
VISIÓN CONSTRUCTIVISTA DINÁMICA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

MARÍN MARTÍNEZ, NICOLÁS

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Almería

Resumen. El constructivismo, como soporte teórico, está detrás de la mayoría de los trabajos que abordan problemas propios del ámbito de la Didáctica de las Ciencias. A la vez, en éste ámbito, existen diversos marcos teóricos comprometidos con el constructivismo (piagetiano, humano, radical, social, etc.) con apoyos y posiciones bien diferentes en otros planos disciplinares (filosofía, psicología, epistemología de las ciencias, didáctica, etc.). Esta diversidad hace que declararse constructivista sin matices o aclaraciones viene a decir bien poco y en ocasiones es motivo de controversias (Marín, Solano y Jiménez Gómez, 1999).

El esfuerzo de este trabajo se centra en hurgar en el tipo de compromiso teórico que mantienen las diferentes familias constructivistas con incidencia relevante en la enseñanza de las ciencias. Después, se desarrolla la posición epistemológica y ontológica constructivista que es coherente con los detalles psicológicos que aporta una determinada opción sobre la construcción del conocimiento individual. Todo ello perfila la visión constructivista dinámica (Pozo, 1989; Delval, 1997) que será comparada con los planteamientos y modos de hacer de otras opciones constructivistas, a fin de analizar posibles ventajas para resolver problemas ligados a la enseñanza de las ciencias.

1. INTRODUCCIÓN

En las dos últimas décadas, el constructivismo ha servido de soporte, de un modo u otro, para la mayoría de los trabajos realizados en el ámbito de la *didáctica de las ciencias*.

Contrasta la alta incidencia del constructivismo para orientar los problemas de la enseñanza de las ciencias, con el hecho de que cualquier trabajo que declare su filiación con esta posición, sin más detalles, sólo permite suponer cierto compromiso con la afirmación *el alumno construye su conocimiento* (Marín et al., 1999). Son varios los argumentos que permiten sostener la anterior afirmación:

- Existen diversos planteamientos teóricos a los que se le pone la etiqueta constructivista *a posteriori* con los equívocos que ello puede conllevar. El constructivismo toma posiciones en planos disciplinares con entramados conceptuales diferentes como pueden ser la filosofía, psicología, epistemología de las ciencias, aprendizaje y enseñanza de

las ciencias. Todo parece indicar que la incursión del término es relativamente reciente (su uso se generaliza en la década de los 80) como lo prueba el hecho de que el término no aparece en diccionarios de filosofía (Ferrater Mora, 1978; Sánchez Meca, 1996), en los planteamientos más recientes sobre epistemología de la ciencia (Kuhn, 1975; Lakatos, 1974; Chalmers, 1984) o, incluso, en la extensa obra de un autor considerado pionero del constructivismo como Piaget.

- Para precisar la posición del constructivismo es frecuente que vaya acompañado de otros términos *ismos* (*realismo, racionalismo, constructivismo, idealismo, objetivismo*, etc.) que tomados de la Filosofía se ha ido incorporando a la literatura del ámbito educativo. Dos objeciones complementarias se podrían hacer a este trasiego:

- a) Los términos *ismos*, usados para delimitar globalmente la naturaleza del conocimiento y su relación con la reali-

dad puede que muestren cierta utilidad, pero resulta insuficiente cuando se pretende modelizar la actividad cognitiva del aprendiz. Esto requiere del detalle psicológico (Pozo, 1996)

b) Es de notar el carácter abstracto de los términos *ismos* que se refieren a otros conceptos, también abstractos, ligados frecuentemente al ámbito del conocimiento (teorías, conceptos, normas, valores, posturas, etc.). Este alto grado de generalidad hace que *aumente la probabilidad de error al valorar, encasillar o catalogar*, con términos *ismos*, cuestiones y problemas educativos, puesto que matices relevantes probablemente no sean considerados (Matthews, 1994).

• La formulación de la posición constructivista debería ser diferente para el conocimiento construido en la mente del sujeto y para el que se construye socialmente. Así, por ejemplo, si para el primero decimos *el sujeto construye a partir de sus conocimientos previos ¿qué formulación sería más apropiada para el conocimiento de ciencia?* En la construcción del conocimiento de ciencias se dan procesos cognitivos individuales (formación y producción del experto de ciencias) y, sobre todo, sociales (regulación social para incorporar y difundir las aportaciones individuales, gestión del conocimiento) que, además, interaccionan entre sí. Una visión constructivista de esta complejidad requiere tener en cuenta todos los procesos implicados y, por tanto, habría que decir algo así como *la incorporación de las aportaciones individuales al cuerpo de conocimientos de ciencias son reguladas por la intervención activa de una comunidad de científicos condicionada por su inmersión en estructuras sociales más amplias marcadas fuertemente, entre otros factores, por una serie de intereses económicos*. La descripción del significado del término constructivismo debe ser necesariamente diferente según se refiera a una construcción cognitiva individual o social.

Ante estos problemas relacionados con el término constructivismo, nos proponemos precisar las diferentes opciones constructivistas. Para lograr este fin se traza el siguiente plan:

a) Primero se profundizará en los fundamentos y compromisos teóricos y epistemológicos de cada una de las familias constructivistas con incidencia relevante en el ámbito de la didáctica de las ciencias.

b) Después, se mostrarán las carencias de los *ismos* de la filosofía para definir con cierta precisión las diferentes formulaciones del *constructivismo* en planos más concretos ligados a la construcción del conocimiento individual y el de ciencias. Pertinentes precisiones realizadas en el plano de la construcción del conocimiento individual, permitirán alinear las diferentes familias constructivistas en dos tipos de constructivismo básicos: estático y dinámico (Pozo, 1989; Delval, 1997).

c) Finalmente, se revisarán críticamente algunas propuestas didácticas de las diversas familias constructivistas, para terminar marcando direcciones más plausibles en la solución de problemas de la enseñanza de las ciencias.

2. APROXIMACIÓN A LOS FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y COMPROMISOS EPISTEMOLÓGICOS DE LAS FAMILIAS CONSTRUCTIVISTAS CON INCIDENCIA EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Aunque en la literatura existe una buena cantidad de términos para matizar al constructivismo, por ejemplo, contextual, dialéctico, empírico, humanístico, metodológico, moderado, piagetiano, postepistemológico, pragmático, radical, realista, social, sociohistórico, humanista, débil, trivial, etc. (Good, 1993; Matthews, 1994), si se consideran sólo las versiones que han tenido una influencia significativa en el ámbito de la didáctica de las ciencias, la lista se reduce al constructivismo piagetiano, humano, social y radical (Marín et al., 1999).

Un estudio de cómo surgen las distintas familias constructivistas y cuál es el periodo de incidencia en la Didáctica de las Ciencias se ha expuesto en una publicación anterior (Marín et al., 1999). Ahora, con otras pretensiones, sólo será suficiente hacer una breve presentación de éstas:

• El *constructivismo piagetiano*, se va conformando cuando diversos autores aplican en el ámbito de la enseñanza de las ciencias diferentes partes del entramado teórico de las aportaciones de Piaget (niveles cognitivos, formación de las operaciones formales, teoría de equilibración, etc.). Tiene una fuerte incidencia en el diseño de proyectos para la enseñanza de las ciencias en la década de los 60 (Bliss, 1995). A finales de los 70 surgen otros enfoques que llevan a esta familia constructivista a un segundo plano, en el que permanece en la actualidad.

• El *constructivismo humano* será uno de los enfoques que tome más influencia a finales de los 70. Inicialmente se fundamenta en la propuesta de aprendizaje significativo de Ausubel (1982). Después sus seguidores realizan nuevas propuestas didácticas (por ejemplo, los mapas conceptuales o la V de Gowin) de notable repercusión en el ámbito (Ausubel, Novak y Hanesian, 1986). Poco a poco, a lo largo de los 80, estas propuestas serán asumidas, junto a otras, por los seguidores del constructivismo social.

• El *constructivismo social* (inicialmente denominado *movimiento de las concepciones alternativas*) será el otro enfoque que comienza a tener presencia a finales de los 70. Lejos de grandes teorías, esta familia constructivista inicia su andadura desde su interés por la mejora de la enseñanza de las ciencias usando principios o mensajes sencillos como las concepciones específicas de los alumnos sobre los contenidos de enseñanza son importantes o el alumno debe aprender ciencia en consonancia con la actividad científica (individual, social, histórica) (Driver y Easley, 1978). A lo largo de los 80 los nuevos planteamientos van ganando adeptos, hasta tomar una posición hegemónica en la Didáctica de las Ciencias. Alrededor de tales mensajes se desarrolla una notable actividad publicadora (Solomon, 1994).

• El *constructivismo radical* con su peculiar posición epistemológica, de corte idealista (Glaserfeld, 1991), promueve a comienzos de los 90 cierta actividad en el ámbito de

la enseñanza de las ciencias, más vinculada a la especulación y confrontación filosófica que a abordar cuestiones de aula (para ver detalles, Marín et al., 1999). Si bien existen algunas propuestas concretas (Wheatley, 1991; Roth, 1993; Staver, 1995; Ritchie et al., 1997).

Aunque estas cuatro familias asumen los principios básicos constructivistas, presentan diferencias tanto en sus fundamentos como en sus propuestas para la enseñanza de las ciencias que, de hecho, se traducen en multitud de críticas cruzadas (ver críticas mutuas, por ejemplo, en Gilbert y Swift, 1985; Adey, 1987; Giordan y DeVecchi, 1987; Marín y Benarroch, 1994).

Para estudiar con cierto detalle las diferencias entre familias constructivistas, conviene precisar cuatro planos de conocimiento (A, B, C y D), que difieren entre sí en el grado de generalidad del entramado conceptual que profesan, pero que creemos que determinan y configuran la actividad del ámbito de la *Didáctica de las Ciencias*:

Plano A: Plano donde se establecen *las posiciones sobre el origen y construcción del conocimiento*. Este plano contiene conceptos con un nivel de generalidad mayor que el resto. A efectos de precisar posteriormente las posiciones de las diferentes familias constructivistas, conviene estructurar su espacio mediante dos ejes:

- *El primer eje* definido por dos posiciones o modelos diferentes para analizar la realidad:

a) El **mecanicismo** es una postura *reduccionista* que interpreta la realidad usando la metáfora de la máquina. La realidad puede ser analizada y desmontada en las partes que la componen, asumiendo que la suma de las partes es igual al todo (visión de la realidad como colección de sistemas cerrados). Y puede ser explicada conociendo las relaciones de causa-efecto que existe entre las partes, asumiendo que estas relaciones causales son simples y proporcionales (Luffiego, 2001).

b) El **organicismo** mantiene una postura *antirreduccionista* al negar que se puede explicar los distintos fenómenos de la realidad analizando los elementos que lo componen. Esta postura interpreta la realidad como un organismo vivo donde las propiedades del todo no son iguales a la suma de las de cada parte.

- *El segundo eje* se establece según la mayor o menor influencia del sujeto y de la realidad exterior en el origen y formación del conocimiento. En un extremo del eje se encuentra el *empirismo*, al otro el *racionalismo* y ocupando su zona central las diferentes posiciones constructivistas. Se distinguen las siguientes posiciones básicas:

a) Predominio del objeto en la construcción del conocimiento. Esta es la posición básica del **empirismo**: el origen del conocimiento está en la experiencia.

b) Predominio del sujeto en la construcción del conocimiento. Asunción básica de las posturas que se alinean al **racionalismo**. Actualmente es un término difícil de definir. En general se denomina así a toda filosofía que confía

en la capacidad de la razón para alcanzar la verdad (Ferrater Mora, 1978).

c) El conocimiento se construye por una **interacción entre sujeto y objeto** (Peñalver, 1988). Esta sería la posición básica del **constructivismo**. Admitir que el conocimiento es un proceso de construcción del sujeto interaccionando con su medio externo, se aleja del racionalismo al enfatizar el papel del medio y del empirismo al señalar el papel activo del sujeto en la construcción del conocimiento.

No debe pasar inadvertido que esta formulación del constructivismo se realiza en el plano de la construcción del conocimiento individual y no se puede trasladar tal cual al plano de la construcción social del conocimiento de ciencias. En este existen nuevos elementos (comunidad, comunicación interpersonal, mecanismos de regulación de las aportaciones individuales) que obligan a reformular el término constructivismo a este plano. Será preciso considerar lo anterior en argumentaciones posteriores a fin de evitar posibles confusiones.

Así definidos los dos ejes, permiten estructurar el espacio del plano A y, consecuentemente, ubicar diferentes términos de la filosofía. A efectos del discurso posterior, conviene distinguir en este plano dos posiciones constructivistas (Pozo, 1989):

a) El **constructivismo estático** asume que lo que el sujeto interpreta o aprehende de la realidad depende de sus conocimientos anteriores. A la vez, admite que entre el conocimiento y la realidad se pueden establecer correspondencias directas y aborda los problemas del conocimiento desde analogías mecanicistas. Por esta razón también se podría denominar *constructivismo mecanicista*. En el *plano de la construcción del conocimiento individual* mantienen el principio de correspondencia y la analogía mecanicista *la mente como un procesador simbólico* las diferentes teorías que se alinean al *procesamiento de la información* (Pozo, 1989).

b) El **constructivismo dinámico** rechaza el principio de correspondencia y aborda el problema de conocimiento desde una perspectiva orgánica. Por esta razón también se podría denominar *constructivismo organicista*. En el *plano de la construcción del conocimiento individual* esta versión constructivista admite el carácter orgánico de la estructura cognitiva –rechaza que se pueda simular la mente mediante el computador–, la cual es construida por el sujeto mediante procesos de asimilación y acomodación similares a los de otros organismos vivos. Ya no se trata de explicar cómo el sujeto procesa información dada desde el exterior o reproduce respuestas ya preparadas, sino de cómo lleva a cabo sus construcciones cognitivas con las que, por ejemplo, asigna significados y genera nuevas soluciones (Pozo, 1989). La teoría de equilibración de Piaget (1978a) se podría enmarcar dentro del constructivismo dinámico.

Plano D:

Ubicado por debajo del resto de planos, se encuentra el *plano de la enseñanza de las ciencias* donde se desarrollan las acciones docentes encaminadas a provocar interacciones

entre los contenidos de enseñanza de Ciencias y los conocimientos de los alumnos, con los más diversos métodos de enseñanza. Es también donde se generan los problemas de aprendizaje que suelen ser objeto de preocupación e investigación en el plano inmediato superior C.

Plano C:

Por encima y próximo al plano de enseñanza (D), se extiende el *plano de las propuestas didácticas y líneas de investigación de la Didáctica de las Ciencias* conformado por un conjunto de contenidos cuyo denominador común es la búsqueda de soluciones para resolver los problemas que se generan en el plano inferior. Las concepciones del alumnado, su nivel cognoscitivo, la evaluación de la eficacia de propuestas didácticas, la resolución de problemas, la formación de profesorado, etc., son líneas de investigación que delimitan este plano.

Plano B:

Finalmente, por las fuertes implicaciones que posee para el plano de la Didáctica de las Ciencias, entre éste (plano

C) y el plano superior –las diferentes posiciones frente al origen y naturaleza del conocimiento (plano A)–, se ha insertado el plano B constituido por dos áreas bien diferenciadas pero que comparten una función semejante: la de servir de fundamento de los modelos de enseñanza y de las investigaciones del nivel inmediato inferior (plano C). A la vez, los elementos que contiene tales áreas pueden ser clasificados según las posiciones que adoptan en el plano A. Las dos áreas son las siguientes:

a) Teorías psicológicas con capacidad para explicar y dar respuestas a los problemas de aprendizaje que se perciben en el alumnado de Ciencias. Tal es el caso de la propuesta de aprendizaje significativo de Ausubel (1982), la teoría de equilibración de Piaget (1978a) o la propuesta realizada por Vosniadou (1994). La inferencia básica para hacer propuestas para la enseñanza de las ciencias es la siguiente: *obsérvese cómo aprende el alumno y enséñese en consecuencia.*

b) Teorías sobre la construcción social del conocimiento de ciencias, denominadas genéricamente epistemología de las ciencias. Autores usualmente citados son Kuhn, Lakatos,



Toulmin y Laudan. La inferencia básica para hacer propuestas didácticas desde los planteamientos de epistemología de las ciencias es la siguiente: *obsérvese cómo se lleva a cabo la actividad del científico para tratar de reproducirla, salvando diferencias, en el aula*. También vale decir *obsérvese las mecánicas de construcción social del conocimiento de ciencias y enséñese en consecuencia*.

Así pues, establecidos y diferenciados los planos de conocimientos que afectan a la Didáctica de las Ciencias (ver gráfico), se está en disposición de establecer los apoyos y fundamentos de las distintas familias constructivistas:

- El *constructivismo radical* surge en regiones de actitud idealista en el plano A y su desarrollo teórico gira alrededor de la naturaleza del conocimiento (ver Glasersfeld, 1991), pero sin descender a los detalles que pudiera aportar una teoría psicológica (Vuyk, 1985). Así pues, las implicaciones para la enseñanza en el plano C y D (ver por ejemplo, Wheatley, 1991, Ritchie et al., 1997) se deduce, mediante largas cadenas inferenciales, desde el plano A. Esto explicaría que la postura epistemológica de von Glasersfeld haya desembocado en la clase de ciencias con propuestas didácticas bien diferentes y que su mejor calidad haya consistido en generar bastante polémica en el ámbito (Marín, 1999).

- El *constructivismo piagetiano*, al igual que el radical, tiene su origen en el plano A, pero se diferencia del anterior, básicamente, en que su posición epistemológica sobre la naturaleza y construcción del conocimiento se enriquece con un extenso entramado teórico construido a partir de una multitud de experiencias de carácter psicológico (plano B). A partir de este entramado se derivan, por deducción, modelos de enseñanza, programas de intervención y proyectos curriculares (plano C) que son aplicados en el plano D.

- El *constructivismo humano* parte de la teoría del aprendizaje propuesta por Ausubel (plano B) al que se le podría asignar en el plano A. La insuficiente diferenciación entre elementos externos (organizadores previos) e internos (inclusores) y entre los significados de los conceptos socialmente construidos, más declarativos y explícitos, y los que construye el sujeto, más procedimentales e implícitos (Pozo, 1989; García Madruga, 1990; Marín, 1994), sugiere una correspondencia externo-interno cercana a la que profesa el constructivismo estático. Desde la teoría del aprendizaje significativo (plano B) se deduce una propuesta de enseñanza para las ciencias (plano C y D). Otras aportaciones asociadas a esta familia constructivista con importante incidencia en el plano C y D, como los denominados mapas conceptuales o la V de Gowin no están vinculadas necesariamente a la teoría de Ausubel.

- El *constructivismo social*, dada la diversidad de apoyos y de planteamientos didácticos que sostiene en el plano C y D, presenta dificultades para ser situado en el espacio de los cuatro planos. Se podría decir que su punto de partida se localiza en la preocupación por los problemas que surgen en la clase de ciencias. Las concepciones específicas del alumnado sobre los diferentes contenidos de ciencias que son objeto de enseñanza se perciben como origen de

muchos de estos problemas. Después de desarrollar una buena cantidad de materiales didácticos, se percibe necesario un soporte teórico coherente que justifique tal material, así como el conjunto de actuaciones didácticas (véase Solomon, 1994; Osborne, 1996). Unos lo toman de la teoría de los constructos personales de Kelly, otros del modelo del aprendizaje generativo de Wittrock, la mayoría, de la Historia y Filosofía de la Ciencia.

El resultado es que el constructivismo social presenta una mezcla heterogénea de apoyos y si hubiera que buscar un denominador común dentro de la diversidad, éste podría concretarse en la analogía *el alumno como científico* (Driver, 1983; Solomon, 1994; Marín, 1996; Duit, 1999), que le lleva a tomar sus fundamentos dentro del plano B, en el área de la historia y filosofía de las ciencias.

En cuanto a la posición epistemológica que asumen las diferentes familias constructivistas, tanto al *constructivismo piagetiano* como al *radical* se les percibe con claridad su filiación epistemológica que podría asimilarse a la que adopta el constructivismo dinámico, así:

- El primero es naturalista sin ser positivista, que muestra la actividad del sujeto sin ser idealista, que se apoya igualmente sobre el objeto pero considerándole un límite (existiendo, por tanto, con independencia de nosotros, pero sin ser alcanzado nunca), y sobre todo que ve en el conocimiento una construcción continua (Piaget, 1977, p.13). Este autor intenta salvar la supuesta contradicción entre los contrarios que participan en su formulación constructivista (sujeto-objeto, orden-azar, determinismo-libertad, equilibrios-desequilibrio, empirismo-racionalismo, idealismo-realismo) a través del proceso dialéctico de construcción del sujeto que ni es predeterminado ni debido al azar.

- El segundo, intenta llevar coherentemente hasta el extremo (de ahí su calificativo de radical) los supuestos epistemológicos del primero (Vuyk, 1985), lo que lleva a adoptar posiciones más idealistas de que las que se pueden entrever en la posición piagetiana (Delval, 1997).

Ambos tipos de constructivismo comparten una marcada dirección descendente (según los cuatro planos propuestos): de los planteamientos formulados en los planos A y B se *deducen* los modelos de enseñanza y aprendizaje (plano C) que orientan la actuación docente en el plano D.

El *constructivismo humano* hace aportaciones desde varios supuestos, pero si nos atenemos a la que se deriva de la propuesta de aprendizaje significativo verbal de Ausubel (1982), podríamos afiliarlo, como ya se ha mostrado, al constructivismo estático visto su compromiso con los modelos mentales como redes conceptuales semánticas (Pozo, 1989). En cuanto a sus aplicaciones en la enseñanza de las ciencias, en el espacio definido por los cuatro planos, también se percibe una clara dirección descendente (deductiva).

En el caso del *constructivismo social*, la simplicidad para posicionar a las familias constructivistas antecedentes se pierde, pues se perciben direcciones ascendentes y descendentes. El primordial esfuerzo del *constructivismo social* por dar soluciones coherentes a los problemas de

enseñanza y aprendizaje que se generan en el plano D, podría justificar su éxito y predominio en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias, pero esto lo hace en detrimento de la coherencia de su contexto teórico que se percibe heterogéneo.

Si por fundamentar un trabajo se entiende explicitar una posición epistemológica lo suficientemente desarrollada como para justificar suficiente y coherentemente, mediante argumentos deductivos, analógicos, causales, etc., la toma de decisiones más significativas de las diferentes partes del trabajo (evitando la subjetividad personal para adoptar posiciones más consensuadas), en general, los trabajos alineados al constructivismo social presentan carencias de fundamentación (por ejemplo, Moreira, 1994; Solomon, 1994; Duschl, 1994), lo que hace difícil precisar la posición epistemológica que profesan. El fundamento usual del resto de trabajos se alinea en la analogía *el alumno como científico* (Solomon, 1994; Duit, 1999). Esta analogía considera que las semejanzas cognitivas entre el alumno y científico son suficientemente notables como para legalizar un modelo sobre la construcción del conocimiento del alumno usando constructos y mecánicas de desarrollo cognitivo propuestas en la construcción del conocimiento social de ciencias.

Los fundamentos que siguen la analogía *el alumno como científico* se toman: a) de la historia de la ciencia, b) de los modos con que se construyen este tipo de conocimiento social o c) de la actividad del científico más o menos modelizada. Los tres tipos tienen en común el supuesto de que lo que ha sido útil y productivo en el plano de las ciencias también lo será en el plano donde se enseña ciencias. Este supuesto está muy consensuado en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias (Gil et al., 1999).

Cabría ahora preguntarse a qué posición epistemológica está alineada la analogía *el alumno como científico*. Es plausible argumentar que puesto que es constructivista el plano epistemológico donde se toman tales fundamentos (Izquierdo, 2000), también lo serán las medidas didácticas que se tomen en clase de ciencias. Ahora bien, sería importante dilucidar de qué tipo de constructivismo se está hablando. Para ello, habría que notar que tal analogía admite las construcciones del conocimiento social de ciencias para modelizar la construcción del conocimiento en el alumno, es decir, da validez psicológica a un modelo sobre conocimiento externo al sujeto. Consecuentemente, el modelo de alumno que maneja el *constructivismo social*, respecto a otros más respetuosos con datos psicológicos, es:

- Más racional y lógico (Pintrich, 1999).
- Más declarativo y explícito a través de un lenguaje consensuado (Marina, 1998).

Otros autores, en su intento de asignar una posición epistemológica al *constructivismo social*, han afirmado:

- El constructivismo social al usar la metáfora del sujeto que mira la realidad a través de una lente pone de manifiesto su compromiso con la posición *empirista* del cono-

ciamiento. Tanto el empirismo como el constructivismo conciben la empresa de la ciencia en términos de individuos que observan el mundo y tratan de comprobar si sus ideas y conceptualizaciones tienen sentido; uno y otro toman la correspondencia entre las ideas y la realidad como el *sine qua non* del conocimiento (Matthews, 1994).

- Glasersfeld (1991) denomina *constructivismo trivial* a la aceptación, sin otro tipo de compromiso, del principio el conocimiento no es recibido pasivamente sino construido activamente por el sujeto que conoce. Esta posición trivial es la más usual en los trabajos alineados al constructivismo social (Martínez Delgado, 1999). Glasersfeld mantiene la posición de que el anterior principio sería necesario complementarlo con un segundo que afirmaría que la función de la cognición es adaptativa y sirve a la organización del mundo experiencial, no al descubrimiento de una realidad ontológica. Este segundo principio señala que el conocimiento no representa el mundo y está compuesto por esquemas de acción, conceptos y pensamientos que no nos informa en absoluto sobre cómo es el mundo, sólo sobre nuestras experiencias y de cómo están mejor organizadas. Llegar a conocer es un proceso de adaptación organizando las experiencias del sujeto de un modo eficaz, no es descubrir un mundo independiente. Los hechos no son elementos de un mundo independiente del observador, sino elementos de la experiencia del observador.

Por supuesto, el *constructivismo social* adopta en sus diferentes propuestas didácticas una clara posición constructivista, pero su compromiso trivial impide mayores precisiones. Es plausible pensar que esta posición constructivista no es la dinámica, dado su reiterado rechazo a la posición piagetiana (Gilbert y Swift, 1985; Giordan y DeVecchi, 1987; Gil, 1993), sus esporádicos vínculos con el procesamiento de la información (Lawson, 1983; Maloney, 1984; Niaz, 1991) o su visión más lógica que psicológica del alumno y del aprendizaje de éste (Strike y Posner, 1990; Duit, 1999).

3. DESMARCANDO LA POSICIÓN DEL CONSTRUCTIVISMO DINÁMICO FRENTE AL ESTÁTICO A TRAVÉS DE UN MODELO SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO INDIVIDUAL

Creemos importante insistir en las diferencias que puedan existir entre el constructivismo estático y dinámico dado que la toma de decisiones en la clase de ciencias es, como se muestra más adelante, sustancialmente diferente.

Obsérvese que el *constructivismo estático*, al asumir el principio de correspondencia hace fácil que pueda ser tachado de *empirista* (cuando no lo es). De un modo semejante, el *constructivismo dinámico*, al rechazar este principio y adoptar compromisos con la posición *organicista* del conocimiento es fácil que se pueda alinear dentro del *racionalismo* (cuando en sentido estricto no lo es). Y es que existe una dificultad manifiesta para diferenciar, con etiquetas extraídas de los *ismos* de la filosofía, las posiciones epistemológicas de las familias vinculadas al *construc-*

tivismo que admite adoptar actitudes empiristas, racionalistas, idealistas, realistas, relativistas, etc., sin perder por ello su compromiso con el principio trivial del constructivismo.

La etiqueta constructivista puede terminar convirtiéndose en un término vago e impreciso si la afirmación *el sujeto construye el conocimiento* no se llena de contenido más preciso. En el plano de la construcción del conocimiento individual, si no va acompañada del detalle que aporta una teoría de aprendizaje que precise los mecanismos sobre cómo lo construye (también Rodrigo, 1997). En última instancia, todo depende de cómo se conceptualice la interacción sujeto-objeto y de cómo se concrete la entidad de la estructura cognoscitiva del sujeto y de la naturaleza del medio externo (Pozo, 1996).

A propósito de lo anterior, frente al centramiento de la epistemología tradicional en el estudio de los estados superiores del conocimiento, Piaget sugiere que para comprender razones y mecanismos (de la construcción cognitiva) es preciso conocer todas las fases o por lo menos el máximo posible... La gran lección que proporciona el estudio de la génesis es mostrar que no existen nunca comienzos absolutos... [y por tanto, la imposibilidad de] conceder un privilegio a tal o cual fase (Piaget, 1977, p.10).

Así por ejemplo, precisar la posición del *constructivismo dinámico* supone, en un primer momento, desmarcarse claramente respecto a otras posiciones epistemológicas y ontológicas y, en segundo lugar, esbozar un modelo sobre la construcción del conocimiento individual coherente con la anterior posición epistemológica y ontológica¹. Veámoslo:

a) Posición epistemológica:

- La construcción del conocimiento tiene lugar en el interior del sujeto y sólo él la puede realizar, algo diferente son las condiciones externas que hacen posible, facilitan o dificultan esa construcción (Delval, 1997). Por tanto, no es coherente con el constructivismo pensar que existen factores externos, tan favorables, que inducen al aprendiz a realizar construcciones cognitivas.

- La anterior visión de la construcción del conocimiento como una interacción entre sujeto y objeto debería diferenciar el constructivismo del *empirismo*, que admite la existencia de correspondencia entre conocimiento y realidad y del *apriorismo* que admite la existencia de estructuras cognitivas preformadas sin ser construidas.

b) Posición ontológica:

- La realidad es construida por el sujeto cuando su conocimiento interactúa con las entidades reales, por lo que sin negar su existencia no puede conocerse tal cual es. Ambos, conocimiento y realidad, son construidos en paralelo por el sujeto. Esta dialéctica constructiva da una solución coherente al problema de qué es anterior, las estructuras del sujeto o su experiencia con la realidad: el sujeto construye estructuras a partir de su experiencia (sensible, social, intelectual) y estas son las que sirven para realizar las asimilaciones de la experiencia (Piaget, 1977).

- El sujeto establece representaciones que atribuye a la realidad, pero son sólo construcciones suyas. La realidad se conoce siempre a través de nuestros instrumentos cognoscitivos.

- Negar la existencia de la realidad o no admitir que el sujeto interactuara con la realidad (Glaserfeld, 1991) hace imposible la comparación, elimina el problema de la verdad, conduce al relativismo total y no puede explicar la comunicación interindividual. La posición contraria, es decir, conocemos las cosas tal cual son, deja sin explicar el error y las diferencias de concepciones entre individuos (Delval, 1997).

- En este contexto, la verdad no se puede entender en el sentido realista, es decir, como una correspondencia del conocimiento con la realidad externa al sujeto, más bien supone una confirmación subjetiva de las expectativas del sujeto. La verdad es relativa al sujeto y, sobre todo, es funcional y adaptativa. En la verdad del sujeto no se puede evitar que racionalidad, intereses y afectos estén entremezclados. La verdad de un conocimiento es siempre relativa y subjetiva al individuo que lo soporta o al colectivo que lo profesa. Existe una verdad individual y otra social (Marina, 1998).

c) Algunas características que debe tener una teoría sobre la construcción del conocimiento individual coherente con el constructivismo dinámico:

- Esta teoría debe comenzar admitiendo *estados internos* en el sujeto, incluyendo especificaciones sobre cómo se organizan y cómo funcionan (Pascual-Leone, 1979). En todo este proceso habría que tener cuidado en no caer en posiciones reduccionistas o mecanicistas (Pozo, 1989).

- Debe responder con cierto detalle a cómo se genera el conocimiento, cómo cambia, cómo se produce el acuerdo con la realidad y cómo se produce el acuerdo entre los individuos. Lo contrario sería caer en un constructivismo trivial (Delval, 1997; Glaserfeld, 1993).

- Debe adoptar una perspectiva genética ya que para comprender las razones de cambio y desarrollo cognitivo, es preciso conocer las fases más relevantes que jalonan la evolución del conocimiento (Piaget, 1977). Esto supone admitir que no existen comienzos absolutos ni posiciones cognitivas de privilegio. Existe cierta tendencia actual en admitir la existencia de ciertas disposiciones cognitivas específicas intentando armonizarla con la perspectiva constructivista (Karmiloff-Smith, 1994; Carey y Spelke, 1994), sin embargo, una posición estrictamente constructivista no debería admitir estructuras mentales si no son construidas, por lo que se podría afirmar que si la teoría no es genética, no es constructivista.

- El constructo *esquema* tomado como una unidad molar de la organización cognitiva para asimilar sectores de la experiencia del sujeto puede entrar eficazmente en el concierto de esta teoría psicológica de corte constructivista (Piaget, 1978; Pascual-Leone, 1979; Delval, 1997; Marina, 1998; Marín, 1999). Ahora bien, en la literatura del ámbito de la psicología, el término *esquema* tiene signifi-

cados diferentes (Pozo, 1989). Los que son presentados como estructuras de datos o estructurados con un formato simbólico, como así hacen las actuales teorías conexionistas del procesamiento de la información (Cubero, 1988; Rodrigo y Correa, 1999), no son consecuentes con una visión constructivista, entre otras razones, porque no tienen carácter genético (Delval, 1997).

Así pues, la principal diferencia entre el *constructivismo dinámico* y el *estático* la marca la posición organicista del primero y la mecanicista del segundo, pero una vez detallado el perfil del primero, se puede apreciar otras diferencias no menos importantes; entre las que habría que destacar dos, las que creemos más importantes por sus implicaciones para el ámbito de la enseñanza de las ciencias:

- El compromiso del *constructivismo estático* con cierta correspondencia entre contingencias reales y construcciones cognitivas, que no descartan mecanismos de asociación (o conexión, o acumulación) lo distancia claramente del *dinámico* que sólo admite construcciones por procesos de asimilación y acomodación (Delval, 1997).
- Los modelos sobre la construcción del conocimiento individual del *constructivismo estático*, usualmente marcados por la analogía la mente como ordenador o la del *alumno como científico* contienen constructos y mecánicas que no diferencian suficientemente lo lógico de lo psicológico (Pozo, 1989; Delval, 1997).

4. IMPLICACIONES PARA LA INVESTIGACIÓN EN EL ÁMBITO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Establecidas las diferencias entre constructivismo dinámico y estático según su posición epistemológica y psicológica, resta analizar qué implicaciones pudieran tener las propuestas y modos de hacer de las diferentes familias constructivistas en el plano concreto de la enseñanza de las ciencias según sus compromisos teóricos. Especial atención se dará a las propuestas didácticas basadas en el aprendizaje significativo de Ausubel y en la analogía de «*el alumno como científico*» respecto a las que se puedan deducir del constructivismo dinámico.

Realizaremos comparaciones y valoraciones en cuatro líneas de trabajo que han mostrado ser relevantes en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias:

- 4a) Sobre las investigaciones de las concepciones del alumno.
- 4b) Sobre los modelos cognitivos usados para comprender al aprendiz de ciencias.
- 4c) Sobre las dificultades del aprendizaje de las ciencias.
- 4d) Sobre los modelos de enseñanza de las ciencias.

La línea argumental para cada uno de los cuatro apartados será semejante. En primer lugar se resaltarán una o varias

afirmaciones peculiares, para esa línea de trabajo específica de la didáctica de las ciencias, deducida de la posición epistemológica y psicológica del *constructivismo dinámico*. Después, tales afirmaciones se tomarán como referencia para realizar una valoración crítica de posiciones, actitudes y modos de proceder características de otras familias constructivistas. Se finalizará intentando dar soluciones a los problemas planteados, marcando direcciones deducidas del constructivismo dinámico.

4a) **Respecto a la línea de investigación de las concepciones del alumno**, el *constructivismo dinámico* invita a revisar los planteamientos metodológicos de esta línea (Marín, Solano; 0 Jiménez Gómez, 2001). En efecto, el proceso por el que el investigador intenta perfilar el conocimiento del alumno desde las respuestas que da a sus preguntas, es básicamente una interacción entre el conocimiento del investigador y del alumno, por lo que no es posible que los datos aporten información sólo de este último. Dicho de otro modo, el investigador no es neutral sino que está implicado (y mucho) en los resultados de la investigación.

Ser consecuente con la posición del *constructivismo dinámico*, obliga al investigador a tomar conciencia y ponderar el efecto del observador (él mismo) en lo observado (el alumno). Es frecuente suponer que el sujeto está resolviendo la misma tarea o problema que el investigador cree estarle presentando (Delval, 1997).

Y es que las supuestas concepciones del alumno dependen en buena medida de lo que el observador (investigador) espere encontrar (Marín, 1995; Pozo, 1997) al aventurarse en la búsqueda de éstas, así:

- Suponer que una concepción del alumno es lo que sabe sobre un determinado contenido de enseñanza, lleva a encontrar con frecuencia nada más que *errores conceptuales*. El cuestionario que diseñó este investigador (parecido a los exámenes para evaluar contenidos académicos) no da mucha oportunidad al alumno para expresar lo que sí pudiera saber sobre el tema y termina sucumbiendo ante una serie de preguntas académicas excesivamente exigentes para el conocimiento que posee.
- Si se piensa que, además de *errores conceptuales*, el alumno también pudiera disponer de *concepciones alternativas*, es posible que se baje el listón y más que solicitar definiciones formales de conceptos, leyes o principios, se pedirá al alumno explicaciones o previsiones ante una serie de situaciones problemáticas ligadas con el contenido de enseñanza. Así, planteando cuestiones, unas más sencillas y otras más complejas, es posible toparnos con *concepciones alternativas* a las académicas.
- Si se prevé que las ideas de los alumnos están relacionadas con las que se dieron a lo largo de la historia de la Ciencia, las preguntas y cuestiones, por tanto, girarán sobre experiencias que fueron históricamente relevantes y finalmente encontraremos *concepciones alternativas históricas*.
- Si el investigador se arma con un modelo cognitivo del alumno tal que le haga suponer que sus ideas deben tener

cierta persistencia y coherencia, se plantearán cuestiones sobre un mismo concepto desde diferentes contextos y fenómenos relacionados con él para ver si se encuentran ciertas regularidades o cierta coherencia en sus respuestas, llegando quizá de este modo a percibir ciertos *esquemas alternativos*.

- Si se es consecuente con el principio constructivista de que el alumno tiene una organización cognitiva interna fruto de la cual elabora sus respuestas en su memoria a corto plazo para responder a la cuestión, problema o tarea planteada; la búsqueda y tratamiento de datos depende de qué es y cómo se percibe esa organización interna (como un retículo de conceptos, como una organización jerarquizada de teorías implícitas, teorías específicas y conceptos, como una estructura de esquemas de conocimiento o esquemas de acción, etc.).

Lo usual ha sido, a pesar de etiquetarse el trabajo como constructivista, realizar la búsqueda de concepciones con modelos, más o menos implícitos, poco adecuados sobre la organización interna del sujeto (serían los cuatro casos primeros) con resultados un tanto deficientes (Duschl, 1994; Jiménez Gómez, Solano y Marín, 1997; Marín et al., 2001). En estos casos, las concepciones han sido consideradas con frecuencia como obstáculos que hay que superar, cuando no siempre es así (Carretero y Limón, 1997). En ocasiones el alumno posee concepciones que apuntan en una dirección no tan equivocada donde lo más adecuado es enriquecerlas, precisarlas o conceptualizarlas (Marín, 1999).

En la última década, se percibe cierta tendencia significativa a considerar un contexto teórico sobre la cognición del sujeto y unas medidas metodológicas para abordar el problema de las concepciones (Oliva, 1999) en la línea de lo que el *constructivismo dinámico* sugiere:

- Tener en cuenta los sesgos y distorsiones que introduce el investigador. No es posible evitar este sesgo pero cabe la posibilidad de tomar medidas para minimizarlo considerando un modelo adecuado del sistema cognitivo del sujeto.
- En vez de polarizar la búsqueda sobre lo que el alumno sabe del contenido académico concreto, habría que dispersarla en otras direcciones para indagar sobre nuevos contenidos cognitivos, unos de carácter procedimental, otros no ligados directamente a los académicos (por ejemplo, el conocimiento cotidiano del alumno) o aquellos otros que son difíciles de expresar por vía verbal (Marín, Jiménez Gómez, Solano y Benarroch, 2001). Estos nuevos contenidos cognitivos pueden que no admitan una clara vinculación lógica con el contenido de ciencias a enseñar pero, en la medida que el sujeto los hace intervenir para realizar sus construcciones académicas, son significativos para éste y también, por tanto, para el docente de ciencias.
- Todo lo anterior llevaría como consecuencia a tener que describir el conocimiento de otro modo y usar procedimientos metodológicos más rigurosos (Marín et al., 2001).

4b) Respecto a los modelos cognitivos usados para comprender al aprendiz de ciencias, el *constructivismo dinámico* aclara que el sistema cognitivo del sujeto es complejo, por lo que su estudio es más adecuado afrontarlo desde una visión organicista. Siendo menos adecuado analizarlo desde posiciones reduccionistas como las mecanicistas o las que presentan importante indiferenciaciones entre lo lógico y lo psicológico. En clase, las acciones, decisiones y propuestas para enseñar ciencias dependen, entre otros factores, del modelo que el docente o el investigador tenga de cómo el alumno organiza y desarrolla sus conocimientos.

- El modelo usado por el constructivismo humano (Ausubel, Novak y Hanesian, 1986) sobre el alumno como estructura semántica conceptual sin otros contenidos cognitivos, bien de carácter procedimental (salvo los sintácticos) o de carácter implícito, es en general, deficiente para la enseñanza de las ciencias donde lo procedimental (en su sentido más amplio) es tan determinante. Sólo para aquellos contenidos de ciencias con escasa componente procedimental la propuesta de aprendizaje significativo verbal podría tener posibilidades (Aliberas, Gutierrez e Izquierdo, 1989).

- Los constructos (esquemas, MCP, MLP, MS, ME) del procesamiento de la información, basados en una visión mecanicista bajo la analogía *la mente como procesador simbólico* no son genéticos ni orgánicos y se alejan, por tanto, del alumno como constructor de su conocimiento (Delval, 1997). Quizá para contenidos de ciencias cuyo significado admite ser reducido a unas reglas algorítmicas que se aplican sobre un sistema simbólico, admitirían el uso de este modelo para diseñar actividades de enseñanza con posibilidades. En general, el significado de los contenidos de ciencias, síntesis de múltiples experimentos, de varios contextos problemáticos, aportaciones individuales, etc., no admite tal reducción. Pensemos, por ejemplo, en el concepto de inercia o el principio de acción y reacción.

- Es difícil admitir como buen modelo de la actividad cognitiva del alumno la analogía *el alumno como científico* (constructivismo social) dadas las diferencias entre la construcción del conocimiento social de ciencias y el del alumno. Mientras que factores económicos, sociales y racionales son más decisivos en las construcciones de ciencias, los psicológicos son más relevantes en el alumno. Esto no quiere decir que no existan también factores sociales que sean determinantes en las construcciones cognitivas del alumno, pero ni son los mismos que los que actúan para la ciencia, ni lo hacen del mismo modo. Así, mientras que en el alumno actúan como condicionantes externos, en la ciencia sólo actúan como externos en la fase de producción individual de cada científico. En la fase de conocimiento socialmente construido, tanto en la mecánica que regula la incorporación de las aportaciones individuales al grueso de conocimiento consensuado de ciencias, como en la mecánica de desarrollo y cambio de teorías, los factores sociales son directamente determinantes de esa construcción que es externa al sujeto. Ser coherente con la visión del constructivismo dinámico lleva a admitir que el conocimiento del sujeto es siempre construcción individual. Esta afirmación no se debe vincular causalmente,

como se suele hacer con frecuencia (Vuyk, 1985), con aquella que resta importancia a la influencia social en las construcciones cognitivas del sujeto. De hecho, no es incoherente admitir a la vez que toda construcción del sujeto es individual y que ésta esté fuertemente determinada por las condiciones sociales externas al sujeto. Estas dos afirmaciones son complementarias no opuestas.

Dicho lo cual, creemos que el *constructivismo dinámico* prevé detalles sobre un supuesto modelo cognitivo del alumno no contenidos en las alternativas citadas, como son los relacionados con la construcción de significados en el sujeto, con los contenidos cognitivos implícitos, con los diversos procesos de abstracción cognitiva o con la naturaleza del contenido procedimental.

4c) Respecto a las dificultades del aprendizaje de las ciencias, el *constructivismo dinámico* señala que el aprendizaje es construcción cognitiva del sujeto. Esto significa que lo construido es de carácter psicológico y el modo de describirlo debe responder a cómo desde estructuras inferiores se construyen las superiores (Piaget, 1977). Por tanto:

- El constructo que se modifica en el aprendizaje no puede ser lógico sino psicológico, por tanto, no es conveniente utilizar constructos usados para la construcción de conocimiento social como concepto, teoría o naturaleza ontológica, cuyos matices lógicos y racionales no son adecuados para describir el conocimiento individual (Marín, en prensa). Tal constructo debe ser coherente con datos obtenidos de experiencias psicológicas.

Las propuestas de aprendizaje usando la analogía del *alumno como científico* están dentro de la anterior línea de trasladar constructos y mecánicas propuestas en el plano de la construcción del conocimiento social de ciencias al plano psicológico donde el alumno construye sus conocimientos (Strike y Posner, 1990). Además, qué necesidad hay de proponer mecanismos de aprendizaje a través de una analogía como la descrita, cuando es posible hacerlo con teorías de aprendizaje construidas con datos psicológicos del sujeto (Marín, 1999). Cada cosa en su sitio: las propuestas basadas en la analogía *el alumno como científico* son válidas para conformar una enseñanza de ciencias que se precie pero insuficientes, pretenciosas y, sobre todo, sesgadas cuando pretenden ser modelos de aprendizaje. En contra de lo que afirman los defensores de esta analogía (Duit, 1999; Gil et al., 1999; Cudmani et al., 2000), sus propuestas de enseñanza nunca rebasan la frontera que separa la enseñanza del aprendizaje.

- Es usual plantear el aprendizaje, incluso en las tendencias constructivistas más recientes (Carey y Spelke, 1994; Pozo, 1997; Vosniadou y Ioannides, 1998; DiSessa y Sherin, 1998; Duit, 1999), tratando de responder a al problema de *¿qué es lo que cambia?* y *¿cómo cambia?* o incluso *¿cómo se produce el cambio conceptual?*. En nuestra opinión tal modo de plantear este problema introduce ciertos sesgos y restricciones al problema del aprendizaje, por las siguientes razones:

- Existe una buena variedad de aprendizajes (Piaget, 1978; Claxton, 1987), aprendizaje espontáneos y académicos,

aprendizaje conceptuales, procedimentales y actitudinales, aprendizajes por experiencia personal y aprendizajes reflexivos, aprendizajes por toma de conciencia, etc. Preguntarse *¿qué cambia?* parece simplificar demasiado el problema y más aún si se supone que lo que cambia es sólo de carácter conceptual.

- Ateniéndonos a datos psicológicos (Piaget, 1978) se puede hablar de enriquecimiento del esquema de conocimiento, o lo que es lo mismo, ampliación de su capacidad de asimilación, reestructuración para ajustarse a las resistencias reales, coordinación o diferenciación de esquemas, abstracción reflexiva para formar esquemas operatorios o formales, toma de conciencia de un esquema implícito, etc. Parece que para describir estos procesos es más adecuado usar términos como transformación, modificación o evolución, pero nunca como cambio.

- El término *cambio* sugiere con facilidad cambio de una cosa por otra (aunque no necesariamente), en el sentido de sustituir o en el sentido de eliminar para insertar algo nuevo, sin embargo, en sentido estricto, lo anterior no es posible si se está admitiendo una visión constructivista donde no es posible quitar o tirar ningún contenido cognitivo. Sí es una posibilidad constructivista incentivar a que los esquemas nuevos tengan prioridad de activación frente a los antiguos (Piaget, 1977; Pascual-Leone, 1983; Marín, 1999).

En definitiva, el *constructivismo dinámico*, percibe construcción cognitiva del sujeto en los incrementos en la capacidad de asimilación de esquemas, en la coordinación o diferenciación de esquemas, en los procesos de abstracción reflexiva, en las reestructuraciones cognitivas o en la toma de conciencia del contenido cognitivo implícito. Construcciones cognitivas que serían más difíciles de entretener desde modelos reduccionistas.

4d) Respecto a los modelos para enseñar ciencias, el constructivismo dinámico es tajante al afirmar que la enseñanza de las ciencias hace referencia al conjunto de acciones docentes a fin de que el alumno aprenda los contenidos de ciencias. Por tanto, los vínculos causales con el aprendizaje que establecen muchos modelos de enseñanza son claramente especulativos. Así pues, las condiciones externas al alumnado (acciones docentes, uso de materiales didácticos, experimentación, guión de actividades, etc.) por muy favorables que puedan parecer, por muchas expectativas o resultados favorables hayan mostrado o por muy consensuado que estén sus beneficios, son ni más ni menos que estrategias de enseñanza.

La anterior afirmación descansa en que, si se admite una visión constructivista dinámica, existe una membrana entre interior y exterior al sujeto semejante a la que existe entre enseñar y aprender. Tal membrana es imposible ser atravesada aunque es suficientemente flexible como para que el sujeto pueda aprender desde sus interacciones con el medio. Sólo desde ciertas creencias sobre el aprendizaje, que ya no serían constructivistas, se pueden admitir ciertas correspondencias entre enseñanza y aprendizaje (Pozo y Scheuer, 1999). En éste caso se admite que tal membrana se podría atravesar.

Siendo consecuentes con el *constructivismo dinámico*, sería ilusorio pensar que es posible crear unas condiciones óptimas de enseñanza, tal que combinadas con condiciones óptimas endógenas al alumno (atención, interés, nivel cognitivo, etc.) se podría establecer vínculos causales entre enseñar y aprender. Una situación de clase semejante es ideal, como lo es el modelo de *gas ideal* respecto a la realidad que modeliza. Argumentar sobre los vínculos entre enseñar y aprender es delicado y siempre especulativo. Como mucho, quizá sería posible atreverse a afirmar que en un contexto de clase próximo al ideal y un contexto teórico próximo al *constructivismo dinámico*, estaríamos en buenas condiciones para especular sobre qué tipo de enseñanza alcanzaría ciertos objetivos referidos al aprendizaje del alumno.

Los modelos para la enseñanza para las ciencias basados en la analogía del *alumno como científico* perciben necesario que la educación científica del alumno se plantee en consonancia con el quehacer científico (Gil et al., 1999). Sobre esta necesidad, la *visión constructivista dinámica* no se pronuncia pero sugiere que *no se debe confundir un mayor acuerdo entre enseñanza de ciencias y quehacer científico con una mayor comprensión del alumno de los contenidos*. Si la educación científica se entiende, más que como adquisición de un saber disciplinado, elaborado y formalizado, como un enriquecimiento del conocimiento del alumno, en la dirección marcada por las ciencias, para actuar y comprender mejor el medio (Mec, 1993), enton-

ces un modelo para la enseñanza de las ciencias debe buscar acuerdo, más que con el modo con que se construye el conocimiento de ciencias, con el modo de construir el alumno su conocimiento.

En nuestro dominio, Didáctica de las Ciencias, nos afanamos en buscarle creencias a todo, así, los alumnos tienen creencias ontológicas y epistemológicas, creencias de todos y cada uno de los contenidos que les enseñamos, sus profesores también tienen creencias sobre enseñanza, sobre aprendizaje, sobre evaluación, sobre las ciencias, etc., etc. Puestos a buscar creencias, también nosotros los que investigamos en el ámbito las tengamos, y aunque la mayoría de trabajos no son muy explícitos en cuestiones de fundamentación (Duschl, 1994; Moreira, 1994; Sanmartí y Azcárate, 1997), no cabe duda que cuando se habla sobre asuntos ligados al aprendiz de ciencias *siempre es posible asociarle las creencias que maneja el investigador sobre cómo el alumno construye sus conocimientos*. Antes de que sea llevado a cabo este tipo de investigación por terceros, bueno sería comenzar a revisar nuestras propias creencias ya que, además, resulta inútil eludirlas o ignorarlas.

NOTA

¹ Para establecer el perfil del *constructivismo dinámico* se ha seguido el orden argumental del trabajo de Delval (1997).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIBERAS, J., GUTIÉRREZ, R. e IZQUIERDO, M. (1989). Modelos de aprendizaje en la didáctica de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 9, pp. 17-24.
- ADEY, P.S. (1987). A Response To Towards a Lakatosian Analysis of Piagetian and Alternative Conceptions Research Programs. *Science Education*, 71(1), pp. 5-7.
- AUSUBEL, D.P. (1982). *Psicología educativa, Un punto de vista cognoscitivo*. Mexico: Trillas.
- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. y HANESIAN, H. (1986). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- BLISS, J. (1995). Piaget and after: the case of learning. *Studies in Science Education*, 25, pp. 139-172.
- CAREY, S. y SPELKE, E. (1994). Domain specific knowledge and conceptual change, en Hirschfeld, L. y Gelman, S. (eds.). *Mapping the mind*. Cambridge, Ma: Cambridge University Press.
- CARRETERO, M. y LIMÓN, M. (1997). *Problemas actuales del constructivismo. De la teoría a la pconocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.
- CLAXTON, G. (1987). *Vivir y aprender*. Madrid: Alianza Editorial.

- CUBERO, R. (1988). Los marcos conceptuales de los alumnos como esquemas de conocimiento. Una interpretación cognitiva. *Investigación en la escuela*, 4, pp. 3-11
- CUDMANI, L.C., PESA, M.A. y SALINAS, J. (2000). Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), pp. 3-13
- CHALMERS, A.F. (1984). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI.
- DELVAL, J. (1997). *Tesis sobre el constructivismo*, pp. 15-24, en Rodrigo, M.J. y Arnay, J. (comp.). La construcción del conocimiento escolar. Barcelona: Paidós.
- DISESSA, A.A. y SHERIN, B.L. (1998). What changes in conceptual change. *International Journal of Science Education*, 20(10), pp. 1155-1191.
- DRIVER, R. (1983). *The pupil as scientist*. Milton Keynes, UK: Open University Press.
- DRIVER, R. y EASLEY, J. (1978). Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, pp. 61-84.
- DUIT, R. (1999). Conceptual change approaches in Science Education, pp. 263-282, en Schnotz, W., Vosniadou, S. y Carretero, M. (eds). *New perspectives on conceptual change*. Londres: Elsevier.
- DUSCHL, R.A. (1994). Editorial Policy Statement and Introduction. *Science Education*, 78(3), pp. 203-208.
- FERRATER MORA, J. (1978). *Diccionario de Filosofía abreviado*. Barcelona: Edhasa.
- GARCÍA MADRUGA, J.A. (1990). *Aprendizaje por descubrimiento frente a aprendizaje por recepción. La teoría del aprendizaje verbal significativo*, pp. 81-93, en Coll, C., Palacios, J. y Marchesi, A. Desarrollo psicológico y Educación, II. Madrid: Alianza Editorial.
- GIL, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), pp. 197-212.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., DUMAS-CARRÉ, A., FURIÓ, C., GALLEGO, R. GENÉ, A., GONZÁLEZ, E., GUIASOLA, J., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., PESSOA DE CARVALHO, SALINAS, J., TRICÁRICO, H. y VALDÉS, P. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), pp. 503-512.
- GILBERT, J.K. y SWIFT, D.J. (1985). Towards a lakatosian analysis of the piagetian and alternative conceptions research programs. *Science Education*, 69(5), pp. 681-696.
- GIORDAN, A. y DEVECHI, G. (1987). *Les origines du savoir*. París: Dalachaux. (Trad.cast. 1988. Los orígenes del saber. Sevilla: Diada).
- GLASERSFELD, E. VON. (1991). Constructivism in Education, en Lewy, A. *The International Encyclopedia of Curriculum*. Pergamon Press. Oxford.
- GLASERSFELD, E. VON. (1993). *Introducción al constructivismo radical*, pp. 20-27, en Watzlawick, P. et al. La realidad inventada. Barcelona: Gedisa.
- GOOD, R. (1993). The many forms of constructivism. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(9), p. 1015.
- IZQUIERDO, M. (2000). Fundamentos Epistemológicos. pp. 35-64, en Perales, F.J. y Cañal, P. (eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.
- JIMÉNEZ GÓMEZ, E., SOLANO, I. y MARÍN, N. (1997). Evolución de la progresión de la delimitación de las ideas de alumno sobre fuerza. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(3), pp. 309-328.
- KARMILOFF-SMITH, A. (1994). *Más allá de la modularidad*. Madrid: Alianza.
- KUHN, T.S. (1975). *La estructura de las revoluciones científicas*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- LAKATOS, I. (1974). *Historia de la Ciencia y sus reconstrucciones racionales*. Madrid: Tecnos.
- LAWSON, A.E. (1983). Predicting Science achievement: the role of development level, disembedding ability, mental capacity, prior knowledge and beliefs. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(2), pp. 117-129.
- LUFFIEGO, M. (2001). Reconstruyendo el constructivismo: hacia un modelo evolucionista del aprendizaje de conceptos. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), pp. 377-392.
- MALONEY, D.P. (1984). Rule-governed approaches to physics: Newton's third law. *Physics Education*, 19, pp. 37-42.
- MARÍN, N. (1984). *Evaluación de dos métodos experimentales en la enseñanza de la física básica*. Tesina inédita. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.
- MARÍN, N. (1995). *Metodología para obtener información del alumno de interés didáctico*. Almería: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería.
- MARÍN, N. (1996). Referentes teóricos para fundamentar la enseñanza de las Ciencias. *Actualidad educativa*, III(1), pp. 26-33. Bogotá.
- MARÍN, N. (1999). Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp. 79-92.
- MARÍN, N. (en prensa). Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*.
- MARÍN, N. y BENARROCH, A. (1994). A comparative study of Piagetian and constructivist work on conceptions in science. *International Journal of Science Education*, 16(1), pp. 1-15.
- MARÍN, N., SOLANO, I. y JIMÉNEZ GÓMEZ, E. (1999). Tirando del hilo de la madeja constructivista. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), p. 479-492.
- MARÍN, N., SOLANO, I. y JIMÉNEZ GÓMEZ, E. (2001). Characteristics of the methodology used to describe students' conceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), pp. 663-690.
- MARÍN, N., JIMÉNEZ GÓMEZ, E., SOLANO, I. y BENARROCH, A. (2001). New Trends in Studies on Conceptions in Science. pp. 315-350, en Columbus, F. (ed.). *Advances in Psychology research*. Nueva York: Nova.
- MARINA, J.A. (1998). *La selva del lenguaje*. Barcelona: Anagrama.

- MATTHEWS, M.R. (1994). Vino viejo en botellas nuevas: un problema con la epistemología constructivista. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), pp. 79-88.
- MEC. (1993). *Ley Organica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE)*. Madrid: BOE (31-12-93).
- MOREIRA, M.A. (1994). Diez años de la revista Enseñanza de las Ciencias: de una ilusión a una realidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), pp. 147-153.
- NIAZ, M. (1991). Correlates of formal operational reasoning: a neo-piagetian analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), pp. 19-40.
- NOVAK, J.D. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza Universitaria.
- OLIVA, J.M. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp. 93-108.
- OSBORNE, J.F. (1996). Beyond Constructivism. *Science Education*, 80(1), pp. 53-82.
- PASCUAL-LEONE, J. (1979). *La teoría de los operadores constructivos*, pp. 208-228, en Delval, J. *Lecturas de psicología del niño*. Madrid: Alianza Universitaria.
- PASCUAL-LEONE, J. (1983). *Problemas constructivos para teorías constructivas, La relevancia actual de la obra de Piaget y una crítica a la psicología basada en la simulación del procesamiento de información*, pp. 363-392, en Carretero, M. y García Madruga, J.A. *Lecturas de psicología del pensamiento*. Madrid: Alianza Editorial.
- PEÑALVER, C. (1988). El pensamiento sistémico: del constructivismo a la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 5, pp. 11-16.
- PIAGET, J. (1977). *Epistemología genética*. Argentina: Solpin. (Ver.orig. 1970. *L'epistemologie génétique*. París: Presses Universitaires de France).
- PIAGET, J. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas, Problema central del desarrollo*. Madrid: Siglo XXI.
- PINTRICH, P.R. (1999). Motivational Beliefs as Resources for and Constraints on Conceptual Change, pp. 33-50, en Schnotz, W., Vosniadou, S. y Carretero, M. (eds.). *New perspectives on conceptual change*. Londres: Elsevier.
- 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, pp. 127-139.
- POZO, J.I. (1997). *El cambio sobre el cambio: hacia una nueva concepción del cambio conceptual en la construcción del conocimiento científico*, pp. 155-176, en Rodrigo, M.J. y Arnay, J. (comp.). *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.
- POZO, J.I. y SCHEUER, N. (1999). *Las concepciones sobre el aprendizaje como teorías implícitas*, pp. 87-108, en Pozo, J.I. y Monereo, C. *El aprendizaje estratégico*. Madrid: Aula XXI/Santillana.
- RITCHIE, S.M., TOBIN, K. y HOOK, K.S. (1997). Teaching referents and the warrants used to test the viability of students' mental models: is there a link?. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(3), pp. 223-238.
- RODRIGO, M.J. (1997). *Del escenario sociocultural al constructivismo episódico: un viaje al conocimiento escolar de la mano de las teorías implícitas*, pp.177-194, en Rodrigo, M.J. y Arnay, J. (comp.). *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.
- RODRIGO, M.J. y CORREA, N. (1999). *Teorías implícitas, modelos mentales y cambio educativo*, pp. 75-86, en Pozo, J.I. y Monereo, C. *El aprendizaje estratégico*. Madrid: Aula XXI/Santillana.
- ROTH, W.M. (1993). In the Name of Constructivism: Science Education Research and The construction of Local Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), pp. 799-803.
- RUMELHART, D.E. y ORTONY, A. (1982). The representation of knowledge in memory. *Infancia y aprendizaje*, 20, pp. 115-158.
- SÁNCHEZ MECA, D. (1996). *Diccionario de Filosofía*. Madrid: Alderabán.
- SANMARTÍ, N. y AZCÁRATE, C. (1997). Reflexiones en torno a la línea editorial de la revista Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), pp. 3-9.
- SOLOMON, J. (1994). The rise and fall of constructivism. *Studies in Science Education*, 23, pp. 1-19.
- STAVER, J.R. (1995). Scientific research and oncoming vehicles: can radical constructivists embrace one and dodge the other? *Journal of Research in Science Teaching*, 32(10), pp. 1125-1128.
- STRIKE, K.A. y POSNER, G.J. (1990). *A revisionist theory of conceptual change*, en Duschl, R. y Hamilton, R. (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), pp. 45-69.
- 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.
- VUYK, R. (1985). *Panorámica y crítica de la epistemología genética de Piaget 1965-1980*. Madrid: Alianza Universitaria.
- WHEATLEY, G.H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education*, 75(1), pp. 9-21.