establecimiento de metas, más o menos

precisas, de mayor o menor amplitud, más o menos difíciles.

Tradicionalmente se ha simplificado el estudio de este proceso de fijarse objetivos y propósitos, atribuyendo a cada escenario de aprendizaje una única meta. Además se ha llegado a mantener que eso de las metas tenía sólo que ver consigo mismas, es decir, que para dirigirse a un objetivo no había que tener en cuenta otros factores diferentes al propio análisis del propósito. Hoy se tiende a ver que las metas no son algo aislado que cada individuo se imponga ante una tarea, más bien se ven inmersas en cada situación social, implícitas en ellas y en las creencias sobre cómo debe comportarse uno (Huertas y Agudo, en prensa). De esta forma, una persona actúa dirigida hacia un objetivo en una materia y dirigida de otra manera en otra. Lo que explica esta variación tiene más que ver con la interpretación de cada situación y con las creencias del sujeto que aplica en cada situación. En este sentido, las investigaciones sobre metas afortunadamente se hacen más complicadas, se estudia la influencia de múltiples metas en una tarea, se empiezan a considerar el papel de las creencias, de las situaciones sociales, etcétera (Pintrich y Linnernbrink, 2000; Huertas y Agudo, en prensa). Así por ejemplo, es muy conocida la función que juegan las creencias que nos explican de dónde proceden nuestras capacidades intelectuales en la motivación. Como hemos visto más arriba, las creencias que favorecen una mayor motivación para el aprendizaje

son aquellas que consideran las habilidades intelectuales como algo controlable y modificables. Aquellas que asumen una concepción más viva de la capacidad, como algo que depende de nuestro grado de aprendizaje que, por tanto, es de naturaleza plástica y que necesita de nuestra planificación estratégica, de nuestra autorregulación (Dweck y Elliot, 1983).

Pero no sólo de metas debe tratarse cuando se aborda la planificación en la motivación y el aprendizaje, también es necesario que el sujeto sepa cómo acceder y organizar sus conocimientos. Esto es, cómo relacionar, por un lado, los viejos conocimientos que se poseen y, por otro, los nuevos que se están recibiendo. Esa necesidad de regulación de los conocimientos obliga al individuo, a su vez, a desarrollar buenas estrategias de planificación de metaconocimientos. Para un auténtico cambio conceptual las personas necesitan de este tipo de conocimiento, con el fin de adquirir nuevas ideas o teorías después de haber sido conscientes de lo que conocen y de lo que no conocen, de cómo resolver contradicciones, de ver qué dificultades quedan todavía por superar y de cómo dominar una tarea.

Para una buena planificación de aprendizajes y sabidurías es conveniente una mínima regulación estratégica de ciertos procesos cognitivos. Es este el segundo gran componente de la autorregulación (Kuhl, 1992). Hay que saber hacer un mínimo uso de la memoria, como hemos dicho, pero también

de procesos de pensamiento y razonamiento, ser capaces de ir resolviendo los problemas que surgen en el aprendizaje, aprender a tomar decisiones, etcétera. En definitiva, se trataría de volver a poner de manifiesto que muchas veces los problemas con el aprendizaje no son problemas motivacionales, sino de autorregulación. No es que no se desee aprender determinado contenido, es que no se sabe cómo y por eso no se desea. Reiteramos, de nuevo, la relevancia de enseñar a los alumnos estrategias para la actuación.

No finalizan aquí los mecanismos de autorregulación, conviene que no nos olvidemos de otros procesos extremadamente conscientes que son esenciales para el aprendizaje. Se trata de los procesos de control cognitivo que tienen que ver con el conjunto de evaluaciones y valoraciones conscientes que el propio sujeto hace acerca de la evolución de su propio aprendizaje. Estos juicios acaban reestructurando ciertas creencias asociadas, las más importantes son las creencias sobre la utilidad y el servicio que pueden prestar los nuevos conocimientos que se están adquiriendo. El tomar conciencia de que a lo largo del proceso de aprendizaje se van adquiriendo conocimientos relevantes y extrapolables es básico para llegar a interiorizar con un mínimo de durabilidad dichos conocimientos.

El proceso de aprendizaje se va sucediendo en un camino en el que el aprendiz va adquiriendo conocimiento y competencia y, a la

vez, va enfrentándose a tareas cada vez más complejas. Este avance es paralelo: a más dominio en algún ámbito, se requiere de mayor dificultad de la tarea y ello resulta estimulante porque lo que realmente motiva a los sujetos es encontrar actividades que presenten un *cierto desafío*, es decir, que sean moderadamente difíciles, combinándose la dificultad de la tarea con la sensación de competencia del estudiante. Si las tareas fueran excesivamente fáciles para el nivel de habilidad del individuo, se produciría aburrimiento y si fueran excesivamente difíciles, se produciría ansiedad. La motivación por el aprendizaje se potencia cuando el nivel de dificultad se ajusta a la habilidad del estudiante produciéndose cierto reto abarcable. Este ajuste requiere del esfuerzo del alumno, pero permite la ejecución eficaz y, por tanto, la creación de ciertas percepciones de auto-eficacia, las cuales potencian la motivación por aprender.

Por último, el aprendizaje más profundo se tiene que desenvolver en un determinado escenario afectivo que mantenga un cierto clima emocional. El proceso de adquisición del conocimiento se produce más favorablemente cuando existe un entorno seguro, y cargado de emoción, gusto y aprecio.

Los cambios en la estructura de la evaluación del aprendizaje

Para terminar con esta breve presentación de los diferentes aspectos que ayudarán a

hacer más profunda la reestructuración de conocimientos no podemos olvidarnos de uno de sus factores claves, el problema de la evaluación de esos aprendizajes. Por empezar por evidencias obvias, que por lo mismo quedan muchas veces en el olvido, para el cambio conceptual y para la motivación es necesario que el aprendiz reciba alguna retroalimentación, informativa, creíble y en términos optimistas sobre sus consecuciones, sobre sus dominios. Ahora bien, muchas veces se intenta conseguir ese tipo de evaluación, se proponen, por ejemplo, pruebas de evaluación de dominio y no memorísticas, ejercicios de reflexión y uno se encuentra con el rechazo de los aprendices, incluso de los que estaban más interesados en la tarea (Alonso Tapia y López Luengo, 1999). Este efecto paradójico se puede explicar por los efectos perniciosos que tiene toda innovación, en el sentido de que esos cambios generan a su vez un aumento en la sensación de inseguridad. La incertidumbre que genera lo desconocido o demasiado distinto incluso afecta hasta las ideas sobre la posición social del aprendiz, sobre su autoestima. En definitiva, cualquier cambio debe seguir garantizando la misma o mayor sensación de seguridad y de control para el evaluado que los procedimientos anteriores.

En esta misma línea, conviene, si se quiere que el alumno posea conocimiento robustos y generalizables, que se diversifiquen los modos de informar acerca de la calidad de sus adquisiciones. La prevalencia del examen, de esos momentos únicos e insoslayables en

donde se demuestran los conocimientos, para lo que menos sirven es para que un experto diga cómo se avanza en el dominio ejercitado, sobre todo se entienden como un modo de comparación, de control y, en ese sentido de riesgo personal. Sin embargo, fuera de las actividades académicas también se aprende, y mucho, también evalúan los expertos, pero de otra manera. Extrapolar esas otras formas de evaluación y reconocimiento serán sin duda muy útiles para el aprendizaje. Informar desde la realización de ejercicios prácticos, desde los debates, desde los comentarios de lecturas, etcétera son ejemplos válidos y curiosamente conocidos por todos.

Conviene, en esta línea, recordar que durante cualquier aprendizaje se disponen de muchos momentos para conocer cómo percibe el experto que vamos dominando la actividad. Los comentarios que nos hace durante la realización de la tarea pueden y deben ir cargados de retroalimentación que informe de los avances. Pero estos comentarios, esas pequeñas evaluaciones deben ser cuidadosas, deben incluir un significado concreto de lo que entiende el evaluador como éxito y sobre todo como error. Así el éxito tiene que servir como un modo para constatar el progreso en los dominios, las ganancias personales, minimizando todo el significado del éxito como superación de los otros. En ese mismo sentido, es necesario conceptualizar el fracaso como un mero fallo y nunca debería ser un indicador, ni siquiera indirecto, de falta de valía en esa actividad ni de comparación con los demás.

Para finalizar, como hemos visto a lo largo de este trabajo, la motivación está íntimamente relacionada con el proceso de aprendizaje, con los objetivos que los alumnos se proponen, con las tareas que prefieren, con las estrategias de aprendizaje que desarrollan,

con los resultados, con las explicaciones, con las creencias epistémicas y el conocimiento metacognitivo. Por ello es esencial conocer todos estos elementos y gestionarlos de tal forma en los contextos educativos que se propicie el proceso de cambio conceptual.

Bibliografía

- AMES, C. (1992). Achievement goals and the classroom motivational climate. En D.H. Schunk y J.L. Meece (eds.), *Student Perceptions in the Classroom*. Hillsdale, N.J.: LEA
- ALONSO TAPIA, J.; LÓPEZ LUENGO, G. (1999). Efectos motivacionales de las actividades docentes en función de las motivaciones de los alumnos. En J.I. Pozo y C. Monereo (eds.) *El Aprendizaje Estratégico*. Madrid: Santillana.
- APARICIO, J.J. (1994). Tácticas y estrategias de aprendizaje. En M. Rodríguez (ed) *LA psicología del aprendizaje en la Formación Inicial del Profesorado*. Madrid: Ediciones de la UAM.
- CHI, M.; SLOTTA, J.D. Y LEEUW, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- DECI Y RYAN (1985) *Intrinsic motivation and self determination in human development*. Nueva York. Plenum Press.
- DWECK, C.S. Y ELLIOT, E.S. (1983). Achievement motivation. En E.M. Heatherington (ed), *Handbook of Child Psychology, Vol. 4. Socialization, Personality and Social Development*. New York: Wiley.
- EPSTEIN, J.L. (1988). Effective schools or effective students:dealing with diversity. En R. Haskins y D. McRae (eds.), *Policies for American´s Public Schools: Teacher Equity Indicators*. Norwood, N.J: Ablex.
- FEATHER, N.T. (1990). Bridging the gap between values and actions. Recent applications of the expectancy-value model. En E.T. Higgins y R.M. Sorrentino (eds.), *Handbook of Motivation and Cognition. Foundations of Social Behavior, Vol., 2*, Nueva York: Guilford Press.
- FESTINGER, L. (1957). *A theory of Cognitive Dissonance*. Nueva York: Harper and Row.
- HUERTAS, J.A. (1997). *Motivación. Querer aprender*. Buenos Aires: Aique.
- HUERTAS, J.A. Y RODRÍGUEZ MONEO, M. (1997). El control consciente de la motivación. Las confusas relaciones entre pensamientos y deseos. En J.A. Huertas (dir.), *Motivación*. Buenos Aires: Aique.
- HUERTAS, J.A. Y AGUDO, R. (en prensa). Concepciones de los Estudiantes Universitarios sobre Motivación. En C. Monereo y J.I. Pozo, *Estrategias de Aprendizaje en la Universidad*. Madrid: ed Santillana.

- KUHL, J. (1992). A Theory of self-regulation: Action versus state orientation, self-discrimination, and some applications. *Applied Psychology*, 41, 95-173.
- MCCLELLAND, D.C. (1985). *Human motivation*. Scott Foresman and Comp. Trad cast. De G. Solana. *Estudio de la motivación Humana*. Madrid: Narcea.
- MEECE, J.L. Y COURTNEY, D.P.: (1992). Gender differences in students' perceptions : Consequences for achievement-related choices. En D.H. Schunk y J.L. Meece (eds.), *Student perceptions in the classroom*. Hillsdale, NJ: LEA.
- PETTY, R.E. Y CACIOPPO, J.T. (1986). The elaboration likelihood model of persuasion. En L. Berkowitz *Advances in experimental social psychology*. Nueva York: Academic.
- PINTRICH, P.R. (1999). Motivational beliefs as resources for constraints on conceptual change. En W. Schnotz, S. Vosniadou y M. Carretero (eds.), *New Perspectives in conceptual Change*. NY: Pergamon.
- PINTRICH, P.R. Y SCHRAUBEN, B. (1992). Student' motivational beliefs and their cognitive engagement in classroom academic task. En D.H. Shunk y J.L. Meece (eds.), *Student Perceptions in the Classroom*. Hillsdale, NJ: LEA.
- PINTRICH, P.R., MARX, R.W. Y BOYLE, R.A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivation beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63, 167-199.
- PINTRICH, P.R. Y LINNERNBRINK, E. A. (2000). The role of Motivation in Intentional Learning. Comunicación presentada a la reunión de la American Educational Research Association, New Orleans, April.
- POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. Y GERTZOG, W.A. (1982). Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- RODRIGUEZ MONEO, M. (1999) *Conocimiento Previo y cambio conceptual*. Buenos Aires: Aique.
- RODRIGUEZ MONEO, M. Y RODRIGUEZ, C. (2000). La construcción del conocimiento y la motivación por aprender. *Psicología Educativa*, 6, 2129-149.
- SCHUTZ, D.H. (1994). Goals as the transactive point between motivation and cognition. En P.R. Pintrich, D.R. Brown y C.E. Weinstein (eds.), *Student motivation, cognition and learning. Essays in honor to Wilbert J. McKeachie*. Hillsdale, NJ: LEA.
- STRIKE, K.A. Y POSNER, G.J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. En R.A. Duschl y R.J. Hamilton (ed) *Philosophy of Science, Cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice*. New York: State University of New York Press.
- URDAN, T.C. Y MAEHR, M.L. (1995). Beyond a two-goal theory of motivation and achievement: A case for social goals. *Review of Educational Research*, 65, 213-243.
- VOSNIADOU, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and instruction*, 4, 45-69.
- WEINER, B. (1992). *Human motivation. Metaphors, theories, and research*. California: Sage.

Resumen

En este artículo se analizan algunas cuestiones que tienen que ver con el proceso motivacional y el proceso de cambio conceptual en los sujetos. Se examinan las vinculaciones entre la motivación y el aprendizaje, considerando que la motivación se aprende y se desarrolla a lo largo del tiempo. También se indica la repercusión de la motivación en el aprendizaje y se pone de manifiesto la insuficiencia de cualquier modelo de aprendizaje que no tenga en cuenta elementos motivacionales. Así, se lleva a cabo una reflexión y análisis de los llamados modelos calientes del cambio conceptual.

Palabras clave: proceso motivacional, motivación por el aprendizaje, cambio conceptual, modelos calientes del cambio conceptual, educación.

Abstract

In this paper some questions related with motivational and conceptual change processes in subjects are analyzed. Links between motivation and learning are explored, considering that motivation is learned and develops across time. Also, the influence of motivation on learning is pointed out and the inadequacy of any model of learning that does not take in consideration motivational elements is posed. Thus, a reflection and analysis of the so-called hot models of conceptual change is undertaken.

Key words: motivational process, mastery motivation, conceptual change, hot models of conceptual change, education.

María Rodríguez Moneo

E-mail: maria.rodriguez@uam.es

Juan Antonio Huertas

Facultad de Psicología

Universidad Autónoma de Madrid

Ciudad Universitaria de Cantoblanco

Carretera de Colmenar, Km, 15,5

28049 MADRID

E-mail: juanantonio.huertas@uam.es

Cambio conceptual y enseñanza de la Historia*

Mario Carretero

Perspectivas actuales sobre el cambio conceptual

En 1996 estuvimos en esta Facultad con motivo del anterior Congreso Internacional de Educación en un Simposio sobre *Cambio Conceptual*. Cuando pensaba en el contenido de esta ponencia, me preguntaba qué ha acontecido con este tema en estos cuatro años. Me parecía una buena oportunidad para repensar estas posibles transformaciones y tratar de ofrecer algunas perspectivas nuevas. El tema del *Cambio Conceptual* tiene ya una larga tradición en la investigación en Psicología y Educación, concretamente casi veinte años, y quizás sea hora de hacerse la famosa pregunta de Bugs Bunny, "qué hay de nuevo, viejo" o, en un tono más académico, "qué ha cambiado últimamente en el *Cambio Conceptual*".

Así, en esta ocasión haré una breve presentación de algunos elementos fundamentales

El cambio conceptual en el aprendizaje de la historia a menudo no tiene lugar, no tanto por problemas referidos a los alumnos, sino porque no está entre los objetivos educativos de esta disciplina producir cambio conceptual alguno.

* Este artículo está basado en la conferencia que dio el autor en la mesa redonda en homenaje a Ángel Rivière del Congreso Internacional de Educación celebrado en Buenos Aires en julio de 2000. Quiero mostrar mi agradecimiento a las entidades que han hecho posible este trabajo: DGICYT (Proyecto BSO2000-0308) y Fundación Guggenheim.

que caracterizan el tema del *Cambio Conceptual*. Después voy a referirme a estas cuestiones en relación con un dominio específico, el de la Historia y el conocimiento histórico, entre otras razones porque me parece que una de las nuevas tendencias que están apareciendo en el *Cambio Conceptual* en los últimos años justamente es su discusión en relación con dominios específicos. Creo que eso puede contribuir a la reflexión sobre el tema y a ver sus posibilidades de aplicación en educación, porque éste es un congreso de educación y porque es uno de los ámbitos más interesantes de la investigación sobre el *Cambio Conceptual*. Para cerrar la presentación, voy a terminar con lo que a mí me parece que pueden ser perspectivas para el futuro en el ámbito del *Cambio Conceptual*.

El *Cambio Conceptual* se empieza a trabajar desde aproximadamente comienzos de los 80, con uno de los artículos seminales de Strike y Posner (1982). En este trabajo se formula lo que en general se ha llamado la primera teoría o una de las teorías fuertes sobre el *Cambio Conceptual*. Un poco más tarde aparece el libro de Susan Carey (1985), con el título *Cambio conceptual en la infancia*, el cual tiene también una notable relevancia en este ámbito. Es decir, llevamos cerca de veinte años dedicándonos a este tema. ¿Por qué esta perdurabilidad? ¿Por qué sigue siendo un tema importante? La razón es, sin duda, que aborda una de las cuestiones esenciales de las investigaciones de carácter cognitivo, que se refiere a cómo se transforma el conocimiento.

Para todos los investigadores cognitivos, ya sea con intereses básicos o aplicados, es fundamental trabajar sobre cuál es la estructura del conocimiento, cuáles son los contenidos de nuestras representaciones como seres humanos, sean individuales o culturales. Pero eso no estaría completo si no se estudiara cómo se transforman esas representaciones, cómo se van modificando, sea por el aprendizaje, por el desarrollo, por la experiencia o por la educación. Así, en definitiva, el elemento dinámico, el elemento de la transformación, es absolutamente fundamental. Ahora bien, al interesarnos por estas cuestiones, se abren entonces nuevas preguntas como por ejemplo, por qué pasamos de pensar una cosa a pensar otra, por qué pasamos de tener un conocimiento cotidiano —como solemos decir— a tener un conocimiento científico o académico.

Como tantas veces se ha dicho, el *lenguaje cotidiano* no es igual que el *lenguaje científico*. De forma un tanto apresurada puede decirse que el primero es bastante más polisémico que el segundo, mientras que éste último es mucho más encapsulado y autoreferente, de forma que no podemos otorgarle a los términos especializados el sentido que suelen tener en la vida cotidiana. Así, por *Cambio Conceptual*, en sentido estricto, no podemos considerar todas aquellas investigaciones que hayan abordado los procesos de transformación y modificación del conocimiento. En el ámbito cognitivo al hablar de *Cambio Conceptual* nos referimos, básicamente, a dos tipos de posiciones centrales que se comentarán a continuación (véase Rodríguez Moneo, 1999 para una panorámica actual).

Una posición es la que habla de lo que suele llamarse *enriquecimiento* o lo que sería en la posición piagetiana *modificación y diferenciación de esquemas*. Básicamente es ir adquiriendo mapas semánticos cada vez más elaborados de nuestras representaciones del medio. La otra posición, se refiere más estrictamente al ámbito del *Cambio Conceptual* y se relaciona directamente con éste. Se desarrolla cuando se produce una ruptura epistemológica, es decir, una transformación radical en nuestras representaciones. En definitiva, cuando pasamos de considerar un problema desde una determinada posición a verlo desde una posición radicalmente diferente. Es lo que en general entendemos como *cambio teórico profundo*.

Ese proceso de ruptura, de cambio, se ha planteado como una analogía muy importante con las posiciones de la Filosofía de la Ciencia tanto en los últimos años, cuanto en el inicio de la posición de Strike y Posner y Susan Carey. En definitiva, ha habido una aplicación al ámbito cognitivo, de manera más o menos literal, de la noción de *paradigma*, de *ruptura con respecto a un paradigma*, de insatisfacción con una determinada representación para adquirir otra, de las ideas de pensadores como Kuhn, Lakatos y otros autores de la Filosofía de la Ciencia. Se ha ido presuponiendo que el cambio teórico de los seres humanos se produce de una manera relativamente similar a como se produce el cambio teórico en la Historia de la Ciencia, de unas teorías frente a otras.

A mí me parece que en este sentido ha habido algunos cambios importantes en los últimos años. Por una parte, algunos autores, entre los que puede destacarse fundamentalmente a di Sessa (1993) han cuestionado esta visión haciendo una crítica a una especie de supuesto inicial que se refiere a que, en realidad, no podemos hablar de un proceso de cambio de esa naturaleza en dominios como la Física, porque es probable que los sujetos no tengamos teorías perfectamente organizadas y estructuradas de manera coherente, sino que en realidad es posible que sobre los problemas físicos tengamos una organización mucho más fragmentaria, consistente en ideas sueltas con poca relación entre sí. Según este enfoque, no tendría sentido hablar de una reestructuración en el sentido kuhniano puesto que el paso de un conocimiento a otro no sería de un conocimiento organizado a otro conocimiento también organizado, sino el paso de un conocimiento desorganizado a un conocimiento que poco a poco se va estructurando, en el caso de que esto llegue a ocurrir.

Otra aportación importante, que creo interesante mencionar, se refiere a las ideas que en la actualidad suelen denominarse *aprendizaje situado* o *posiciones situadas*, es decir, la idea de que posiblemente cuando hablamos de *Cambio Conceptual* no estamos hablando de una sustitución de unas teorías por otras, sino de una distinción que puede llegar a realizar el sujeto para aplicar representaciones distintas a contextos diferentes (Halldén, 1999). Si lo llevamos al ámbito de la educación, un buen ejemplo sería el modo de resolución de un

problema, según se desarrolle en el ámbito de la clase de Física o Biología o de la vida cotidiana; porque son contextos diferentes que le generan demandas diferentes. Es decir, en el caso de estas materias el alumno puede hacer bien el problema que le plantea el profesor, porque lo ha comprendido de manera significativa, pero no es capaz de reconocer esa situación en la vida cotidiana. Este caso, no hablamos de sustitución de teorías o de reemplazo o de cambio radical o de ruptura, en el sentido que se consideraba desde la teoría inicial del *Cambio Conceptual*, sino más bien de capacidad de ir manejando diferentes teorías en diferentes contextos.

Llevándonos al ámbito educativo: ¿Cuál es la funcionalidad de la idea de *Cambio Conceptual* en el contexto educativo? Sobre esto se ha discutido mucho últimamente. Por un lado, porque a partir de la idea de *Cambio Conceptual* se han ido generando diferentes modelos didácticos. Y, por otro lado, porque también la propia investigación de carácter básico ha hecho una serie de contribuciones con respecto a cómo se produce en realidad el cambio. Por ejemplo, uno de los problemas centrales que se ha tratado, pero que no voy a abordar aquí, es en qué medida el *conflicto* (un elemento teórico manejado por Piaget como una parte importante del núcleo duro de su teoría) y las *contradicciones*, que puede tener una persona entre su teoría y lo que la realidad le ofrece, van generando cambio o no. De estas preocupaciones se han generado implicaciones y modelos didácticos importantes y creo que es muy pertinente

discutir la funcionalidad del *Cambio Conceptual* en el ámbito educativo.

El presupuesto fundamental que creo tiene sentido mantener hoy día es que la idea de *Cambio Conceptual* aplicada a la educación, resulta sin duda interesante y heurísticamente valiosa. Es decir, es útil para inspirar modelos didácticos, pero creo que como metáfora general. En otras palabras, es útil como una especie de visión a largo plazo de lo que tiene que ir produciendo la educación. Soy más escéptico con respecto a la posibilidad que tiene el *Cambio Conceptual* para inspirar modelos didácticos específicos para el trabajo en el aula a corto plazo. La razón fundamental de esta convicción proviene de que la mayoría de las investigaciones han mostrado que el cambio conceptual lleva tiempo y es sin duda un proceso costoso para el alumno.

Cambio conceptual y enseñanza de la Historia

Me voy a referir, a continuación, a un dominio específico, al ámbito de la Historia, en el que presentaré algunos de los problemas que me preocupan en relación con mi trabajo actual de investigación sobre *Cambio Conceptual* (Carretero, López Manjón y Jacott, en prensa; Schnotz, Vosniadou y Carretero, 1999; Voss y Carretero, 1998).

En el ámbito de la enseñanza de la historia, en el caso de Latinoamérica y particularmente en América del Sur, si nos planteamos las preguntas de para qué enseñamos Historia

y qué es lo que queremos modificar en la mente de los chicos en relación con esta asignatura, nos encontramos con dos tipos de objetivos. Por un lado, lo que podríamos llamar objetivos de tipo disciplinar; es decir, obtener en la mente de los alumnos una comprensión crítica del mundo (social, histórico, económico, político). Por otro lado, conseguir por parte de los alumnos una mejor comprensión de las relaciones entre pasado, presente y futuro. Esto último quizá puede sorprender, pero muy rápidamente hay que recordar que la Historia ya no está considerada ni por los propios historiadores como una disciplina que se ocupa exclusivamente del pasado, sino que en realidad la historia se refiere al pasado, pero siempre mirándola desde el presente y, por supuesto, siempre hay en la retaguardia un proyecto de futuro mejor o peor.

Esos son los objetivos disciplinares que tiene la enseñanza de la Historia. Evidentemente dichas finalidades estarían directamente vinculadas al *Cambio Conceptual*. Por poner un ejemplo muy rápido: si yo pretendo que un alumno comprenda la Revolución Francesa, quiero que pase de entender que la Revolución Francesa fue una pelea callejera, o que los reyes decidieron entregarse a los revolucionarios o que los revolucionarios guillotinaron a los reyes, etc., a entender que las revoluciones, y en este caso la Francesa, implican una transformación radical en las estructuras de la sociedad, que hay elementos

que son independientes de las personas, etc. Estoy buscando transformaciones profundas en la mente de las personas.

Pero, por otro lado, la enseñanza de la Historia tanto en las materias llamadas “Historia”, “Ciencias Sociales” como —en un contexto menos estructurado aunque no menos importante— como las efemérides o las fiestas patrias, que ocupan muchísimo espacio en la escuela desde el Jardín de infantes hasta el final de la secundaria— tiene unos objetivos muy diferentes, básicamente vinculados a la consolidación de la identidad nacional. (Es preciso aclarar para el lector español que estas celebraciones patrias son desconocidas, por regla general, en nuestro país, pero está muy extendidas en América Latina y cumplen un papel muy importante en el *currículum* y en la actividad escolar a lo largo de todo el año. No obstante, en algún sentido podrían compararse, hasta cierto punto, con algunas fiestas patronales cuando estas tienen un trasfondo histórico). Así, se intenta que el individuo se reafirme en su identidad nacional, construya una noción de ciudadanía y básicamente genere un sentimiento de pertenencia a su comunidad nacional.

Haciendo un pequeñísimo buceo por la historia, les voy a leer el Decálogo patriótico de 1886 de la maestra sarmientina Rosario Vera Peñaloza¹; para que veamos hasta qué punto muchos de estos elementos siguen

1. Rosario Vera Peñaloza fue una de las educadoras argentinas que trabajó con Sarmiento en su proyecto de extender la escolarización primaria en ese país a finales del siglo XIX.

presentes de manera intacta hoy día. Rosario Vera Peñaloza estimaba los siguientes objetivos para la enseñanza de la historia. Afirma:

- Amar a la patria más que a sí mismo.*
- No jurar en su santo nombre falsamente.*
- Conmemorar sus glorias.*
- Honrar a la madre patria en todos los actos de la vida.*
- No matar el sentimiento patrio con la indiferencia cívica o la tolerancia indebida.*
- No realizar acto alguno para que amengüe la propia dignidad, quien se dignifique a sí mismo dignifica la patria.*
- Cuidar los bienes del Estado más que los propios.*
- Buscar y practicar siempre la verdad.*
- No desear jamás tener otra nacionalidad.*
- No ambicionar los derechos de las demás naciones ni mucho menos pretender su dominio.*
- Y dar a la Argentina capacidad para no ser superada ni vencida.*

En realidad, si hoy uno mira los contenidos curriculares de algunas provincias argentinas, por ejemplo en Buenos Aires, no digo que sean idénticos, pero la esencia de estos elementos está presente. Quizá no sea tan así en otras jurisdicciones. Por ejemplo con respecto a la Ciudad de Buenos Aires evidentemente hay diferencias, puesto que cada vez más tendemos hacia sociedades con sistemas educativos descentralizados y, por lo tanto, con diversificación en los *curricula*. Pero en todo caso, el elemento de identidad nacional, sigue siendo muy importante, algunas veces de manera explícita y otras veces no.

¿Qué es lo que se pretende cuando queremos fomentar y mantener la identidad nacional? Básicamente no estamos pretendiendo llevar a cabo un cambio conceptual, no queremos transformar nada en la mente del chico. De alguna manera —como decía Rosario Vera Peñaloza— “no desear jamás tener otra nacionalidad”, sino que queremos más bien un proceso de enriquecimiento, queremos más bien ampliar su concepción de ser nacional, en este caso argentino. Y de alguna manera, si miramos qué implica el concepto de *nación* y qué implica el concepto de *identidad nacional*, veremos que hay una discrepancia muy notoria entre distintas personas, grupos y ámbitos: chicos, adultos como ciudadanos, estudiosos de la Ciencia Política, académicos, etc.

Voy a poner rápidamente algunos ejemplos. Pondré uno de España en primer lugar. Hace algunos años entrevistábamos a universitarios acerca de la comprensión de la causalidad histórica, con motivo de la Tesis Doctoral de Liliana Jacott (Carretero y Jacott, 1995). Solíamos hacer preguntas del tipo “a qué causas crees que se debió la derrota de los árabes en España en 1492 y a su expulsión por parte de los Reyes Católicos”. Y un sujeto universitario dijo “bueno, fue por (tal razón), por (tal otra), posiblemente militar, también económica”. Y dijo también “pero lo más importante es que a nadie le gusta que invadan su país”. Entonces, entre atónitos y divertidos, le preguntamos a este muchacho “perdóname un momento, de qué país hablas”. Y él dijo “de España”. Le respondimos: “Ah, de España, está bien. Y dime una

cosa, cuándo llegaron los árabes a España". Y él dijo "en el 711". Y respondimos "y dime una cosa, del 711 al 1492 qué pasó". Y el alumno nos explicó todo perfectamente bien, o sea tenía un conocimiento disciplinar relativamente bien organizado en su cabeza. Y cuando terminó de explicarnos, le preguntamos: "Y, entonces, por qué crees que los árabes fueron vencidos por los Reyes Católicos". Y repitió, como una obviedad: "¡bueno, es que a nadie le gusta que le invadan su país!".

Este caso es muy representativo de la enorme fuerza que tienen los contenidos históricos escolares en el proceso de conformación del conjunto de ideas y representaciones que forman la identidad nacional. Así, ¿de qué país habla este alumno? Como es bien sabido, del 711 al 1492 pasaron ochocientos años, o sea los árabes estuvieron en España ocho siglos y cuando llegaron a la península ibérica no puede decirse que hubiera nada similar a España, tal y como entendemos este término hoy día.

En este sentido, ¿qué muestra la entrevista mencionada? Que el concepto de *nación* se reifica en la mente de los individuos y parecen considerarlo un *a priori*, con características ontológicas anteriores a la existencia de la propia nación. Anderson (1993) mantiene, en su clásica obra, que las naciones son "comunidades imaginadas" y, por lo tanto, tienen carácter arbitrario, tan arbitrario como la forma de la "B" o el color del semáforo que nos indica que podemos pasar. Es decir, responden a una convención y por tanto se pueden cambiar. En definitiva, son negociables. Evidentemente,

cuando comenzamos a pensar en esto, el tema comienza a no gustarnos, porque siempre queremos que se modifiquen las naciones de los otros, pero no la nuestra. Un buen ejemplo de esta tensión que afecta por igual a los alumnos y ciudadanos en general y a los debates por la decisión de los contenidos escolares, la encontramos en España en las recientes polémicas sobre la enseñanza de la Historia, en particular en las distintas Comunidades Autónomas *versus* en la nación española, cualquiera que sea su significado.

En síntesis, la idea de *identidad nacional*, si tomamos como referencia en la Ciencia Política el libro de Smith (1997), se configura en torno a cinco cuestiones: la existencia de un gentilicio y una patria común, un mito fundacional de origen común, unos recuerdos históricos compartidos, unos elementos de cultura colectiva diferenciadora y una lealtad a los demás miembros de la comunidad, que está por encima de cualquier otra cosa.

Si tomamos estos elementos como aquellos que deberían incorporarse a la mente de nuestros alumnos en un proceso de *Cambio Conceptual*, entonces estamos hablando de un tema de gran envergadura, de una enseñanza de la Historia y de las Ciencias Sociales que cumpla una función muy diferente de la que cumple ahora. Y hablo de todas las sociedades del mundo, particularmente de las sociedades más nacionalistas, por supuesto.

Así, lo que pretendo afirmar, es que existe una contradicción importante, un cierto conflicto

explícito o implícito, entre los objetivos de la enseñanza de la Historia como objetivos disciplinares que básicamente buscarían un *cambio conceptual* y los objetivos de tipo *societal*, que buscarían básicamente enriquecimiento y ampliación de mapas semánticos en torno a una idea que no es cuestionada bajo ningún concepto, es decir la idea de nación como *a priori* ontológico. Este problema se encuentra muy relacionado con la oposición subyacente entre los objetivos de la educación desde el punto de vista de la Ilustración y los fines correspondientes desde el punto de vista del Romanticismo. En un caso, se pretende que el ser humano comprenda racionalmente el mundo —en este caso los —procesos históricos— y los someta a un proceso de objetivación progresiva mientras que desde el punto de vista romántico más bien la idea es que los sentimientos puedan proporcionar una adhesión emocional al cuerpo social y los símbolos que los representan. No cabe duda que una sociedad necesita de los dos tipos de contribuciones, es decir, necesita individuos capaces de analizar lógica y científicamente la realidad histórica, así como ciudadanos que se *sientan* parte de un pasado por más que éste sea en parte imaginado. Sin duda, uno de los desafíos para la educación del futuro es cómo seremos capaces de articular significativamente estos dos tipos de fines en la enseñanza de la Historia.

Nuevos caminos para el cambio conceptual

Hasta aquí hemos tratado el estado actual de los estudios del cambio conceptual, en general,

y en el dominio de la historia, en particular. Veamos ahora qué nuevos caminos pueden adoptar los trabajos sobre el cambio conceptual. Creo que en el futuro se va a hablar cada vez más no sólo de *Cambio Conceptual* sino de *Cambio Intencional*, nombre que se ha venido utilizando en algunas reuniones de investigadores especializados en el tema, es un nombre que ha puesto en marcha, entre otros, Paul Pintrich (1999), investigador que ha desarrollado mucho su trabajo acerca de *Motivación y Cambio Conceptual*.

Todos sabemos que para *cambiar* hay una resistencia, que en realidad a ninguno le gusta cambiar, vuelve a aparecer, una vez más en la psicología cognitiva la conciencia y la intención. Si no hay intención de cambiar es muy difícil que uno cambie. Si no hay intención de cambiar uno va a utilizar hipótesis *ad hoc*, va a utilizar cinturones protectores cada vez más poderosos para mantener su teoría y dar a su teoría mayores visos de credibilidad. Pero, en definitiva, uno no va a transformar su conocimiento.

Esta nueva idea de *Cambio Intencional* nos está mostrando la importancia de la motivación, de la emoción. Creo que en todo movimiento cognitivo hay sin duda una tendencia muy fuerte a recuperar las cuestiones emocionales.

Por último, me parece que los enfoques narrativistas, que con tanta fuerza están saliendo en estos últimos años, van a tener que plantearse el problema del cambio. Es decir, parafraseando al maestro Bruner, en su libro *Actos*

de significado, quien dice que la psicología cognitiva tradicional había olvidado cuestiones tan esenciales como por ejemplo estudiar cómo cambia la mente de un fundamentalista islámico, es decir, cómo un individuo pasa de ser un individuo con unos contenidos de su conocimiento más o menos standar a matar a otra persona —como hacen los terroristas de la ETA en España— y quedarse tan tranquilo. ¿Qué tiene el terrorista de la ETA en su cabeza? Sin duda ésta era la pregunta que nos hacía Bruner. Sabemos cómo se produce esa transformación. Lo que tiene es una narración completamente diferente a la que tengo yo,

por ejemplo. Sin duda el terrorista de la ETA tiene en su mente una narración acerca de cómo se formó la nación vasca, qué significa ser vasco, cómo la nación vasca lucha por su independencia, etc., tiene una narración completamente distinta donde los agentes, los sujetos, las intenciones, las consecuencias, etc., son completamente diferentes a la narración que yo tengo. Posiblemente los elementos de la narración son los mismos, pero la estructura de la narración es diferente. Bueno, creo que tenemos que estudiar estas cuestiones porque son de enorme relevancia social.

Bibliografía

- ANDERSON, B. (1993) *Comunidades imaginadas, reflexiones sobre el origen y la difusión del nacionalismo*. México: Fondo de Cultura Económica.
- CAREY, S. (1985) *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.
- CARRETERO, M. Y JACCOT, L. (1995); Comprensión y enseñanza de la causalidad histórica. En: M. Carretero (Comp.) *Construir y enseñar las ciencias sociales y la historia*. Buenos Aires: Aique, 63-82. También Madrid: Visor.
- DI SESSA, A. (1993) Towards an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10, (2 & 3), 105-225.
- HALLDÉN, O. (1999) Conceptual Change and Contextualization. En W. Schnotz, S. Vosniadou y M. Carretero (Eds.) *New Perspectives on Conceptual Change*. Oxford: Pergamon. Press.
- PINTRICH, P. R. (1999) Motivational Beliefs as Resources for and Constraints on Conceptual Change. En W. Schnotz, S. Vosniadou y M. Carretero (Ed.) *New Perspectives on Conceptual Change*. Oxford: Pergamon- EARLI.
- RODRÍGUEZ MONEO, M. (1999) *Conocimiento previo y cambio conceptual*. Buenos Aires: Aique.
- SCHNOTZ, W., VOSNIADOU, S. Y CARRETERO, M. (1999) *New perspectives on conceptual change*. Oxford: Pergamon.
- SMITH, A. (1997) *La identidad nacional*. Madrid: Ed. Trama.
- STRIKE, K. A. Y POSNER, G. (1982) "Conceptual change and science teaching.". *European Journal of Science Education*, 4, 231-240.
- VOSS, J.F. Y CARRETERO, M. (1998) *Learning and reasoning in history*. Portland, Or: Woburn Press.

Resumen

En este artículo, el autor analiza los avances producidos en los últimos veinte años y las nuevas perspectivas de los estudios sobre el cambio conceptual. Entre las líneas de trabajo que pueden desarrollarse en este campo considera que, debido a su relevancia educativa, los estudios del cambio conceptual en dominios específicos y, particularmente, los relativos al dominio de las ciencias sociales van a ser objeto de gran interés. En el trabajo se dedica especial atención al cambio conceptual en la Historia y su relación con la formación de la identidad nacional. Se reflexiona en torno al aprendizaje que se pretende que alcancen los alumnos con la enseñanza de esta disciplina en función de los objetivos educativos planteados.

Palabras clave: cambio conceptual, enseñanza de la Historia.

Abstract

In this article, the author analyses the advance and the new perspectives related to the studies on conceptual change for the last twenty years. The studies on conceptual change in specific domains and particularly the ones which have to do with Social Sciences will be of great interest in the future. This is due to its educational relevance. In this paper special attention is paid to conceptual change in History and its relation to national identity formation, and what kind of knowledge pupils are expected to acquire through the study of history and depending on the proposed educational objectives.

Key words: conceptual change, the study of History.

Mario Carretero Rodríguez

Facultad de Psicología

Universidad Autónoma de Madrid

Ciudad Universitaria de Cantoblanco

Carretera de Colmenar, Km. 15,5

28049 MADRID

E-mail: mario.carretero@uam.es

(www.mariocarretero.net)

El cambio conceptual de los contenidos de historia local en contextos de aprendizaje formal e informal _____

Heredina Fernández Betancor
Mikel Asensio Brouard

Planteamiento teórico

Los enfoques y los modelos sobre el cambio conceptual

Desde que en la década de los ochenta surgen los primeros planteamientos sobre el cambio conceptual como una reestructuración de las concepciones de las personas su definición ha variado sustancialmente en varias direcciones (Rodríguez Moneo, 1999; Guzzetti & Hynd, 1998; Schnotz, W., Vosniadou & Carretero, 1999; Sinatra & Pintrich, 2001; Limón & Mason, en prensa). Las posiciones teóricas han redefinido las características y las variables explicativas del proceso de cambio, pasando de posiciones más radicales, cambio fuerte o reestructuración, a aceptar distintos tipos de cambios y variando las condiciones en las que se producen dichos cambios, desde posiciones exclusivamente centradas en procesos de dinámica interna de la compilación del conocimiento a contemplar progresivamente variables internas y externas al proceso con un peso progresivamente mayor, tanto de las condiciones

Los aprendizajes formales tienen como objetivo prioritario el aprendizaje (y por ende el cambio conceptual) y en muchas ocasiones no lo consiguen, mientras que el aprendizaje informal, que no se propone como objetivo prioritario el aprendizaje consigue en muchas ocasiones mejores resultados.

pragmático-contextuales, como de las condiciones emocionales y motivacionales en las que se enmarcan los aprendizajes.

El cambio conceptual ha sido definido por algunos autores como “el proceso de desarrollo conceptual de las ideas previas del alumno hacia concepciones científicas” (Duit, 1999). Sin embargo, las formulaciones más recientes añaden otras formas de cambio, además de la reestructuración o asimilación, como destaca Vosniadou (1999), quien establece que el cambio conceptual “es un proceso gradual, lento, y no un salto repentino de teoría”. Los modelos de cambio conceptual desarrollados, donde nos encontramos un complejo marco de propuestas y autores, están en continua revisión (ver una extensa revisión en Rodríguez Moneo, 1998; y Fernández Betancor, 2000). Algunas de las críticas que se han hecho afectan por igual a todos los modelos, por ejemplo los primeros planteamientos han sido considerados como enfoques “fríos y aislados” (Pintrich et al., 1993). De las revisiones de los trabajos iniciales podemos distinguir dos líneas principales de investigación sobre el cambio conceptual, nos referimos a la perspectiva de “ciencias de la educación”, analizada por Duit (1999) y a la perspectiva del “desarrollo cognitivo” o ciencia cognitiva, planteada por Vosniadou (1999). Esta clasificación responde a los dos enfoques de investigación que han influido en el estudio de los procesos de enseñanza y aprendizaje,

y que han sido tradicionalmente independientes.

Coincidimos con Vosniadou (1998, 1999), en que los trabajos sobre el cambio conceptual no podrían quedarse como la mayoría de ellos en describir la resistencia al cambio (ver por ejemplo, Glynn y Duit, 1995), sino que deberían aportar una descripción de las representaciones internas y de los procesos que tienen lugar en la actuación cognitiva, y relacionar las representaciones internas con las externas. Las características de esta perspectiva son: primero, las estructuras conceptuales iniciales que los niños tienen construidas sobre el mundo físico y social difieren por distintas razones de los conceptos científicos; segundo, las estructuras conceptuales iniciales pueden facilitar constructivamente el aprendizaje posterior (pero paradójicamente también dificultarlo); y, por último, se define como cambio conceptual el proceso gradual en el que la información procedente de la instrucción es sintetizada junto con la información de las estructuras conceptuales iniciales, produciendo los modelos sintéticos y los errores. Algunas de las críticas se han dirigido a aspectos concretos de cada enfoque, pero las contribuciones más relevantes han sido las revisiones que afectan a los supuestos básicos de partida de ambas corrientes teóricas, como son: la ecología conceptual, las nuevas hipótesis explicativas del cambio conceptual, la paradoja del aprendizaje y los problemas metodológicos de la investigación.

El cambio conceptual en el dominio de las ciencias sociales y la historia

El estudio del cambio conceptual en Historia se inscribe en el estudio general de los procesos cognitivos en el dominio específico de las ciencias sociales en general y de la historia en particular (Carretero, Pozo & Asensio, 1989; Asensio, 1993, 1994; Carretero, Asensio & Pozo, 1991; Carretero & Voss, 1994; Leinhardt, Beck & Statirn, 1994; Carretero, 1995b). El ámbito de las ciencias sociales ha sido menos estudiado que las ciencias naturales o las matemáticas, por ello, en comparación, aún hoy encontramos un número escaso de referencias relacionadas con el cambio conceptual en las ciencias sociales, y en particular de la historia o el arte. Una de las consideraciones largamente discutidas en el aprendizaje de la historia ha sido la duda sobre si las personas tienen más o menos ideas previas conformadas que en el dominio de la física o la biología y, en caso de existir estas ideas, si son más o menos modificables que en esos otros dominios.

El conocimiento social e histórico tiene en nuestra opinión cuatro diferencias notables frente al conocimiento natural. La primera radica en su origen, mientras que en el conocimiento natural hay un fuerte peso de la experiencia fenoménica, al conocimiento social se llega mediante procesos de mediación. La segunda y la tercera se refieren a su naturaleza. La segunda es que la propia estructura de los problemas y situaciones sociales e históricas suele ser más compleja e intrincada que a las que

habitualmente se le enfrenta al alumno en las asignaturas de ciencias (y esto creemos que es así no por la propia naturaleza de las disciplinas sino por la tradición mucho más analítica de unas sobre las otras). La tercera es que una parte importante del conocimiento social e histórico está mucho más cargado de factores emocionales, afectivos y actitudinales que el conocimiento natural (existen notables diferencias igualmente en cuanto a las consideraciones didácticas y a las claves de enseñanza de ambos grupos de materias y que, por supuesto, están incidiendo en su aprendizaje, pero no es éste, lugar para entrar en un análisis detallado de las mismas, a nuestro entender dos buenas fuentes en castellano sobre estos temas son Iber, *Revista de Didáctica de Historia, la Geografía y de las Ciencias Sociales* y la *Revista de Ciencias Experimentales y Sociales*). Por último, la cuarta es que existe una duda razonable sobre la capacidad de los alumnos para integrar el conocimiento social e histórico adquirido en los contextos formales de aula y los aprendizajes provenientes de la vida cotidiana y de los contextos informales, de un peso indudablemente mayor en el caso de este tipo de conocimiento que en otros. Creemos que estamos lejos de haber logrado un acuerdo a estas cuestiones y a las preguntas que suscitan, máxime cuando muchas de ellas han sido consideradas desde posiciones más especulativas que centradas en bases experimentales o provenientes de evaluaciones de programas escolares o informales.

Varios autores consideran que el cambio conceptual en el dominio de las ciencias sociales puede verse facilitado ya que no existen ideas previas sobre el funcionamiento social e histórico tan fuertes como sobre la física o la astrología, y que estas concepciones ingenuas no están tanto basadas en una percepción errónea sino en simplificaciones y personalizaciones, basada en héroes, mitos y eventos (Voss, Wiley y Kennet, 1994). Una gran cantidad de contenidos históricos pertenecen a bolsas de conocimiento de las que las personas no han tenido en absoluto noticia. Otros muchos de esos conocimientos, si bien son conocidos, no tienen para la persona la más mínima implicación, han sido transmitidos social y verbalmente pero no conforman ninguna estructura relevante de conocimiento con carácter predictivo y, por tanto, son fácilmente removibles. Nosotros mismos hemos obtenido en varias ocasiones evidencia experimental en este sentido sobre el conocimiento histórico, arqueológico o artístico (Asensio, García & Pol, 1993; Asensio & Pol, 1996; Asensio, Pol & García, 1998; Asensio, Pol & Sánchez, 1999).

La complejidad de la estructura del conocimiento social e histórico ya fue puesta de manifiesto hace ya dos décadas (ver un resumen en Asensio, 1993). Torney-Purta (1994) ha defendido la importancia de "la inmersión en el contexto social y político de la sociedad y de la comunidad es una fuerza del desarrollo importante en la construcción del conocimiento, aparte de cualquier curso

escolar". Destaca tres aspectos en el desarrollo que hacen que en la adolescencia pueda darse el cambio conceptual en el conocimiento histórico y político: la mejora en el manejo de eventos complejos, multicausales, multidimensionales; la continuidad en la construcción de una estructura de conocimiento sobre otra; y, la discusión y la exploración de ideas con otras personas.

Tanto los trabajos de Voss y sus sucesivos colaboradores (Carretero & Voss, 1994; Voss & Wiley, 1997; Voss, Wiley & Kennet, 1998; Voss & Carretero, 1998), como los del equipo del profesor Carretero en estos últimos diez años (Carretero, 1995a), y en especial los desarrollados junto a Margarita Limón (Limón, 1995, 2001; Carretero & Limón, 1997; Limón & Carretero, 1999), se han centrado en la interacción entre las estrategias de razonamiento y el conocimiento de dominio específico, la selección de evidencias históricas, la interpretación y la construcción de la explicación, y el efecto de la presentación de información contradictoria en el cambio conceptual. Los resultados han mostrado las limitaciones y los aciertos de las personas al enjuiciar los problemas de historia, sus posibilidades de cambio conceptual y los mecanismos de cambio a través del conflicto cognitivo en el dominio de la Historia, sin embargo, no incluyen factores afectivos, motivacionales y contextuales en el estudio, ni reflexiones o comparaciones sobre los contextos de cambio. Carretero ha destacado en varias ocasiones el papel que los valores ejercen sobre el cambio

conceptual, y que el cambio conceptual sobre contenido histórico tiende a ofrecer más resistencia que sobre otros contenidos científicos, debido especialmente a la fuerte vinculación con las actitudes ideológicas y afectivas.

Voss & Wiley (1997) se plantean que hay que analizar si los conocimientos aprendidos en contextos informales sobre la historia se integran con los aprendidos en los contextos formales. Un ejemplo de que no se produce cambio conceptual en el dominio de la historia lo plantea el trabajo de Rozin y Wertsch (1994). Estos autores realizaron un estudio de las concepciones que los alumnos tienen sobre la revolución rusa de 1917, contrastando la información que reciben en la escuela, a la que llaman la versión oficial, y la versión que han aprendido fuera del aula, la versión no oficial. Los resultados indican que los adultos no integran las versiones de la historia oficial y no oficial (formal e informal), y que la versión no formal se convierte en más creíble.

En uno de nuestros trabajos recientes, rastreando la noción de identidad europea entre expertos y novatos hemos encontrado un sesgo mucho mayor entre los expertos que en los alumnos más jóvenes, debido fundamentalmente a sus sesgos actitudinales (Asensio, 1999). En otro trabajo los sujetos más expertos también cometían más errores cuando resolvían problemas sobre algunos aspectos conceptuales de la teoría del color (Asensio, Pol & Sánchez, 1998).

Sin embargo, también hemos encontrado que el anclaje actitudinal puede ser la mejor de las armas a la hora de facilitar el cambio si se sabe manejar adecuadamente, como se demuestra en nuestros trabajos recientes en museos o en programas informales, por ejemplo, en la manipulación de las ideas de los visitantes sobre la historia de la navegación (Asensio, 2000) o en el cambio actitudinal hacia el patrimonio de las ciudades históricas (Pol, 2001; Pol & Asensio, 2001).

La paradoja del aprendizaje informal: del proceso frío a la banda ancha

Probablemente influido por los profundos cambios sociales donde el ocio cultural de calidad ha venido ocupando un puesto cada vez más relevante, el aprendizaje formal de la ciencia se ha ido ampliando a más y más contextos de instrucción. Es esperable que en el futuro, la divulgación de la ciencia adopte cada vez más una diversidad de formatos reales y virtuales, y no hemos hecho más que empezar en el análisis de las posibilidades y la eficacia de tales nuevos formatos.

Hace más de 25 años, el profesor Chandler Screven escribió un clarividente ensayo sobre las posibilidades de los contextos informales y planteó cuáles son las ventajas psicológicas de estos aprendizajes (Screven, 1974). En estos años, tanto los estudios de cambio conceptual citados anteriormente como las reflexiones más generales sobre el aprendizaje se han ido decantando por contemplar las variables que se mostraban

como relevantes en los contextos informales (ver el fundamental artículo de revisión de la agenda que hizo Greeno, 1998). Durante todo este tiempo han ido apareciendo nociones fundamentales desde el aprendizaje situado (Lave, 1991) al intencional (Sinatra & Pintrich, 2001). Prácticamente todos los autores relevantes han ido reflexionando sobre la importancia de los aprendizajes fuera del aula (Resnick, 1987; Gardner, 1991; Schauble & Glasser, 1996).

La distinción entre contextos formales, no formales e informales (Tamir, 1991) ha ido marcando el peso de los procesos motivacionales y emocionales (Csikszentmihalyi & Hermanson, 1995), del involucramiento conductual (Screven, 1992), de la complejidad de la construcción de significados (Falk & Dierking, 2000) o las características del cambio conceptual en poblaciones funcionales específicas como familias (Borun et al., 1996) o expertos-novatos (Borun et al, 1996). La discusión sobre los aprendizajes formales está igualmente provocando reflexiones teóricas, como la polémica sobre el constructivismo (Miles, 1997; Hein, 1998), metodológicas (Koran, 1996; Borun & Korn, 2000) y la importancia central de la evaluación externa (Diamond, 1999). Una herramienta de primer

orden lo constituye la revisión que cada ciertos años realiza el profesor Screven, y que recoge un listado de abstracts de todos los estudios realizados en el campo (Screven, 1999). Hay muy escasas recopilaciones interesantes sobre aprendizaje informal, quizá la más exhaustiva y diversa sea la de Crane et al. (1994) y otra más sucinta pero muy analítica es la de Bitgood (1988).

Una gran parte de los resultados sobre cambio conceptual han sido rastreados y confirmados en los contextos informales, como la facilidad o la resistencia al cambio de algunos contenidos (Asensio, García & Pol, 1993; Asensio, Pol & Gomis, 2001), la distancia entre las concepciones de los novatos y de los científicos, así como la falta de conciencia de la dificultades (Pol & Asensio, 1997b).

Una revisión reciente de todos estos aspectos puede verse en Asensio (2001). Allí discutimos la paradoja del aprendizaje informal, que plantea cómo los aprendizajes formales tienen como objetivo prioritario el aprendizaje (y por ende el cambio conceptual) y en muchas ocasiones no lo consigue, mientras que el aprendizaje informal, que no se propone como objetivo prioritario el aprendizaje consigue en muchas ocasiones mejores resultados.

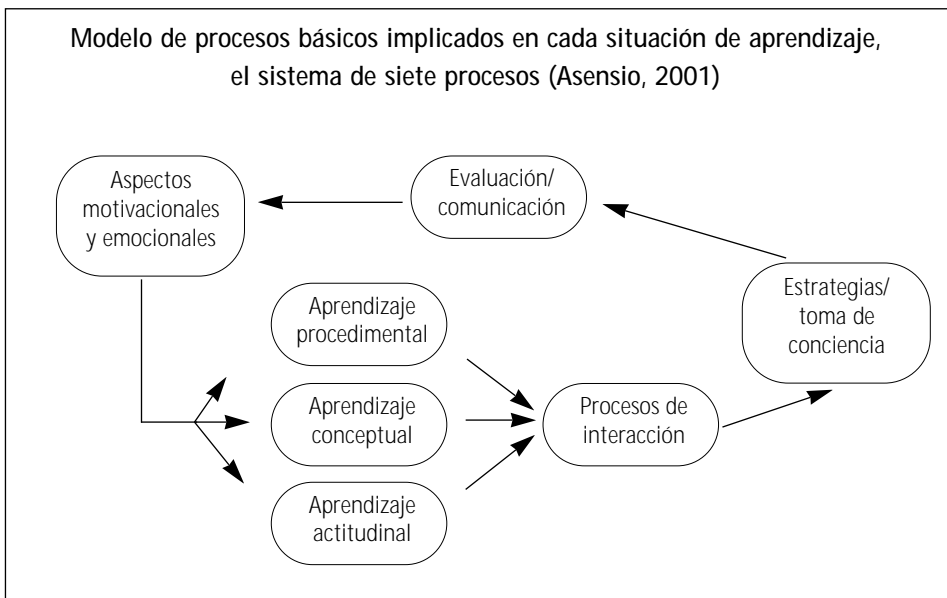
La Paradoja del Aprendizaje Informal (Asensio, 2001)

	Aprendizaje Formal	Aprendizaje Informal
Objetivo explícito de aprendizaje	generalmente FUERTE	generalmente DÉBIL
Eficacia del aprendizaje	muchas veces DÉBIL	muchas veces FUERTE

Esta paradoja se basa sin duda en un planteamiento diferente de todo el macro-proceso de aprendizaje como un sistema complejo, manipulando convenientemente todos los diferentes procesos implicados de una manera mucho más integral que la realizada hasta ahora.

En nuestros últimos trabajos (Asensio, 2000, 2001; Asensio & Pol, 1998, 1999; Asensio, Pol & Gomis, 2001; Asensio et al., 1999) hemos venido defendiendo que el cambio

del aprendizaje formal al aprendizaje informal no es solamente (ni siquiera fundamentalmente) un cambio de contexto. Algunos de los "escenarios" en los que se dan los aprendizajes informales facilitan contextual y por tanto pragmáticamente el tratamiento diferencial de algunas de las variables del proceso de aprendizaje. Por el contrario, el cambio de formal a informal supone un cambio profundo del modelo de análisis y de las condiciones del aprendizaje y de los procesos implicados en el mismo.



En suma, como hemos ido viendo, el panorama de la investigación sobre cambio conceptual en dominios específicos se ha enriquecido (o complicado) con la confluencia de muy diversos modelos, autores y enfoques teóricos, y su aplicación a contenidos y contextos cada vez más diversos.

Los trabajos sobre aprendizajes informales son coincidentes con las propias críticas internas del enfoque sobre cambio conceptual que proponían el abandono de un enfoque frío, aislado y limitado, y la inclusión de aspectos motivacionales y emocionales, factores metacognitivos y el contexto social y

cultural. Si bien existen posiciones bien diferenciadas, existe la idea común de ampliar la visión sobre el cambio conceptual, asumiendo que se da un cambio débil o de enriquecimiento y un cambio fuerte o de reestructuración, así como la necesidad de una mayor investigación en dominios y contextos cada vez más diversos.

Un estudio sobre nativos y conquistadores

Esta investigación profundiza en los aspectos de la instrucción y el cambio conceptual en contenidos de historia local, y en la influencia de los contextos formal, el aula, e informal, el museo. En la reforma del sistema educativo se ha incluido un importante bloque de contenidos específicos referidos a la Historia Local y Regional, sin embargo, este mandato se enfrenta a la gran ausencia de programas educativos, de materiales y recursos escolares, y especialmente, lo que nos atañe directamente, y de investigaciones anteriores sobre sus procesos de aprendizaje y enseñanza. Se eligió el tema de la Prehistoria por su relevancia tanto disciplinar como curricular, sin olvidar que es un tema relevante desde el punto de vista sociopolítico y de vida cotidiana.

Objetivos e hipótesis

Nuestro objetivo era el estudio del cambio conceptual de las concepciones que tienen los alumnos sobre la prehistoria local, las actitudes mostradas hacia el estudio de la

historia local, la consistencia de sus ideas previas, los aspectos metacognitivos relacionados con las fuentes de información histórica, y cómo cambia todo ello con la instrucción específica, tanto formal, las clases de aula sobre historia local, como informal, la visita al museo provincial de historia local.

Es sabido que la investigación sobre el cambio conceptual se ha recurrido a dos enfoques: la comparación científico/alumno y la comparación experto/novato. El primer análisis nos lleva a considerar cómo se representa la prehistoria canaria en la historiografía. La sociedad prehispánica se caracterizaba porque predominaba una concepción del "Mito del buen salvaje", donde se exalta una valoración positiva de esta sociedad y las consecuencias negativas de la conquista posterior y de las personas que la realizaron, los conquistadores, y las misiones. El segundo análisis nos lleva a considerar cómo son las ideas previas de los alumnos sobre estos contenidos históricos y cómo se representan en los distintos niveles de instrucción. Esta visión estereotipada y mítica de los períodos prehistóricos es bastante frecuente en el pensamiento del novato, como se ha observado en otros trabajos anteriores, y muestra diferencias importantes con el conocimiento del experto.

A partir de los objetivos descritos nos hemos propuesto las siguientes hipótesis generales:

- El nivel de conocimientos previos sobre la historia local será bajo para todos los grupos evaluados, y se observarán diferencias esperables según el tipo de contenido evaluado en función de niveles de instrucción (primaria, secundaria, universidad y adultos-EPA), que no aparecerán entre los grupos del mismo nivel de instrucción. Los mejores resultados se obtengan en los conocimientos conceptuales, y los peores en los procedimentales, metacognitivos y actitudinales. El cambio conceptual y la disminución de errores serán inversamente proporcionales a la cantidad de conocimientos previos.
- Se producirán mejoras en el postest en la comprensión de los contenidos analizados como resultado del efecto de la instrucción específica para el aprendizaje formal e informal. El mayor aumento se producirá en el aprendizaje formal, un menor aumento en el contexto informal, y no se espera un aumento significativo para el grupo control. Pudiendo aparecer mayores diferencias en los contextos formales a favor de los conocimientos genéricos, y en los informales para los específicos.
- La concepción de la prehistoria y de sus habitantes presente en los alumnos corresponde a una visión estereotipada, caracterizada por la presencia de la concepción del mito del buen salvaje, que irá cambiando con la instrucción específica hacia una comprensión menos concreta y más elaborada de la prehistoria y la conquista.

Diseño

La investigación sigue un diseño cuasi-experimental, con un diseño pretest/postest y de grupos de control, incluyendo un amplio rango de niveles de instrucción.

En el diseño se planteó la división de la investigación en cuatro fases consecutivas. Se inició con una fase piloto en la cual se aplicaron las pruebas a una muestra reducida en tres de los centros participantes, seleccionándose alumnos y profesores de los diferentes niveles de instrucción (primaria, secundaria y universidad). La segunda fase consistió en la aplicación de las pruebas definitivas en el pretest, tanto en los grupos de control, como en los contextos formal e informal. La tercera fase fue la aplicación de los programas formales e informales. La cuarta fase fue la aplicación de las tareas en el postest en todos los grupos. La temporalización prevista para la aplicación de estas pruebas fue de un año escolar.

Muestra

El tamaño de la muestra y la distribución por niveles de instrucción se detalla en la Tabla 1 de la página siguiente.

Como se puede observar, la muestra de alumnos que han participado en esta tarea la forman un total de doce grupos, distribuidos en distintos niveles educativos (primaria, secundaria y universidad) según la variable "contexto de aprendizaje". Los grupos 'control' están formados por alumnos que no han participado en el programa de instrucción

sobre el contenido específico evaluado. Los grupos ‘formal’ están formados por alumnos que han seguido un programa de instrucción en el contenido específico evaluado. Los programas eran naturales por lo que no son equivalentes (se discutió la posibilidad de aplicar el mismo programa a todos los niveles pero se prefirió ganar en validez ecológica a costa de la elegancia del diseño experimental). El tiempo en horas de instrucción fue el siguiente: primaria 10, 1º grupo de secundaria 60, secundaria 100, universidad 100.

Los grupos ‘informal’ están formados por alumnos que han realizado una visita al museo temático dedicado al mismo contenido de historia local. El tiempo medio invertido en la instrucción equivale aproximadamente a 10 horas, que corresponde a la visita y a las actividades relacionadas con la misma (lo cuál vuelve a ser ecológicamente válido, dado que es éste el tipo habitual de estos programas informales, pero hay que tenerlo muy en cuenta a la hora de comparar sus resultados con los grupos formales).

Tabla 1

Tipo de grupo	Nivel de instrucción	Muestra (N=207)	Grupo	Edad media (en años)
Piloto	Varios niveles	20	15 alum. / 5 profes.	
Control n= 70	Primaria	16	6º de Primaria	11
	Secundaria	29	1º de Bachillerato	17
	Universidad	25	2º de Trad./Interp.	20
Formal n=81	Primaria	19	2º de ESO	14
	Secundaria (1)	19	4º de ESO	16
	Secundaria (2)	16	1º de Bachillerato	17
	Universidad	27	3º de Historia	23
Informal n=56	Primaria	12	8º de EGB	14
	Secundaria	14	3º de BUP	16
	Universidad	15	3º de Magisterio	21
	Adultos	15	EPA	24

Otras variables consideradas en el estudio han sido el lugar de nacimiento y el lugar de residencia, distribuidas según el contexto de aprendizaje. La proporción de alumnos que proceden de las Islas Canarias en los grupos control es del 94,3%, en el contexto formal es del 87,3% y en el contexto informal es del 92,6%. El 99,5% de los alumnos residen habitualmente en la Comunidad Autónoma Canaria. Los centros educativos de la muestra están localizados en la isla de Gran Canaria. El Museo Canario ha sido el centro visitado por los grupos del contexto de aprendizaje informal. Este museo está dedicado a la investigación y exposición de la Prehistoria de las Islas Canarias, y en él se exhiben gran parte de los aspectos de la cultura aborigen.

Material

No existe un sólo procedimiento de análisis de un tema tan complejo como el cambio conceptual, sin embargo los cuestionarios han sido una de las herramientas de evaluación más utilizadas para este tipo de estudios. Se diseñó un cuestionario de conocimiento específico sobre la prehistoria y la conquista de las Islas Canarias. El cuestionario tenía 34 ítems de elección múltiple con cuatro alternativas de respuestas. La selección de los contenidos incluidos en el cuestionario se realizó en función tanto de la disciplina de referencia como de los programas de instrucción, sin olvidar las tendencias conocidas o supuestas de error en este

tipo de temas. Las preguntas del cuestionario recogen cada uno de los grupos de contenidos disciplinares representativos de la temática histórica del programa de instrucción y del contenido expositivo, acerca de la prehistoria y la conquista de las Islas Canarias. Ambos, el programa de instrucción y la visita guiada del museo, comparten los contenidos conceptuales, lo que permitió realizar una prueba común. Los ítems del cuestionario de conocimiento conceptual se pueden agrupar en ocho grupos temáticos: origen/hábitat, economía, tecnología, política y sociedad, cultura, religión, conquista y otros contenidos puntuales.

Procedimiento

La aplicación de las pruebas ha sido colectiva, se realizaba en el aula y/o museo. El cuestionario fue el mismo para todos los grupos de la muestra, y en los dos momentos de aplicación (pretest-postest).

Resultados

Vamos a dividir el comentario de los resultados en cuatro apartados:

- Análisis cuantitativo de los conocimientos previos en el pretest y postest.
- Análisis del efecto de la instrucción específica.
- Análisis de la influencia del contexto de aprendizaje.
- Tipo de cambio: el análisis cualitativo de los errores.

A. Análisis cuantitativo de los conocimientos previos en el pretest y postest

En el análisis de los resultados del nivel de conocimientos previos se recogen las puntuaciones de los alumnos en el cuestionario sobre la prehistoria de las Islas Canarias en el pretest y en el postest, para los niveles de instrucción de primaria, secundaria (1 y 2), universidad y adultos (EPA).

En el pretest, la media más baja es la del grupo de adultos no instruidos (EPA) y situadas en el contexto de aprendizaje informal (10.73), y la media más alta corresponde al grupo de universidad del contexto de aprendizaje formal (22.59). Vemos cómo el nivel inicial de conocimientos más bajos, el grupo de los novatos, no sólo corresponde a un menor nivel de desarrollo evolutivo, es decir, a primaria, sino también a un grupo de inferior nivel educativo general, el grupo de adultos no instruidos (EPA). El nivel más alto de conocimientos previos corresponde al grupo de universidad en el contexto formal (estudiantes de 3º de Historia) y, con una media ligeramente inferior, al grupo de universidad del contexto informal (3º de Magisterio).

En la descripción y exploración de los datos, en función de los niveles de instrucción obtenemos los valores medios que aparecen en la Tabla como 'totales', que nos permite realizar comparaciones sobre los niveles de conocimiento previo en el pretest.

En la Tabla 3 aparece el contraste por niveles de instrucción de las medias de las puntuaciones de los grupos en el cuestionario de contenidos conceptuales en el pretest. Los resultados muestran que hay diferencias significativas entre los niveles de instrucción analizadas en conjunto (Anova, $F= 2.92, p<.000$).

En las comparaciones realizadas se comprueba cómo se agrupan las medias de los distintos grupos en tres niveles: 1º) el grupo de adultos, secundaria (1); y primaria; 2º) secundaria (2), 3º) universidad. Dentro de cada uno de los tres niveles no encontramos diferencias significativas entre las medias de cada grupo, pero si son significativamente diferentes las medias de cada uno de los tres niveles. Las medias de aciertos oscila entre la más puntuación más baja, que es de 10,73 (para el grupo de adultos-EPA) y la más alta, que es de 19,4 (para los grupos de universidad), y la prueba tiene un rango de puntuación de 0 a 34.

Estos resultados confirman una parte de nuestra hipótesis inicial: hay diferencias significativas entre los niveles de instrucción en cuanto a los conocimientos previos sobre la prehistoria y la conquista de las Islas Canarias. Aunque explícitamente los alumnos no han aprendido la historia local con los programas de enseñanza anteriores, sí muestran poseer conocimientos de dominio específico sobre la Historia de Canarias, incluso en niveles de instrucción de primaria, cuando aún no se ha introducido en el currículum la Historia como una asignatura, lo cual muestra que se ha producido un cierto grado de aprendizaje informal.

Tabla 2

Medias de las puntuaciones y desviaciones típicas en el pretest y en el posttest

Contexto	Nivel de instrucción	Media Pretest	Desv. Típ. Pretest	Media Posttest	Desv. Típ. Posttest
Control (C)	Primaria	11.12	2.39	11.12	2.94
	Secundaria	14.34	4.14	14.10	4.11
	Universidad	14.52	4.59	16.84	4.05
Formal (F)	Primaria	11.74	3.11	12.05	3.50
	Secundaria (1)	11.37	3.22	21.53	4.88
	Secundaria (2)	17.19	4.00	23.12	4.57
	Universidad	22.59	3.81	24.11	2.91
Informal (I)	Primaria	13.67	3.39	16.50	3.42
	Secundaria	17.14	3.88	19.79	4.54
	Universidad	21.80	2.65	22.60	1.92
	Adultos-EPA	10.73	3.88	12.53	5.28
TOTALES	Primaria	12.02	-	13.22	-
	Secundaria	11.37	-	18.47	-
	Secundaria	15.78	-	19.00	-
	Universidad	19.40	-	21.18	-
	Adultos-EPA	10.73	-	12.53	-

Tabla 3

Resultados de las comparaciones múltiples entre los niveles de instrucción en el pretest (**p<.000, según F de Scheffé)

	Primaria	Secundaria (1)	Secundaria (2)	Universidad
Primaria				
Secundaria (1)	0.08			
Secundaria (2)	4.91**	3.71**		
Universidad	19.99**	12.7**	5.47**	
Adultos-EPA	0.25	0.04	4.04**	12.23**

B. Análisis del efecto de la instrucción específica.

El análisis de los resultados en el postest (que aparecieron también en la Tabla 1 muestra las puntuaciones medias de los alumnos una vez que ha finalizado la instrucción específica sobre la prehistoria en las Islas Canarias. Los análisis realizados para estudiar el efecto de la instrucción específica consideraron las puntuaciones del pretest y del postest.

En el postest, la media más baja la obtiene el grupo control de primaria (11.12) (a diferencia del pretest, donde era el grupo de adultos no instruidos-EPA), y la puntuación media más alta (24.11) es de nuevo para el grupo de universidad en el contexto formal (resultado similar al pretest). La comparación del efecto de la instrucción específica en los resultados del cuestionario de conocimientos conceptuales entre el conjunto de los grupos es significativa ($F= 33.03, p<.000$). Es decir, que los sujetos han mejorado significativamente sus conocimientos sobre la historia local, como se muestra en la Gráfica 1.

Interesa conocer cuál es el resultados de las comparaciones grupo por grupo, por lo que realizamos varios contrastes, con un Anova de un factor de medidas repetidas y pruebas "post hoc" (Tabla 4).

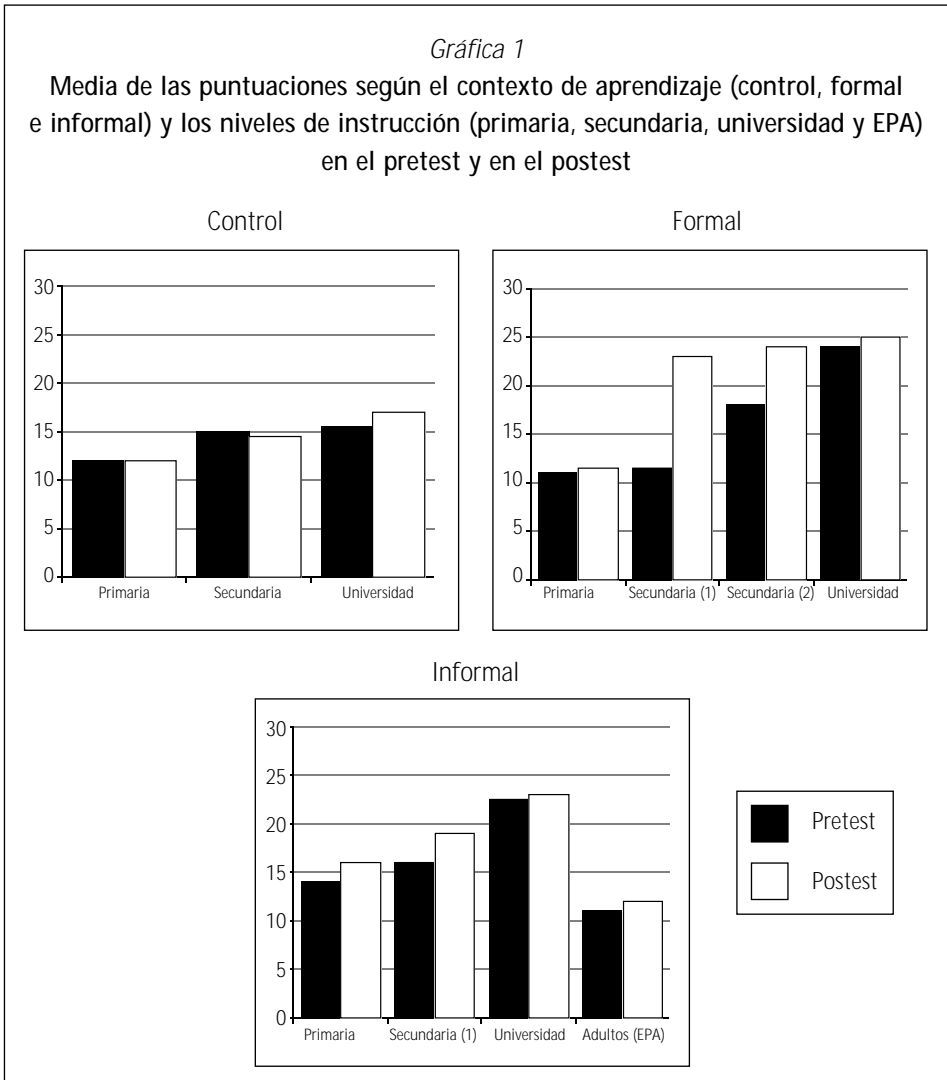
De los resultados observamos que el efecto de la instrucción no ha sido el mismo para todos los niveles de instrucción ni en los diferentes contextos de aprendizaje analizados. Por niveles de instrucción, en primaria el aumento en el postest es significativo sólo para el grupo del contexto informal. En secundaria (1), en el contexto formal sí hay una mejora significativa en el postest. En secundaria (2) ha habido una mejora significativa para los grupos con instrucción específica (formal e informal). En universidad, hay diferencias significativas en el grupo control, y no en los grupos que han tenido instrucción específica. En el grupo de adultos (EPA) la mejora en el postest no es significativa. Luego, podemos concluir que el efecto de la instrucción ha producido un aumento significativo para determinados grupos en el postest: en el contexto

Tabla 4
Comparaciones entre los niveles de instrucción para cada contexto de aprendizaje (F de Scheffé; * $p<.05$; ** $p<.01$).

	Primaria	Sec. (1)	Sec. (2)	Univ.	Adult-EPA
Control	-.035		-.825	-2.840 **	
Formal	-.425	-3.825 **	-2.977 **	-1.763	
Informal	-2.456 *		-2.22*	-1.464	-1.478

formal, para secundaria; y, en el informal, para primaria y secundaria. Se observa una tendencia diferente entre el contexto de aprendizaje y los niveles de instrucción, donde el efecto de la instrucción ha favorecido a los grupos con niveles de conocimientos medios. Los resultados muestran que la mejora

en las puntuaciones por el efecto de las instrucciones específicas produce cambios significativos en el contexto de aprendizaje formal y en el informal en el nivel de primaria y secundaria, mientras que para el nivel de universidad no se ha producido un aumento significativo de las puntuaciones en el posttest.



En resumen, estos análisis nos demuestran que ha habido un efecto positivo en el aumento de las medias de las puntuaciones de los alumnos en el postest en determinados grupos, y que podemos atribuirlos a la instrucción específica y que la influencia de la instrucción no parece ser la misma para todos los grupos estudiados, siendo mayor en secundaria y algo menor en primaria. Los resultados discordantes en el grupo control de universidad pueden ser debidos a que sus valores de partida eran inferiores a los restantes y que los valores medios del postest siguen siendo los más bajos del nivel de universidad. Aunque se han producido cambios en los resultados, en ningún caso, las puntuaciones que obtiene son superiores a las de los grupos que han recibido instrucción específica. Esto confirma parcialmente nuestra hipótesis, y nos lleva a estudiar más en profundidad el efecto de los niveles de instrucción y el contexto de aprendizaje.

C. Análisis de la influencia del contexto de aprendizaje

Los programas de instrucción específica sobre contenidos de historia local en Canarias tienen desarrollos diferentes en cada contexto de aprendizaje, por lo cual nos parece importante estudiar si hay cambios producidos por la influencia del contexto de aprendizaje, con los resultados obtenidos en el postest. Nuestra hipótesis plantea que los cambios en los resultados en el postest se relacionan con la cantidad y calidad de la instrucción específica y correlacionan con el tiempo invertido en el aprendizaje en

relación con el contexto de aprendizaje y los niveles de instrucción. Para comprobarlo hemos realizado un Anova de dos factores, comparando los resultados de las puntuaciones en el postest para estas dos variables independientes. Se analizaron conjuntamente primero los contextos de aprendizaje control y formal; y, segundo, los contextos formal e informal, excluyendo dos grupos (secundaria (1), y adultos-EPA), ya que no podemos realizar las comparaciones con grupos equivalentes en la situación de control y en el contexto formal.

A continuación presentamos los resultados en el postest según los niveles de instrucción y el contexto de aprendizaje (Tabla 5 y Gráfica 2) y realizamos los análisis estadísticos para comprobar si existen diferencias entre ellos.

Las medias de las puntuaciones de los grupos control son menores que las de los grupos del contexto informal, y éstas menores que las de los grupos del contexto formal, excepto para el grupo de primaria. Los resultados del análisis muestran que hay diferencias significativas en función de los niveles de instrucción ($F= 69.07, p< .000$); del contexto de aprendizaje ($F= 53.98, p< .000$); y de la interacción entre ambos factores ($F= 7.6, p< .000$). Los resultados del análisis muestran que hay diferencias significativas entre los niveles de instrucción ($F= 60.89, p< .000$), entre los grupos control y los del contexto de aprendizaje formal ($F= 85.97, p< .000$), y que hay un efecto de

la interacción entre ambos ($F = 12.17$, $p < .000$), es decir, que el grupo de primaria en el contexto formal obtiene unos resultados más bajos que en el contexto informal; mientras que en secundaria ocurre a la inversa. Las puntuaciones en el contexto formal son significativamente mayores que en el control para todos los grupos. Los

grupos control no muestran diferencias en el postest, salvo la media de las puntuaciones en el grupo de universidad, la cual analizamos anteriormente y, que como se aprecia en la Gráfica 2, la media del grupo control en la universidad sigue siendo la más baja respecto a la del resto de los grupos del este nivel.

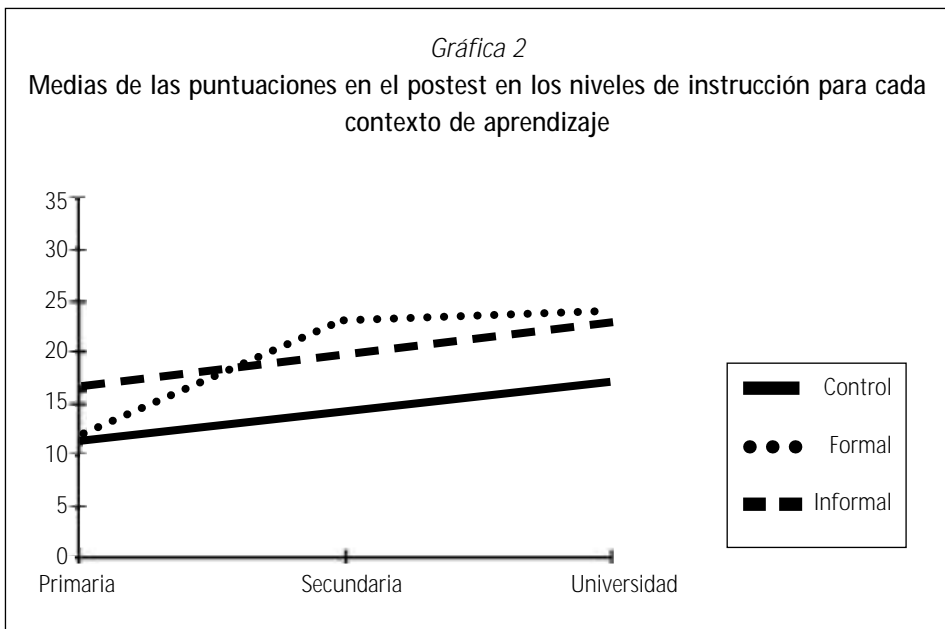
Tabla 5

Medias de las puntuaciones en el postest, según los niveles de instrucción y el contexto de aprendizaje

Nivel de Instrucción	Control	Formal	Informal
Primaria	11.13	12.05	16.50
Secundaria	14.10	23.13	19.79
Universidad	16.84	24.11	22.60
Total	14.40	20.16	19.85

Gráfica 2

Medias de las puntuaciones en el postest en los niveles de instrucción para cada contexto de aprendizaje



La segunda comparación, entre los resultados para los contextos formal e informal, nos puede resultar más interesante en cuanto que podemos estudiar si ha habido una influencia del contexto de aprendizaje. Realizamos la comparación de las medias en el postest entre los contextos formal e informal. Los resultados del análisis muestran que hay diferencias significativas entre los niveles de instrucción ($F= 72.92, p<.000$), aumentando con el nivel de instrucción, a mayor nivel de instrucción mejores resultados; y que no hay diferencias entre el contexto de aprendizaje formal e informal ($F= 0.152, p= 0.7$). No obstante, sí es significativa la interacción entre ambos factores ($F= 10.02, p< .000$). Luego, podemos concluir que hay un aumento significativo de los resultados en el postest tanto para el formal como el informal, que hay interacción entre el contexto de aprendizaje y los niveles de instrucción.

Estos resultados confirman parcialmente nuestra hipótesis de que se obtendrían mejores resultados en el cuestionario conceptual en el contexto de aprendizaje formal respecto al informal, así como entre el contexto formal y la situación de control. Hay diferencias significativas según el grupo y el contexto de aprendizaje. Las medias de las puntuaciones en el contexto formal son significativamente mayores que los grupos control, y no hay diferencias significativas entre los contextos formal e informal de aprendizaje.

D. Tipo de cambio: el análisis cualitativo de los errores

A partir del análisis de los ítems elaborados para la prueba de conocimiento conceptual hemos extraído cuatro categorías de respuestas que representan tipos de errores o ideas previas característicos, como se describe a continuación. En cada caso estos tipos de errores se refieren a aspectos bien diferenciados, que se relacionan con un determinado contenido:

- Tipo I: errores sobre el contenido disciplinar o general, el "Mito del buen salvaje".
- Tipo II: errores sobre el contenido específico de la historia local de las Islas Canarias.
- Tipo III: errores sobre la homogeneidad en la historia local ("...era igual en todas las islas").
- Tipo IV: errores sobre la inaccesibilidad al estudio del pasado ("...no podemos estudiarlo").

Esta clasificación no responde a cada una de las alternativas de respuesta (ni se analizan todas) de las preguntas del cuestionario, sino a los aspectos de comprensión de los contenidos históricos, tomando aquellas alternativas que son representativas de cada uno de los tipos de errores. Por tanto, en el establecimiento de las categorías hemos considerado no sólo criterios psicométricos (fiabilidad interjueces), sino también criterios relacionados con la lógica de la disciplina. Respectivamente cada error se correspondía con 5, 6, 4, y 4 ítems del cuestionario. Se han considerado aquellos ítems

con máxima discriminación o de dificultad media, aproximadamente del 0.50. Tanto las preguntas muy fáciles (discriminación mínima) como las muy difíciles (discriminación alta) no nos aportan información. Asimismo, estos ítems son similares en cuanto a sus contenidos y estructura conceptual.

ANÁLISIS CUALITATIVO DE LOS RESULTADOS

En el análisis cualitativo de las respuestas del cuestionario aparecen detalladas las alternativas de respuesta, sólo así se refleja el cambio en las ideas o concepciones de los alumnos. Hemos establecido cuatro categorías, que agrupan las variaciones en las respuestas. Estas categorías son:

- Mantienen la respuesta correcta: cuando la alternativa de respuesta en el pretest y el postest es la misma y es correcta.
- Mejoran: cambia la elección de la respuesta de incorrecta en el pretest a correcta en el postest.
- Mantienen la respuesta incorrecta: la respuesta seleccionada es la misma en el pretest - postest y es incorrecta.
- Cambian de respuesta incorrecta y empeoran: la alternativa de respuesta es distinta en el pretest y en el postest, e incorrecta en cualquiera de las dos condiciones, y también cuando la respuesta en el pretest es correcta mientras que en el postest es incorrecta.

En las gráficas correspondientes podemos observar el porcentaje de permanencia

(conservan la respuesta correcta y mantienen la incorrecta) y de cambio (mejora y empeoramiento) en cada tipo de error. Estos porcentajes son los valores totales de las respuestas, sin haber considerado la probabilidad de respuesta al azar. Como vemos, eso explica que se represente también el cambio en los grupos control, aunque la mejora no es significativa (salvo en el grupo de universidad), y además se observa un mayor porcentaje de cambio de respuesta incorrecta y de empeoramiento en estos grupos respecto a los de los contextos formal e informal. En los resultados que presentamos en las gráficas de los tipos de error representan todas las respuestas, donde se incluyen los aciertos y los errores. Posteriormente analizaremos sólo los valores obtenidos en cada tipo de error. Señalamos que en este análisis no hemos considerado al grupo de adultos-EPA ni al grupo de secundaria (1), al igual que en los análisis anteriores, ya que estos grupos no se encuentran equiparados en todas las condiciones.

En este análisis nos interesa estudiar la cantidad de cambio que se da entre las alternativas, y analizar si existe un patrón o modelo que explique la relación entre las variables del contexto de aprendizaje, el nivel de instrucción y el tipo de error. Esto nos podría dar información de si existe una interacción entre las variables en aquellos grupos que han tenido la instrucción específica. Para ello, hemos optado por un análisis log lineal que se adecua a los datos que

tenemos. Los modelos logarítmicos-lineales son similares al análisis de varianza y al de regresión, intentan explicar a través de una combinación lineal de parámetros la variable dependiente, y la meta es la obtención de un modelo o ecuación que dé cuenta de la variación observada en los datos (Pardo y San Martín, 1994). Con la ventaja de que estos modelos utilizan frecuencias observadas o proporciones. De con el resultado obtenido en el análisis estadístico log-lineal saturado que hemos aplicado a los datos, el modelo que resulta del análisis es el siguiente: $L = I1 + (I2 * I3)$.

Con los datos de los tipos de errores se obtiene un modelo final que describe la estructura de los datos. La relación entre las variables (nivel de instrucción, contexto de aprendizaje y tipo de error) es la que aparece descrita en la siguiente formulación:

- Del análisis relativo al error tipo I y tipo II resulta
 $L1 = ERROR + (CONTEXTO * INSTRUCCIÓN)$
 La bondad de ajuste final es de $c2 = 1.22$,
 $DF = 8$, $p = 0.996$
- Del análisis relativo al error tipo III y tipo IV resulta
 $L2 = CONTEXTO + (ERROR * INSTRUCCIÓN)$
 La bondad de ajuste final es de $c2 = 1.14$,
 $DF = 10$, $p = 1.000$

La interpretación del resultado del análisis log-lineal es a la inversa del que realizamos con el Anova. Al no ser significativo,

podemos aceptar que el modelo final se ajusta a la estructura de los datos. Podemos observar cómo se representa esta relación con las gráficas de los porcentajes de los cambios, que reflejan claramente una tendencia hacia diferentes valores según la instrucción específica y como se distribuye de distinta forma en cada tipo de error considerado.

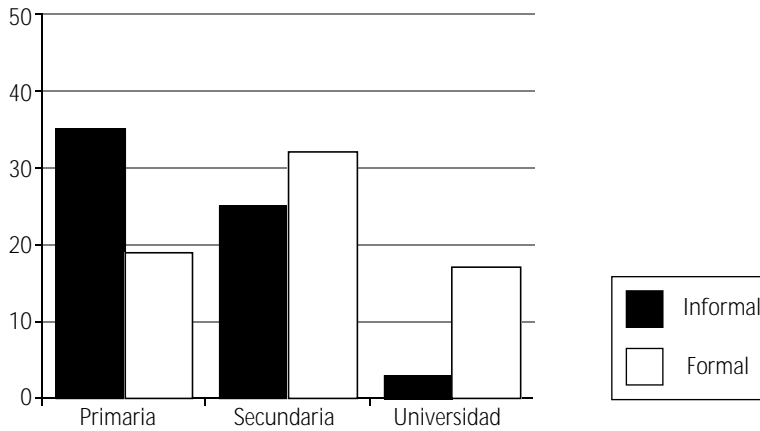
Como podemos observar, el porcentaje de mejora producido en el error sobre contenido general (tipo I) se muestra en la Gráfica 3.

En este primer caso, los errores referidos a contenidos generales de la historia local, en el contexto informal de aprendizaje observamos que a menor nivel de instrucción mayor porcentaje de la mejora, e incluso en primaria del contexto informal (33,3%) el porcentaje de mejora es mayor que para el grupo formal (18,8%). Sin embargo, en el contexto formal la distribución del error se comporta de manera diferente. El mayor porcentaje de mejora en el contexto formal se da en secundaria (31,2%) (donde la inclusión de estos contenidos adquiere mayor relevancia), y es algo menor en primaria (18,8%) y en universidad (4%). En el contexto informal los valores para secundaria es de 22,9% y para universidad de 15,5%.

En el "error Tipo II" los resultados son diferentes al caso anterior, como se muestra en los porcentajes de mejora en relación con contenidos específicos (Gráfica 4).

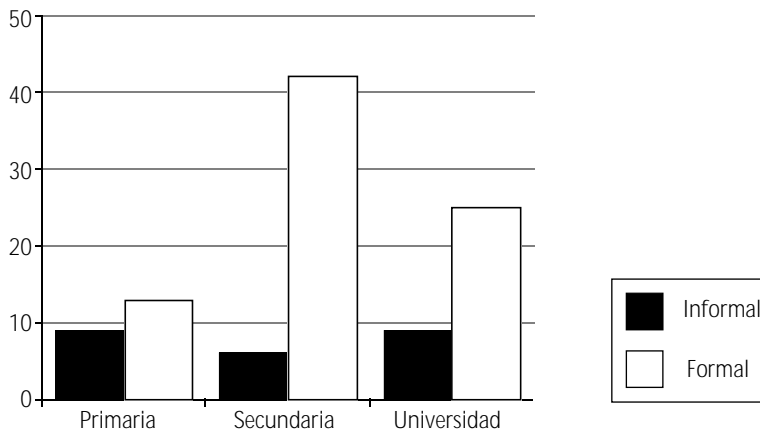
Gráfica 3

Porcentaje de mejora en el error tipo I sobre "contenido general", según el nivel de instrucción y para los grupos del contexto formal e informal



Gráfica 4

Porcentaje de mejora en el error tipo II, de contenidos específicos, en los niveles de instrucción (primaria, secundaria y universidad) para los grupos del contexto formal e informal



En este segundo caso, los errores sobre contenidos específicos, en el contexto informal el porcentaje de mejora es bajo y similar en todos los niveles y menor al formal en todos los casos (en primaria es de 9,7%; en secundaria es de 8,3%; y, en universidad es de 10%). En el contexto de aprendizaje formal, el mayor porcentaje de mejora se produce en secundaria (41,7%), luego en universidad (25,9%) y es algo menor en primaria (14%).

En general, nuestra hipótesis era que la mejora esperada que se produciría sería mayor en el contexto de aprendizaje formal que en el informal, y que se distribuiría de forma similar entre los tipos de errores, y en función de los niveles de conocimiento previo. Sin embargo, hemos comprobado que esto no ocurre así. Existe un modelo de respuesta de la mejora significativamente diferente en los dos contextos de aprendizaje y en los niveles de instrucción. Resumiendo, podemos decir que la tendencia de mejora en los contenidos generales se ve favorecida en los contextos informales. Respecto a los contenidos específicos, nuestros datos nos permiten afirmar que el cambio conceptual sea mayor en el contexto formal, y sí se observa una tendencia a aumentar en los niveles de conocimiento previo medio (grupo de secundaria) y alto (grupo de universidad).

Además de los dos tipos de errores mencionados anteriormente tenemos otros dos tipos de errores, identificados como tipo III

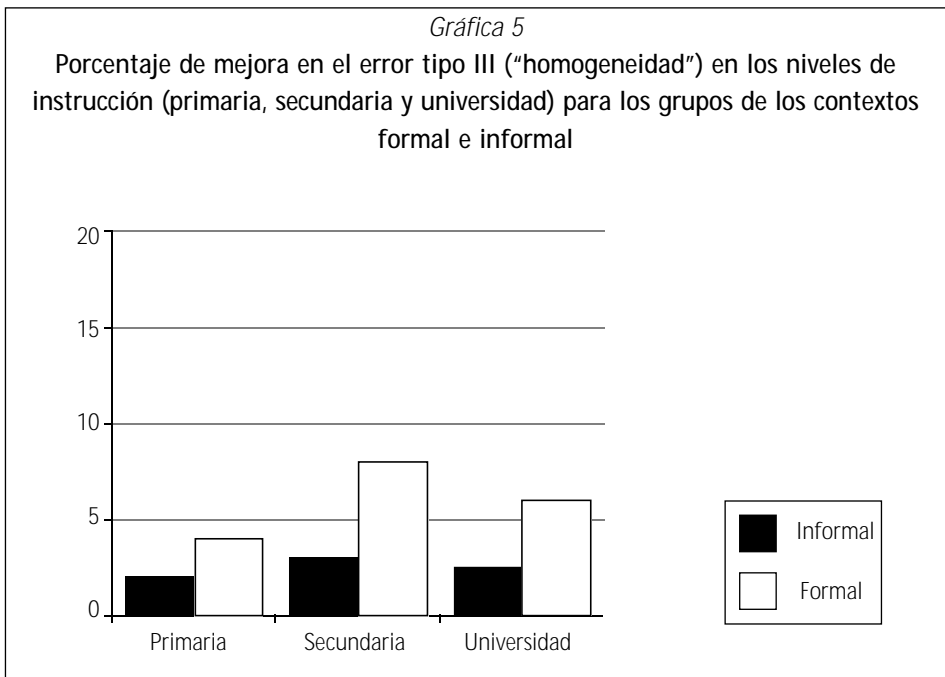
(“homogeneidad”) y tipo IV (“inaccesibilidad”). Estos corresponden a una de las alternativas de respuestas en las que explícitamente se hacía referencia a alguno de ellos. Sin embargo, los ítems de los que hemos extraído las alternativas son sobre conocimiento específico, y la tendencia de respuesta esperable es similar a la expuesta anteriormente para el tipo II. Aunque, en este caso, quisiéramos observar si la frecuencia de respuesta de estos tipos de errores interacciona con las otras variables del estudio.

Para ello hemos considerado las mismas categorías de respuesta, con la salvedad de que en las categorías de “mejoran” y “cambian de respuesta incorrecta o empeoran” hemos calculado la frecuencia de respuesta del error (E) separadamente del error total (T), y la suma de ambos representa el total de la mejora o del empeoramiento según sea el caso. Esto hace que los valores de las frecuencias observadas sean en este caso menores a las anteriores, porque en este caso consideramos las alternativas de respuesta concretas y no el ítem completo. Como el análisis es similar al realizado para el caso del error tipo I y error tipo II, no vamos a repetir el procedimiento, y sólo nos centraremos en los aspectos más relevantes. El análisis de los errores tipo III, sobre la homogeneidad en la Historia local, se muestra en la página siguiente, Gráfica 5.

El análisis de los porcentajes en la “mejora” para el error tipo III es menor en el contexto informal y similar en los tres niveles de

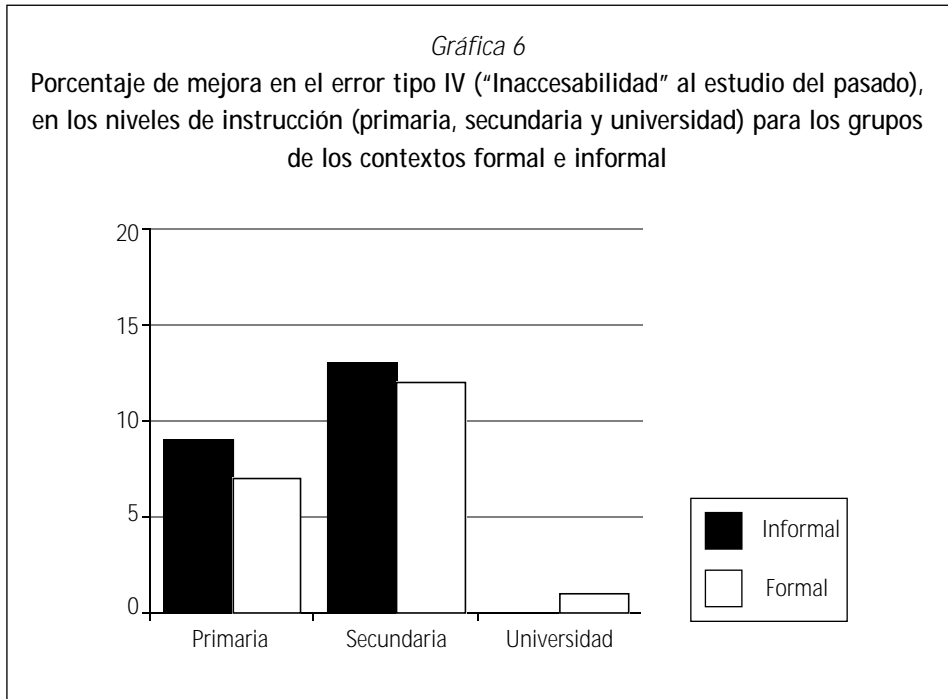
instrucción (2,1%, 3,6% y 3,3% para primaria, secundaria y universidad, respectivamente). En el contexto formal, es superior en secundaria (7,98%), algo menor en universidad (5,5%) y menor en primaria (3,9%). El análisis del "cambio de respuesta incorrecta y empeoramiento" en el error tipo III muestra una tendencia inversa.

En el contexto informal, el mayor porcentaje se da en primaria (22,3%), y es similar en secundaria y universidad (5,4% y 5%, respectivamente). Para el contexto formal, de forma parecida a la mejora, el mayor porcentaje se da en primaria (22,3%) y universidad (de 21,2%), y es menor el porcentaje que se da en secundaria (12,5%).



El análisis de los errores tipo IV, referidos a la inaccesibilidad al estudio del pasado, se muestran en la Gráfica 6. El porcentaje de mejora para el tipo IV, en los grupos del contexto informal, es mayor que en los del formal (excepto en universidad), en primaria (8,3%) y en secundaria (12,5%); mientras que para los grupos del contexto formal en primaria es del 6,6%, para secundaria del 10,1%

y para universidad del 0,9%. El porcentaje de cambio de respuesta incorrecta y de empeoramiento sigue una tendencia inversa. En el contexto informal, el mayor valor es en el nivel de primaria de 14,6% y menor para secundaria (5,4%) y universidad (5%). En los grupos del contexto formal se obtienen los mayores porcentajes en los niveles de primaria (35,6%) y secundaria (11%).



Queremos resaltar la diferente tendencia de respuesta observada en cada error, lo cual nos da un índice de los cambios producidos por la instrucción específica, y de la influencia desigual de los contextos de aprendizaje. Por lo tanto, podemos concluir que se cumple nuestra hipótesis: la mejora producida varía en relación con el nivel de instrucción, y se observan mayores diferencias en los niveles bajos y medios de conocimientos previos. Y, por el contrario, no se cumple nuestra hipótesis de partida si distinguimos entre tipos de errores con contenido cualitativamente diferente. La hipótesis planteaba una disminución de los errores en aquellos grupos con mayor instrucción específica, y un menor cambio en

los grupos con menor instrucción específica. En el contexto de aprendizaje formal se produce tendencia de mejora mayor, especialmente en los tipos de errores II y III, es decir, para el contenido específico y la homogeneidad en la historia local. Sin embargo, en determinados casos, en el contexto de aprendizaje informal se produce una mayor tendencia de mejora, como en determinados grupos para los tipos de errores I y IV, es decir, los relacionados con el contenido general y la inaccesibilidad al estudio del pasado. A la vista de nuestros resultados, no podemos concluir que la mayor cantidad de instrucción sea una variable que garantice el cambio conceptual, y cada contexto de aprendizaje puede

favorecer aprendizajes cualitativamente distintos. Creemos que habría que considerar no sólo los cambios cuantitativos, la puntuación total, sino también la calidad del cambio, como hemos realizado atendiendo a las diferencias observadas en los tipos de errores. Esperamos que en futuras investigaciones podamos continuar con el estudio de estos aspectos que nos sugieren el análisis de los errores y los contextos de aprendizaje, profundizando en el estudio de las ideas previas de los alumnos sobre contenidos históricos, y ampliando la muestra a distintos contextos de aprendizaje, lo que nos permitiría interesantes consideraciones sobre la naturaleza del cambio conceptual.

Conclusiones

Este tipo de estudios siempre presentan diversas y complejas conclusiones. Primero, respecto al análisis de los conocimientos previos, hemos encontrado que hay diferencias significativas entre los niveles de instrucción. La secuencia de los resultados se explica en relación con el nivel de instrucción, que, respecto a la edad, como comprobamos con el grupo de adultos (EPA), a pesar de ser el grupo con la media de edad más alta, es el que obtiene peor rendimiento en la tarea. Segundo, respecto al efecto de la instrucción específica hemos encontrado mejoras significativas sólo en algunos grupos, en el contexto formal, en secundaria, y en el contexto informal, en primaria y secundaria. En tercer lugar, respecto a la influencia del contexto

de aprendizaje, los resultados muestran que las puntuaciones más bajas se producen en los grupos control en todos los niveles de instrucción y son significativamente distintas de las obtenidas por los grupos del contexto formal. Sin embargo, en conjunto no se producen diferencias significativas entre el contexto formal y el informal. Cuarto, hemos observado que a menor nivel de instrucción, mayor influencia del contexto informal en el cambio de los contenidos generales y de la inaccesibilidad, y menor en el de los contenidos específicos y de la homogeneidad en historia local.

Los modelos de cambio conceptual en sus primeros planteamientos relacionaban el proceso de cambio fundamentalmente con un componente semántico del conocimiento, es decir, se centraban en aspectos conceptuales. El paso del conocimiento ingenuo al conocimiento científico se explicaba principalmente atendiendo al desarrollo puramente cognitivo. Posiblemente sea este supuesto de partida el que más críticas ha recibido y el motor de las revisiones de los modelos que se han realizado posteriormente. El desarrollo cognitivo se ha demostrado insuficiente para explicar el cambio conceptual, las limitaciones de los modelos de partida se caracterizaban por la ausencia de la consideración de los componentes sintáctico y pragmático del conocimiento. El componente pragmático incluye los aspectos contextuales, los aspectos motivacionales y los aspectos metacognitivos, todos ellos son variables que determinan

igualmente el proceso de cambio conceptual, el cual no siempre sigue un desarrollo paralelo en los distintos dominios específicos de conocimiento. El estudio del cambio conceptual se debe considerar a partir del análisis conjunto de las distintas variables, de ahí nuestro interés por realizar la evaluación integrando los contenidos conceptuales, los contenidos procedimentales y los aspectos metacognitivos y los contenidos actitudinales.

Estas nuevas variables explicativas del cambio conceptual permitirán reflejar mejor la complejidad del proceso de aprendizaje. La descripción de la adquisición de nuevos conocimientos no es suficiente, consideramos que las variables estudiadas constituyen una primera explicación del proceso de adquisición de los nuevos conocimientos. Dos modelos teóricos dan cuenta de la explicación del cambio conceptual: por un lado, defienden el reemplazo de una teoría o una concepción anterior por otra nueva y, por otro lado, los que con un planteamiento diferente defienden la coexistencia de concepciones múltiples. Desde este segundo modelo, se asume que el alumno activaría determinadas concepciones según el contexto en el que se encuentre; por ejemplo, el alumno puede poseer más de una representación conceptual sobre cómo era la prehistoria, bien las desarrolladas a partir de la instrucción formal en la escuela, o bien las adquiridas en contextos informales de aprendizaje. Cada una de estas representaciones conceptuales puede

implicar concepciones diferentes de este período histórico, a pesar de lo cual coexistirían, y el alumno aplicaría una u otra según un contexto dado. A la vista de este panorama quizá lo más sensato sería considerar ambos modelos como complementarios y no como una dicotomía de modelos excluyentes, en línea con los trabajos recientes. Esto es, puede ocurrir que los nuevos conocimientos, en cierta medida, sustituyan a los antiguos, pero también que existan distintas concepciones sobre un mismo contenido que se activen en distintos contextos, de tal modo que todas ellas coexistan en el conocimiento del alumno.

Asumiendo la influencia que el contexto tiene en el aprendizaje, nuestro trabajo también trató de estudiar el tipo de cambios producidos cuando se consideran contextos formales o informales. Nos parece lógico que la sustitución o reemplazo de la estructura conceptual haya tenido mayor peso en la explicación del cambio, en la medida en que la investigación se ha centrado en estudiar el aprendizaje en contextos académicos, mientras que poco a poco hay que ir trascendiendo dicho entorno para abrirse a nuevos escenarios de aprendizaje que privilegian una manipulación diferencial de algunos de los procesos implicados.

Desde el planteamiento del cambio conceptual se ha venido defendiendo que, aunque éste se puede dar en contextos informales, el cambio no llevaría a una

reestructuración fuerte de las estructuras conceptuales, la cual dependería más bien de la transmisión de conocimientos científicos en contextos formales. Nosotros creemos que el cambio conceptual no depende necesariamente de un contexto de aprendizaje determinado sino del planteamiento efectivo de la situación de aprendizaje; por tanto, el contexto de aprendizaje no garantiza que se vayan a producir resultados positivos en la línea esperada, ya sea éste un contexto formal o un contexto informal.

Otra razón justifica el trato que han recibido los contextos informales en el estudio del aprendizaje, nos referimos a que en la investigación realizada en estos contextos ha predominado una definición vaga e imprecisa de lo que es el aprendizaje, sin distinguir entre un aumento de conocimiento específico o cambio débil y un cambio conceptual fuerte. Los estudios realizados en museos nos indican que se podrían estar produciendo cambios importantes en los conocimientos de los visitantes sobre el contenido expositivo, si bien en estos estudios no se han considerado las características de los cambios a los que se refieren.

La presente investigación incluyó otras varias tareas que las que aquí hemos presentado. Una de ellas consistía en rastrear la accesibilidad de las fuentes documentales, ya que ésta es mucho mayor si los contenidos se trabajan en el propio entorno en el que se han generado. A este respecto, uno de nuestros objetivos era comprobar en qué medida estos conocimientos previos influyen en el cambio conceptual, dificultándolo algunas veces en forma de resistencia al cambio, y facilitándolo otras, cuando los nuevos conocimientos conectan con la experiencia anterior del alumno. Las entrevistas cualitativas desarrolladas a los alumnos demostraron el enorme interés por los contenidos de historia local, frente a los conocimientos derivados de otros dominios específicos o incluso del aprendizaje de la historia más general. Quizá este interés sea una de las primeras explicaciones de la aparición de ideas previas sobre estos contenidos que no aparecen en otros temas de historia o del arte. Por último, las entrevistas también demostraron la preferencia de los alumnos de todos los niveles por profundizar en estos aspectos y su preferencia por hacerlo en contextos de aprendizajes informales.

Bibliografía

- ASENSIO, M. (1993). Secuenciación del aprendizaje del Conocimiento Histórico. *Aula*, 10, 1, 1993.
- ASENSIO, M. (1994). Los autómatas de Hefesto o el procedimiento para crear seres procedimentales. *IBER Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 2, 79-98.
- ASENSIO, M. (1999). A cross-national programme to measure "Europeanness". En: A. Ross (ed.) *Young Citizens in Europe*. London: CICE, School of Education, University of North London.

- ASENSIO, M. (2000). Estudios de Público y Evaluación de Exposiciones como metodología de la planificación museológica: el caso del Museu Marítim de Barcelona. *Revista de la Asociación Profesional de Museólogos de España (APME)*, 5, 73-104.
- ASENSIO, M. (2001). El marco teórico del aprendizaje informal. *IBER Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 27.
- ASENSIO, M., GARCÍA, A. Y POL, E. (1993). Evaluación cognitiva de la exposición 'Los Bronces Romanos en España'. *Boletín del ANABAD*, 43, 3-4, 215-255.
- ASENSIO, M. Y POL, E. (1996). Cuando la mente va al museo: un enfoque cognitivo-receptivo de los estudios de público. En: *IX Jornadas Estatales DEAC-Museos: La exposición*. Jaén: Diputación Provincial. 83-133.
- ASENSIO, M. Y POL, E. (1998). La comprensión de los contenidos del museo IBER. *Revista de Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 15, 15-30.
- ASENSIO, M. Y POL, E. (1999). Nuevos escenarios para la interpretación del Patrimonio: el desarrollo de programas públicos. En: Domínguez, Estepa & Cuenca (eds.) *El Museo: un espacio para el aprendizaje*. Huelva: Universidad de Huelva. 47-77.
- ASENSIO, M., POL, E. Y GARCÍA, S. (1998). *Memoria de la Evaluación del Programa de la Fundación La Caixa: 'Vivir en las ciudades históricas'*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- ASENSIO, M., POL, E. Y GOMIS, M. (2001). Estudios de Público, Evaluación de Exposiciones y Programas y diseño de Áreas Expositivas en el Museu Marítim. *Drassana*,
- ASENSIO, M., POL, E., REAL, N., GOMIS, M., LLERA, B., FERNÁNDEZ, H., GONZÁLEZ, C., OLVEIRA, CH., SIMÓN, C., POLO, M.A., ÁNGELES, M., CALDERA, P., ALTIERI, J., MARTUL, P., PADILLA, C. Y CLARA, A. (1999) El proyecto 'Público y Museos'. *MUSEO. Revista de la Asociación Profesional de Museólogos de España (APME)*, 3, 123-148.
- ASENSIO, M., POL, E. Y SÁNCHEZ, E. (1998). *El Aprendizaje del Conocimiento Artístico*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- BITGOOD, S. (1988). *A comparison of Formal and Informal Learning*. Jacksonville, AL: Center for Social Design.
- BORUN, M. Y KORN, R. (eds.) (2000). *Introduction to Evaluation*. Washington: AAM.
- BORUN, M.; CHAMBERS, M. Y CLEGHORN, A. (1996). Families are learning in science museums. *Curator*, 39, 2, 123-138.
- BORUN, M., MASSEY, CH. Y LUTTER, T. (1996). Naive knowledge and the design of science museum exhibits. *Curator*, 36, 3, 201-219.
- CARRETERO, M. (1995a). *Construir y enseñar*. Buenos Aires: Aique.
- CARRETERO, M. (1995b). *Construir y enseñar: las ciencias sociales y la Historia*. Buenos Aires: Aique.
- CARRETERO, M., ASENSIO, M. Y POZO, J.I. (1991). Cognitive development, historical time representation and causal explanations in adolescence. En M. Carretero, M. Pope, R.J. Simons y J.I.

- Pozo (eds.), *Learning and Instruction, vol.III. European Research in a International Context*. Oxford: Pergamon.
- CARRETERO, M. Y LIMÓN, M. (1997). Problemas actuales del constructivismo. De la teoría a la práctica. En M.J. Rodrigo y J. Arnay (eds.), *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.
- CARRETERO, M., POZO, J.I. Y ASENSIO, M. (eds.) (1989). *La enseñanza de las Ciencias Sociales*. Madrid: Visor.
- CARRETERO, M. Y VOSS, J.F. (eds.) (1994). *Cognitive and Instructional Processes in History and the Social Sciences*. Hillsdale, NJ: LEA.
- CHI, M.T.H., SLOTTA, J.D. Y LEEUW, N. (1994). From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4 (1), 27-43.
- CRANE, V., NICKOLSON, H., CHEN, M. Y BITGOOD, S. (eds.) (1994). *Informal science learning*. Washington: Research Communications Ltd.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. Y HERMANSON, K. (1995). Intrinsic motivation in museums: what makes visitors want to learn? *Museum News*, 74, 3, 34-63.
- DIAMOND, J. (1999). *Practical Evaluation Guide. Tools for museums and other informal educational settings*. N.Y.: Altamira Press.
- DUIT, R. (1999). Conceptual change approaches in science education. En S. Vosniadou, W. Schnotz y M. Carretero (eds.), *New perspectives on conceptual change*. Oxford: Elsevier.
- FALK, J.H. Y DIERKING, L.D. (2000). *Learning from Museums. Visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek: AltaMira Press.
- FERNÁNDEZ, H. (2000). *El efecto de la instrucción en contextos de aprendizaje formal e informal. El proceso de cambio conceptual en contenidos de Historia Local*. Tesis doctoral no publicada dirigida por Mikel Asensio. Universidad Autónoma de Madrid.
- FERNÁNDEZ, H. Y ASENSIO, M. (1993-1994). La evaluación analógica de contenidos temáticos: redes conceptuales de Historia Local y Geografía Regional. *El Guiniguada, Revista de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria*, 4/5, 325-359.
- FERNÁNDEZ, H. Y ASENSIO, M. (1998). Concept mapping tool as a research tool: knowledge assessment in social science domain. *The International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, 8, 109-123.
- GARDNER, H. (1991). *The unschooled mind. How children think and how schools should teach*. NY: Basic Books. Trad.cast de F. Meler-Ortí. *La mente no escolarizada. Cómo piensan los niños y cómo deberían enseñar las escuelas*. Barcelona: Paidós, 1993.
- GLYNN, S.M. Y DUIT, R. (1995). *Learning science in the shools: research reforming practice*. Mahwah, NJ: LEA.
- GREENO, J.G. (1998). The situativity of knowing, learning and research. *American Psychologist*, 53, 1, 5-26.

- GUZZETTI, B. Y HYND, C. (eds.) (1998). *Perspectives on Conceptual Change*. Mahwah, NJ: LEA.
- HEIN, G.E. (1998). *Learning in the museum*. N.Y.: Routledge.
- KORAN, J.J. (1996). La recherche en milieu informel: quelques réflexions sur les plans d'expérience et les méthodes utilisées. *Publics y Musées*, 4, 47-69.
- LAVE, J. (1991). *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LEINHARDT, G., BECK, I.L. Y STATIRN, C. (eds.) (1994). *Teaching and Learning in history*. Hillsdales, N.J.: Erlbaum.
- LIMÓN, M. (1995). *Procesos de razonamiento en la solución de problemas con contenido histórico*. Tesis doctoral no publicada, Universidad Autónoma de Madrid.
- LIMÓN, M. (2001). Generality Vs. Specificity of prior knowledge and intentional conceptual change: enlarging prior knowledge concept. In: G. Sinatra y P.R. Pintrich (eds.), *Intentional Conceptual Change*. Mahwah, NJ: LEA.
- LIMÓN, M. Y CARRETERO, M. (1999). Conflicting data and conceptual change in history expert. En S. Vosniadou, W. Schnotz y M. Carretero (eds.), *New perspectives on conceptual change*. Oxford: Elsevier.
- LIMÓN, M. Y MASON, L. (eds.) (in press), *Reframing the processes of conceptual change*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- MILES, R. (1997). No royal road to learning: A comentary on constructivism. *Visitor behavior. A publication for Exhibition - Type facilities*, XII, 3-4, 7-13.
- PARDO, A. Y SAN MARTÍN, R. (1994). *Introducción a los modelos logarítmico-lineales*. Informe no publicado.
- PINTRICH, P.R., MARX, R.W. Y BOYLE, R. A. (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 (2), 167-199.
- POL, E. (2001). 'Vivir en las ciudades históricas': un programa actitudinal. *IBER Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 27.
- POL, E. Y ASENSIO, M. (1997a). Can Visitors Interpret Artistic Styles? In: M. Wells y R. Loomis *Visitor Studies: Theory, Research and Practice. Selected papers from 1996 Visitor Studies Conference at Colorado*. Alabama: VSA. 112-126.
- POL, E. Y ASENSIO, M. (1997b). ¿Por qué es efectivo un montaje? Un estudio sobre las teorías de los profesionales del museo. *Boletín de ANABAD*, 1, 177-195.
- POL, E. Y ASENSIO, M. (2001). Así es, si así os parece: un crisol de pareceres sobre el programa 'Vivir en las Ciudades Históricas'. *IBER Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 27.
- RESNICK, L.B. (1987). Learning in school and out. *Educational Researcher*, 16, 13-20.

- RODRÍGUEZ MONEO, M. (1998). *Las concepciones alternativas y el proceso de cambio conceptual. La influencia del conflicto y el contexto en el dominio de la física*. Tesis doctoral no publicada. Universidad Autónoma de Madrid.
- RODRÍGUEZ MONEO, M. (1999). *Conocimiento previo y cambio conceptual*. Buenos Aires: Aique.
- ROZIN, M. Y WERTSCH, J.V. (1994). *The Russian revolution: official and unofficial accounts*. Ponencia presentada en el Second International Seminar on History Learning and Instruction, Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- SCHAUBLE, L. Y GLASER, R. (eds.) (1996). *Innovations in learning. New environments for education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- SCHNOTZ, W., VOSNIADOU, S. Y CARRETERO, M. (eds.) (1999). *New Perspectives in Conceptual Change*. Oxford: Elsevier.
- SCREVEN, CH. G. (1974). *The measurement and facilitation of learning in the museum environment*. Washington, D.C.: The Smithsonian Institution.
- SCREVEN, CH. G. (1992). Motivating visitors to read labels. *ILVS Review, A journal of visitor behavior*, 2 2, 183-211.
- SCREVEN, C.G. (ed.) (1999). *Visitor studies bibliography and abstracts. Fourth edition*. Chicago: Screven & Associates.
- SINATRA, G. Y PINTRICH, P.R. (eds.) (2001). *Intentional Conceptual Change*. Mahwah, NJ: LEA.
- TAMIR, P. (1991). Factors associated with the relationship between formal, informal and non formal science learning. *Journal of Environmental Education*, 22, 2, 34-42.
- TORNEY-PURTA, J. (1994). Dimensions of adolescents' reasoning about political and historical issues: ontological switches, developmental processes, and situated learning. En M. Carretero y J.F. Voss (eds.), *Cognitive and Instructional Processes in History and Social Sciences*. New Jersey: LEA.
- VOSNIADOU, S. (1998). *Conceptual Change: theoretical problems and implications for science education*. Second European Symposium on Conceptual Change, Madrid.
- VOSNIADOU, S. (1999). Conceptual change research: state of the art and future directions. En S. Vosniadou, W. Schnotz y M. Carretero (eds.). *New perspectives on conceptual change*. Oxford: Elsevier.
- VOSS, J.F., Y CARRETERO, M. (1998). *Learning and reasoning in History. International Review of History Education, vol. 2*. London: Woburn Press.
- VOSS, J.F. Y WILEY, J. (1997). Conceptual understanding in history. *European Journal of Psychology of Education*, 12 (2), 147-158.
- VOSS, J.F., WILEY, J. Y KENNET, J. (1998). Student perceptions of history and historical concepts. J.Voss y M.Carretero *Learning and reasoning in History. International Review of History Education, vol. 2*. London: Woburn Press.

Resumen

El estudio versa sobre el cambio conceptual de los contenidos de historia local en los contextos de aprendizaje formal e informal. El planteamiento teórico parte de la revisión de las aportaciones de tres campos complementarios de estudio: el desarrollo de los enfoques y modelos generales de cambio conceptual; los estudios de cambio conceptual en el aprendizaje de las ciencias sociales y la historia; y los estudios sobre aprendizaje informal. Se comenta la paradoja del aprendizaje informal y se revisa el modelo de procesos implicados en una concepción amplia y renovada del aprendizaje formal e informal, que tenga en cuenta las variables emocionales y motivacionales, metacognitivas, interactivas y culturales y el proceso de evaluación.

La parte experimental cuenta un estudio cuasi-experimental realizado con alumnos de diversos niveles educativos y adultos que han participado en distintos programas de instrucción tanto formal como informal. Se utilizaron 12 grupos de primaria, secundaria, universidad y adultos, tanto en contexto formal de aula como en el contexto informal del museo, y los consiguientes grupos de control. Se administró un cuestionario original de respuestas múltiples construido a partir de un estudio piloto sobre los conocimientos de prehistoria local. Se realizaron comparaciones tanto cuantitativas como cualitativas de los aciertos y de los errores entre el pretest y el postest, entre los niveles de instrucción y entre los contextos formal e informal. Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, el peso diferencial de los programas de instrucción y de los contextos formal e informal de aprendizaje.

Palabras clave: cambio conceptual, aprendizaje situado, aprendizaje informal, enseñanza de la historia.

Abstract

This article is about the conceptual change in local history contents, in both formal and informal settings. Three different and complementary kinds of studies are revised into the theoretical analysis: the development of the conceptual change models; the conceptual change studies about history and social sciences learning; and the informal learning studies. The informal learning paradox is discussed. The article shows a wide and new formal and informal learning theoretical model where the emotional and motivational variables, the metacognitive, interactive and cultural processes and the evaluation process are included.

The experimental part shows a cuasi-experimental study carried out with students from different educational levels and adults, who received different formal and informal instructional programs. We used 12 different groups: primary, secondary, university, and non instructed adults. We used two different learning contexts: formal into the classroom, and informal, in the museum. Also we used similar control groups. We designed an original multiple choice questionnaire from a pilot study about local prehistory contents. We compared both achievements and mistakes using quality and quantity parameters. We found significant statistical differences between different instructional levels, instructional programs and among formal and informal learning settings.

Key words: conceptual change, situated learning, informal learning, history teach.

Heredina Fernández Betancor

E-mail: heredina.fernandez@uam.es

Mikel Asensio Brouard

*Facultad de Psicología
Ciudad Universitaria de Cantoblanco*

Carretera de Colmenar, km. 15

Universidad Autónoma de Madrid

28049 Madrid

E-mail: mikel.asensio@uam.es

Las teorías sobre la estructura de la materia: discontinuidad y vacío*

Miguel Ángel Gómez Crespo
Juan Ignacio Pozo

Introducción

Numerosos estudios muestran que los estudiantes encuentran dificultades en el aprendizaje de la Ciencia, de forma que existe un conocimiento cotidiano que compite con el conocimiento científico que se intenta transmitir a través de la escuela. Cambiar ese conocimiento cotidiano y las "concepciones alternativas" a las que da lugar requiere algo más que sustituir las ideas de los alumnos por otras científicamente más aceptables. Sería necesario modificar los principios implícitos a partir de los que han sido elaboradas. Así, muchas dificultades de aprendizaje vendrían determinadas porque las concepciones de los alumnos estarían estructuradas en torno a unos supuestos o principios subyacentes diferentes a los que estructuran las teorías científicas (Pozo y Gómez Crespo, 1998). Sobre las

A menudo resulta sorprendente constatar cómo las concepciones alternativas "son prácticamente inmunes a la instrucción científica, tal y como se realiza habitualmente, por intensa y continua que ésta sea".

* El presente trabajo es parte del Proyecto de Investigación PB98-095 concedido por la DGICYT bajo la dirección del segundo autor. En él presentamos además, algunos de los resultados del estudio sobre "Cambio conceptual en química" realizado por los autores gracias a una subvención del C.I.D.E. Los análisis estadísticos han contado con el asesoramiento de Antonio Pardo.

diferencias entre el conocimiento cotidiano y el científico existen diversas posiciones o teorías (p.ej: Chi, 1992; Vosniadou, 1994), pero de ellas puede extraerse que las diferencias entre teorías intuitivas y científicas se centrarían en torno a tres principios o supuestos (Pozo y Gómez Crespo, 1998), los siguientes: epistemológicos, ontológicos y conceptuales.

En el caso de la química también es necesario el *cambio conceptual*, aunque resulta poco frecuente y difícil de lograr si nos atenemos a los datos que proporcionan diferentes estudios (p.ej: Pozo et al., 1991; Driver et al., 1994; Stavy, 1995) que acreditan la existencia de fuertes dificultades de aprendizaje, que persisten incluso después de largos periodos de instrucción. Estas dificultades vendrían determinadas por la forma en que el alumno organiza sus conocimientos a partir de sus propias teorías implícitas sobre la materia. Así la comprensión de la química requeriría cambios en los tres tipos de principios en torno a los cuales se estructuran las teorías de los alumnos. Centrándonos en el tercero de los supuestos, el cambio conceptual en química se articularía en torno a tres núcleos que permitirían explicar gran parte de las dificultades en su aprendizaje: la conservación de la materia tras un cambio, la explicación de la estructura de la materia como un sistema de partículas en interacción y la cuantificación (Gómez Crespo, Pozo, Sanz y Limón, 1992; Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Comprender la naturaleza de la materia como un sistema de partículas en continua interacción implica aceptar un modelo microscópico para explicar la realidad macroscópica basado en una serie de principios: la materia está formada por partículas que no podemos ver, estas partículas están en continuo movimiento y entre ellas no hay absolutamente nada, lo que a su vez conlleva aceptar la idea de vacío. Precisamente ésta es una de las nociones que más dificultades plantea en el aprendizaje de la química, la idea de que la materia es discontinua, que entre las partículas que la componen hay un espacio vacío. Esta idea va en contra de nuestra percepción del mundo, en el que la materia se presenta como algo continuo. Se trata sin embargo de una noción esencial, uno de los pilares sobre los que se sustenta la química moderna. De hecho, la idea del vacío planteó también sus propias dificultades en la historia de la Química, que requirieron un verdadero cambio o revolución conceptual para su aceptación en el corpus teórico establecido (Carey, 1991; Estany, 1990; Thagard, 1992). Diversos estudios han mostrado que los alumnos, antes de la instrucción pero también después de ella, mantienen una concepción *continua* de la materia (Driver et al., 1994; Pozo, Gómez Crespo y Sanz, 1999). De hecho, esta concepción, profundamente arraigada en nuestra percepción *macroscópica* del mundo, es una de las más resistentes al cambio conceptual (Pozo, Gómez Crespo y Sanz, 1993 y 1999; Stavy, 1995)

y también una de las más consistentes; de hecho, en la comprensión de la estructura de la materia, las concepciones continuas proporcionan representaciones más consistentes entre los adolescentes que la propia idea de vacío o discontinuidad entre las partículas (Gómez Crespo y Pozo, en prensa).

A pesar de ser una idea central en la comprensión de la química y una de las dificultades fundamentales para el cambio conceptual en este área, no existen muchos estudios que analicen, más allá de la descripción global de las ideas alternativas de los alumnos, los diversos modelos activados y las variables que influyen en esa activación. En investigaciones anteriores (Pozo, Gómez Crespo y Sanz, 1993; Pozo y Gómez Crespo, 1997) pudimos comprobar que la atribución del vacío es posiblemente el concepto de la química que más dificultades plantea no sólo a los alumnos adolescentes sino incluso a sujetos con una fuerte instrucción en química. Menos del 20% de las respuestas de los alumnos adolescentes tendían, como promedio a asumir una concepción discontinua. Este porcentaje ascendía sólo al 40% entre los alumnos de último curso de Químicas, que a efectos de estas tareas pueden considerarse suficientemente expertos. Además, en aquel caso sí encontramos en cambio un efecto apreciable de la instrucción específica en ciencias entre los adolescentes, ya que los alumnos con opción de ciencias usaban más la idea de vacío que los que no habían recibido esa instrucción, si

bien la aceptación de la discontinuidad de la materia apenas superaba en el mejor de los casos el 40%.

Sin embargo, los datos de aquel estudio se basaban en un número muy limitado de situaciones (el agua en sus diversos estados de agregación y el hierro) y sobre todo planteaban algún problema de interpretación debido a las categorías de respuesta ofrecidas en el cuestionario. En concreto, la idea de vacío se ofrecía a través de una opción que decía que entre las partículas de la sustancia en cuestión no hay *nada*. Aunque esta opción fue inicialmente diseñada para representar la idea de vacío, resulta sin embargo ambigua, ya que la idea de que entre las partículas no hay nada puede corresponderse también con una concepción continua de la materia, según la cual la materia es tan compacta, y sus partículas constituyentes están tan juntas que entre ellas no hay *nada*, ni siquiera un espacio vacío. Por ello en el presente estudio hemos modificado las opciones de respuesta, discriminando claramente entre estas dos representaciones de que entre las partículas no hay nada.

Además, con el fin de identificar las variables que determinan la activación de diferentes representaciones en los alumnos, hemos ampliado el número de preguntas, manipulando su contenido conceptual. El estudio anterior había mostrado que la idea de vacío es más fácil cuando se trata de un

gas y más difícil ante los sólidos, situándose los líquidos en un nivel de dificultad intermedio. Sin embargo, dado el escaso número de ítems planteados entonces sobre este tema, y aunque estos datos coincidirían con los de otros estudios (ver Driver et al., 1994; Stavy, 1995), necesitamos una muestra más amplia de tareas que nos permita no sólo confirmar esa tendencia, sino sobre todo comprenderla mejor. Dada la distinta apariencia perceptiva de la materia en sus distintos estados de agregación cabe esperar que la idea de vacío resulte más difícil cuanto más *continua* sea esa apariencia. Sin embargo también es interesante analizar qué concepciones alternativas a la idea de vacío mantienen los alumnos para esos diversos estados de agregación. ¿Son las mismas o varían en función de que se enfrenten a un sólido, un líquido o un gas? En un estudio sobre consistencia (Pozo y Gómez Crespo, 1997; Gómez Crespo y Pozo, en prensa) hemos comprobado que las teorías alternativas son más consistentes que las científicas en este dominio conceptual. En el presente estudio queremos conocer cuáles son exactamente esas concepciones alternativas.

A partir de estas preocupaciones teóricas, nos hemos marcado como objetivos para este trabajo, en primer lugar analizar la influencia de la edad e instrucción en la comprensión de la discontinuidad de la materia. En concreto nos interesa conocer cómo afecta la instrucción específica en química a la comprensión de esta

noción, por lo que compararemos no sólo adolescentes con diverso grado de instrucción en química, sino también sujetos universitarios expertos y novatos en este área. Y, en segundo lugar, analizar la comprensión de la idea de vacío en los diferentes estados de la materia (sólido, líquido y gas), para poder identificar las concepciones alternativas a la idea del vacío, así como la influencia de la instrucción y el contenido químico (estado de agregación) en la utilización de estas concepciones alternativas.

Metodología

Sujetos

La experiencia se realizó con 278 sujetos de distintas edades y diferentes niveles de instrucción en química, distribuidos en seis grupos. Cuatro de los grupos estaban formados por adolescentes de distintas edades y diferente experiencia en química, pertenecientes a distintos centros de la provincia de Madrid. El grupo de menor edad (12-13) estaba formado por 59 estudiantes de 1º ESO de 12 a 13 años de edad. Un segundo grupo (14-15) estaba formado por 52 estudiantes de 3º ESO de 14 a 15 años de edad. Otros dos grupos estaban formados por estudiantes de secundaria no obligatoria de 16 a 17 años de edad: uno de ellos con 40 sujetos que no habían hecho ninguna opción específica por estudios científicos o matemáticos (16-17 L) y otro con 58 alumnos de la opción de ciencias, que

estaban cursando la asignatura de Física y Química (16-17 C)¹. Los otros dos grupos estaban formados por adultos universitarios: 36 estudiantes de 2º Ciclo de Psicología (Psic..) y 33 de 2º Ciclo de Ciencias Químicas (Quím.) en Universidades de Madrid; éstos servían como grupos que, teniendo un mismo nivel educativo, los considerábamos como novatos o expertos en química².

Tareas y procedimiento

Para investigar la forma en que los estudiantes utilizan la idea de vacío en la comprensión de las propiedades y estructura de la materia, en primer lugar, se diseñó un cuestionario previo, de carácter abierto, que se pasó a un grupo reducido

de estudiantes de Educación Secundaria. La información proporcionada por este cuestionario, que no se presenta aquí para no hacer demasiado extensa la exposición, junto con los resultados obtenidos en investigaciones anteriores (Pozo *et al*, 1991; Pozo, Gómez Crespo y Sanz, 1993), permitió diseñar un cuestionario con el que se ha intentado discriminar entre la idea de que entre las partículas no hay *nada* porque entre ellas hay un espacio vacío, y la idea de que entre las partículas no hay *nada* porque están tan juntas que una está pegada a la otra. Asimismo se han sistematizado el resto de opciones de respuesta, de forma que en todos los ítems se proporcionen las mismas teorías alternativas.

Tabla 1

Un ejemplo de los ítems que componen el cuestionario

Ítem 1

En un armario de una casa hay una botella de aceite puro de oliva. ¿Qué crees que habrá entre las partículas que forman el aceite contenido en la botella?

- A. Nada, no hay espacio entre las partículas. Están muy juntas unas a otras.
- B. Un espacio libre entre las partículas en el que no hay nada.
- C. Más aceite.
- D. Aire que rellena el espacio libre entre las partículas.
- E. Otra sustancia diferente.

1. En el momento en que se aplicaron las pruebas, los dos grupos 16-17 se correspondían con alumnos de 3º BUP.
2. Hemos considerado como grupo de expertos a los estudiantes de último año de Ciencias Químicas que, aunque no puedan considerarse verdaderos expertos en química, tienen la experiencia suficiente como para poder resolver sin ninguna dificultad las tareas que se presentaron en la experiencia

Ítem 2

Si cogemos una piedra de un río (canto rodado). ¿Qué crees que hay entre las partículas que forman la piedra?

- A. Nada, no hay espacio entre las partículas. Están muy juntas unas a otras.
- B. Un espacio libre entre las partículas en el que no hay nada.
- C. Más piedra.
- D. Aire que rellena el espacio libre entre las partículas.
- E. Otra sustancia diferente.

Este cuestionario consta de doce ítems de opción múltiple, cuatro correspondientes a cada uno de los estados de la materia, que se adopta como variable independiente con tres valores (sólida, líquida y gaseosa). En todos ellos se pide que respondan a la pregunta: *¿qué crees que hay entre las partículas de la sustancia estudiada?* En la Tabla 1 se recogen dos ejemplos de estos ítems.

Las opciones de respuesta que se ofrecen se corresponden a cinco maneras distintas de comprender la materia como continua o discontinua. Esas cinco categorías de respuesta se recogen en la Tabla 2 y se presentaban en el mismo orden en todos los ítems. Los ítems se ordenaron en el cuestionario siguiendo un criterio aleatorio.

Tabla 2
Categorías de respuesta utilizadas en la confección de los ítems del cuestionario

- A. Concepción *continua*: Nada. No hay espacio entre las partículas. Están muy juntas unas a otras.
- B. Noción de *vacío*. Hay un espacio libre en el que no hay nada (categoría considerada correcta desde el punto de vista científico).
- C. *Más de la misma sustancia*. Entre las partículas de esa sustancia hay más sustancia de esa misma sustancia (hierro, agua, etc.).
- D. *Aire* que rellena el espacio libre entre las partículas.
- E. *Otra sustancia* diferente.

Análisis de datos

Sobre las respuestas al cuestionario se han realizado dos tipos de análisis. En primer lugar se ha analizado la incidencia de las distintas variables en el número de respuestas correctas (categoría B). Para ello hemos realizado un análisis de varianza (ANOVA) con la puntuación media de respuestas correctas, tomando como variable independiente los tres estados de la materia. Este análisis está basado en un diseño factorial 6x3, intersujeto para la variable grupo (seis grupos) e intrasujeto para la variable contenido (tres contenidos: sólido, líquido y gas). El análisis *post hoc* para hallar las diferencias significativas se realizó mediante la prueba de Tukey.

En segundo lugar, se ha analizado el uso que los sujetos hacen de las distintas categorías de respuesta. A partir del modelo de análisis de estrategias utilizado por Nesher y Sukenik (1991), hemos analizado la proporción en que fue utilizada cada categoría de respuesta para cada una de las dos variables estudiadas. Tomando la proporción media en que se usa cada categoría, se ha realizado un análisis de varianza (ANOVA) con la transformación *arcsen* para la raíz cuadrada de las proporciones. El análisis está basado en un diseño factorial 6x3x4, intersujeto para el primer factor (seis grupos) e intrasujeto para las otras variables (tres contenidos y cuatro categorías de respuesta). El análisis *post hoc* para determinar las diferencias significativas se realizó mediante la prueba de Games-Howell.

En ambos casos, hemos utilizado el procedimiento MLG-Medidas repetidas del SPSS (versión 7.5.2), que permite efectuar correcciones cuando se incumplen los supuestos de homoestaticidad u homogeneidad de varianzas y esfericidad, y que ofrece estadísticos apropiados para cada situación

Resultados

Análisis del número de respuestas correctas

El ANOVA para el *número de respuestas correctas*, cuando se toma como variable el estado de la materia (sólido, líquido o gas), muestra un efecto significativo para la variable grupo [$F(5,272) = 4,477$; $p = 0,001$], aunque el número de respuestas correctas y con él la aceptación de la idea de vacío, es muy bajo en todos los grupos.

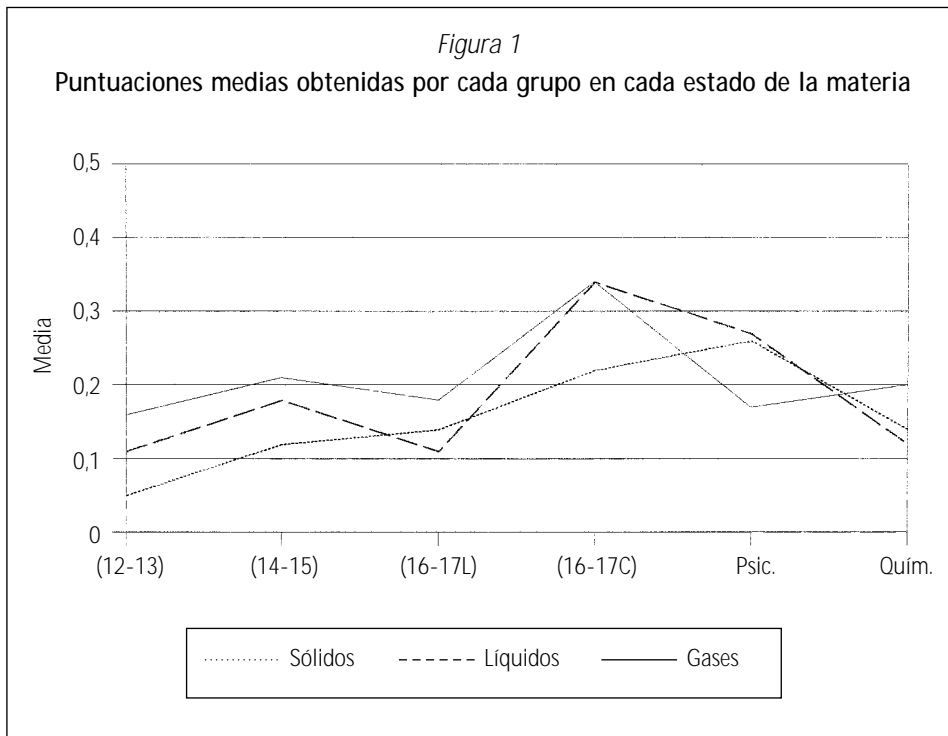
Tan sólo el grupo (16-17 C) formado por alumnos de 3º BUP con estudios científicos (30% de respuestas correctas) puntúa significativamente por encima de los demás grupos, excepto el de estudiantes de psicología (23% de respuestas correctas).

Llama, sobre todo, la atención la puntuación tan baja obtenida por los expertos (Quím., alumnos de 2º ciclo de Ciencias Químicas), que interpretan de forma discontinua, acudiendo a la idea de vacío, sólo el 15% de las tareas, el mismo nivel que habían obtenido los estudiantes, de menor edad, los alumnos de ESO (grupos 12-13 y 14-15).

El análisis de los resultados obtenidos para la variable *contenido* [F (2,544) = 5,155; $p = 0,006$] muestra que la idea de la discontinuidad de la materia se usa significativamente menos en el estado sólido (15% de respuestas) que en los otros dos estados, líquido (19%) y gaseoso (22%), entre los que a su vez no existen diferencias significativas. Según esto, de acuerdo con lo apuntado anteriormente en la introducción, sería más fácil comprender

la noción de vacío en el caso de los líquidos y los gases y más difícil en el caso de los sólidos.

Pero estos resultados cobran más sentido cuando se analiza la interacción entre el grupo y el contenido [F (10,544) = 2,256; $p = 0,014$]. La puntuación media obtenida por cada grupo en cada uno de los tres estados de la materia (sólido, líquido y gas) está representada en el Figura 1.



Dado el escaso uso de la idea de vacío en todos los grupos, al comparar las puntuaciones obtenidas por cada grupo en cada estado de la materia, hemos obtenido muy

pocas diferencias significativas. Para el contenido *sólidos* hemos encontrado que el grupo de alumnos de 1º ESO (12-13) utiliza menos la idea de vacío que los grupos

de (16-17C) y (Psic.), no habiendo diferencias entre el resto de los grupos, incluidos los químicos cuya representación de la tarea parece ser similar a la de los adolescentes. Para el contenido *líquidos* encontramos que el grupo de estudiantes de 3º BUP que siguen estudios de física y química (16-17C) recurre a una concepción discontinua en mayor proporción que los grupos (12-13), (16-17L) y (Quím.). Para el contenido *gases* la única diferencia significativa se debe a que el grupo (16-17C) puntúa por encima de los alumnos de 1º ESO. En suma, la diferencia esencial está en la mejor comprensión de los adolescentes con estudios de ciencias (16-17C).

En suma, la baja aceptación de la idea de vacío hace que las diferencias entre grupos sean muy escasas, expertos incluidos, mientras que el estado de agregación de la materia tiene un efecto mucho más claro sobre la proporción de respuestas correctas. Dado el elevado porcentaje de concepciones alternativas, diferentes de la científicamente aceptada, que hay en todos los grupos es especialmente interesante analizar cómo se distribuyen esas respuestas alternativas entre las categorías de respuesta.

Análisis de las categorías utilizadas en las respuestas

El análisis de las categorías de respuesta utilizadas para responder al cuestionario (véase la Tabla 2) nos puede ayudar a

comprender cuáles son las representaciones alternativas al vacío que usan los alumnos para los distintos estados de la materia. Tal como se ha descrito en el apartado de metodología, se ha realizado un ANOVA para la interacción *grupo x contenido x categoría*. Dado que este análisis es complementario del realizado anteriormente sobre las respuestas correctas, describiremos únicamente los resultados obtenidos para la variable *categoría* y para la interacción entre las distintas variables. Los resultados correspondientes a las variables *grupo* y *contenido* son similares a los descritos en el apartado anterior.

Los resultados del ANOVA muestran un efecto significativo para la variable categoría [$F(4,1360) = 27,351; p < 0,001$]. Las puntuaciones medias para cada categoría se recogen en la Tabla 3. Como puede observarse, las dos categorías más utilizadas, entre las que se distribuyen más de la mitad de las respuestas, son la idea de que la materia es continua, porque no hay nada entre las partículas (A) y la idea de que hay aire entre las partículas (D). Estas dos respuestas son más frecuentes significativamente que el resto aunque entre ellas no haya diferencias. En un segundo plano, y también con un nivel de respuestas comparable estarían el vacío (B) y la interpretación en términos de la misma sustancia (C). La presencia de otra sustancia distinta (E) era la respuesta menos frecuente.

Tabla 3
 Proporción de respuestas en cada categoría para el cuestionario sobre vacío

A	B	C	D	E
0,30	0,18	0,16	0,25	0,10

FUENTE: A) Nada, continuo; B) Vacío; C) Más sustancia; D) Aire; E) Otra sustancia

El efecto del estado de la materia (sólido, líquido o gas), de forma global para todos los grupos, se muestra en la Figura 2. Observamos que, para el contenido *sólidos*, la representación más común (49% de respuestas) es que la materia es continua porque entre las partículas de un sólido no hay nada (A), mientras que la menos utilizada es la presencia de una sustancia diferente entre las partículas (E), con un 9% de respuestas. Las otras tres categorías se utilizan de forma equivalente (aproximadamente en el 15% de las respuestas cada una). Para los *líquidos* las categorías de respuesta son menos informativas, ya que apenas existen diferencias entre ellas. Las proporciones en que se utilizan oscilan entre el 14%, en el caso de otra sustancia, y el 26% que piensan que hay aire que rellena el espacio libre entre las partículas. Por último, en el caso de los *gases* la respuesta más común es que hay aire entre las partículas (D), con un 37% de respuestas, y la menos utilizada la presencia de otra sustancia diferente. Las otras tres categorías se utilizan de forma similar, en una proporción apreciable, alrededor del 20% en cada caso.

En resumen, aunque todas las categorías, con excepción de la presencia de otra sustancia (E), se utilizan en una proporción digna de consideración, la pauta varía en función del estado físico en que se presente la materia. En los sólidos la concepción alternativa dominante es la ausencia de espacio entre las partículas, mientras que en los gases tiende a asumirse la presencia de aire. En cambio, en el caso de los líquidos no puede identificarse una concepción dominante sobre las otras, aunque sobresalga de nuevo la idea de que hay aire entre las partículas.

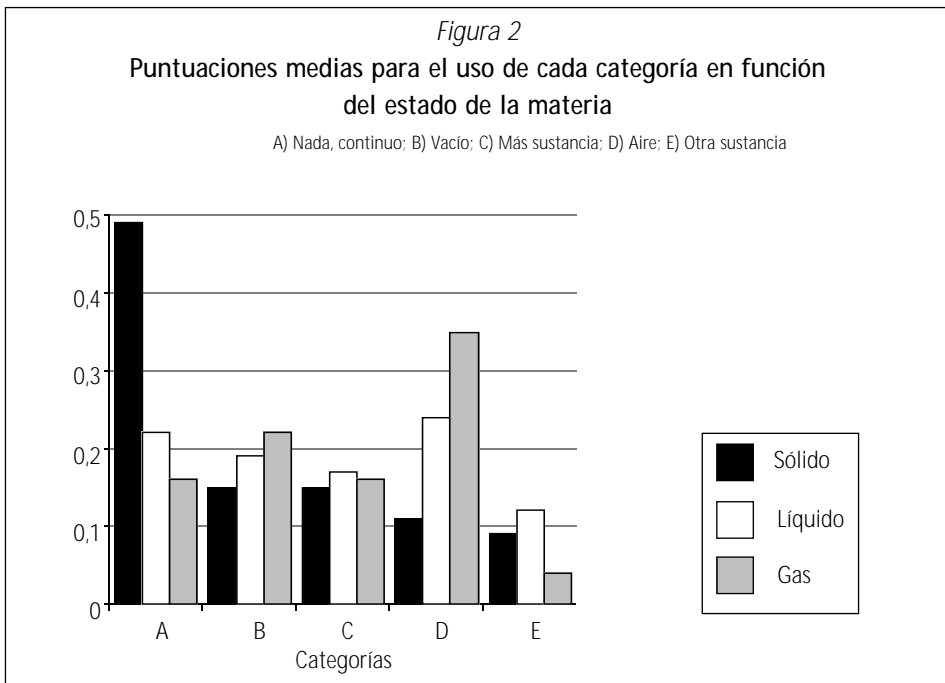
Las puntuaciones medias correspondientes a la interacción entre el grupo y la categoría de respuesta utilizada por los sujetos, que el ANOVA mostró como relevante [$F(20,1360) = 3,326; p < 0,001$], se recogen en la Figura 3. La Gráfica muestra una cierta estabilidad en el uso de todas las categorías con la edad y la instrucción, aunque pueden señalarse diversos efectos. La respuesta más común es la continuidad entre las partículas (A) utilizada por el 39% de los psicólogos, el grupo que más la usa, mientras que el grupo de químicos es el que

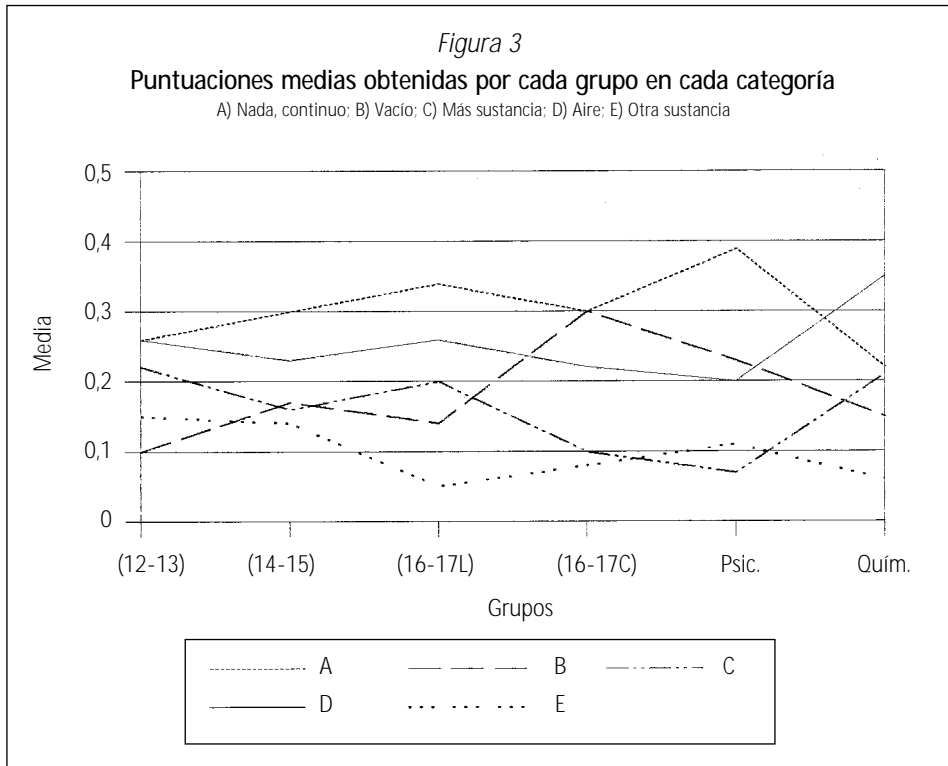
menos recurre a ella (22%). El resto de los grupos la utiliza para el 30% de las preguntas aproximadamente. La siguiente interpretación más frecuente era la presencia de aire entre las partículas, especialmente relevante en el grupo de expertos (Quím.) con un 35% de las respuestas. Para el resto de los grupos puntúa de forma semejante, entre el 20 y el 26% de las respuestas.

El uso de la categoría correspondiente a la idea de vacío (considerada como correcta) se corresponde con el análisis de respuestas correctas presentado en el apartado anterior. Baste recordar que el grupo que más recurría a esta idea era el de estudiantes de 3º BUP que estudian física y química (16-17C), que se acercaba al 30%, mientras

que el resto de los grupos, incluyendo a los químicos, la utiliza en una proporción de alrededor del 15%, con la excepción del grupo de psicólogos (Psic.) que la utiliza en el 23% de los casos.

Las dos categorías restantes se usaban en menor medida. La presencia de partículas de la misma sustancia correspondía aproximadamente al 20% de las respuestas para los grupos (12-13), (14-15), (16-17L) y (Quím.). Los demás grupos la utilizan por debajo del 10%. Por último, la presencia de otra sustancia diferente entre las partículas es la respuesta que menos importancia tiene en su conjunto y sólo cabe destacar las puntuaciones de los grupos de la ESO, alrededor del 15% de las respuestas.





Desde el punto de vista del grupo, hay que destacar que en todos la categoría más utilizada es la idea de la continuidad, o contigüidad, entre las partículas (A), con la excepción del grupo (16-17C) en el que su frecuencia es similar a la de la idea de vacío (B). Vuelven a destacar los resultados obtenidos por el grupo de expertos (Quím.). La interpretación más común en este grupo es la presencia de aire entre las partículas (35%), utilizando en proporciones equivalentes las categorías A, B y C (entre 15% y 22% en cada una).

Este análisis se verá enriquecido desglosando los resultados en función de los tres

estados de la materia implicados en la interacción *categoría x contenido x grupo* que también mostró un efecto relevante [$F(40,1360) = 2,657; p < 0,001$].

Para el contenido *sólidos* hemos obtenido los resultados que muestra la Figura 4, que refleja las puntuaciones medias por grupo y categoría de respuesta utilizada. A su vez, con el análisis *post hoc*, basado en la prueba de Games-Howell, realizamos las comparaciones entre grupos para cada categoría de respuesta, estableciendo las diferencias significativas ($p < 0,05$). Como puede verse, la categoría más utilizada para la interpretación de la noción de

vacío en el estado sólido es la continuidad de la materia. Esta concepción alternativa persiste a pesar de la edad y la instrucción, ya que no hay diferencias significativas en su utilización por los distintos grupos, aunque aparece una tendencia a disminuir su utilización en los grupos de universitarios.

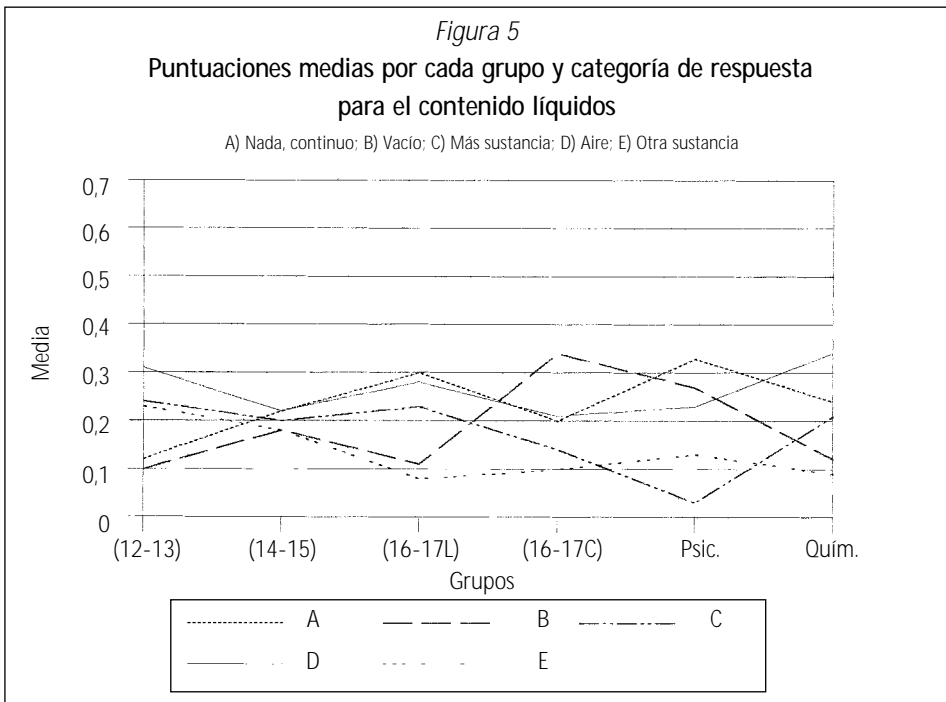
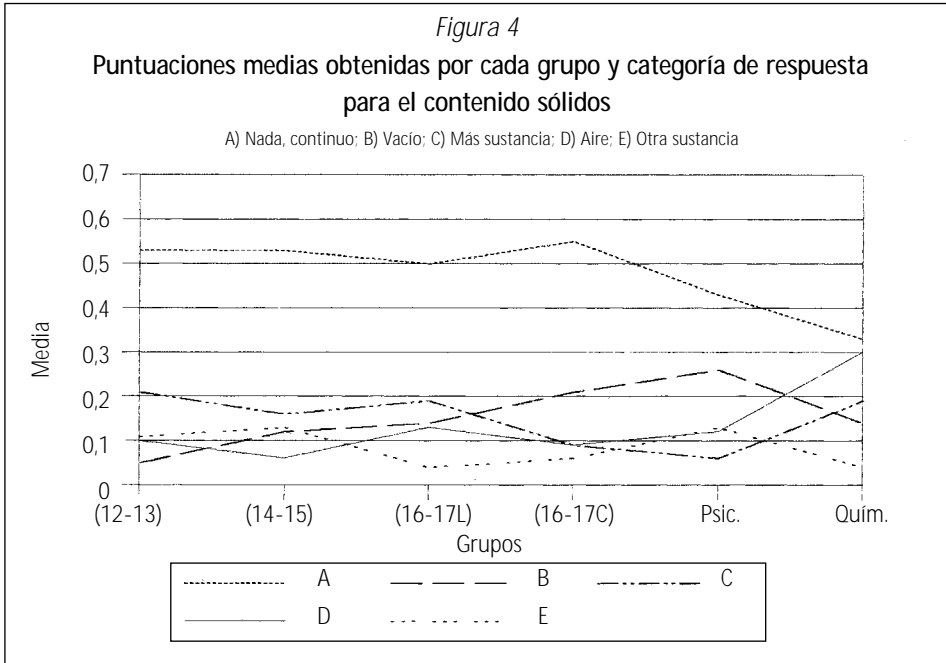
Para la idea de vacío, reiterando los análisis presentados en su momento sobre el número de respuestas correctas, sólo aparecen diferencias significativas entre 1º ESO (12-13), el grupo que la utiliza en menor proporción (5%) y los estudiantes de 3º BUP que cursan física y química (16-17 C) que son los que la usan en mayor proporción (21%), junto con los psicólogos (Psic.).

Entre los alumnos más pequeños, además de las respuestas anteriores, hay una proporción relevante de respuestas basadas en la presencia de la misma sustancia entre las partículas constituyentes. De hecho, encontramos diferencias significativas entre el grupo de alumnos de 1º ESO (12-13), el que más utiliza esta categoría de respuesta, y los grupos que menos la utilizan (6% y 9%) los estudiantes de 3º BUP con estudios de física y química (16-17 C) y el grupo de universitarios que estudian psicología (Psic.). Lo contrario sucede con la interpretación de que entre las partículas hay aire, ya que son los químicos quienes más la utilizan, en un 30% de los casos, habiendo diferencias significativas

con el grupo que menos recurre a esta interpretación. Por último, la interpretación en términos de otra sustancia (E) es prácticamente nula en todos los grupos.

La comparación entre las puntuaciones obtenidas para cada categoría dentro de cada uno de los grupos se ha hecho mediante una prueba t para cada una de las comparaciones posibles y se ha tomado como nivel de significación $p < 0,001$ para que estas comparaciones sean equiparable a las comparaciones múltiples realizadas anteriormente. Hemos encontrado que la interpretación continua, según la cual no hay nada entre las partículas, se utiliza significativamente más que el resto de las representaciones en todos los grupos, excepto en el caso de los universitarios estudiantes de psicología (Psic.) y de química (Quím.).

En resumen, para los sólidos, fundamentalmente predominan las interpretaciones en términos continuistas, con ausencia de vacío entre las partículas constituyentes de la materia, con muy pocas respuestas en términos de vacío. Asimismo para ciertos grupos concretos es necesario tener en cuenta el uso de las categorías C y D (presencia de más de lo mismo o aire, entre las partículas). De nuevo, llama también la atención el hecho de que aproximadamente un 50% de las respuestas del grupo de expertos (Quím.) se centran en estas dos categorías, más de lo mismo y aire entre las partículas.



Para el contenido *líquidos* hemos obtenido los resultados que muestra la Figura 5, que refleja las puntuaciones medias por grupo y categoría de respuesta. A su vez, con el análisis *post hoc*, basado en la prueba de Games-Howell, se hicieron las comparaciones entre grupos para cada categoría de respuesta, estableciendo las diferencias significativas ($p < 0,05$). Como ya vimos en el análisis global de categorías, y refleja la Figura, la pauta de datos es bastante compleja, sin que podamos identificar ninguna categoría que en este contenido destaque especialmente sobre las demás. La categoría más usada varía levemente de grupo a grupo pero sin que haya diferencias dignas de mención. Las categorías de continuidad (A) y presencia de aire (D) no muestran diferencias significativas entre los grupos, lo que indica que se utilizan de una forma estable y sobre su uso no influye ni la edad ni la instrucción de los sujetos. Aunque las diferencias no sean significativas, de forma cualitativa, se observa que en el grupo de expertos (Quím.) la presencia de aire juega un papel importante en la representación de la estructura de la materia.

Siguiendo la pauta general ya descrita, el grupo que más utiliza la categoría es el de adolescentes con estudios de ciencias (16-17C), 34% de respuestas, superando de modo significativo a los grupos que menos la utilizan (12-13, 16-17L y Quím.), alrededor del 10% de respuestas. En cambio la presencia de más de la misma sustancia, sólo muestra diferencias entre el

grupo de (Psic.), que prácticamente no utiliza esta opción, y los tres primeros grupos (12-13, 14-15, 16-17L) y los químicos (Quím.), que lo hacen en una proporción ligeramente superior al 20%. Por último, la explicación en términos de otra sustancia diferente entre las partículas (E) es poco utilizada, con la excepción del grupo de 1º ESO (12-13), que la usa en el 23% de los casos. Por ello sólo aparecen diferencias significativas entre este grupo y otros tres (16-17L, 16-17 C y Quím.).

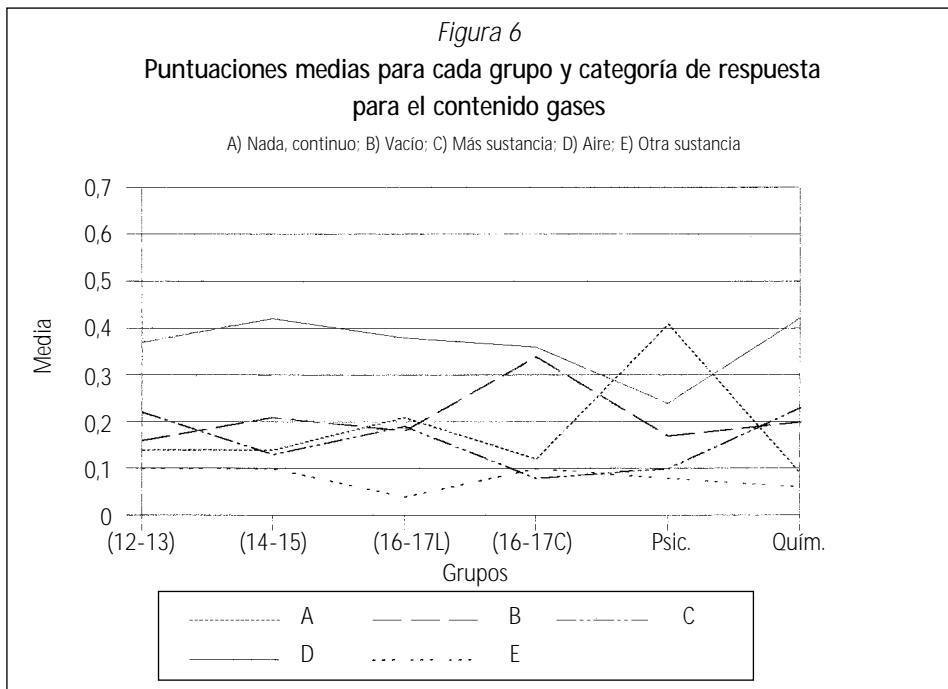
La comparación entre las puntuaciones obtenidas para cada categoría dentro de cada uno de los grupos (realizada con una prueba t; véase el caso de los sólidos) muestra que los alumnos de 1º ESO (12-13) utilizan significativamente más la presencia de aire entre las partículas que las ideas de continuidad y vacío (A y B). En 3º ESO (14-15) se utilizan de forma equivalente todas las categorías. En los grupos de BUP (16-17L y 16-17C) y en el de expertos (Quím.) también se utilizan de forma equivalente las categorías, con excepción de la presencia de otras sustancias (E) que es la que menos respuestas agrupa. Por último, para el grupo de estudiantes universitarios de psicología (Psic.), encontramos que la categoría C que apenas se utiliza marca diferencias significativas con A, B y D.

En resumen, para los líquidos, encontramos un panorama más complejo del que vimos para los sólidos, sin que pueda identificarse una concepción alternativa dominante.

Según los grupos son diferentes las categorías que más se utilizan. Vuelve a llamar la atención el caso de los expertos (Quím.) en el que encontramos que la categoría más utilizada en sus respuestas es la presencia de aire entre las partículas, en el 34% de las respuestas, muy por encima del uso que hacen de la categoría de vacío.

Con respecto a la comprensión de la estructura de los gases hemos obtenido los resultados que muestra la Figura 6, que refleja las puntuaciones medias por grupo y categoría de respuesta utilizada. A su vez, el análisis *post hoc*, basado en la prueba de Games-Howell, permitió hacer las comparaciones entre grupos para cada categoría de respuesta y determinar que diferencias

eran significativas ($p < 0,05$). Como puede verse la interpretación más extendida en todos los grupos, excepto los psicólogos, es que entre las partículas de un gas hay aire. Casi el 40% de las respuestas responden a este modelo, con la excepción del grupo de psicólogos que la usa menos, por lo que esta interpretación no se ve afectada por la edad ni la instrucción y resulta muy estable. La siguiente idea más extendida es el vacío (respuesta correcta), que fue analizada en su momento, viendo que sólo existen diferencias significativas entre el grupo que menos la utiliza (12-13), que lo hace en el 16% de los casos, y el grupo que puntúa más alto (16-17C), que la utiliza en el 34%. Por tanto, su uso, también resulta muy inestable a pesar de la instrucción.



La idea de que no hay espacio entre las partículas sólo la usan de modo abundante los psicólogos, con diferencias con el resto de los grupos, excepto los alumnos de 3º BUP sin estudios científicos (16-17L). El grupo de psicólogos es el que más utiliza esta categoría (41%) seguido por el grupo (16-17L) que lo hace en un 21%. El grupo de expertos la utiliza sólo en un 9% y el resto de los grupos lo hace alrededor del 14%. Con respecto a la categoría C (más de la misma sustancia, sólo hemos encontrado diferencias significativas entre el grupo (12-13) y los grupos (16-17C) y (Psic.). Finalmente, la presencia de otras sustancias distintas se utiliza muy poco en los gases, por debajo del 10% en todos los grupos, y no marca ninguna diferencia significativa entre ellos.

La comparación entre las puntuaciones obtenidas para cada categoría dentro de cada uno de los grupos se ha hecho mediante una prueba t, como se ha descrito para los sólidos. En todos los grupos de adolescentes (12-13, 14-15, 16-17L y 16-17C) la pauta es parecida, siendo la categoría más utilizada la presencia de aire entre las partículas, frente a las demás que se usan de forma equivalente. La única excepción es el mayor uso, comentado ya, de la idea de vacío por parte de los alumnos con estudios de ciencias (16-17C). La pauta cambia radicalmente en los psicólogos, que utilizan en mayor proporción la continuidad (A). Por último, el grupo de químicos vuelve a utilizar en mayor proporción la presencia del aire, con una pauta muy similar a la observada en los adolescentes,

siendo especialmente destacado el escaso uso de la idea de vacío.

En resumen, para los gases volvemos a encontrar, como ocurría con los sólidos una pauta clara y definida que se mantiene estable a lo largo de los grupos, sin apenas verse afectada por la instrucción. Como hemos visto la representación más común en casi todos los grupos, con excepción de los psicólogos, aunque también la utilizan bastante, es la existencia de aire entre las partículas de los gases, aunque tampoco sea desdeñable la proporción de respuestas de continuidad de la materia (A) y de presencia de más de la misma sustancia (C).

Resumen y conclusiones

A partir de los datos que acabamos de presentar, analizando tanto la proporción de aciertos, basada en la idea de que entre las partículas de una sustancia existe un espacio vacío, como el uso relativo de cada concepción alternativa, podemos retomar nuestros objetivos, con el fin de extraer algunas conclusiones.

Sin duda, el dato más sobresaliente es la escasa comprensión de la idea de vacío en todos los grupos, ya que en el mejor de los casos sólo una tercera parte de las respuestas se basan en esta idea. Estos datos son incluso inferiores a los obtenidos en nuestra investigación anterior (Pozo, Gómez Crespo y Sanz, 1993), mostrando que un análisis más detallado del significado de la

respuesta "entre las partículas no hay nada" revela que en muchos casos tras esta idea se oculta una concepción continua, según la cual las partículas están tan juntas, que entre ellas no cabe "nada", ni tan siquiera el vacío.

La escasa aceptación de la idea de vacío apenas cambia, según nuestros datos, con la instrucción. Se confirma así que la concepción discontinua de la materia se enfrenta a fuertes concepciones alternativas, muy estables, que apenas se ven afectadas por la enseñanza de la química recibida. Estas concepciones, muy consistentes (Pozo y Gómez Crespo, 1997; Gómez Crespo y Pozo, en prensa), son prácticamente inmunes a la instrucción científica, tal como se realiza habitualmente, por intensa y continuada que ésta sea. De hecho, tal vez el dato más llamativo de este estudio sea que los alumnos de 2º ciclo de químicas muestran una pauta de datos muy similar a la encontrada entre los alumnos adolescentes: apenas utilizan la idea de vacío en sus representaciones y recurren a concepciones alternativas muy similares a las mantenidas por los propios adolescentes. Dado que no cabe pensar que los químicos mantengan una representación de la naturaleza de la materia similar a la de los adolescentes, tal como muestran los datos obtenidos con otros contenidos químicos (Gómez Crespo, Pozo y Sanz, 1995; Pozo y Gómez Crespo, 1997), esta similitud de sus concepciones sobre la continuidad o discontinuidad de la materia merece estudios de carácter más cualitativo que indaguen en el significado que los alumnos de

Química, algunos de ellos futuros profesores de Educación Secundaria, tienen sobre el vacío, así como analizar la influencia que la enseñanza recibida tiene sobre esas ideas.

Pero si los alumnos de Química muestran una pauta muy similar a los grupos de adolescentes en este núcleo conceptual, la instrucción científica sí se muestra efectiva en este caso, al contrario de lo que sucede con otros aspectos de la comprensión de la naturaleza de la materia (por ejemplo, el movimiento intrínseco de las partículas constituyente de la materia; Pozo y Gómez Crespo, 1997), en el cambio de las ideas de los adolescentes con estudios científicos (16-17C), que son los que más emplean la idea de vacío diferenciándose del resto de los grupos. No obstante, incluso en este grupo, las interpretaciones en términos de un espacio vacío entre las partículas aparecen sólo en la tercera parte de las respuestas, mostrando de nuevo la persistencia de las concepciones alternativas al vacío.

Si la instrucción apenas afecta a las concepciones sobre la continuidad o discontinuidad de la materia, la activación de esas concepciones se ve muy influida en cambio por la apariencia material de las sustancias presentadas. Los sujetos no activan las mismas representaciones para todas las sustancias, sino que éstas dependen de la apariencia perceptiva adoptada por la materia. Así, la idea de vacío se utiliza con más frecuencia para representar la materia en estado gaseoso y en mucha menor medida para los sólidos, situándose los líquidos en un nivel

intermedio de dificultad. Estos datos que confirman los de otros estudios (Pozo, Gómez Crespo y Sanz, 1993; Stavy, 1995), si bien el uso del vacío es menor en este trabajo, y sigue siendo muy limitado para todos los estados de la materia, incluidos los gases. Esta tendencia parece corroborar el isomorfismo que los sujetos establecen entre la representación macroscópica y microscópica, posiblemente debido a que no las diferencian adecuadamente (Pozo y Gómez Crespo, 1998; Pozo, Gómez Crespo y Sanz, 1999). Cuando la materia adopta una apariencia más compacta, o si se prefiere más continua, como en los sólidos, es poco probable que se acepte que hay espacios vacíos entre sus componentes. Cuando la materia adopta un aspecto más "difuminado" o menos compacto, como es el caso de los gases, la aceptación de la idea de vacío, aunque escasa, es más probable. En el caso de los líquidos, la interpretación es menos clara y de hecho son los que muestran una pauta de datos más compleja.

En suma, aunque el uso de la aceptación de la idea de vacío es escasa en todos los grupos y contenidos, se hace más probable cuando la materia se presenta en estado gaseoso y menos probable cuando se presenta en estado sólido. Pero, aún en el mejor de los casos, la probabilidad de concebir un espacio vacío entre las partículas es reducida y siempre menor que la de activar alguna concepción alternativa, siendo esto cierto para todos los grupos. ¿Pero cuáles son las concepciones alternativas más

comunes? Según los datos que hemos presentado, estas concepciones alternativas son muy estables y apenas se ven afectadas por la edad e instrucción. Aunque hay diferencias entre grupos, éstas son menores y no afectan a la pauta general de datos, que nuevamente presenta como variable más determinante la apariencia macroscópica que adopta la materia.

En el caso de los *sólidos*, en los que la atribución de un espacio vacío resultaba especialmente difícil, la concepción alternativa más común es la de que existe una continuidad en la materia, por lo que *no hay nada, ni siquiera un espacio vacío entre las partículas*. Esta pauta es muy estable, sin verse apenas afectada por la instrucción. Casi la mitad de las respuestas se concentran en esta concepción, que resulta plenamente coherente con la apariencia perceptiva que adoptan los sólidos: entidades compactas, densas y continuas, sin separación entre los elementos que las componen. Una vez más vemos como los alumnos generan modelos de las partículas que adoptan rasgos *macroscópicos*, siendo incapaces de diferenciar entre el análisis microscópico de la materia (las partículas y sus interacciones) y la percepción macroscópica de la apariencia que adopta esa misma materia.

Aunque la pauta general muestra en los sólidos un predominio de esta concepción continua, en el caso de los químicos, aumentan apreciablemente las interpretaciones según las cuales entre las partículas de un sólido

hay aire. Una posible interpretación de este dato sería que al estudiar las propiedades de distintos sólidos tanto minerales como compuestos cristalinos, los estudiantes de química han visto la posibilidad de que aparezcan dentro de las redes cristalinas iones o moléculas extraños (por ejemplo, moléculas de agua de hidratación o aire en el caso de sólidos porosos), cosa que no tiene porque ocurrir en los ejemplos que se presentan en el cuestionario. Esta posibilidad podría indicar que detrás del entramado teórico de átomos, moléculas, iones, etc que manejan los alumnos persiste una visión de la materia en la que se mezclan de forma indiscriminada niveles explicativos macroscópicos y microscópicos. Esta hipótesis necesitaría comprobarse, lo que, probablemente, requeriría la realización de entrevistas individuales a estos sujetos.

En el caso de los *gases*, encontramos también una pauta muy clara y estable en las concepciones alternativas, que si bien se diferencia de la observada en los sólidos, mantiene una tendencia común: el predominio de los rasgos perceptivos en la representación de la estructura de la materia, en este caso los gases, o si se prefiere una vez más la indiferenciación entre la estructura microscópica y la apariencia macroscópica de la materia. En este caso la concepción alternativa predominante en casi todos los grupos —con la excepción de los psicólogos— es la *presencia de aire entre las partícula*. Esta pauta que resulta de nuevo muy persistente y estable a pesar

de la instrucción —de nuevo también la comparten los estudiantes de química—, se acomoda bastante también a esa influencia de la apariencia perceptiva de la materia en su representación microscópica. Mientras que la idea de que entre las partículas de un sólido no hay nada es muy creíble fenomenológicamente, la presencia de aire entre las partículas de un gas es también fácilmente aceptable si atendemos a nuestra experiencia perceptiva. De hecho, esto es real en el caso de gases que se difunden y mezclan con el aire, que es la forma en que podemos observar los gases en la mayoría de las ocasiones cotidianas. Pero no es lo que ocurre en las situaciones que se plantean en los distintos ítems del cuestionario, en los que precisamente se han utilizado ejemplos de gases recogidos en un recipiente y que, claramente, no están mezclados con el aire.

En cambio, la pauta de concepciones alternativas para los *líquidos* es bastante menos clara y sistemática, respondiendo quizás a su propia indefinición fenomenológica. No hay ninguna idea que predomine de modo sistemático y estable a través de todos los grupos, como sucedía con los gases y los sólidos, sino que la pauta cambia levemente de un grupo a otro, sin que las diferencias lleguen a ser muy notables, y ni siquiera podemos encontrar una alternativa conceptual predominante para cada uno de los grupos, ya que todas las concepciones alternativas se utilizan, aunque no de modo estable o claramente predecible.

Bibliografía

- CAREY, S. (1991). Knowledge acquisition enrichment or conceptual change? En: S. Carey y R. Gelman (eds.) *The epigenesis of mind: essays on biology and cognition*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- CHI, M.T.H. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: examples from learning and discovery in science. En: R. Giere (ed.), *Cognitive models of science. Minnesota Studies in the Philosophy of Science*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- DRIVER, R.; SQUIRES, A.; RUSHWORTH, P. Y WOOD-ROBINSON, V. (1994). *Making sense of secondary school*. Londres: Routledge. Trad. Cast. de M.J. Pozo: *Dando sentido a la ciencia en secundaria*. Madrid: Visor, 1999.
- ESTANY, A. (1990). *Modelos de cambio científico*. Barcelona: Ed. Crítica.
- GÓMEZ CRESPO, M.A. Y POZO, J.I. (en prensa). La consistencia de las teorías sobre la naturaleza de la materia: Una comparación entre las teorías científicas y las teorías implícitas. *Infancia y Aprendizaje*.
- GÓMEZ CRESPO, M.A.; POZO, J.I. Y SANZ, A. (1995). Students' ideas on conservation of matter: effects of expertise and context variables. *Science Education*, 79 (1), 77-93.
- GÓMEZ CRESPO, M.A.; POZO, J.I.; SANZ, A. Y LIMÓN, M. (1992). La estructura de los conocimientos previos: una propuesta de núcleos conceptuales. *Investigación en la Escuela*, 18, 23-40.
- NESHER, P. Y SUKENIK, M. (1991). The effect of formal representation on the learning of ratio concepts. *Learning and Instruction*, 1 (2), 161-175.
- POZO, J.I. Y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1997). *Cambio conceptual en Química*. Memoria de investigación no publicada. Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Madrid.
- POZO, J.I. Y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A.; LIMÓN, M. Y SANZ, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: ideas de los alumnos sobre la química*. Madrid: Servicio de Publicaciones del M.E.C.
- POZO, J.I.; GÓMEZ CRESPO, M.A. Y SANZ, A. (1993). *La comprensión de la química en la adolescencia*. Memoria de Investigación no publicada. Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Madrid.
- POZO, J.I.; GÓMEZ CRESPO, M.A. Y SANZ, A. (1999). When Change Does Not Mean Replacement: Different Representations for Different Contexts. En: W. Schnotz; S. Vosniadou y M. Carretero (eds.), *New Perspectives on conceptual change*. Oxford: Elsevier Science.
- STAVY, R. (1995). Conceptual development of basic ideas in Chemistry. En: S. M. Glynn y R. Duit (eds.) *Learning science in schools*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- THAGARD, P.R. (1992). *Conceptual revolutions*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- VOSNIADOU, S. (1994). Universal and culture-specific properties of children's mental models of the earth. En: L. Hirschfeld y S. Gelman (eds.), *Mapping the mind*. Cambridge, Ma.: Cambridge University Press.

Resumen

Esta investigación analiza las teorías sobre la naturaleza discontinua de la materia y el vacío mantenidas por adolescentes y adultos universitarios con diferente nivel de instrucción en química. Las respuestas de los sujetos a un cuestionario preparado para esta investigación, se analizaron teniendo en cuenta tanto la proporción de aciertos, basada en la idea de que entre las partículas de una sustancia existe un espacio vacío, como el uso relativo de las distintas concepciones alternativas, en función del nivel de instrucción y el contenido de la tarea. Uno de los datos más relevantes que se obtienen es la escasa comprensión de la idea de vacío a pesar de la instrucción científica. La concepción discontinua de la materia se enfrenta a fuertes concepciones alternativas, muy estables y diferentes en función del contenido químico de la tarea (el estado de agregación de las sustancias estudiadas). Los sujetos no activan las mismas representaciones para todas las sustancias, sino que éstas dependen de la apariencia perceptiva adoptada por la materia.

Palabras clave: teorías implícitas; comprensión de la química; cambio conceptual.

Abstract

This paper analyses the theories both adolescents and university students have on the discontinuous nature of matter and vacuum when having reached different levels of instruction on Chemistry. The answers to a questionnaire provided by the two former groups were analysed. These answers varied depending on the level of instruction and they ranged from the correct ones (the idea that in between the particles of matter there is vacuum) and other alternative conceptions. Something which was relevant was the little understanding of the idea of vacuum. The discontinuous conception of matter faces other strong alternative conceptions which are quite fixed and differ according to the chemical content of the task. The subjects under test did not activate the same representation for all the substances. This was done according to the appearance adopted by matter.

Key words: implicit theories, understanding of chemistry, conceptual change.

Miguel Ángel Gómez Crespo

*I.E.S. Victoria Kent. Torrejón de Ardoz
28850 MADRID*

E-mail: mgomez@platea.pntic.mec.es

Juan Ignacio Pozo

*Facultad de Psicología
Universidad Autónoma de Madrid
Ciudad Universitaria de Cantoblanco
Carretera de Colmenar, Km. 15,5
28049 MADRID*

E-mail: nacho.pozo@uam.es

Normas para los autores

- 1) *TARBIYA, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, admite trabajos y artículos inéditos, en castellano para cada una de sus secciones. La aceptación de los mismos corresponde al Consejo Editorial y serán remitidos a nombre de la Revista o al Editor.
- 2) Los originales deberán enviarse por triplicado, mecanografiados a doble espacio por una sola cara en hojas DIN A-4 y con un margen neto a la izquierda. Su extensión no excederá de 20 folios (iconografía aparte).
- 3) Se incluirá una primera página en la que se indicarán en el siguiente orden: título del trabajo, nombre y apellidos del autor o autores y centro de trabajo de los mismos con su dirección completa que posibilite correspondencia. Igualmente figurará un resumen en castellano y su traducción inglesa, de no más de 200 palabras, así como de 3 a 6 palabras claves en ambos idiomas.
- 4) Los trabajos de experimentos de investigación constarán de introducción, métodos, resultados, discusión y referencias.
- 5) Las referencias bibliográficas en el seno del texto, se citarán entre paréntesis con el apellido(s) del autor y año. Si el nombre del autor figura en el texto, se citará únicamente el año entre paréntesis.
- 6) La bibliografía se incluirá al final del trabajo en orden alfabético de apellidos, siguiendo los siguientes criterios: autor(es), año, título completo, lugar de edición y editorial. En el caso de artículos de revistas se incluirá: autor(es), año, título, nombre de la revista, número de páginas. Ejemplos:

BRINCONES, I. (comp.) (1991). *Lecturas para la formación inicial del profesorado*. Madrid: Ediciones de la UAM.
GONZÁLEZ, E. (1991). Escalas Reynell, adaptación a la población española. *Cuadernos del ICE.*, 18, 33-50.
- 7) Las notas se relacionarán numeradas a pie de página. Si dichas notas incluyesen referencias bibliográficas, se citarán según el criterio fijado en el punto 5°.
- 8) Las tablas, figuras, cuadros, gráficos, esquemas y diagramas, se presentarán en tinta negra sobre papel blanco. Se enviarán en hojas independientes numeradas y con su título o texto explicativo (si lo hubiera) mecanografiado a doble espacio en hoja aparte. El autor marcará en el margen del texto, a lápiz, con el número correspondiente, la ubicación aproximada en la que deberán aparecer los materiales iconográficos, independientemente, de que aparezca explícitamente señalado en el texto.
- 9) Salvo casos excepcionales no se admitirán fotografías, que deberán ser en blanco y negro, en brillo y de calidad suficiente para su reproducción. Su tamaño no será inferior a 6 x 9. Deberán ir numeradas al dorso indicando el apellido del autor o primer autor del trabajo. Sus títulos o textos (si los hubiera) deberán no superar los cuatro renglones, mecanografiados a doble espacio en hoja aparte. Igualmente se indicará en el margen del texto, a lápiz, su ubicación aproximada. Fotografías y textos se enviarán dentro de un sobre propio.
- 10) Los originales que deban ser modificados para su publicación, serán enviados a sus autores. Así mismo se comunicará la aceptación de trabajos para su publicación.

tarbiya

Revista de investigación e innovación educativa

BOLETÍN DE SUSCRIPCIÓN
PARA EL AÑO 2001 (3 NÚMEROS)

Apellidos Nombre
Calle N.º Código Postal
Ciudad Provincia Tfno.

En caso de solicitar factura:

A nombre de
..... NIF/CIF:

PRECIO DE LA SUSCRIPCIÓN (gastos de envío incluidos):

— Nacional 2.250 Ptas. — Extranjero 3.000 Ptas.

FORMA DE PAGO: Talón a nombre de: **Fundación General de la UAM - Tarbiya**

Envío del talón y del boletín de suscripción a:

Servicio de Publicaciones
Instituto de Ciencias de la Educación
Campus Universitario de Cantoblanco
28049 MADRID
Tel.: 91 397 46 35 / 91 397 50 22

BOLETÍN DE SUSCRIPCIÓN

Deseo suscribirme a **SECUENCIAS. Revista de Historia del Cine** a partir del número _____.

NOMBRE:

APELLIDOS:

DIRECCIÓN POSTAL:

Suscripción anual (dos números):

1 año	España	Europa	Otros países
Individual	1.750 pesetas	3.000 pesetas (18 euros)	3.500 pesetas (25 dólares)
Institucional	2.500 pesetas	3.500 pesetas (21 euros)	4.000 pesetas (28 dólares)

Suscripción bianual (cuatro números):

1 año	España	Europa	Otros países
Individual	3.500 pesetas	6.000 pesetas (36 euros)	7.000 pesetas (50 dólares)
Institucional	5.000 pesetas	7.000 pesetas (42 euros)	8.000 pesetas (56 dólares)

Forma de pago

- Talón nominativo a nombre de:
Asociación Cultural Animatógrafo. Revista Secuencias
- Transferencia a la cuenta corriente:
2085/9285/62/0300043990

Dirección Postal: Instituto de Ciencias de la Educación - Universidad Autónoma de Madrid - 28049 Madrid



BOLETÍN DE SUSCRIPCIÓN

Deseo suscribirme a **SECUENCIAS. Revista de Historia del Cine** a partir del número _____.

NOMBRE:

APELLIDOS:

DIRECCIÓN POSTAL:

Suscripción anual (dos números):

1 año	España	Europa	Otros países
Individual	1.750 pesetas	3.000 pesetas (18 euros)	3.500 pesetas (25 dólares)
Institucional	2.500 pesetas	3.500 pesetas (21 euros)	4.000 pesetas (28 dólares)

Suscripción bianual (cuatro números):

1 año	España	Europa	Otros países
Individual	3.500 pesetas	6.000 pesetas (36 euros)	7.000 pesetas (50 dólares)
Institucional	5.000 pesetas	7.000 pesetas (42 euros)	8.000 pesetas (56 dólares)

Forma de pago

- Talón nominativo a nombre de:
Asociación Cultural Animatógrafo. Revista Secuencias
- Transferencia a la cuenta corriente:
2085/9285/62/0300043990

Dirección Postal: Instituto de Ciencias de la Educación - Universidad Autónoma de Madrid - 28049 Madrid