

INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL CAMBIO CONCEPTUAL

LEONARDO FRANCISCO BARÓN BIRCHENALL*
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. ARGENTINA

Resumen

Este artículo trata del proceso de cambio conceptual. Se brinda una definición clara, se ejemplifica, se refieren los antecedentes de su estudio, se presentan algunos temas actuales en el ámbito investigativo, y se comentan, finalmente, algunas repercusiones que el estudio del cambio conceptual tiene en la educación. En el escrito se contextualizan los resultados de las investigaciones sobre cambio conceptual con teorías contemporáneas pertenecientes a la ciencia cognitiva.

Palabras clave: Cambio conceptual, educación, metacognición, ciencia cognitiva.

INTRODUCTION TO THE CONCEPTUAL CHANGE STUDY

Abstract

This article is about the process of conceptual change. It gives a clear definition about it, gives some examples, refers the antecedents of the academic investigation, presents some current topics on the research, and outlines some repercussions that the conceptual change investigation have in the educational processes. The paper contextualizes the research on conceptual change with contemporary theories within the cognitive science.

Key words: Conceptual change, education, metacognition, cognitive science.

DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

El proceso de aprendizaje de ninguna forma es reductible al hecho de acumular conocimientos para su uso posterior, ya que implica además, entre otras cosas, modificar las ideas que se tienen sobre el mundo, la forma de usarlas y la forma de relacionarlas entre sí. La sustitución o modificación de los conceptos que posee un individuo, así como la transformación de los procesos mediante los que se manejan dichos conceptos, se conoce como cambio conceptual (Pozo, 1999). Igualmente, hay que anotar, se utiliza la expresión cambio conceptual para referirse tanto al proceso de alteración de las ideas como a su resultado (Chi, Slotta & de Leeuw, 1994).

Sin embargo, aunque la modificación conceptual es un hecho, no todos los académicos están de acuerdo sobre la forma en que sucede, e incluso, sobre la ubicación misma de los conceptos. Por ejemplo, un teórico tan influyente en la ciencia moderna

como lo es Noam Chomsky ha mostrado durante toda su carrera una gran reticencia a aceptar que los conceptos se constituyan mediante cualquier tipo de referencialidad externa; esto lo lleva a la conclusión que las ideas son abstracciones de estados cerebrales que sólo se modifican en virtud de sus relaciones formales con otras ideas, consistentes asimismo en abstracciones de estados neuronales (Chomsky, 1967, 1998, entre otros).

Por el contrario, autores como Esfeld (2001) se muestran más optimistas respecto a la posibilidad de que los conceptos se creen y se modifiquen con arreglo a las relaciones interpersonales y a la práctica social misma. De hecho, Esfeld (2001) propone que la determinación del contenido conceptual que constituye las creencias de las personas se debe mayoritariamente a los usos sociales. En específico, todo cambio en los significados, afirma el autor, es prescrito por las prácticas sociales, de tal suerte que las constricciones de tipo conductual impuestas por los

* Estudiante de la maestría en psicología cognitiva de la Universidad de Buenos Aires. Psicólogo de la Universidad Santo Tomás de Bogotá. Puede dirigirse la correspondencia a laescaladesol@gmail.com

prójimos llevan a las personas a establecer la relación concepto-objeto, en busca de una concordancia con los otros habitantes de su entorno. Dichas prácticas sociales, además, regulan las circunstancias en las que es correcto utilizar uno u otro concepto para referirse a un objeto.

Por otra parte, al margen de la fuente que pueda generar la modificación de las ideas, se ha asegurado que es incorrecto afirmar la existencia de un cambio conceptual en sí mismo, ya que lo que realmente sucede, de acuerdo a Pozo (1999), es que se agregan nuevos significados a las concepciones ya existentes, sin borrar, por decirlo de alguna forma, los significados precedentes. De este modo, los significados originales que fueron modificados en el transcurso del cambio conceptual, quedarían en la mente como una suerte de historial de aprendizaje. Consecuentemente, sería mejor hablar de evolución, desarrollo o enriquecimiento conceptual, afirman por su parte Moreira & Greca (2003).

En todo caso, el proceso de modificación conceptual, bien se entienda como enriquecimiento o como cambio, ha sido desde hace varias décadas ampliamente estudiado en el campo de la psicología, la educación y la filosofía de la ciencia. En este sentido, una teoría que marco un hito en el estudio del cambio conceptual es la propuesta por Posner et al. (1982); la cual presentamos brevemente a continuación.

De acuerdo a Posner et al. (1982), el proceso de modificación conceptual de una persona corriente guarda gran semejanza con la forma en que se modifican las teorías científicas. De esta forma, tanto los investigadores profesionales como los estudiantes de colegio presentan procesos de *asimilación* y *acomodación* a la hora de modificar sus concepciones (aclaran los autores que aunque los términos sean idénticos a los usados por Piaget no se encuentran comprometidos con su teoría en particular).

Puntualmente, la asimilación consistiría en valerse de concepciones antiguas para lidiar con nuevos problemas, mientras que la acomodación equivaldría a un cambio central y radical de ideas. Por otra parte, afirman Posner et al. (1982), centrándose específicamente en el proceso de acomodación, que para lograr el cambio conceptual se requiere del cumplimiento de los cuatro siguientes criterios: 1. Debe haber insa-

tisfacción con las concepciones que se poseen, debido a su incapacidad de resolver un número suficiente de problemas; 2. Las nuevas concepciones deben ser inteligibles, así como los términos en que éstas se presentan; 3. Las nuevas concepciones no deben parecer raras o muy ajenas a la teoría existente; 4. La nueva concepción debe parecer fructífera en el sentido en que indique posibles generalizaciones y avances.

A estos criterios se les añadió, años más tarde, consideraciones de tipo social, personal e institucional, así como especificaciones respecto a los distintos modos de representación y articulación de las concepciones nuevas y precedentes, buscando responder a diversas críticas que había generado el modelo (Moreira & Greca, 2003).

Por lo demás, con el transcurso de los años se han encontrado diversos factores y fenómenos que rodean el proceso de cambio conceptual, como son la práctica y el aprendizaje, la maduración biológica, la experiencia, la educación, la parentalidad y el contexto. En este sentido, se ha hecho particular hincapié en la influencia que poseen los padres en el proceso de esquematización del conocimiento por parte de los niños mediante la estimulación de la creación y verbalización de estrategias cognitivas, métodos de resolución y procesos de planificación (Mateos, 2001).

Dicha verbalización de los procesos de aprendizaje, continúa Mateos (2001), facilitaría el cambio conceptual debido entre otras cosas a que se considera que transformar información de un estado procedimental a un estado declarativo puede consolidar su estadía en la memoria y facilitar su uso en diversos ámbitos¹. Tal paso del conocimiento procedimental al declarativo puede considerarse una ruta contraria a la de habituación, en la cual se vuelve procedimental una serie de fases encaminadas hacia una meta, bien sea a nivel cognitivo o motor, que se aprende mediante el lenguaje (Martí, 1999).

En cualquier caso, el cambio conceptual no sólo implica la adquisición de conocimientos, sino también la regulación de los mismos, o lo que es igual, su establecimiento, flexibilización y monitoreo constante en forma de planes encaminados a un objetivo específico (Martí, 1999). En este sentido, el establecimiento de metas, sub-metas, planes y contingencias, así como su seguimiento, comprobación y modificación,

¹ Se refiere aquí la distinción teórica entre memoria declarativa y procedimental propuesta por Cohen y Squire en los ochenta (Ruiz Vargas, 2000). De acuerdo a la cual se considera que existe información que puede transmitirse verbalmente con facilidad gracias a su formato de representación mental, que se conoce como declarativo, mientras que otra no puede serlo tanto debido a que se encuentra representada como una suerte de pasos a seguir para lograr un objetivo, es decir, como un procedimiento.

son un objeto de estudio y aplicación de técnicas pedagógicas que van más allá de la relación referencial del contenido mental con los objetos del mundo.

En lo que toca a la regulación de los conceptos, usualmente se considera que el ajuste, monitoreo y flexibilización de los mismos están a cargo de componentes mentales específicos que se encargan de tareas en particular sin depender de una estructura interpretativa de dominio general² (Martí, 1999). Semejantes componentes mentales funcionarían esencialmente de forma autónoma, haciendo uso de recursos y heurísticos claramente diferenciados de los que, por ejemplo, hace uso el componente mental encargado de la producción y comprensión del lenguaje (una explicación detallada de la concepción modular de la mente y de su funcionamiento algorítmico se puede encontrar en Fodor (1986) y en Jackendoff (1987), respectivamente.

Por otra parte, han indicado Pruneau et al. (2003) que la modificación conceptual puede ser *completa*, cuando se cambia una concepción por otra, o *periférica*, cuando una idea inicial persiste y es incluida en una nueva estructura cognitiva. Más específicamente, durante un cambio conceptual, ciertos conceptos pueden ser adicionados o sustraídos de una estructura de significado, así como también pueden verse modificados vínculos entre diversos conceptos. Téngase en cuenta que pueden existir distintos tipos de vínculos entre conceptos, como la causación física o la coexistencia temporal o espacial.

Ahora bien, para que el cambio conceptual llegue a buen término, estima Vosniadou (1994), debe darse la modificación gradual de los modelos mentales que las personas tienen sobre el mundo; entendiendo modelo mental como las representaciones dinámicas y generativas que proveen explicaciones causales de fenómenos físicos permitiendo generar predicciones acerca del estado de las cosas en el mundo (Vosniadou, 1994, p. 48).

Para que se dé la modificación de los modelos mentales, prosigue Vosniadou (1994), debe existir un proceso de *enriquecimiento* o de *revisión*. El enrique-

cimiento se refiere a la adición de conceptos a una estructura teórica preexistente, mientras que la revisión trata de cambios tanto en creencias y presuposiciones como en las relaciones estructurales internas de las teorías.

En cuanto a las clases de estructuras teóricas que se conforman mediante el cambio conceptual, comenta Vosniadou (1994) que existen teorías *específicas* y teorías *marco*. Puntualmente, una teoría específica consistiría en una serie de proposiciones o creencias interrelacionadas que describen las propiedades y comportamiento de los objetos físicos, generadas mediante la observación o de acuerdo a la información dada por la cultura.

Las teorías marco, por su parte, serían conjuntos de proposiciones interrelacionadas referidas a los sucesos del mundo fuertemente afianzadas en la mente. Este tipo de teorías influiría la adquisición del conocimiento en forma tal que dificultaría notablemente cualquier modificación que debiese hacerse al interior de sí misma y no en una teoría específica. En otras palabras, el cambio conceptual es particularmente difícil de lograr, y va probablemente a culminar en malentendidos, cuando requiere una revisión de presuposiciones fundamentales de las teorías marco preexistentes (Vosniadou, 1994).

En este sentido, se podría atribuir la dificultad de modificar una teoría marco al arraigo del formato representacional que posea, considerando que no todas las representaciones pueden cambiarse con igual facilidad. Recordemos que los formatos de representación del conocimiento varían, entre otras cosas, en el nivel de acceso que posee la conciencia a ellos. De acuerdo a Karmiloff-Smith (1994), por ejemplo, el formato de representación de los conceptos se va modificando de forma tal que éstos alcanzan características constituyentes cada vez más explícitas; características tales, que facilitarían la modificación consciente de las representaciones, favoreciendo de paso el uso de estrategias de resolución de problemas conocidas en contextos distintos al que se asociaron en primer término³. En este caso, se generaría un cambio concep-

² Esta concepción modular del funcionamiento metacognitivo de la mente está fuertemente enraizada en la polémica acerca del carácter general o específico de las funciones del pensamiento (puede referirse el lector a Fernández y Ruiz (1990) o a Justo (2004)).

³ No obstante, el formato en el que están representados mentalmente los conceptos es hoy en día tema de discusión por parte de la ciencia cognitiva (véase por ejemplo Minervino, Molinari y Duarte, 2000). Si las ideas se almacenan en la memoria en forma de imágenes o en forma de proposiciones (unidades abstractas de información), es un asunto que resta aún por ser dilucidado. Lo usual es que se considere un formato de almacenamiento dual.

tual que no estaría centrado en el significado en sí del concepto sino en la forma de aplicarlo y de acceder a él. (Otras repercusiones del proceso que describe Karmiloff-Smith en el ámbito del cambio conceptual se analizan en Pozo, 1999).

En todo caso, aparte de dificultarse la modificación de una teoría marco debido a su propia conformación, la aplicación de una teoría específica puede verse igualmente obstaculizada si es que no se posee, a parte del conocimiento de las relaciones conceptuales que implica en sí la teoría, información sobre el tipo de casos o situaciones en que pueden aplicarse los datos que se poseen.

Es por esto, entre otras cosas, que no debe dejarse de lado la práctica pedagógica de informar acerca de la utilidad, el significado y las posibles modificaciones que se puedan hacer a las estrategias de resolución de problemas que se enseñen (además de enseñar el procedimiento, claro está); ya que se facilita así la utilización consciente de la información en problemas no convencionales o poco habituales (probablemente mediante análisis metafóricos).

Al respecto, se ha afirmado que los problemas escolares presentados mediante situaciones abstractas son más difíciles de resolver que otros presentados mediante situaciones contextualizadas, así sea la misma lógica la que subyace a ambos (Campanario, 2000; Duschl, 1995). En consecuencia, debería transmitirse lo que Mateos (2001) llama "conocimiento condicional"; el cual comprende el cuándo y el porqué de la utilización de una estrategia.

Téngase en cuenta además, que aun siendo habitual en la resolución de problemas el uso de métodos conocidos en forma automatizada, también puede generarse una búsqueda consciente de métodos posibles ante problemas que no son de fácil resolución mediante las estrategias acostumbradas (Mateos, 1999). En ese caso, el conocimiento contextual de las teorías adquiridas facilitará, como hemos dicho, que se encuentren soluciones a problemas percibidos como novedosos.

Por otra parte, hay que señalar que el proceso de cambio conceptual se enfrenta a una gran dificultad consistente en la resistencia que las ideas presentan al cambio (Rodrigo & Correa, 1999). De tal suerte, las concepciones que se encuentran en el sistema cognitivo tienden a establecerse definitivamente; llegando a generar explicaciones erróneas que hubieran podido ser clarificadas mediante conceptos a los que las propias concepciones precedentes impidieron establecerse.

Ahora bien, aunque es un hecho que a través de la vida adquirimos una cantidad inconmensurable de conceptos, numerosos autores han planteado que, además, venimos al mundo con estructuras conceptuales referidas a la biología, a la física, a la aritmética e incluso a la psicología (o en todo caso, que las adquirimos a tempranísima edad) (Cosmides & Tooby, 2002; Hirschfeld & Gelman, 2002; Pinker, 2001). La cualidad congénita de dicho conocimiento, o la relación de un concepto con un conocimiento de ese tipo, podría acaso explicar la dificultad para modificar, flexibilizar e integrar ciertas ideas que presentan la tendencia a resistirse a la modificación, esto es, que se ven afectadas por una clase de inercia que las empuja a establecerse en la forma que han adquirido y a mantener vigente un tipo de explicación ante determinado fenómeno (Rodrigo & Correa, 1999).

Al respecto, estima Campanario (2000) que se puede facilitar el cambio conceptual en las escuelas haciendo conscientes a los estudiantes de que sus puntos de vista se asemejan en ocasiones a ideas científicas caducas, las cuales fueron interferidas a la sazón por ideas precedentes que se resistían fuertemente a cambiar.

Desde otro punto de vista, la inercia conceptual atañe a la distinción entre *teorías académicas* y *teorías intuitivas*; disyunción teórica tal, que constituye uno de los temas actuales de discusión en el ámbito de la modificación conceptual. En concreto, los conceptos y las relaciones conceptuales que poseen las personas acerca de los fenómenos del mundo, aun antes de la escolarización, son sintetizados, combinados y empleados para solucionar los problemas presentes en el contexto cotidiano, ya sean éstos aplicados o abstractos. De esta forma se constituye un cuerpo teórico al que se ha llamado intuitivo para diferenciarlo de las construcciones conceptuales regidas por presupuestos del método científico, que usualmente se denominan escolares o académicas (Pozo & Scheuer, 1999).

Desde estos presupuestos, el proceso de escolarización supone un cambio encaminado a utilizar las teorías académicas para explicar los fenómenos del mundo; de tal manera que se genere una modificación de las representaciones preexistentes, ya sean éstas de orden espontáneo, inducido o generadas mediante procesos metafóricos (Rodrigo & Correa, 1999).

Con todo, estructuras conceptuales no científicas pueden producir mejores resultados que otras que sí lo son, debido a que la explicación de las acciones está fundamentada en la percepción, a diferencia de

las teorías académicas, las cuales, para su constatación e incluso utilización, requieren artefactos o métodos que suelen ir más allá de los sentidos (Rodrigo & Correa, 1999). En otras palabras, de algunas teorías intuitivas pueden pervivir concepciones que influyen en teorías más elaboradas, o que incluso, conviven con las explicaciones académicas a través del tiempo, debido, tanto a la facilidad de su constatación, como a la propia inercia de la explicación que generan.

Respecto a la influencia de las teorías intuitivas en la escolarización, afirman Rodrigo & Correa (1999) que los procesos educativos suelen suponer la existencia de una continuidad natural entre el conocimiento cotidiano y el escolar. No obstante, estos mismos autores niegan tal supuesto, y entre las diferencias que atribuyen al conocimiento cotidiano y al escolar, resalta el grado de complejidad, la finalidad y los métodos de solución de problemas que implican.

En este punto en particular concuerdan Moreira & Greca (2003), quienes afirman que no es lo mismo el aprendizaje de los alumnos y el cambio conceptual a nivel científico, a pesar de las ideas que pueda generar el paralelo. Nótese que estas afirmaciones van en franca discordancia con la idea de Posner et al. (1982), según la cual la modificación del conocimiento es similar a nivel individual y a nivel científico.

Una particular afirmación sobre el tema es la de Segura (1991), para quien los esquemas de conocimiento que los estudiantes poseen con anterioridad a la enseñanza escolar se asemejan a esquemas teóricos sostenidos antaño, en especial a concepciones aristotélicas; aunque sin una coherencia interna siquiera comparable a la de la teoría de Aristóteles, puntualiza el autor. Sin embargo, de acuerdo a Chi, Slotta & de Leeuw (1994) este fenómeno parece ser privativo del campo de la física.

Por lo demás, las teorías preexistentes, llamadas también teorías alternativas, se caracterizan por carecer de coherencia interna, por ser generadas principalmente mediante asociación e inducción y por ser inconscientes (Chi, Slotta & de Leeuw, 1994; Pozo, 1999). De hecho, las concepciones alternativas de los alumnos no tienen porque estar, ni siquiera implícitamente, es su sistema cognitivo; por el contrario, pueden presentarse como una especie de tendencia a organizar datos de una u otra forma (Pozo, 1999).

Así y todo, la contradicción que pueden llegar a generar las concepciones alternativas, o cualquier grupo de concepciones opuestas, hace que ante un problema novedoso, de trabajosa resolución mediante los conceptos poseídos, o ante la aparición de nuevos conceptos, se genere una suerte de conflicto que ha sido considerado como una especie de motor del cambio conceptual.

En efecto, autores como Aparicio & Moneo (2000) sostienen que conflictos entre conceptos pueden generar la reconstitución de las teorías que poseen los sujetos llegando a beneficiarlos. Sin embargo, no siempre sería así, pues en ciertas ocasiones las teorías que han entrado en conflicto podrían modificarse ad hoc, mientras que en otros casos, el conflicto podría ser tan grande que haría abandonar la tarea que lo inició, afirman Moreira & Greca (2003).

En cualquier caso, la forma en que el conflicto genera un cambio conceptual podría acaso aclararse con ayuda de un concepto de modelo mental correspondiente a un ámbito de investigación distinto al de la modificación conceptual. Nos estamos refiriendo a la teoría de Walter Kintsch (1994a, 1994b, 1996) sobre la comprensión del discurso textual, en la cual es fundamental un nivel representacional en el que se mezcla la información proveniente de la fuente exterior (el texto) con el conocimiento que se posee sobre el mundo. Esta mezcla de información generaría lo que el autor ha llamado modelo mental, en el cual se pierde en forma considerable la estructura del conocimiento proveniente de la fuente externa y se conserva la estructura relacionada proveniente de la combinación coherente de la información novedosa y la preexistente.

De existir incompatibilidades estructurales o de contenido entre estas dos fuentes de información, se generaría una reestructuración tendiente a establecer la coherencia de los postulados mediante la modificación de las relaciones entre los componentes de la red mnemónica que constituye el recuerdo del escrito⁴. De esta forma, la culminación del proceso comprensivo sería una representación estable y coherente de la situación a la que se refiere el texto, o en el caso que nos ocupa, una representación coherente y estable de un concepto.

⁴ En este sentido, la información contenida en la mente se comportaría a la forma de las redes planteadas por los teóricos conexionistas. Véase por ejemplo Haberlandt (1997) o Tienison (1995). En cuanto a la teoría de comprensión de Kintsch consúltese cualquiera de las obras citadas del autor, o si se quiere una versión sucinta de circulación local consúltese Barón (2008).

EJEMPLIFICACIÓN

Del cambio conceptual nos refiere van Haaften (2007) un claro ejemplo consistente en el proceso de desarrollo del juicio moral tal como fue expuesto por Lawrence Kohlberg. Para Kohlberg, de acuerdo a la exposición de Palomo (1989), el juicio moral es una herramienta cognitiva que permite reflexionar sobre los valores y ordenarlos en jerarquías. Estos juicios morales serían formas individuales de pensamiento, un tipo de pensamiento cambiante y en desarrollo que afectaría a su vez otros conceptos, como el de regla.

El concepto de regla, para Kohlberg, pasaría de ser un absolutismo a depender del consenso mutuo, modificando así sus propias características constituyentes, su relación con otros conceptos y las interacciones del niño en el contexto social. El cambio de rol en el contexto social y la maduración biológica del niño, posibilitarían a su vez la modificación del concepto de justicia y su posterior aplicación a los dilemas que se le relacionen (Palomo, 1989).

La transformación gradual de los conceptos de justicia, regla, y otros afines, implicaría entonces la modificación de conductas asociadas a ellos, la resolución de conflictos dentro del campo de la moral, y finalmente, un cambio en el desarrollo del juicio del niño.

Valga agregar que un cambio conceptual infantil de este tipo implica, de acuerdo a Prueneau et al. (2003), un proceso gradual en el que ciertas estructuras conceptuales iniciales basadas en las interpretaciones pueriles de experiencias cotidianas son enriquecidas y reestructuradas continuamente.

Otro ejemplo de la forma en que se desarrolla el cambio conceptual (o mejor, de la forma en que se dificulta el cambio conceptual), esta vez en adultos, corresponde al problema que representa la generalización de la experiencia de un campo del saber a otro, o lo que es igual, el problema de la transferencia de pericia; el cual es también uno de los intereses actuales en el estudio de la modificación del conocimiento (Mateos, 2001).

El fenómeno de la penosa transmisión de la experiencia implica la dificultad en la flexibilización del conocimiento previo y en la aplicación de estrategias conocidas ante problemas poco conocidos o desconocidos; quizás bajo la influencia de una dificultad para verbalizar un tipo de conocimiento que se encuentra representado en forma procedimental en la memoria (Martí, 1999).

Refiriéndose a este mismo fenómeno, Segura (1991) apunta que en las escuelas es común observar que los estudiantes sólo pueden aplicar los conocimientos que poseen ante los cuestionamientos de los maestros, o ante lo que se ha enseñado a explicar en la escuela; no ante problemas cotidianos. En este sentido, afirma el mismo autor, las instituciones educativas pueden verse beneficiadas por la adopción de enfoques multidisciplinario que generen contenidos transversales en los currículos; contenidos tales, de los que habrán de encargarse maestros de distintas asignaturas.

ANTECEDENTES DEL ESTUDIO ACADÉMICO

Entre los antecedentes y fundamentos de la investigación del cambio conceptual, o cambio cognitivo, como solía denominarse, se encuentran los estudios en didáctica y filosofía de la ciencia y las teorías de desarrollo cognitivo, especialmente la de Jean Piaget (Aparicio & Moneo, 2000).

La didáctica de la ciencia, campo aplicado de la disciplina científica, se centra en los procesos de enseñanza y profundiza en el estudio de la modificación de los conceptos ante un nuevo aprendizaje. Este tipo de ciencia tiene como reto dilucidar cómo se desarrolla la interacción entre la información novedosa y la preexistente (abarcando entonces el tema del conflicto como cambio conceptual que se refirió más atrás).

La filosofía de la ciencia, por su parte, ha influido en el estudio del cambio conceptual mediante las teorías de Kuhn, Lakatos y Popper, principalmente (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982). En consonancia con los lineamientos de este tipo de filosofía se modificó la concepción del cambio de las estructuras conceptuales a nivel científico, pasando de considerar las teorías como extensiones lógicas de las estructuras precedentes a considerar los paradigmas científicos, antes y después de los cambios conceptuales, como estructuras proposicionales dispares (Van Haaften, 2007).

Cabe anotar que la filosofía de la ciencia a la que hacemos referencia se centra en el estudio del cambio de paradigmas, esto es, en un tipo de cambio en el sistema conceptual social; de allí se extrapolan las conclusiones al cambio conceptual individual.

Se cuenta también entre las teorías influyentes en el nacimiento del estudio del cambio conceptual, la propuesta de desarrollo cognitivo de Jean Piaget (1926, por ejemplo) la cual enfatiza la adquisición de estructuras de pensamiento de complejidad creciente que modifican la forma en que se entiende el mundo y se interactúa con él.

Los estudios de Piaget se refieren precisamente a la modificación de estructuras conceptuales, fundamentando sus conclusiones en resultados de pruebas prácticas realizadas a niños (sobre conservación de materia o explicación de fenómenos naturales, entre otras). De los resultados de estas pruebas, Piaget infería el estado cognitivo en el que se encontraban los niños; con lo cual, además, aportó una base metódica al estudio del cambio conceptual. En específico, el concepto de acomodación de Piaget constituye un antecesor de la concepción de conflicto cognitivo como motor de cambio; sin embargo, el cambio al que se refería Piaget no era tanto a nivel conceptual como estructural (Moreira & Greca, 2003).

En contraste, la teoría de estadios de Piaget ha llevado a algunos profesores de ciencias y escritores de currículos de ciencias a considerar que en ciertas edades los estudiantes no son capaces de hacer una u otra cosa; de este modo explican fallas en la transmisión del conocimiento que pueden deberse a otros hechos, que sí serían modificables, explica Duschl (1995).

No se debe olvidar, por otra parte, la influencia de la ley de desarrollo cultural de Vygotsky y de la teoría de andamiaje de Bruner en el estudio temprano del cambio conceptual (Mateos, 2001). Ambas teorías enfatizan la influencia cultural y social en la modificación de estructuras conceptuales, ya sea internalizando procesos que se presentan en primer término en una sociedad para personalizarse después mediante el lenguaje (Vygotsky, 1934; Wertsch, 1988), o llamando la atención sobre la influencia de los adultos, profesores y educadores en general, en la resolución de problemas por parte de los estudiantes, mediante estructuras conceptuales más complejas que las poseídas por éstos (Fernández, Wegerif, Mercer y Rojas-Drummond, 2001).

REPERCUSIÓN PEDAGÓGICA

De acuerdo con las consideraciones precedentes, diremos que el objeto de la enseñanza no debe cifrarse únicamente en la adquisición de conceptos, ya que los estudiantes deben aprender procedimientos y contextos de aplicación además de la información misma. En este sentido, los escolares deben saber cómo aplicar el conocimiento que poseen, en qué contextos, y qué variaciones pueden realizar sobre los procesos y conceptos que han operacionalizado: no sólo se debe enseñar a saber hacer, además se deben transmitir conceptualizaciones sobre el aprendizaje y sus estrategias.

Por otra parte, la educación debe perseguir la modificación, adecuación y flexibilización de las teorías; tanto las que se enseña en clase como las que los estudiantes poseen de forma natural, y mezclan con los conocimientos académicos. Por lo tanto, los educadores no han de ignorar las explicaciones con las que un joven llega a clase, o las que utiliza naturalmente para entender algún fenómeno; por el contrario, deben ocuparse de fomentar una integración productiva de los conocimientos intuitivos y los académicos. Desafortunadamente, se ha hecho notar que los profesores no están acostumbrados a usar información proporcionada por los alumnos para analizar los problemas que se presentan en clase (Duschl, 1995).

Debe establecerse entonces, una enseñanza constructiva y ecológica, o lo que es igual, un tipo de educación que no pase por alto el contexto en el que se lleva a cabo la transferencia de conocimiento y la relación mediante la que se transmite el mismo. Se deben aplicar estrategias pedagógicas que cedan paulatinamente la responsabilidad del aprendizaje del profesor al estudiante, y que sean condicionales, en el sentido en que enseñen bajo qué condiciones puede o debe usarse el conocimiento (Mateos, 2001).

Se señala además que en el proceso de cambio conceptual, la atribución de sentido y la relación de información son constituyentes fundamentales, ya que como postula la teoría de niveles de procesamiento, entre más conexiones posea la información en la red de conocimiento más fácil será recordarla y usarla (Best, 2001). Esto implica que en el momento en que se adquiere un nuevo saber será de gran utilidad relacionarlo con información consonante, contrastarlo, desglosarlo, o en general, contextualizarlo de forma tal que se generen conexiones conceptuales con información preexistente, facilitando así el recuerdo y la comprensión.

Por otra parte, de acuerdo con Pozo (1999) constituye una excelente estrategia pedagógica desarrollar, argumentar y contrastar en el aula diferentes modelos mentales del mundo referidos a distintas tareas, de forma tal que se puedan integrar o redescubrir entre sí. En consecuencia, los profesores deberían presentar diversos modelos que expliquen una misma situación, al tiempo que los contrastan con los modelos que poseen los estudiantes.

De acuerdo con Vosniadou, 1994, quien se refiere específicamente a la enseñanza de las ciencias físicas no se deben olvidar los contratiempos que pueden presentarse durante el proceso de cambio conceptual:

1. Inconsistencias: suceden cuando piezas de información conflictivas se adicionan en un mismo modelo mental;
2. Conocimiento inerte: aparece cuando una pieza de información inconsistente con un modelo mental preexistente es almacenada en una microestructura paralela al modelo mismo y es usada en ciertas situaciones en vez de la información adecuada;
3. Malentendidos (misconceptions): se producen cuando se intentan reconciliar piezas de información inconsistentes para sintetizarlas en un mismo modelo mental.

No se deben pasar por alto tampoco los diversos motivos que pueden dificultar el cambio conceptual (según Pruneau et al., 2005), entre ellos están:

1. Los estudiantes comprenden una teoría nueva pero no la creen;
2. Los alumnos sostienen a ultranza que su concepción inicial es correcta e ignoran datos que pueden modificarla a favor de la teoría nueva;
3. Los escolares demuestran muy poco interés por el fenómeno estudiado;
4. La comunidad en la que vive el estudiante mantiene concepciones diferentes a las que quieren ser enseñadas.

EPÍLOGO

El cambio conceptual comprende la posesión del conocimiento y la regulación del mismo, es decir, su establecimiento, flexibilización y monitoreo constante en forma de planes encaminados a objetivos específicos y sistemáticos. Para lograr tal modificación de los conceptos se debe contar tanto con la maduración biológica como con la experiencia; siendo influenciado el proceso por la práctica, la enseñanza directa, la habituación y el contexto.

Actualmente se debate sobre distintos supuestos relacionados al cambio conceptual, entre ellos la continuidad natural entre el conocimiento cotidiano y el científico, la dificultad de la transferencia de pericia entre dominios, el formato representacional del conocimiento, la inercia que tienden a presentar las teorías y la existencia de teorías marco y teorías específicas.

En concierto con los postulados acerca de la modificación conceptual se encuentra un tipo de educación que transmite las teorías a la vez que enseña procedimientos para aplicar y analizar el saber en diversos contextos, transfiere a los estudiantes la labor de organizar y validar el acervo de sus propios cono-

cimientos, y no ignora ni demerita las explicaciones que preexisten a la enseñanza escolar.

REFERENCIAS

- Aparicio, J. & Moneo, M. (2000). Los estudios sobre el cambio conceptual y las aportaciones de la psicología del aprendizaje. *Tarbiya: Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 26, 13-30.
- Barón, L. (2008). Influencia de las categorías semánticas innatas en la representación del discurso. *Revista Colombiana de Psicología*, 17, 129-145.
- Best, J. (2001). La memoria como recodificación y correspondencia. En *Psicología Cognitiva* (pp. 123-134). Madrid: Paraninfo.
- Campanario, J. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), pp. 369-380.
- Chi, M., Slotta, J. & de Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- Chomsky, N. (1967). Recent contributions to the theory of innate ideas. En R. Cummins y D. Cummins (Eds.) (2000), *Minds, Brains, and Computers* (pp. 452-457). Malden, MA: Blackwell.
- Chomsky, N. (1998). *Una aproximación naturalista a la mente y al lenguaje*. Barcelona: Prensa Ibérica.
- Cosmides, L. & Tooby, J. (2002). Orígenes de la especificidad de dominio: la evolución de la organización funcional. En L. Hirschfeld y S. Gelman (Comps.), *Cartografía de la Mente* (pp. 132-173). Barcelona: Gedisa.
- Duschl, R. (1995). Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 3-14.
- Esfeld, M. (2001). La normativité sociale du contenu conceptuel. *Cahiers de Philosophie de l'Université de Caen*, 37, 215-231.
- Fernández, M., Wegerif, R., Mercer, N. & Rojas-Drummond, S. (2001). Re-conceptualizing "Scaffolding" and the Zone of Proximal Development in the context of symmetrical collaborative learning. *Journal of Classroom Interaction*, 36(2), 40-54.
- Fernández, P. & Ruiz, M. (Eds.) (1990). Facultades horizontales vs. verticales o de cómo la mente es explicada con dos términos. En *Cognición y Modularidad* (pp. 34-46). Barcelona: PPU.
- Fodor, J. (1986). *La modularidad de la mente*. Madrid: Morata.
- Haberlandt, K. (1997). Representation of knowledge: Neural networks. En *Cognitive Psychology* (pp. 158-187). Allyn and Bacon.
- Hirschfeld, A. & Gelman, S. (2002). Hacia una topografía de la mente: una introducción a la especificidad de dominio. En L. Hirschfeld y S. Gelman (Comps.), *Cartografía de la Mente* (pp. 23-67). Barcelona: Gedisa.

- Jackendoff, R. (1987). *Consciousness and the computational mind*. Cambridge: The MIT Press.
- Justo, D. (2004). El carácter modular de las intuiciones básicas. En E. Rabossi (Comp.), *La Mente y sus Problemas* (pp. 165-193). Buenos Aires: Catálogos.
- Karmiloff-Smith, A. (1994). *Más allá de la modularidad*. Madrid: Alianza.
- Kintsch, W. (1994a). Text comprehension, memory and learning. *American Psychologist*, 49(4), 294-303.
- Kintsch, W. (1994b). The psychology of discourse processing. En M. Gernsbacher (Ed.), *Handbook of Psycholinguistics* (pp. 721-739). Nueva York: Academic Press.
- Kintsch, W. (1996). El rol del conocimiento en la comprensión del discurso: un modelo de construcción-integración. En *Textos en Contexto 2* (pp. 69-138). Buenos Aires: Asociación Internacional de Lectura.
- Martí, E. (1999). Metacognición y estrategias de aprendizaje. En J. I. Pozo y C. Monereo (Coord.), *El Aprendizaje Estratégico* (pp. 111-121). Madrid: Aula XXI-Santillana.
- Mateos, M. (1999). Metacognición en expertos y novatos. En J. I. Pozo y C. Monereo (Coord.), *El Aprendizaje Estratégico* (pp. 122-128). Madrid: Aula XXI-Santillana.
- Mateos, M. (2001). *Metacognición y educación*. Argentina: Aique.
- Minervino, R., Molinari, C. & Duarte, A. (2000). Modelos proposicionales de las funciones cognitivas superiores: ¿qué ganamos y qué perdemos? *Análisis Filosófico*, 20(1,2), 117-178.
- Moreira, M. & Greca, I. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciência & Educação*, 9(2), 301-315.
- Palomo, A. (1989). Laurence Kohlberg: Teoría y práctica del desarrollo moral en la escuela. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 4, 79-90.
- Piaget, J. (1926) (Versión de 1975). *La representación del mundo en el niño*. Madrid: Morata.
- Pinker, S. (2001). Buenas ideas. En *Cómo Funciona la Mente* (pp. 389-463). Barcelona: Destino.
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P. & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Pozo, J. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), pp. 503-512.
- Pozo, J. & Scheuer, N. (1999). Las concepciones sobre el aprendizaje como teorías implícitas. En J. I. Pozo y C. Monereo (Coord.), *El Aprendizaje Estratégico* (pp. 87-108). Madrid: Aula XXI-Santillana.
- Pruneau, D., Richard, J., Langis, J. & Albert, G. (2003). Quand l'enseignement des sciences fait évoluer les idées des élèves au sujet de la pollution et de la santé. *Vertigo*, 4(2), 1-8.
- Rodrigo, M. J. & Correa, N. (1999). Teorías implícitas, modelos mentales y cambio educativo. En J. I. Pozo y C. Monereo (Coord.), *El Aprendizaje Estratégico* (pp. 75-85). Madrid: Aula XXI-Santillana.
- Ruiz Vargas, J, M. (2000). La organización neurocognitiva de la memoria. *Anthropos*, 189/190, 73-101.
- Segura, D. (1991). Una premisa para el cambio conceptual: el cambio metodológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 175-180.
- Tienson, J. (1995). Una introducción al conexionismo. En Rabossi, E. (Comp.), *Filosofía de la Mente y Ciencia Cognitiva* (pp. 359-380). Paidós.
- van Haaften, W. (2007). Conceptual change and paradigm change: What's the difference? *Theory & Psychology*, 17, 59-85.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.
- Vygotsky, L. (1934) (Versión de 1995). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: Paidós.
- Wertsch, J. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós.