

CAMBIO CONCEPTUAL TRANSCULTURAL DESDE UNA PERSPECTIVA INTEGRAL

A TRANSCULTURAL CONCEPTUAL CHANGE FROM A COMPREHENSIVE PERSPECTIVE¹

Oscar E. Tamayo Alzate²

Universidad de Caldas
Universidad Autónoma de Manizales
Colombia.

Palabras clave: Cambio conceptual, aprendizaje, cognición, cultura.

Keywords: conceptual change, learning, cognition, culture

RESUMEN

Asumir en la educación una perspectiva evolutiva para el aprendizaje es importante ya que permite lograr mejores comprensiones sobre los procesos de aprendizaje de los conceptos científicos, de su evolución e interacción con los conceptos estudiados en el aula y de la influencia de factores culturales en dichos procesos. Sin lugar a dudas, la teoría del cambio conceptual ha tenido impacto considerable en el ámbito de la enseñanza y, especialmente, en el de la investigación en educación en las últimas dos décadas. No obstante, es importante destacar que en su gran mayoría estos estudios hacen referencia casi exclusiva a la dimensión conceptual. Los nuevos estudios acerca del cambio conceptual deben dar cabida a dimensiones como la afectiva, la sociocultural y la sociohistórica, de tal manera que, en unión con los aportes conceptuales, los de la filosofía de la ciencia y los de la ciencia cognitiva, se

1 Traducción: Carlos Arturo Muñoz.

Revisión: Centro de Traducción del Instituto de Idiomas UAM.

2 Maestría en Educación y Desarrollo Humano del CINDE. Universidad Pedagógica. Profesor del doctorado en ciencias de la Educación Universidad de Caldas RUD de Colombia. Profesor del doctorado en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud. CINDE. Universidad de Manizales. Director Revista Latinoamericana de Estudios Educativos Universidad de Caldas. Coordinador de la Maestría enseñanza de las Ciencias. UAM. Profesor de la Maestría en la Educación en la Universidad de Caldas



asuma su estudio desde una perspectiva integral. A continuación nos referiremos de manera detallada a aspectos relacionados con los procesos cognitivos vinculados con el cambio conceptual en el marco de una discusión transcultural; en primer lugar, presentaremos algunas consideraciones generales sobre el papel de la cultura en el aprendizaje en el marco de los conceptos de modularidad de la mente y especificidad de dominio; posteriormente haremos referencia al modelo de aprendizaje como cambio o evolución conceptual; finalmente concluiremos con algunos cuestionamientos básicos orientadores de posibles investigaciones futuras. No nos referiremos a aspectos relacionados con la epistemología de la ciencia, la psicología del aprendizaje, la psicología de la formación del concepto. Estos aspectos podrán consultarse en la literatura especializada.

ABSTRACT

In education, to undertake an evolutionary perspective for learning is very important due to the fact that it allows a better understanding of learning processes of scientific concepts, their evolution and interaction with the concepts being studied in the classroom and the influence of cultural factors in such processes. There is no doubt that the theory of conceptual change has had a significant impact in teaching and, especially, in education research in the last two decades. However, it is important to mention that most of those studies refer almost exclusively to the conceptual dimension. New studies about the conceptual change may introduce include dimensions such as the affective, sociocultural and sociohistorical aspects. Thus, together with the contributions from the conceptual view, the science philosophy and the cognitive science, a study from a comprehensive perspective is undertaken. Here, we will refer in detail to some aspects of cognitive processes involved in the conceptual change within the framework of a transcultural discussion. First, we will present some general considerations of the role of culture in the learning process within the framework of the concept of modularity of mind and that of specific domain knowledge. Next, we will refer to the model of learning as conceptual change or conceptual evolution. Finally, we will refer to some basic questions which lead to future research projects. No references will be given about aspects of science epistemology, learning psychology, concept-formation psychology. These should be consulted in the specialized literature.



El lugar de la cultura en la evolución de los conceptos

Son numerosos los estudios sobre cultura y desarrollo cognitivo en el marco general de la educación y no tantos aquellos ubicados en la enseñanza en dominios específicos del conocimiento. Dentro de las principales coincidencias entre los diferentes investigadores en cuanto a los estudios transculturales podemos mencionar las críticas centradas en aspectos de orden metodológico y, de manera más específica, la ambigüedad de los datos desde los cuales se realizan las elaboraciones teóricas. Es de anotar que las líneas aquí planteadas se ubican en el ámbito de los estudios culturales en situación de escolarización y en el ámbito de la formación de conceptos científicos.

A través de las diferentes culturas parece haber consenso sobre las maneras como los estudiantes forman sus conceptos en los diferentes campos del saber y acerca de cómo éstos cambian. Trabajos ya clásicos en la enseñanza de las ciencias (Viennot 1976, Driver et. al., 1989), en el marco del llamado Movimiento de las Concepciones Alternativas, han demostrado hasta la saciedad que las ideas, concepciones o modelos mentales que tienen los estudiantes acerca de un evento determinado son comunes en estudiantes de diversas culturas. En otras palabras, lo que piensa un estudiante acerca de la estructura de la materia, de los ciclos día-noche, del origen de la vida, tiene altos grados de coincidencia entre las diferentes culturas. Asimismo, tomando distancia de los saberes declarativos en los diferentes campos de las ciencias, los procesos descritos para explicar los cambios conceptuales parecen ser comunes, independientemente de la localización geográfica y del bagaje cultural.

En síntesis, al parecer, tanto los productos como los procesos del pensamiento en cuanto a la construcción de conceptos científicos tienen aspectos comunes, así hablemos en el marco de culturas diferentes. Sin embargo, es necesario precisar que no obstante cierto carácter innato que nos posibilita acceder al pensamiento, éste no sería viable sin el reconocimiento de factores culturales, sin el reconocimiento de herramientas y artefactos tecnológicos. Más aun, dada la escasa o nula variabilidad genética en el desarrollo ontogenético de un sujeto, son precisamente los aspectos culturales los que potencian el desarrollo de los sujetos y de las sociedades que estos constituyen. Dado que nacemos y morimos con los genes heredados, salvo aquellos cambios derivados de procesos mutacionales sufridos durante la vida, es la cultura con sus



herramientas y artefactos la que potencia el desarrollo cognitivo. Surgen aquí, entonces, unos primeros interrogantes: ¿Cómo influyen las diferencias culturales en los procesos cognitivos de los sujetos? ¿Son realmente las ideas previas y los modelos mentales de los estudiantes sobre ciertos eventos comunes a las diferentes culturas? ¿Cuáles son las características transculturales de los procesos del cambio conceptual? ¿Cómo median los artefactos culturales las relaciones entre sujetos y objetos?

En esta discusión sobre las relaciones entre cultura y aprendizaje son contradictorios los aportes realizados por diferentes investigadores. Hay quienes consideran la existencia de aprendizajes universales, por ejemplo en el caso de la música, y quienes piensan que la influencia de la cultura poco aporta al aprendizaje, por ejemplo en aspectos relacionados con los números (Gelman y Brenneman, 2002). Esta discusión nos remite a otros asuntos de gran interés en el marco de las relaciones entre ciencias cognitivas y cultura, como son los referidos a los conceptos de modularidad de la mente y procesamiento de información en dominios específicos del conocimiento (Tamayo y Tamayo, en prensa), aspectos esbozados a continuación.

Un dominio se define semánticamente a través de un concepto que agrupa a los objetos que caen dentro de su esfera. Por lo tanto, el dominio de un módulo no es una propiedad de su estructura interna, esta última solo posee un modo de construir una disposición para organizar la información de cierta manera y para realizar las computaciones de un cierto modo (Keil, 2002, citado por Sperber, 2002). El dominio está constituido por el espectro de información que el módulo procesa y su función es procesar de un modo particular este tipo específico de información. Sperber (2002) propone la existencia de módulos perceptuales y conceptuales de primer orden; con ellos se pueden tener creencias pero no tener creencias sobre las creencias propias o ajenas, ni una actitud reflexiva respecto a ellas. Los módulos de segundo orden, o metarrepresentacionales, dan la posibilidad de representar conceptos y creencias acerca de conceptos y creencias. Mientras los módulos conceptuales procesan conceptos y representaciones de cosas (mediante la percepción), los módulos metarrepresentacionales procesan conceptos de conceptos y representaciones de representaciones.

No hay claridad, a pesar de los hallazgos de investigación, sobre lo que es un dominio. Son ejemplos de dominios: las entidades y los procesos físicos, las



sustancias, las especies vivientes, los números, los artefactos, los estados mentales, los tipos sociales y los fenómenos sobrenaturales. Saber si son dominios cognitivos es asunto de la psicología o de la antropología. No obstante lo anterior, podemos caracterizar un dominio como un conjunto de conocimientos que identifica e interpreta una clase de fenómenos que supuestamente comparten ciertas propiedades y son de un tipo definido y general. Un dominio funciona como una respuesta estable a un conjunto de problemas complejos y recurrentes que el organismo enfrenta. Esta respuesta involucra procesos perceptivos, de codificación y evocación e inferenciales que son de difícil acceso y están dedicados a la solución de ese problema (Hirschfeld y Gelman, 2002, 48).

La existencia de módulos para el procesamiento de la información, soportada en la existencia de ciertos dominios del conocimiento, nos da la posibilidad de profundizar en estudios transculturales sobre los procesos de aprendizaje vía cambio conceptual, aspecto que desarrollaremos a continuación.

La evolución conceptual desde la ciencia cognitiva

El estudio de la evolución conceptual desde las ciencias cognitivas ha estado en auge en las últimas dos décadas. Sus principales campos de investigación se centran en el estudio sobre la formación de los conceptos naturales, la formación y evolución de los conceptos científicos y la inteligencia artificial. Orientamos nuestra reflexión a la evolución de los conceptos científicos en el ámbito de la enseñanza.

Una mirada retrospectiva acerca de la evolución conceptual nos lleva a reconocer que no existe consenso en cuanto a su naturaleza (Carey, 1985, 1992; Chi, 1992; Chi, Slotta & Leeuw, 1994; Giere, 1992; Posner et al. 1982; Thagard, 1992; Vosniadou y Brewer 1992, Vygotsky, 1995b). Sin embargo, hay consenso generalizado en cuanto a la necesidad de lograr el cambio conceptual, al igual que en reconocer la gran dificultad de comprender cómo ocurre, (von Aufschnaiter & Niedderer, 1998; Dagher, 1994; diSessa & Sherin, 1998; Tyson et al. 1997; Siegler, 1995), y en cómo lograr que la enseñanza lo potencie, (Buckley et al. 1997; Driver et al. 1989; Giordan & de Vecchi, 1995, Giordan et al, 1988; Moreira, 1994; Greca & Moreira, 1998; Schnotz & PreuB, 1997; Pozo, 1989, 1999, entre otros).



La evolución conceptual desde la perspectiva cognitiva considera, en primer lugar, la existencia de *ideas* en los estudiantes, las cuales se caracterizan por ser relativamente coherentes, comunes en distintos contextos culturales y difíciles de cambiar y, en segundo lugar, la existencia del conocimiento científico; estas dos formas de conocer definen diferentes formas de concebir el cambio conceptual (Pozo, 1999, Thagard, 1992). En el ámbito de la Didáctica de las Ciencias existe acuerdo generalizado sobre la importancia de favorecer el cambio de estas *ideas*, de tal manera que se *acerquen* más a los conocimientos científicos. Pozo (1999), menciona tres hipótesis que tratan de explicar la interacción que se genera entre las concepciones alternativas y el conocimiento científico: la compatibilidad, la incompatibilidad y la independencia entre estos dos tipos de conocimiento. A continuación nos referiremos a cada una de estas perspectivas del estudio de la evolución conceptual.

Quienes consideran que existe *compatibilidad* entre las ideas de los estudiantes y el conocimiento científico (Carey, 1985, 1992; Spelke, 1991), aceptan que tanto los conceptos como las creencias y las teorías son representaciones mentales. Desde esta posición racionalista se supone que la mente humana tiene maneras innatas e inmodificables de organizar perceptiva y conceptualmente el mundo. Para estos autores la evolución conceptual puede involucrar cambios mínimos de las ideas iniciales, las cuales permanecen siempre en el núcleo de las representaciones del adulto. Según Carey para que se produzca un verdadero cambio conceptual se deben producir simultáneamente cambios en el dominio de los fenómenos explicados, en la naturaleza de las explicaciones aceptadas y en los conceptos individuales que constituyen el núcleo de la teoría. Reconoce a su vez que los conceptos pueden cambiar a lo largo de muchas dimensiones y dentro de cada dimensión existirían muchos grados de diferenciación conceptual.

Considerar que tanto el conocimiento científico como el cotidiano tienen la misma naturaleza conduce a pensar que los científicos y los estudiantes piensan de la misma manera cuando se enfrentan a un problema. Esta visión del cambio conceptual ha tenido influencia importante en la enseñanza principalmente desde las propuestas de corte piagetiano, en las cuales se ha intentado mostrar cómo los niños construyen categorías básicas del pensamiento de manera gradual hasta alcanzar el estadio de pensamiento formal, el cual puede considerarse como una descripción psicológica del

pensamiento científico (Pozo, 1999). Desde esta perspectiva se ve el cambio conceptual como innecesario en el sentido de que aprender sería sinónimo de acumular conocimientos o experiencias sobre la base de los conceptos ya existentes.

Quienes defienden la hipótesis de *incompatibilidad* entre el conocimiento cotidiano y el científico reconocen diferentes categorías a las cuales pertenecen los conocimientos científicos y los cotidianos. Para Chi 1992, estas categorías pueden ser *materia*, *eventos* y *procesos*; concibe el cambio conceptual básicamente como el cambio de significado de un concepto, es decir, como el cambio de categoría a la cual el concepto es asignado inicialmente. La autora diferencia entre un cambio conceptual que ocurre *dentro* de una categoría ontológica y otro que sucede *entre* categorías ontológicas; llama al primero cambio conceptual y al segundo cambio conceptual radical. En este planteamiento teórico la evolución conceptual *dentro* de categorías ontológicas requiere procesos diferentes de los necesarios para la evolución conceptual *entre* categorías ontológicas, de igual manera siguen procesos de aprendizaje distintos. Para la autora esta teoría permitiría explicar la dificultad observada para el logro de ciertos aprendizajes en dominios como la física y la química, debido a que muchos conceptos estudiados pertenecen a categorías ontológicas diferentes de aquellas que constituyen las concepciones alternativas de los estudiantes.

Otros estudios afirman que un alumno puede tener varios modelos alternativos, cada uno de los cuales es estable en el tiempo y puede ser aplicado de manera coherente a través de un amplio rango de fenómenos; esto lleva a considerar la posibilidad de coexistencia del conocimiento previo con el científico (Duit et al. 1998; Schnotz & PeuB, 1997). Dentro de esta perspectiva se considera que el conocimiento científico es *incompatible* con el conocimiento cotidiano y, en consecuencia, la evolución conceptual estaría íntimamente ligada al contexto. Una de las tesis que llevó al planteamiento de esta nueva hipótesis del cambio conceptual se fundamentó en la gran estabilidad de las concepciones alternativas, lo que llevó a considerar que tratar de eliminarlas era difícil e innecesario, (Claxton, 1984; Pozo et al., 1992), debido a su valor pragmático y a su carácter fenomenológico y adaptativo. Según esta hipótesis tanto las concepciones alternativas como las científicas se activarían según el contexto. Esta doble estructura del conocimiento es evidente para Viennot (1979), cuando



compara el comportamiento de los científicos en contextos cotidianos y científicos.

Taber (2000) piensa que este puede ser un argumento para considerar la naturaleza múltiple de las concepciones de los estudiantes como una clave importante para modelar el desarrollo conceptual. Defiende la idea de que los estudiantes pueden tener múltiples concepciones las cuales son estables e internamente coherentes y que pueden aplicar a un rango amplio de fenómenos, lo que es reconocido por Vosniadou y Brewer (1992), quienes demuestran que el conocimiento conceptual no está fragmentado e inconexo. Al parecer, los estudiantes tratan de hacer síntesis coherentes entre su experiencia cotidiana y la información que reciben de los adultos. Esta perspectiva teórica de los marcos múltiples ha recibido aportes recientes que destacan las dimensiones afectivas, sociohistórica y sociocultural del aprendizaje (Tamayo y Sanmarti, 2007), y la relación con la evolución conceptual en diferentes contextos de aprendizaje.

El reconocimiento de estos contextos específicos llevó a Caravita y Hallden (1994) a argumentar que las dificultades de los estudiantes para la comprensión de los conceptos científicos pueden deberse no a la dificultad de reemplazar las ideas antiguas por las nuevas sino a un problema de conceptos incluidos en contextos situacionales específicos; desde esta visión estos autores consideran la evolución conceptual como un proceso de diferenciación e integración entre varios contextos. Así, el significado de un concepto depende en gran medida de los diferentes patrones de relación en los cuales se vincula el concepto.

Pozo (1999) propone que la activación contextual de teorías alternativas no es incompatible con la necesidad de la evolución conceptual; considera que en lugar de separar o independizar las teorías científicas de las cotidianas, éstas están conectadas mediante procesos metacognitivos. Plantea este autor que en la evolución conceptual se requiere construir estructuras conceptuales más complejas a partir de otras más simples y, posiblemente, establecer usos diferenciales según los contextos de aplicación de las diferentes teorías. Considera que en lugar de promover conflictos cognitivos, entendidos como el contraste empírico entre modelos con la realidad, se debe ver la evolución conceptual como derivada de promover y resolver conflictos conceptuales mediante la explicitación y el contraste de diferentes modelos.

Con el reconocimiento de la importancia de las creencias y motivaciones de los estudiantes y de cómo se consideran ellos mismos como aprendices, se abre una nueva perspectiva en el estudio del cambio conceptual en que se reconoce la importancia de aspectos afectivos y sociales (Pintrich, Marx & Boyle, 1993) y se destaca el papel potencial de los objetivos, motivaciones, intereses y procesos de control que tienen los estudiantes sobre sus propios procesos de evolución conceptual. De igual manera, recientes investigaciones muestran que la evolución conceptual difícilmente puede explicarse y comprenderse desde la única referencia a aspectos conceptuales (Caravita & Hallden, 1994; Chin & Brown, 2000; Tytler, 2000; White, 1994).

Asumir el estudio de la evolución conceptual desde una perspectiva holística, que reúna además de los importantes logros provenientes del énfasis cognitivo, las dimensiones sociohistórica (Vygotsky, 1995b; Magnuson, et. al., 1997), afectiva (Pintrich, et al 1993; Pozo y Gómez, 1998) y sociocultural del aprendizaje (O'Loughin, 1992), requiere explorar nuevas metodologías de investigación y reelaborar los marcos teóricos existentes para que den cabida a los nuevos datos empíricos. Destacamos los estudios microgenéticos (Siegler, 1995) y las investigaciones que tienen en cuenta la naturaleza situada del conocimiento (Hedegaard, 1998); mencionadas metodologías de investigación parecen ser útiles para lograr mejores comprensiones sobre la evolución conceptual. Su aplicación en el campo educativo ha permitido evidenciar la complejidad del estudio de la evolución conceptual.

Sin lugar a dudas uno de los legados importantes de las investigaciones sobre los conceptos dentro de la perspectiva sociohistórica del aprendizaje (Vygotsky, 1995a, 1995b) fue reconocer la influencia de factores contextuales en la formación y evolución de los conceptos científicos. De igual manera, esta perspectiva en el estudio de los conceptos científicos y la evolución conceptual, permite establecer relaciones entre el conocimiento individual y el social.

De las diferentes perspectivas mencionadas para el estudio de la evolución conceptual podemos identificar algunos aspectos centrales sobre los cuales hay acuerdo generalizado, tales como:

- La existencia de estructuras conceptuales iniciales. En términos generales se reconoce cierta consistencia interna de las estructuras de conocimiento



iniciales en dominios específicos, que pueden ser muy diferentes de las estructuras conceptuales en otros dominios, al igual que las estructuras conceptuales que caracterizan el pensamiento adulto en el dominio en cuestión.

- Diferentes tipos de cambio conceptual y reconocimiento de una gran flexibilidad cognitiva. En términos generales se acepta la evolución conceptual normal/superficial dentro de dominios específicos, así como también se comparte la gran dificultad de lograr cambios conceptuales profundos/radicales.
- Cierta acuerdo, aun emergente, que reconoce la influencia de variables situacionales, sociohistóricas, lingüísticas y motivacionales sobre la reestructuración/cambio de las concepciones iniciales.
- El estado actual de la investigación en este campo del saber permite comprensiones puntuales y tentativas sobre los procesos que conducen al cambio.
- Mantener vínculos relativamente estrechos entre la evolución conceptual y la epistemología de las ciencias, la lingüística y las ciencias cognitivas

Los pocos acuerdos antes citados en el estudio de la evolución conceptual, visto desde la enseñanza, nos llevan a pensar de manera natural en algunos de los diferentes aspectos sobre los cuales en la actualidad no hay consenso:

- En cuanto a la forma en que se da el cambio o la evolución conceptual en dominios específicos de las ciencias.
- Sobre posibles comprensiones holísticas de los procesos que conduce a la evolución conceptual, bien por razones de insuficiencia en desarrollos teóricos o por las dificultades metodológicas que implica su estudio.
- Poco acuerdo sobre qué es lo que cambia cuando se da la evolución conceptual y por qué se dio tal cambio. Igualmente queda poco claro cuáles son los aspectos que deben ser considerados para lograr el cambio.

A manera de conclusión, y debido al propósito insinuante de este documento, nos limitaremos a plantear nuevas preguntas orientadoras de reflexiones posteriores en cuanto a la integración de aspectos referidos a la transculturalidad, la modularidad y la especificidad de dominio en la ciencia cognitiva. El aprendizaje en un dominio específico de las ciencias en ¿qué se diferencia según los distintos contextos socioculturales? ¿Qué semejanzas, en cuanto a procesos y productos del pensamiento, son atribuibles a aspectos culturales? ¿Cuál es el aporte de la cultura a los estudios sobre el aprendizaje como cambio conceptual?

Asimismo, destacamos la importancia de continuar con los estudios del cambio conceptual desde una perspectiva integral que reuna tanto aspectos conceptuales como los *no-conceptuales*. De igual manera es importante destacar la aparente facilidad que tienen los estudiantes para realizar sus explicaciones según los contextos en los que ubiquen las preguntas o problemas que se les plantean. Por último, destacamos la importancia del estudio de los procesos cognitivos vinculados con el cambio conceptual y la posible validez de sus hallazgos en el marco de los estudios transculturales.

Referencias

VON AUFSCHNAITER, S. & NIEDDERER, H. (1998). Learning process studies in physics. Two methods for analysing transcripts of videotapes. 4^a ESERA Summerschool. París.

BUCKLEY, B., BOUTLER, J. & GILBERT, J. K. (1997). Towards a typology of models for science education. In: *Exploring models and modelling in science and technology education*, 90-105. The University of Reading.

CARAVITA, S. and HALLDEN, O. (1994). Re-framing the problem of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 89-111.

CAREY, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. MIT Press: Cambridge, Mass.

CAREY, S. (1992). The Origin and Evolution of Everyday Concepts. *Cognitive Models of Science*. Universidad de Minnespta Press: Minneapolis.



CAREY, S., and Spelke, E., (2002). Conocimiento dominioespecífico y cambio conceptual. En: Hirschfeld & Gelman: *Cartografía e la mente. La especificidad de dominio en la cognición y en la cultura.* (243-284). Barcelona: Gedisa.

CHI, M. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. In: Giere, R.N. (ed), *Cognitive Models of Science.* Universidad de Minnespta Press: Minneapolis.

CHI, M. T. SLOTTA, J. D. and LEEUW, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.

CHIN, C. And BROWN, D. E. (2000). Learning in science: A comparison of deep and surface approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 2, 109-138.

COSMIDES, L., and TOOBY, J. (2002). Orígenes de la especificidad de dominio: la evolución de la organización funcional. En: Hirschfeld & Gelman: *Cartografía de la mente. La especificidad de dominio en la cognición y en la cultura.* (132-173). Barcelona: Gedisa.

CLAXTON, G. (1984). *Vivir y aprender.* Alianza: Madrid.

DAGHER, Z.R. (1994). Does the use of analogies contribute to conceptual change? *Science Education*, 78, 6, 601-614.

DISESSA, A. and SHERIN, B. L. (1998). What change in conceptual change? *International Journal of Science Education*, 2, 10, 1155-1198.

DRIVER,R., GUESNE, T., TIBERGHIEIN, A. (1989). *Las Ideas Científicas en la Infancia y la Adolescencia.* Ministerio de Educación y Ciencia-Morata: Madrid.

DUIT, R.; ROTH, W-M.; KOMAREK, M & WILBERS, T. (1998) Conceptual change cum discourse analysis to understand cognition in a unit on chaotic systems: towards an integrative perspective on learning in science. *International Journal of Science Education*, 20, 9, 1059-1073.

GELMAN, R. y BRENNEMAN, K. (2002). Los principios fundamentales pueden sustentar tanto los aprendizajes universales como los específicos de una cultura respecto de lo numérico y la música. En: Hirschfeld & Gelman: *Cartografía de la mente. La especificidad de dominio en la cognición y en la cultura.* (163-192). Barcelona: Gedisa.

GIERE, R. (1992). *La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo.* México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

GIORDAN, A. & DE VICCHI, G. (1995). *Los Orígenes del Saber. De las Concepciones personales a los Conceptos Científicos.* Diada Editores: Sevilla.

GIORDAN, A., RAICHUARG-JEAN, MARC, D. GAGLIARDI, R. & CANAY, A. (1988). *Conceptos de Biología.* Labor: Barcelona.

GRECA, J. y MOREIRA, M. A. (1998). *Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. Cuadernos Catalanes de Enseñanza de la Física*, 15, 2, 107-120.

HEDEGAARD, M. (1998). Situated learning and cognition: Theoretical learning and cognition. *Mind, Culture and Activity*, 5, 2, 114-126.

HIRSCHFELD, L. and GELMAN, S. (2002). Hacia una topografía de la mente: introducción a la especificidad de dominio. En: Hirschfeld & Gelman: *Cartografía de la mente. La especificidad de dominio en la cognición y en la cultura.* (23-67). Barcelona: Gedisa.

MAGNUSSON, S. J., TEMPLIN, M, & BOYLE, R. A. (1997). Dynamic science assessment: a new approach for investigating conceptual change. *Journal of the Learning Science*, 6, 91-142.

MOREIRA, M. A. (1994). Cambio conceptual: Crítica a modelos actuales y una propuesta a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. En: *II Simposio sobre investigación en educación en física.* Buenos Aires. Argentina.

O'LOUGHLIN, M. (1992). Rethinking science education: beyond Piagetian constructivism towards a sociocultural model of teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 791-820.

PINTRICH, P. R., MARX, R. W. & 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*, 6, 167-199.

POSNER, G., STRIKE, K., HEWSON, P. and GERTZOG, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 2, 211-227.

POZO, J.I. (1989). *Teorías Cognitivas del Aprendizaje*. Morata: Madrid.

POZO, J. I., PÉREZ M. D. P, SANZ, A. LIMÓN, M. (1992). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia como teorías implícitas. *Infancia y Aprendizaje*. 57, 3-22.

POZO, J.I. (1999). Sobre las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico: Del cambio conceptual a la integración jerárquica. *Didáctica de las Ciencias*. Número extra. Junio

POZO, J.I. y GÓMEZ C. M.A. (1998). *Aprender a enseñar ciencia*. Morata: Madrid.

SCHNOTZ, W. and PREUB, A. (1997). Task-dependent Construction of Mental Models as a Basic for Conceptual Change. *European Journal of Psychology Education*., 12, 2. 185-211.

SIEGLER, R. J. (1995). How does Change Occur: A Microgenetic Study os Numbre Conservation. *Cognitive Psychology*, 28, 225-273.

SPERBER, D. (2002). La modularidad del pensamiento y la epidemiología de las representaciones. En: Hirschfeld & Gelman: *Cartografía de la mente. La especificidad de dominio en la cognición y en la cultura*. (71-108). Barcelona: Gedisa.

SPELKE, E. (1991). Physical knowledge in infancy: Reflections on Piaget's theory, In: Carey, S. & Gelman, R. (Eds.). *The epigenesis of mind: essays on biology and cognition*. Erlbaum: Hillsdale, NY.

TABER, K. S. (2000). Multiple frameworks? Evidence of manifold conceptions in individual cognitive structure. *International Journal Science Education*, 22, 4, 399-417.



TAMAYO, O. E. and SANMART, N. (2007). High-School Students' Conceptual Evolution of the Respiration Concept from the Perspective of Giere's Cognitive Science Model. *International Journal of Science Education*. Vol 29, N°2: 215-248.

TAMAYO, O. y TAMAYO, L. (en prensa). Didáctica general y Didácticas dominios específicas. ¿Complementariedad entre las ciencias cognitivas y las didácticas?

THAGARD, P. (1992). *Conceptual Revolutions*. Princeton University press: Princeton.

TYSON, L. M.; VENVILLE, G. J.; HARRISON, G. and TREAGUST, D. F. (1997). A multidimensional framework for interpreting conceptual change events in the classroom. *Science Education*, 81, 387-404.

VIENOT, L. (1979). *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Herman. Cop.: Paris.

VOSNIADOU, S. and BREWER, W. (1992). Mental models of the earth: A study of the conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*. 24, 535-585.

VYGOTSKI, L. S. (1995a). *Pensamiento y lenguaje*. Paidós: Barcelona.

VYGOTSKI, L. S. (1995b). *Obras escogidas*. Visor: Madrid.

WHITE, R.T. (1994). Dimensions of Content. In: Fenshman P, Gunstone, R. & White, R. (Eds.). *The Content of Science*. The Palmer Press: London.

