

# Evaluación de propuestas de cambio conceptual hechas desde la psicología cognitiva. Reflexiones sobre el aprendizaje de ciencias

Nicolás Marín Martínez

*Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Almería (España). [nmarin@ual.es](mailto:nmarin@ual.es)*

[Recibido en septiembre de 2010, aceptado en julio de 2011]

La mayoría de los modelos de enseñanza del ámbito de la Didáctica de las Ciencias se han desarrollado en el marco de la analogía del *alumno como científico*. Con bastante menor incidencia, aunque significativa, se han abordado los problemas de la enseñanza de las ciencias desde propuestas de cambio conceptual con supuestos y constructos tomados de la psicología cognitiva. En este trabajo se revisan cinco propuestas que han tenido cierta incidencia significativa en el ámbito, analizando sus puntos comunes y discrepancias, para finalmente, ser evaluadas usando como referente teórico el constructivismo orgánico. Todo lo cual permite reflexionar sobre cómo se debería entender un aprendizaje de las ciencias coherente con este marco de referencia.

**Palabras clave:** Modelos cognitivos; aprendizaje de las ciencias; cambio conceptual.

## Evaluation of proposals for conceptual change made from cognitive psychology. Reflections on science learning

Most models of teaching in the field of Science Education have been developed in the framework of the analogy of the student as a scientist. With much lower incidence, although significant, have addressed the problems of science education change proposals from conceptual assumptions and constructs borrowed from cognitive psychology. In this paper we review five proposals that have had some significant impact on the field, analyzing their commonalities and differences, to finally be evaluated using theoretical constructivism as a referent category. All this allows us to reflect on how one should understand science learning consistent with this framework.

**Keywords:** Cognitive models; learning science; conceptual change.

## Introducción

En general, los modelos para enseñar ciencias más usuales provienen de un transporte de argumentos tomados del plano donde se describe la construcción del conocimiento de ciencias (normalmente historia y filosofía de las ciencias) al plano de la enseñanza de las ciencias. En concreto, los más frecuentes son aquellos que se han realizado desde la analogía del *alumno como científico -AcC-* (Caravita y Halldén, 1994; Driver, 1983; Marín, 2003a; Marín y Cárdenas, 2011; Yang, 1999). En el seno de este marco, uno de los modelos para la enseñanza de las ciencias que más difusión ha tenido (Soto, Otero y Sanjosé, 2005) es el denominado “*de cambio conceptual*” (Hewson, 1981; Hewson y Thorley, 1989; Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982; Strike y Posner, 1992).

Aunque con menos incidencia, también existen propuestas de aprendizaje para abordar los problemas de la enseñanza de las ciencias cuyo fundamento no es tanto epistemológico como de psicología cognitiva. Estos modelos se entroncan en la literatura del “*cambio conceptual*” pero utilizan recursos teóricos de la psicología, principalmente del procesamiento de la información.

Lo que se pretende en este trabajo es revisar cinco de estas últimas propuestas, aquellas que han tenido una incidencia significativa en el ámbito. Se pretende en un primer momento analizar sus puntos comunes y discrepancias, para finalmente, ser evaluadas tomando como

referente teórico el constructivismo orgánico. Esta revisión crítica servirá para reflexionar sobre cómo se debería entender un aprendizaje de las ciencias coherente con este marco de referencia.

## Marco teórico sobre aprendizaje y organización cognitiva

El marco teórico que sustenta este trabajo se denomina *constructivismo orgánico* y será el que se use para dar coherencia argumental y, en concreto, para hacer una evaluación de los trabajos que se seleccionen. Esta visión del constructivismo recoge su versión original (por ejemplo, Piaget, 1977, 1978), junto a otras revisiones más actuales o neopiagetianas (Delval, 1997, 2002; Pascual-Leone, 1979, 1983) y, más recientemente, formulaciones más precisas sobre organización cognitiva y aprendizaje (por ejemplo, Aparicio-Serrano y Pozo, 2006; Carretero *et al.*, 1992; Martín y Cervi, 2006; Martín *et al.*, 2006; I. Pecharromán y Pozo, 2006, 2008, 2010; Pecharromán, Pozo, Mateos y Pérez Echeverría, 2009; Pérez Echeverría, Mateos, Pozo y Scheuer, 2001; Pérez Echeverría, Mateos, Martín y Scheuer, 2006; Pozo, 1996, 2003; Pozo y Flores, 2007; Pozo, Scheuer, Mateos y Echeverría, 2006; Pozo *et al.*, 2006; Rodrigo y Correa, 1999).

Una exposición más extendida del *constructivismo orgánico* se puede encontrar en anteriores publicaciones (Marín, 2003a, 2005, 2010; Marín y Benarroch, 2000). Aquí se extrae una versión breve con afirmaciones puntuales sobre aprendizaje y organización cognitiva del sujeto que emanan del marco general y que son las que posteriormente se usarán para la evaluación de las propuestas de cambio conceptual.

El *constructivismo*, en relación al origen del conocimiento adopta una visión intermedia al afirmar que el conocimiento se va construyendo por la interacción entre sujeto y objeto, de modo que da igual importancia a la experiencia personal (enfaticada por el *empirismo*) y a la actividad racional del sujeto (enfaticada por el *racionalismo*) apartándose de las posiciones más extremas. Percibe que toda estructura cognitiva tiene una génesis (Delval, 1997) por lo que se aleja del *apriorismo* que sí admite estructuras innatas.

El constructivismo considera conocimiento y realidad como dos categorías diferentes, dos naturalezas diferentes. Por esto no se puede establecer correspondencias entre ambos como lo hace el *realismo*. Esta es la razón por la que se dice que hay una realidad construida por el sujeto y otra externa a él a la que no puede acceder, pero sí interaccionar. Existe una versión del constructivismo comprometido con la idea de que las estructuras cognitivas previas son importantes para interpretar o aprehender la realidad, pero al mismo tiempo asume la idea de que entre el conocimiento y la realidad se pueden establecer correspondencias más o menos directas, abordando además los problemas del conocimiento desde analogías mecanicistas o reduccionistas (Marín, 2003a). Este *constructivismo mecanicista* así descrito, se aleja del *constructivismo orgánico*, que será el que se adopte para evaluar los trabajos sobre aprendizaje más adelante.

Mientras que la visión mecanicista usa como analogía la máquina para entender el conocimiento admitiendo que conocidas las partes y sus relaciones causales se comprende la totalidad, la versión organicista no comparte esta idea mecanicista de que “la suma de las partes es igual al todo” sino que “las propiedades del todo siempre contienen más que la suma de la de las partes”, dado que asume que el conocimiento es un órgano más del ser vivo (Delval, 1997) donde las nuevas construcciones cognitivas aparecen por procesos de autorregulación y reequilibración similares a la de los seres vivos (Marín, 2005; Piaget, 1978a).

Desde la perspectiva del *constructivismo orgánico* la asignación de significados solo es posible en el interior del sujeto. El aprendizaje es en general un proceso complejo de asimilación para que la

información externa al sujeto se pueda transformar en conocimiento. Existe una clara distinción entre información y conocimiento (Pozo, 2003). Se percibe como ideas inadecuadas suponer que al sujeto le llega, junto a los significantes, sus significados o que sea posible establecer algún tipo de correspondencia directa entre enseñar y aprender. Por tanto, se percibe como menos adecuado:

- *Admitir que de forma inmediata (visión directa) o mediada (visión interpretativa) el aprendiz puede adquirir todo lo enseñado* (Pozo, Scheuer, M. P. Pérez Echeverría, et al., 2006). La información que llega al alumno no es conocimiento y para que así sea se requiere en un primer momento que el alumno posea adecuadas ideas previas que le pueda asignar un significado, para darse después un proceso de asimilación complejo por el que la información es “digerida” por las estructuras cognitivas ya existentes.
- *Crear que aprender es tan simple como relacionar de forma sustantiva las ideas nuevas que se enseñan con las previas que posee el aprendiz*. Así podría ser si el alumno tuviera ideas previas adecuadas para asignar significados semejantes a los que tiene el profesor. Este nivel de comprensión aún no supone integración cognitiva la cual ocurre cuando el sujeto acomoda lo comprendido a su repertorio cognitivo. Se puede comprender y fácilmente olvidar si no interesa (Marín, 2005). En general, los contenidos para la enseñanza de las ciencias contienen conceptos novedosos donde no basta con una explicación verbal sino que se requiere otros tipos de enseñanza más interactiva y más tiempo para poder asimilarlos. Enseñar y aprender son dos procesos distintos y no se pueden establecer relaciones causales sencillas entre ambos (Marín, 2003a).
- *Suponer que los conflictos cognitivos que se dan en el progreso de las teorías de ciencias son similares a los que sufre el aprendiz de ciencias*. Las notables diferencias entre la construcción social del conocimiento de ciencias y la individual invalidan hacer tales trasvases, de modo que las propuestas de cambio conceptual ni aciertan en la forma de describir el cambio ni éste es en general de naturaleza conceptual. Los cambios cognitivos individuales son más graduales y lo que se transforma, generalmente, no necesariamente tiene naturaleza conceptual (Marín, 1999, 2003b; Marín y Cárdenas, 2011; Pozo y Gómez Crespo, 1998).
- *Pensar que un contexto de clase que simula la actividad de los científicos crea las mejores condiciones para favorecer el aprendizaje* (Pozo y Gómez Crespo, 1998). En efecto, el alumno puede aprender de estrategias de enseñanza variadas sin que estas tengan la secuencia usual de la actividad científica, así existen estrategias didácticas que son coherentes con los modos con que aprenden los alumnos y son bien distintas a las que se proponen desde la ciencia (Marín, 2005). Además en ocasiones esta medida es contraproducente dado que requiere que el alumno tenga desarrollado su pensamiento hipotético–deductivo y eso sólo ocurre en un 20-30% del alumnado (Shayer y Adey, 1984). Esta estrategia podría ser efectiva en los estudiantes expertos en una determinada área de conocimiento.

## **Selección de la muestra y revisión de modelos cognitivos sobre aprendizaje de las ciencias**

Para seleccionar los trabajos que hacen propuestas sobre aprendizaje de ciencias, se han usado los siguientes criterios:

- Trabajos que abordan el aprendizaje de las ciencias a través de modelos cognitivos del alumno con datos, constructos y procedimientos que son propios del ámbito de la psicología cognitiva aunque eventualmente utilicen conceptos, procedimientos y constructos que son más propios de la epistemología de las ciencias. Además, se ha procurado que en dichos trabajos los modelos estén formulados lo más explícitos posible a

fin de poder analizar con detalle sus constructos, relaciones, mecánicas de adquisición cognitiva, etc.

- Trabajos cuyos autores tienen un reconocido prestigio en cuestiones ligadas al aprendizaje de las ciencias y que, en sus sucesivos trabajos, han abordado el tema manteniendo una postura coherente en el tiempo o realizando el normal progreso hacia posiciones más completas o enriquecidas. De la extensa bibliografía de cada autor, se han seleccionado los trabajos donde la propuesta del modelo cognitivo se encuentra más completa, explícita y actualizada.
- Trabajos que han tenido una significativa incidencia en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias dentro de la reducida cuota de representación que tienen este tipo de publicaciones, dado que la mayor parte de los modelos usados en el ámbito se inscriben en el marco de la “*analogía del alumno como científico*” (Marín, Solano y Jiménez-Gómez, 1999).

Con estos criterios los trabajos seleccionados giran alrededor de cinco autores (y eventuales colaboradores): Carey, Chi, DiSessa, Vosniadou y Pozo.

La tabla 1 muestra, de un modo sintético, las propuestas más relevantes o más citadas de los cinco autores seleccionados. Más adelante, en el análisis de las tendencias comunes y sus divergencias, se entrará en detalles significativos de la propuesta de cada autor. En la tabla, a cada autor se ha dedicado tres filas:

- En la primera fila se resaltan los trabajos más relevantes del autor que se han usado para extraer y perfilar su propuesta.
- En la segunda fila se expone la parte estructural de la propuesta, los constructos más significativos, la relación entre ellos y, si se ha explicitado por el autor, su génesis.
- En la tercera fila se indica cómo se percibe el progreso cognitivo, qué mecánicas de aprendizaje se proponen para ello y en qué dirección se producen los cambios cognitivos.

Por otro lado, a fin de organizar la información, de izquierda a derecha, se han dispuesto dos o tres columnas para cada autor usando el siguiente criterio:

- Los constructos más cercanos a la zona donde el sujeto realiza sus interacciones cognitivas con el medio se han colocado más a la izquierda. Normalmente aquí se han situado los constructos mentales que sufren menor grado de abstracción en relación a los datos empíricos que aporta dicha interacción o los modelos mentales que son definidos por sus autores como una simbiosis entre los constructos mentales más estables y los datos tomados del exterior. Por ejemplo, los modelos mentales como construcciones *ad hoc* entre los datos de la demanda externa y las teorías personales (Pozo y Vosniadou), los conceptos como estructuras creadas por abstracción desde las interacciones del sujeto con su medio externo (Chi y Carey) o los primitivos fenomenológicos de DiSessa.
- Los constructos mentales que requieren un mayor grado de abstracción, tales como los denominados por los autores “teorías” o aquellos otros que son caracterizados por criterios ontológicos o epistemológicos, se han colocado hacia la parte derecha de la tabla. Así por ejemplo, aquí se han ubicado las teorías implícitas (Pozo), las de dominio (Carey), las clases de coordinación (DiSessa) o las categorías más abstractas de la jerarquía conceptual de Chi. Vosniadou diferencia un constructo intermedio entre los modelos mentales y las teorías-marco que denomina teorías específicas.

## Regularidades y tendencias encontradas en la revisión de propuestas sobre aprendizaje de las ciencias

Del análisis de la tabla 1 se han extraído algunas regularidades que se exponen a continuación divididas en dos grupos:

- las dos primeras versan sobre la organización cognitiva del alumno (correspondería a la fila segunda asociada a cada autor), y
- las dos segundas se centran en las tendencias más acusadas para abordar el aprendizaje de las ciencias (fila tercera de la tabla asociada a cada autor):

A. *Dos grupos de resultados giran alrededor de la organización cognitiva del alumno:*

A1. *Todas las propuestas admiten que el conocimiento del alumno está organizado en teorías (salvo DiSessa) y se rigen por principios ontológicos y/o epistemológicos.* Ahora bien, hay dos modos de entender los contenidos de dichas teorías: a) la versión que se percibe como más reduccionista entiende que dichas teorías están compuestas por redes conceptuales (Carey, Chi y Vosniadou) y b) la versión más compleja asume que inicialmente la teoría está conformada por contenidos procedimentales e implícitos para progresivamente ir explicitando sus contenidos (Pozo). DiSessa difiere algo de sus compañeros de tabla. Este autor no percibe adecuado el constructo “concepto” (y por extensión “teoría”) para explicar la complejidad del progreso cognitivo y propone un nuevo constructo que considera se adecua más a los datos empíricos obtenidos sobre cambio conceptual: la *clase de coordinación*, que es una estructura de mayor complejidad que permite procesar información y establecer relaciones causales.

A2. Hay consenso en todos los trabajos analizados en afirmar que *las estructuras cognitivas más primitivas imponen restricciones en el procesamiento de la información*, las cuales son caracterizadas por principios ontológicos y epistemológicos y que el proceso de cambio requiere la superación de estos principios si se desea que el alumno pueda progresar hacia un pensamiento más acorde con el científico.

B. *Dos grupos de resultados giran alrededor de cuestiones problemáticas ligadas al aprendizaje de ciencias:*

B1. *Todas las propuestas se plantean como precisiones de la propuesta original de cambio conceptual aunque difieren en las soluciones.* En efecto, es curioso comprobar que todos se inician analizando la propuesta original de cambio conceptual (Hewson, 1981; Hewson y Thorley, 1989; Posner *et al.*, 1982; Strike y Posner, 1992), la cual siempre se toma como un referente de partida para hablar de cómo se pueden superar sus limitaciones mediante el uso de la psicología cognitiva. De hecho, son propuestas que contienen mayores diferenciaciones, precisiones y mecanismos que la versión original para explicar el progreso cognitivo del alumno.

A pesar de esta semejanza inicial, se puede delimitar dos grupos de autores para tratar el cambio conceptual: el primero, aunque admite que el cambio puede ser más o menos lento, éste no se completa hasta que las ideas del alumno se hayan reemplazado por los conceptos de ciencias y el nuevo entramado conceptual se organice por supuestos epistemológicos y ontológicos más acordes con los de la ciencia (Carey y Chi); en el segundo, se percibe más bien un proceso evolutivo de las concepciones del alumno, que se van desarrollando poco a poco para tener cada vez mayor poder explicativo (DiSessa) o sufrir un proceso de redescrición hacia formatos cognitivos cada vez más explícitos (Pozo). Vosniadou ofrece cierta dificultad para encuadrarla dado que para explicar la evolución de las teorías alude a procesos de enriquecimiento y revisión y no al de reemplazo (la aleja del primer grupo) pero caracteriza el cambio de sus teorías marco por criterios ontológicos y epistemológicos (la acerca al primer grupo).

Con bastante frecuencia se usa el término “*cambio conceptual*” como sinónimo de aprendizaje o adquisición de conocimiento, dándose la paradoja en dos autores (DiSessa y Pozo) de terminar admitiendo que el cambio conceptual no supone una sustitución (como se planteó originalmente) y éste no es de naturaleza exclusivamente conceptual. La objeción que se hace entonces es la siguiente: si como terminan admitiendo “*el cambio conceptual no es cambio ni es conceptual*” ¿por qué se usa el término con tanta frecuencia como sinónimo de aprendizaje o adquisición de conocimiento? En general, da la impresión que la continua referencia al término “cambio conceptual” se hace porque el término está muy extendido en el ámbito (Marín, 1999).

B2. *Si aprender se refiere a la actividad constructiva no observable de la mente al asimilar información o procesar en diferido, las propuestas apenas hablan de aprendizaje.* Resulta difícil entrever las mecánicas de aprendizaje que subyacen en las propuestas de cambio conceptual analizadas. Éstas se centran sobre todo en describir qué cambia y en analizar las condiciones externas al sujeto más favorables para provocar el cambio. Apenas se analizan los procesos de asimilación entre datos externos y estructuras internas que llevarían a la formación de los constructos mentales propuestos o a apreciar el detalle de las modificaciones cognitivas. Falta una mayor precisión y detalle de las mecánicas de aprendizaje que contienen las diferentes propuestas analizadas (García Franco y Flores Camacho, 2004). Veamos esto con más detalle:

- Carey percibe que el verdadero cambio conceptual (reestructuración fuerte) es algo análogo a como se describe en la epistemología de las Ciencias, de forma que la nueva teoría surgida de esta nueva reestructuración ya no compartiría con la inicial los mismos principios ni el mismo sistema conceptual, lo que implica modificaciones en los siguientes aspectos: a) el dominio de fenómenos que son explicados por la teoría, b) la naturaleza de las explicaciones aceptadas por la teoría y c) los propios conceptos que constituyen el centro de la teoría cuyos significados, en algunos casos cambian sustancialmente.
- Chi ve que el cambio conceptual se puede dar incluso en un ambiente de aprendizaje similar al tradicional, siempre y cuando se enfatice el cambio de categoría ontológica de cada dominio conceptual de forma que el alumno pueda construir el puente que conecta la información que se está recibiendo con la categoría ontológica adecuada. Para esta autora, el cambio conceptual no es necesariamente un proceso constructivo, sino más bien un proceso que se lleva a cabo mediante adquisición de conocimiento que implique cambios ontológicos en la red conceptual.
- Vosniadou afirma que el cambio conceptual supone la supresión gradual de las presuposiciones que componen las teorías generales de los alumnos, hasta que son reemplazadas con un diferente marco explicativo.
- DiSessa en ningún momento aborda una cuestión crucial de su teoría: cómo se produce el proceso de transformación por el que el primitivo fenomenológico se va transformando en clase de coordinación.
- Pozo señala que aprender ciencia requiere no sólo ir más allá de las representaciones encarnadas e implícitas, sino redescubrir esa experiencia en nuevos niveles representacionales, que sólo son posibles mediante instrucción, para lo cual distingue tres procesos de aprendizaje interrelacionados: a) *desarrollo causal* para pasar de explicar los fenómenos por relaciones causales simples de covarianza, contigüidad, semejanza, etc., a hacerlo en términos de relaciones de interacción y conservación de factores para buscar el equilibrio; b) *explicitación progresiva* de las teorías implícitas hasta el uso de una conceptualización propiamente de ciencias y c) *integración jerárquica* de los diversos formatos cognitivos desde los implícitos a los explícitos.

En definitiva, si hablar de aprendizaje supone una modelización representacional de la supuesta actividad no observable que se da en la mente del sujeto cuando adquiere conocimiento, a la luz de los textos representativos, expuestos más arriba, se podría afirmar que las propuestas analizadas hablan poco de aprendizaje, más bien hablan de condiciones de enseñanza, y si lo hacen sobre aprendizaje, centran su atención sólo en el estado inicial y final del proceso.

## Conclusiones. Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias

Se distinguen dos conclusiones fuertemente relacionadas que se obtienen como resultado de evaluar las regularidades del apartado anterior usando como referente teórico el *constructivismo orgánico*. La primera conclusión versa sobre las dos regularidades encontradas en relación a la organización cognitiva del alumno y la segunda se refiere a cuestiones de aprendizaje:

A. Los constructos “concepto”, “teoría”, “ontología” y “epistemología” son poco adecuados para caracterizar y solucionar los problemas del aprendizaje de las ciencias. Las razones son las siguientes:

- El aprendiz posee, además de estructuras conceptuales, otros contenidos cognitivos (Marín, 2005). El *aprendizaje* implícito genera contenidos no conceptuales similares a las estructuras sensomotrices de los animales (Reber, 1993). Estos contenidos poseen carácter implícito y procedimental (saber hacer, pero no decir) con mayor o menor vínculo con los materiales semióticos y fuertemente relacionados con las estructuras afectivas (Marín, 2003a). Este conocimiento se organiza en estructuras semánticas básicas y están detrás de las expresiones lingüísticas (Marina, 1998). Son las primeras estructuras cognitivas (esquemas sensomotrices) que se construyen por la interacción física con el entorno inmediato y después a través del juego simbólico se van exteriorizando y haciéndose representativas (Piaget, 1977). Es reduccionista percibir el conocimiento organizado como una red conceptual (Pozo, 1989).
- Para el conocimiento socialmente compartido de ciencias, pudiera ser útil un modelo de red conceptual organizado en teorías dado que al ser compartido debe explicitarse conceptualmente y es el concepto la usual moneda de intercambio en la comunidad. Ahora bien, las notables diferencias entre este conocimiento y el del alumno (Marín, 2003a) hacen percibir como poco adecuados el uso de los constructos “concepto” y “teoría”, dadas las connotaciones lógicas con que se construyen. Los constructos adecuados para la mente del sujeto deben responder mejor a los datos psicológicos, como por ejemplo, los efectos prototípicos observados en las categorías naturales del sujeto, que llevan a clasificar los objetos más por criterios de familiaridad que por los atributos lógicos que constituyen el concepto (Kleiber, 1995; Marina, 1998; Pozo, 1989).

Cuando son usados para describir el conocimiento individual, a los constructos mentales “teoría” y “esquema” se les suele asignar similar funcionalidad cognitiva (Marín, 2003a). Ahora bien, tradicionalmente “teoría” y “concepto” se han usado primordialmente para describir el conocimiento de ciencias. Así pues, sólo por una cuestión elemental de respetar las notables diferencias entre conocimientos sociales e individuales, habría que usar el constructo “esquema” para estos últimos. Además, la noción de esquema se adapta mejor a los datos psicológicos tomados en experiencias psicológicas sobre categorización y gestalt (Pozo, 1989).

- Por supuesto que no hay límites para caracterizar el conocimiento –una entidad que es tan sutil, compleja e inobservable- pero hacerlo por “notas ontológicas y epistemológicas” no parece que sea lo más adecuado. Estos conceptos, propios de epistemología y filosofía, no permiten una caracterización psicológica de detalle (Marín, 2003a). De hecho, esto se puede

contrastar comparando descripciones del sujeto que siguen la línea anterior (por ejemplo, Botella, 2001; Kramer, 1990) con las usadas para caracterizar, por ejemplo, las etapas piagetianas (Marchand, 2001; Marín, 2003a). Así, las descripciones por “notas ontológicas y epistemológicas” se muestran toscas frente a aquellas otras que se dan, por ejemplo, para explicar el progreso del sujeto al aceptar “la integración de la contradicción en sistemas inclusivos”, (ver por ejemplo, Piaget, 1978b). En este sentido, no se percibe adecuado caracterizar el conocimiento de un niño de tres años como realista (ver Carey y Spelke, 1994). Además de una clara falta de detalle psicológico, parece más adecuado catalogar de “realista” a una persona que de un modo explícito sabe defender su posición con argumentos más o menos coherentes. Se aprecia en todo esto cierta indistinción entre conocimiento explícito e implícito o que esta distinción es obviada.

- En línea con lo anterior, tomar como referente una descripción epistemológica y ontológica del conocimiento de ciencias como punto de llegada del aprendiz podría ser en principio relevante para la enseñanza de las ciencias pero sería discutible para caracterizar el proceso de aprendizaje del alumno. En efecto, cualquier propuesta de los procesos psicológicos del aprendizaje debería desmarcarse de los procesos lógicos que rigen la conceptualización del progreso científico, es decir, diferenciar lo lógico de lo psicológico (Marín, 2003b). Centrarse en exceso en el punto de llegada lleva, como así ocurre con los autores analizados en la tabla 1, en despreocuparse del origen y génesis de los constructos que proponen.

El constructivismo orgánico no requiere marcar el final del camino con principios ontológicos ni epistemológicos. Así, en los procesos constructivos tal y como los describe Piaget (1978a) en su teoría de la equilibración, las novedades de cualquier estructura cognitiva deben ser explicadas por las adquisiciones de la inmediata inferior en un proceso constructivo detallado que va de “*abajo a arriba*” sin presuponer que al final del proceso constructivo necesariamente se deba esperar una determinada estructura (Piaget y García, 1982). La imagen de un esquema incorporando datos provenientes de la interacción sujeto-medio por procesos de asimilación y acomodación aporta una explicación más parsimoniosa que las que ofrecen las distintas propuestas de la tabla 1. No es lo mismo hablar de aprendizaje aludiendo a que “*los principios ontológicos restringen el procesamiento de información actuando sobre todo el sistema cognitivo como un sistema operativo que formatea, etc., etc.*” que hacerlo a la inversa, “*las dificultades de asimilación de un esquema poco a poco van superando las resistencias de la interacción conforme aumenta su capacidad asimiladora gracias a la incorporación de nuevos elementos cognitivos por asimilación y acomodación*”. En el primer caso, las restricciones se caracterizan por los discutibles “principios ontológicos” que dificultan el procesamiento. En el otro, es una consecuencia natural de un esquema inmaduro que inicia su andadura asimiladora, de modo que la explicación de las dificultades no requiere el uso de más constructos. Es decir, las dificultades aparecen de forma natural inherentes a problemas de asimilación no debidos a los supuestos “principios ontológicos” cuyo origen se desconoce.

B. *El aprendizaje es construcción cognitiva y supone explicar cómo se producen los distintos tipos de construcción.* El constructivismo orgánico diferencia con claridad enseñanza y aprendizaje, de modo que los vínculos entre ambos son complejos (Marín, 2003a). Enseñar se refiere a la diversidad de modos, técnicas, métodos, recursos y acciones para que el alumno interactúe con el contenido objeto de enseñanza (con el fin de aprenderlo). Dichas interacciones pueden ser físicas o semióticas (Marín, 2010). Enseñar supone acciones externas al sujeto. Aprender, por el contrario, supone procedimientos inobservables que se dan en el interior del sujeto; de modo que por muy favorables que sean las condiciones externas, toda construcción cognitiva es interna al sujeto.



Lo anterior vendría a aportar nuevos argumentos para explicar la tendencia observada en las propuestas de aprendizaje revisadas al afirmar que “*apenas se habla de aprendizaje*”. El problema central estriba en los supuestos epistemológicos que subyacen en estos trabajos. En efecto:

- Algunos autores de la muestra utilizan la analogía del “*alumno como científico*” y extrapolan nociones características del conocimiento de ciencias (usan con frecuencia constructos como “concepto”, “teoría”, “ontología” y “epistemología”) para hacerlas valer en la descripción del conocimiento del alumno mostrando una percepción más lógica que psicológica del proceso de aprendizaje. Es decir, tanto el carácter conceptual de la naturaleza del cambio como el modo de describirlo, bien por sustitución o por cambio ontológico o epistemológico, son visiones del aprendizaje donde predomina lo lógico por encima de lo psicológico. Desde el constructivismo orgánico se perciben estas propuestas como reduccionistas.
- Otros autores muestran compromisos teóricos con los supuestos básicos del procesamiento de la información donde, siguiendo el símil de “*la mente como procesador simbólico*” parten de una estructura cognitiva sin génesis (ya construida de forma similar al hardware del PC), centrando entonces la atención en analizar cómo se produce el procesamiento de la información (Pozo, 2003). La salida coherente de este programa es admitir, como hacen muchos de sus seguidores, estructuras cognitivas innatas. Sin embargo, sólo es constructivista la propuesta de aprendizaje que tiene recursos para explicar la génesis de los constructos propuestos (Delval, 1997). Por esta razón y por la clara indistinción entre información y conocimiento, estas propuestas chocan con el constructivismo orgánico que las percibe limitadas por sus dificultades para explicar la formación de significados y la creación de nuevas estructuras cognitivas (Pozo, 1989). Procesar información no supone construcción cognitiva y por lo tanto, aprendizaje.
- Otros autores suelen hablar de “formatear la mente”, “formatos de representación”, “redescripción representacional”, “restricciones cognitivas”, “formato incompatible”, etc., términos que suelen extraerse del símil usual de la mente como procesador simbólico. Este lenguaje entronca nuevamente con el símil de la mente como procesador simbólico que ofrece una imagen mecanicista del aprendizaje.

La imagen del aprendizaje que admite cambios dramáticos en la mente, contrasta con la propuesta más parsimoniosa de la visión orgánica que intenta explicar los fenómenos del aprendizaje con otro lenguaje más natural desde los procesos de autorregulación orgánica, con menos constructos, cambios más continuos y una imagen de estructura cognitiva organizada en esquemas jerarquizados en vez de en red conceptual. Frente a la imagen constituida por una “*multiplicidad representacional de conocimientos ordenados jerárquicamente*” se podría anteponer sencillos esquemas de conocimiento de corte organicista (Marín, 1994) cuyo contenido, inicialmente implícito, se va explicitando por la toma de conciencia (Karmiloff-Smith, 1994; Piaget, 1976; Pozo, 2003), la cual es acelerada por la interacción con el acervo cultural y, al hacerse más explícitos y compartidos, admiten una regulación social más efectiva o un enriquecimiento más acentuado con las aportaciones culturales (Marín, 2010). Esto permitiría vincular el aprendizaje en contextos sociales con los esquemas organicistas que sí tienen recursos teóricos suficientes para hablar de diferentes tipos de aprendizaje (Delval, 2002).

## Referencias

- Aparicio-Serrano, J. A. y Pozo, J. I. (2006). De fotógrafos a directores de orquesta: las metáforas desde las que los profesores conciben el aprendizaje. En J. I. Pozo, N.

- Scheuer, M. P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. De la Cruz (Eds.), Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje (págs. 265-288). Barcelona: Grao.
- Botella, L. (2001). *El Ser Humano Como Constructor de Conocimiento: El Desarrollo de las Teorías Científicas y las Teorías Personales*. Recuperado a partir de <http://fpce.blanquerna.edu/constructivisme>
- Caravita, S. y Halldén, O. (1994). Re-framing the problem of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 89-111.
- Carey, S. (1991). Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change? En S. Carey y S. Gelman (Eds.), *The epigenesis of mind* (Erlbaum.). Hillsdale NJ.
- Carey, S. (2000). Science Education as Conceptual Change. Recuperado Octubre 26, 2009, a partir de [zotero://attachment/9991/](http://zotero://attachment/9991/)
- Carey, S. y Spelke, E. (1994). Domain specific knowledge and conceptual change. En L. Hirschfeld y S. Gelman (Eds.), *Mapping the mind*. Cambridge, Ma: Cambridge University Press.
- Carretero, M., Manjón, A. L., Pozo, J. I., León, J. A., Echeverría, M. P. P. y Asensio, M. (1992). Psicología de la instrucción, razonamiento y conocimientos específicos. *Infancia y aprendizaje*, 59, 11-29.
- Chi, M. T. H. (2005). Commonsense Conceptions of Emergent Processes: Why Some Misconceptions Are Robust. *Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 161-199. doi:10.1207/s15327809jls1402\_1
- 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* (Minneapolis.). University of Minnesota Press.
- Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change: belief revision, mental model and categorical shift. *International Handbook of Research on Conceptual Change* (Routledge., págs. 61-82). New York.
- 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, 27-43.
- Delval, J. (1997). Tesis sobre el constructivismo. En M. J. Rodrigo y J. Arnay (Eds.), *La construcción del conocimiento escolar* (págs. 15-24). Barcelona: Paidós.
- Delval, J. (2002). Vygotski y Piaget sobre la formación del conocimiento. *Investigación en la Escuela*, 48, 13-38.
- DiSessa, A. A. (1993). Toward an Epistemology of Physics. *Cognition and Instruction*, 10(2), 105-225.
- DiSessa, A. A. (2002). Why conceptual ecology is a good idea. En M. Limón y L. Mason (Eds.), *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice* (págs. 29-60). Dordrecht, The Netherland: Kluwer Academic Publishers.
- DiSessa, A. A. (2008). A bird's-eye view of the «pieces» vs. «coherence» controversy. *International Handbook of Research on Conceptual Change* (Routledge., págs. 35-60). New York.
- DiSessa, A. A. y Sherin, B. L. (1998). What changes in conceptual change. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1155-1191.
- Driver, R. (1983). *The pupil as scientist*. Milton Keynes, UK: Open University Press.

- García Franco, A. y Flores Camacho, F. (2004). Investigación en enseñanza de las ciencias. De las concepciones alternativas a las representaciones múltiples. *Ethos Educativo*, 30, 131-149.
- Hewson, P. W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3, 383-396.
- Hewson, P. W. y Thorley, N. R. (1989). The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, 11 (5), 541-553.
- Karmiloff-Smith, A. (1994). *Más allá de la modularidad*. Madrid: Alianza.
- Kleiber, G. (1995). *La Semántica de los Prototipos*. Madrid: Visor.
- Kramer, D. A. (1990). Conceptualizing wisdom: The primacy of affect-cognition relations. En R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom: Its nature, origins, and development* (págs. 279-317). Cambridge: Cambridge University Press.
- Marchand, H. (2001). Some Reflections On PostFormal Thought The Genetic Epistemologist, 3(29). Recuperado a partir de <http://www.piaget.org/GE/2001/GE-29-3.html#item2>
- Marín, N. (1994). Elementos cognoscitivos dependientes del contenido. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, (20), 195-208.
- Marín, N. (1999). Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 79-92.
- Marín, N. (2003a). Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, Extra*, 43-55.
- Marín, N. (2003b). Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 65-78.
- Marín, N. (2005). *La enseñanza de las ciencias en Educación Infantil*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- Marín, N. (2010). Nuevas opciones constructivas en la teoría de Piaget sugeridas por las ideas de Vygotsky. *EDUCyT*, 1(1). Recuperado a partir de [https://docs.google.com/viewer?url=http://www.educyt.org/portal/images/stories/revistas/revistaeducyt1/4\\_Articulo\\_Nicolas\\_Marin.pdf](https://docs.google.com/viewer?url=http://www.educyt.org/portal/images/stories/revistas/revistaeducyt1/4_Articulo_Nicolas_Marin.pdf)
- Marín, N. y Benarroch, A. (2000). Precisiones sobre el constructivismo e implicaciones para la educación. *Paideia. Revista de Educación*, 28, 19-34.
- Marín, N. y Cárdenas, F. A. (2011). Valoración de los modelos más usados en la enseñanza de las ciencias basados en la analogía «el alumno como científico». *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 35-46.
- Marín, N., Solano, I. y Jiménez-Gómez, E. (1999). Tirando del hilo de la madeja constructivista. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 479-492.
- Marina, J. A. (1998). *La selva del lenguaje*. Barcelona: Anagrama.
- Martín, E. y Cervi, J. (2006). Modelos de formación docente para el cambio de concepciones en los profesores. En J. I. Pozo, N. Scheuer, M. P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. De la Cruz (Eds.), *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje* (págs. 419-434). Barcelona: Grao.

- Martín, E., Mateos, M., Martínez, P., Pecharromán, A., Cervi, J. y Villalón, R. (2006). Las concepciones de los profesores de educación primaria sobre la enseñanza y el aprendizaje. En J. I. Pozo, N. Scheuer, M. P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. De la Cruz (Eds.), *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje* (págs. 171-188). Barcelona: Grao.
- Pascual-Leone, J. (1979). La teoría de los operadores constructivos. En J. Delval (Ed.), *Lecturas de psicología del niño* (págs. 208-228). Madrid: Alianza Universitaria.
- Pascual-Leone, J. (1983). Problemas constructivos para teorías constructivas. En M. Carretero y J. A. García Madruga (Eds.), *Lecturas de psicología del pensamiento* (págs. 363-392). Madrid: Alianza Editorial.
- Pecharromán, I. y Pozo, J. I. (2006). ¿Cómo sé que es verdad?: epistemologías intuitivas de los estudiantes sobre el conocimiento científico. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(2), 153-187.
- Pecharromán, I. y Pozo, J. I. (2008). Epistemologías intuitivas de los adultos: influencia de la edad, el nivel de instrucción y el dominio de conocimiento. *Estudios de Psicología*, 29 (1) (3), 245-272.
- Pecharromán, I. y Pozo, J. I. (2010). ¿Cómo sé que es bueno? Creencias epistemológicas en el dominio moral. *Revista de Educación*, 353, 387-414.
- Pecharromán, I., Pozo, J. I., Mateos, M. y Pérez Echeverría, M. P. (2009). Psicólogos ante el espejo: las epistemologías intuitivas de los estudiantes de psicología. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 27(1), 61-78.
- Pérez Echeverría, M. P. P., Mateos, M., Martín, E. y Scheuer, N. (2006). Enfoques en el estudio de las concepciones sobre el aprendizaje y la enseñanza. En J. I. Pozo, N. Scheuer, M. P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. De la Cruz (Eds.), *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje* (págs. 55-94). Barcelona: Grao.
- Pérez Echeverría, M. P., Mateos, M., Pozo, J. I. y Scheuer, N. (2001). En busca del constructivismo perdido: concepciones implícitas sobre el aprendizaje. *Estudios de Psicología*, 22(2), 155-173.
- Piaget, J. (1976). *La toma de conciencia*. Madrid: Morata.
- Piaget, J. (1977). *Epistemología genética*. Argentina: Solpin.
- Piaget, J. (1978a). *La equilibración de las estructuras cognitivas, «Problema central del desarrollo»*. Madrid: Siglo XXI.
- Piaget, J. (1978b). *Investigaciones sobre la contradicción*. Madrid: Siglo XXI.
- Piaget, J. y García, R. (1982). *Psicogénesis e historia de la ciencia*. Mexico: Siglo XXI.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. y Gertzog, W. A. (1982). Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), 211-227.
- Pozo, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. I. (1996). No es oro todo lo que reluce ni se construye (igual) todo lo que se aprende: contra el reduccionismo constructivista. *Anuario de Psicología*, 69, 127-139.
- Pozo, J. I. (2003). *La adquisición de conocimiento*. Madrid: Morata.

- Pozo, J. I. (2007). Ni cambio ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como un cambio representacional. En J. I. Pozo y F. Flores (Eds.), *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Madrid: Machado.
- Pozo, J. I. y Flores, F. (2007). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Madrid: Machado.
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Ediciones Morata.
- Pozo, J. I., Scheuer, N., Mateos, M. y Echeverría, M. P. P. (2006). Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza. En J. I. Pozo, N. Scheuer, M. P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. De la Cruz (Eds.), *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje* (págs. 95-134). Barcelona: Grao.
- Pozo, J. I., Scheuer, N., Pérez Echeverría, M. P., Mateos, M., Martín, E. y Cruz, M. D. la. (2006). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona: Grao.
- Reber, A. S. (1993). *Implicit learning and tacit knowledge*. New York: Oxford University Press.
- Rodrigo, M. J. y Correa, N. (1999). Teorías implícitas, modelos mentales y cambio educativo. En J. I. Pozo y C. Monereo (Eds.), *El aprendizaje estratégico* (págs. 75-86). Madrid: Aula XXI/Santillana.
- Shayer, M. y Adey, P. S. (1984). *La ciencia de enseñar Ciencia, «Desarrollo cognoscitivo y exigencias del curriculum»*. Madrid: Narcea.
- Soto, C., Otero, J. y Sanjosé, V. (2005). A review of conceptual change research in science education. *Journal of Science Education*, 6(1), 5-8.
- Strike, K. A. y Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. En R. A. Duschl y R. J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of Science, Cognitive Science and Educational Theory and Practice*. Nueva York: Suny Press.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4 (1), 45-69.
- Vosniadou, S. (2007). The Cognitive-Situative Divide and the Problem of Conceptual Change. *Educational Psychologist*, 42(1), 55-66. doi:10.1080/00461520709336918.
- Vosniadou, S. (2008). *International Handbook of Research on Conceptual Change* (Routledge.). New York.
- Vosniadou, S. y Brewer, W. F. (1994). Mental Models of the Day/Night Cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-183.
- Vosniadou, S. y Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20 (10), 1213-1230.
- Yang, W. G. (1999). An Analysis of «Pupil as Scientist» Analogies. *Science as Culture. Bicentenary of the Invention of the Battery by Alessandro Volta* (págs. 15-19).

TABLA 1. PROPUESTAS SOBRE APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

TABLA 1. PROPUESTAS SOBRE APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS		
Carey, 1991, 2000; Carey y Spelke, 1994		
Los <i>conceptos</i> son unidades de representación mental estructuradas. Los conceptos se agrupan en <i>teorías de dominio</i> alrededor de las cuáles se organiza la actividad mental. Son sistemas innatos de dominio específico el conocimiento del lenguaje, las personas, los objetos físicos, el número, etc.		Las <i>teorías de dominio</i> se rigen por un núcleo propio de principios innatos que actúan como moldes cognitivos del orden conceptual, la percepción y el razonamiento. Cada una actúa sobre un conjunto de entidades y fenómenos.
Normalmente las teorías de dominio se enriquecen y diferencian sus conceptos sin cambiar sus principios ( <i>reestructuración débil</i> ). Los significados de los conceptos, tomados desde su posición en el entramado conceptual, no se alteran.		Ocasionalmente, aparecen nuevas categorías ontológicas que llevan a superar los principios dando lugar a otros nuevos ( <i>reestructuración fuerte</i> ).
Chi, 2005, 1992, 2008; Chi, Slotta y Leeuw, 1994		
Asume los principios de procesamiento de la información y la organización conceptual de la estructura cognitiva, pero lanza la hipótesis de que ésta se organiza jerárquicamente siguiendo criterios ontológicos. Las mejoras de expertos frente a novatos no son sólo cuantitativas sino cualitativas.		La parte alta de la jerarquía conceptual está organizada en tres categorías ontológicas fundamentales: materia, procesos y estados mentales.
Son más fáciles los cambios o reestructuraciones conceptuales que no suponen cambio ontológico.		Son más difíciles los cambios conceptuales que requieren un cambio ontológico.
DiSessa, 1993, 2002, 2008; DiSessa y Sherin, 1998		
La interacción sujeto-medio genera primitivos fenomenológicos ( <i>p-prims</i> ) que son estructuras básicas de conocimiento o piezas sueltas para explicar hechos, cómo funcionan las cosas, fijar los eventos necesarios para que algo suceda o cuáles son los eventos posibles o imposibles de ocurrir, pero sin la mínima sistemática propia de las teorías ni una organización jerarquizada.		Las <i>clases de coordinación</i> son constructos con dos tipos de componentes estructurales, a) interpretar información regida por la necesidad de integración e invarianza y b) red causal que vincula observables y variables.
El cambio conceptual consiste en un proceso por el que los <i>p-prims</i> , sin desaparecer, se van desarrollando para formar parte de estructuras teóricas más amplias, es decir, no se ve el cambio como reemplazo ni su naturaleza es meramente conceptual.		El cambio conceptual se puede centrar en una u otra componente de la clase de coordinación, siendo la construcción de la red conceptual lo más difícil.
Vosniadou, 1994, 2007, 2008; Vosniadou y Brewer, 1994; Vosniadou y Ioannides, 1998		
Los <i>modelos mentales</i> se generan <i>in situ</i> desde las teorías marco y específicas junto a los datos del contexto de la situación dada para proporcionar explicaciones causales de fenómenos físicos y hacer predicciones sobre el mundo físico.	Las <i>teorías específicas</i> , usadas para explicar un rango limitado de fenómenos, están formadas por un conjunto de creencias o proposiciones que describen propiedades y comportamientos de los objetos físicos bajo las limitaciones de las teorías marco.	Las <i>teorías estructurales</i> o <i>teorías marco</i> , de carácter implícito, está regidas por un conjunto de principios o supuestos innatos, que pueden ser: ontológicos (presupuestos básicos sobre lo que puede o no existir) y epistemológicos (que tienen que ver con lo que debe o no ser explicado y el tipo de explicación que merece).
Es posible que algunos modelos queden almacenados en la MLP y pueden ser recuperados más tarde con mayor rapidez.	El cambio conceptual se puede dar por <i>enriquecimiento</i> (simple adición de información al marco teórico) y por <i>revisión</i> (cuando la información es inconsistente con la teoría específica o marco). Es más difícil la revisión de una teoría marco. Al conciliar las creencias propias con la información cultural recibida surgen los modelos sintéticos.	
Pozo, 1989, 2003, 2007; Pozo y Gómez Crespo, 1998		
Los <i>modelos mentales</i> son composiciones <i>ad hoc</i> del sujeto en respuesta a demandas contextuales sin que necesariamente estén almacenados de modo permanente.	Las <i>teorías implícitas</i> tienen <i>carácter abstracto</i> , los elementos integrantes son <i>coherentes</i> entre sí con capacidad para explicar las <i>relaciones causales</i> de los fenómenos del medio, muestran ciertos <i>compromisos ontológicos</i> en la medida que éstos restringen la entrada de nuevos elementos y/o procesan información y son fuertemente dependientes del contexto (teoría). Solo se manifiestan en su uso pragmático. Restringen el procesamiento de la información (sistema operativo).	
Los modelos mentales se componen entre representaciones del contexto externo al sujeto y las teorías implícitas.	Cambiar las teorías implícitas supone un <i>progreso en las relaciones causales</i> desde su versión simple (covarianza, contigüidad, semejanza, etc.) a relaciones de interacción y conservación, una <i>explicitación progresiva</i> de las teorías implícitas y una <i>integración jerárquica</i> de los diversos formatos cognitivos.	