

Constructivismo en Ciencias: pensamiento del alumnado versus pensamiento del profesorado

Rafael Porlán Ariza y Juan Ignacio López Ruiz

Resumen

Se plantea en este trabajo la necesidad de concebir el constructivismo como una teoría epistemológica y didáctica válida para describir y orientar los procesos de desarrollo tanto del profesorado como del alumnado. Para ello, se describen brevemente algunas características básicas de las concepciones de los alumnos en los procesos de aprendizaje científico, de la evolución y cambio de las mismas, así como de las concepciones de los profesores en aras de una construcción significativa del conocimiento profesional. Desde esta perspectiva, se pone el énfasis en aquellos estudios que se han preocupado por analizar las concepciones de los profesores acerca de los procesos de pensamiento de los alumnos en ciencias, para finalizar con una serie de posibles implicaciones.

Descriptores: Constructivismo. Concepciones alumnos. Concepciones profesores. Aprendizaje científico.

Abstract

This paper aims the need to conceive constructivism view as an epistemological theory and suitable didactic to describe and line up the development processes for teachers and students. Some basic characteristics from the students' conceptions in the scientific learning processes are briefly described, also the development and changing of these features. Similarly, the teachers' conceptions are analyzed to get a meaningful making of the professional knowledge. From this perspective, those studies that were concerned to analyze teachers' conceptions on students processes in science are emphasized. Finally, some potential implications are discussed.

Keywords: Constructivism. Students' conceptions. Teachers' conceptions. Scientific learning.

Introducción

Existe en la actualidad un consenso generalizado en considerar tanto la complejidad y singularidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje que tienen lugar en las aulas, como en contemplar dichos procesos desde un enfoque constructivista (Jackson, 1968; Gimeno y Pérez, 1983; Porlán, 1989).

Sin embargo, hasta el momento, el estudio de las variables fundamentales (profesores, alumnos, currículum y contexto) se ha visto claramente escindido en diversas líneas de investigación que, aunque se desarrollan paralelamente, poseen un cuerpo científico disjunto. Especialmente, queremos referirnos, por un lado, a la corriente de investigación del Pensamiento del Profesor (Clark y Yinger, 1979; Shavelson y Borko, 1979) y, por otro, a la línea de investigación del Pensamiento de los Alumnos (Driver y Easley, 1978; Giordan, 1978; Viennot, 1979). La primera de ellas, ha venido resaltando la importancia de considerar las concepciones y creencias de los profesores sobre diferentes aspectos tales como la planificación, la toma de decisiones interactiva, su propio rol como enseñante, etc., o, más recientemente, sus concepciones epistemológicas, pedagógicas y disciplinares, así como la influencia de su pensamiento en la práctica del aula (Clark y Peterson, 1986; Pérez Gómez, 1987; Porlán, 1989). La segunda línea de investigación ha venido estudiando básicamente cómo tiene lugar el aprendizaje científico de los alumnos y cuáles son las concepciones que los estudiantes poseen sobre determinados aspectos del mundo natural y social (Osborne y Freyberg, 1985; Giordan y De Vecchi, 1987; Driver, Guesne y Tiberghien, 1989). En este sentido, se han elaborado una serie de modelos que intentan explicar desde un enfoque constructivista el aprendizaje científico como un proceso continuo de cambio conceptual, metodológico y actitudinal (Osborne y Wittrock, 1983; Posner *et al.*, 1988; Grupo *Investigación en la Escuela*, 1991).

Si concebimos el aula como un sistema (Porlán, 1989) en el que interaccionan diversos elementos (profesor, alumnos, contenidos,...) dentro de un contexto caracterizado por una estructura y por una dinámica específicas, podemos considerar que el conocimiento didáctico no se genera sólo con el análisis aislado de cada una de las variables mencionadas, sino que precisa del estudio de la interacción y relaciones posibles entre las mismas. Más aún, si la finalidad de la investigación educativa debe ir más allá de la mera descripción de una u otra variable escolar para centrarse en el análisis y caracterización de los distintos componentes del sistema -aula y de sus interrelaciones, con el objetivo, todo ello, de transformar y mejorar la educación escolar, hay que señalar que ni los estudios sobre el pensamiento del profesor, ni las investigaciones sobre el pensamiento de los alumnos, cada una de ellas por separado, pueden conseguir el difícil y deseado objetivo de aumentar la calidad de la enseñanza.

Desde este punto de vista, nuestra intención con este artículo es realizar una breve descripción, que no pretende ser sistemática, de ambas líneas de investigación, poniendo especial énfasis en una posible vía de aproximación entre ellas por medio de la *investigación de las concepciones y la práctica de los profesores acerca del papel de las concepciones de los alumnos en los procesos de enseñanza-aprendizaje en las escuelas*. En relación con dicha problemática, presentaremos algunos trabajos que pretenden avanzar en esta dirección.

Constructivismo y concepciones de los alumnos: la construcción del conocimiento escolar

Desde mediados de la década de los setenta se vienen desarrollando diversos trabajos en el campo de la Enseñanza de las Ciencias que tienen como objetivo primordial caracterizar, describir y analizar el pensamiento de los alumnos, tanto desde una perspectiva más psicológica (delimitación de la estructura de conocimiento y de su posible desarrollo y evolución), como desde un punto de vista más didáctico (conocimiento del contenido del pensamiento de los alumnos sobre distintos aspectos de la realidad sacionatural). Así, desde que Novak conceptualiza el pensamiento de los alumnos a través de la reelaboración y desarrollo de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel como "preconcepciones" (Novak, 1977), o desde que Viennot describe las características del razonamiento espontáneo de los alumnos en Física (Viennot, 1979), se ponen en marcha un amplio número de estudios que, basados en diferentes perspectivas constructivistas -*esquemas conceptuales alternativos* (Driver y Easley, 1978), *concepciones erróneas* (Helm, 1980), *ciencia de los niños* (Osborne y Freyberg, 1985), *representaciones* (Giordan, 1989), *concepciones de los alumnos* (Porlán, 1988), etc.-, constituyen hoy una potente línea de investigación didáctica que ha localizado su atención en la relación existente entre contenidos, alumnos y aprendizaje.

Teniendo en cuenta estas y otras aportaciones, podemos establecer que el pensamiento de los alumnos y el proceso de construcción de conocimientos escolares se caracteriza hoy por los siguientes aspectos:

El aprendizaje científico de los alumnos es un proceso a la vez individual y social

Los numerosos estudios realizados a lo largo de las últimas décadas, tanto desde la psicología del aprendizaje como desde la didáctica de las ciencias, parecen poner en evidencia que el complejo proceso de construcción de significados implica a la persona que aprende en sus dos dimensiones fundamentales: la individual y la social. Resulta obvio, en el contexto teórico actual, que el aprendizaje científico de los alumnos no es un proceso exclusivamente intrapersonal, que tiene lugar en el pensamiento de un alumno aislado, sino que, por el contrario, la evolución de las concepciones de los alumnos y alumnas está íntimamente relacionada con el ambiente psicosocial del aula y con el medio sociocultural (Edwards y Mercer, 1988).

Hay que tener presente lo que ya existe en la mente del alumno

Desde que Ausubel expresa su famosa afirmación de que "el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese eso y enséñese consecuentemente" (Ausubel, 1968), ha habido un amplio consenso en considerar dicha idea como un elemento básico del constructivismo, sin embargo, Osborne y Freyberg (1985) señalan que puede resultar demasiado extensa y polisémica, ya que podría hacer referencia a destrezas, capacidades, actitudes, habilidades, experiencias, etc. Pero quizás sea en dicha ambigüedad donde radique toda su potencialidad educativa, dado que, desde nuestro punto de vista, no sólo habría que tener en cuenta las concepciones aisladas que los alumnos tienen en la cabeza, como parece enfatizarse en las actuales investigaciones sobre constructivismo en ciencias, sino que habría que considerar a la persona que aprende en su totalidad. Los estudiantes no sólo poseen ideas específicas acerca de diversos aspectos de la realidad natural y social, sino que en el marco de sus experiencias previas (Harlen, 1989), poseen igualmente unos determinados modos de actuación ante el entorno (procedimientos espontáneos), una

serie de actitudes y valores, unas estructuras de procesamiento, etc. (Edwards y Mercer, 1988), que también tendríamos que tener presentes a la hora de enseñar.

El pensamiento de los alumnos está configurado por un conjunto de esquemas o redes semánticas

Las concepciones que los alumnos poseen en relación con el entorno socrático parecen no estar constituidas por ideas inconexas y aisladas unas de otras, sino que más bien se configuran en forma de sistemas de ideas o redes semánticas en continua interacción y evolución (Porlán, 1989). Desde un punto de vista psicológico, podemos considerar que el pensamiento de los alumnos se encuentra estructurado por un conjunto de esquemas que guardan entre sí ciertos grados de relación (Norman, 1985). Dichos esquemas de conocimiento constituyen el marco de interpretación y actuación respecto a la realidad, y pueden referirse tanto a aspectos conceptuales como procedimentales y actitudinales (esquemas de actuación, rutinas, estrategias de resolución de problemas, etc.).

Para que el alumno inicie un proceso de construcción de significados es necesario que tenga una actitud favorable

Quizás sea éste uno de los aspectos que se considera más necesario para que se produzca aprendizaje escolar significativo (Claxton, 1984; Coll, 1990), pero al mismo tiempo resulta ser uno de los menos investigados desde una perspectiva didáctica. El interés de los alumnos genera una predisposición activa para la construcción de significados más evolucionados. La creación de un contexto motivante que encauce dichos intereses y los amplíe guarda relación con cada una de las problemáticas básicas del currículum escolar, más específicamente, con la selección, secuenciación y organización del conocimiento escolar, la metodología y la evaluación (Grupo Investigación en la Escuela, 1991; Porlán, 1993).

La construcción de conocimientos y de nuevos significados tiene lugar a través de la interacción de la nueva información y los esquemas preexistentes

Por medio de la interacción entre las concepciones preexistentes y nuevas informaciones y experiencias que sean inteligibles para el sujeto, -es decir, que sean concebidas por el mismo como de mayor poder explicativo (Posner et al., 1982) y que se sitúen dentro de su zona de desarrollo próximo (Vygotski, 1979)-, se produce la evolución y el cambio de dichos esquemas. Dicho de otra manera, un conjunto diversificado de nuevas informaciones y experiencias puede generar en un determinado momento una desestabilización cognitiva del sujeto que, si se dan las condiciones enunciadas, conduce a un proceso de reestructuración de los esquemas, a través de la integración (deformación) parcial o completa de la nueva información en las estructuras cognitivas preexistentes (Porlán, 1989).

El cambio conceptual debe ser pareja a un cambio metodológico y actitudinal

Si lo que se pretende desde la escuela es la educación integral de alumnos y alumnas parece evidente que éstos no sólo deben aprender conceptos sino que, asimismo, deben aprender procedimientos, valores y actitudes, en este caso, propios de la actividad científica. En concordancia con ello, el cambio en las concepciones implica un cambio en la metodología que utilizan para investigar los nuevos conceptos y el desarrollo de actitudes alternativas y deseables desde la educación científica escolar (Carrascosa y Gil, 1985).

En resumen, concebimos la evolución del pensamiento de los alumnos como un proceso continuo de construcción de significados conceptuales, procedimentales y actitudinales, que tiene lugar en un contexto social, y que se produce como resultado de la interacción de sus esquemas de conocimiento con nuevas informaciones y experiencias. Todo ello siempre que exista una predisposición activa (interés) hacia dicha reestructuración y que la nueva información sea comprensible y de mayor poder explicativo que los significados preexistentes (Grupo Investigación en la Escuela, 1991; Porlán, 1993).

Constructivismo y concepciones de los profesores: la construcción del conocimiento profesional

Desde que en 1976 se crea en la Universidad del Estado de Michigan el Instituto de Investigación de la Enseñanza, cuya empresa central era el estudio del pensamiento de los docentes, esta corriente de investigación ha sufrido una evolución considerable desde planteamientos centrados en la fase preactiva e interactiva de la enseñanza, como los trabajos referidos al pensamiento de los profesores durante la planificación de la enseñanza y durante la toma de decisiones en el aula (Shavelson y Borko, 1979; Clark y Yinger, 1979; Shavelson y Stem, 1983), hasta investigaciones que se centran en el estudio de las creencias y teorías implícitas de los profesores acerca de distintos aspectos curriculares, profesionales y conceptuales (Munby, 1981; Olson, 1981; Elbaz, 1983).

Podemos considerar que dentro de dicho enfoque resultan básicos los siguientes supuestos de partida:

-El profesor es una persona activa, autónoma (Clandinin,1986)y reflexiva (Calderhead, 1983), que de forma continua procesa información y da sentido a su práctica, y que posee un sistema particular de creencias acerca de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

- Los pensamientos de los profesores guían y orientan, en cierta medida, su práctica en el aula, de modo que existe un determinado nivel de interrelación entre los dominios del pensamiento y la acción del docente (Shavelson y Stem, 1983).

- El pensamiento del profesor se organiza en torno a esquemas de conocimiento que abarcan tanto el campo de las creencias y concepciones personales, como el de las estrategias y procedimientos para la planificación, intervención y evaluación de la enseñanza. La experiencia práctica profesional influye en el grado de estabilidad o/y de evolución de los mismos (Porlán, 1988).

- Los esquemas de conocimiento suelen representarse en el lenguaje y en la mente del profesor a través de imágenes, metáforas y principios prácticos (Clandinin, 1986). De esta forma puede enjuiciar y valorar las situaciones concretas, tomar decisiones o resolver problemas, con una economía de tiempo y de esfuerzo imprescindible en la tarea docente (Porlán, 1988).

- Ciertos esquemas pedagógicos de los profesores poseen un alto grado de inmutabilidad, de tal manera que se configuran como el sustrato más profundo, oculto e influyente del edificio cognitivo, por lo que constituyen una auténtica epistemología personal que suele tener su origen en el proceso de interiorización de prototipos, prejuicios y normas sociales que todo profesor ha sufrido en su larga etapa de alumno en el sistema educativo (Porlán, 1988).

- Los procesos de pensamientos de los profesores se producen dentro de un contexto psicológico (teorías implícitas, valores y creencias) y de un contexto ecológico (recursos, clima del aula, interacciones sociales, circunstancias externas, limitaciones administrativas, etc.) (Clark y Yinger, 1979). Dichos contextos condicionan el procesamiento de la información que llevan a cabo los profesores.

Entre otros, nos interesa destacar especialmente, los trabajos sobre el contenido del conocimiento práctico de los profesores (Elbaz, 1983), los estudios que intentan caracterizar sus constructos personales (Munby, 1981), analizándolos en relación con situaciones de innovación curricular (Olson, 1981) o aquellas investigaciones que vinculan el análisis de las creencias de los profesores con su inmersión en procesos de reflexión en y sobre la acción, y el cambio de las mismas a través de estrategias de investigación-acción (Elliot, 1990; *Grupo Investigación en la Escuela*, 1991). Concebimos, por consiguiente, el pensamiento y la práctica de los profesores como dimensiones mutuamente influyentes y en un proceso de construcción continua, que puede verse enriquecido por la implicación activa en dinámicas de reflexión crítica sobre su práctica a través de procesos de investigación-acción.

Concebimos, por último, que una de las variables fundamentales que estructura y enriquece las concepciones pedagógicas y didácticas de los profesores es el alumno y todo lo que éste implica: su conducta y papel en clase, sus esquemas de conocimiento, la evolución de los mismos, sus experiencias previas, sus intereses y motivaciones, etc. Profundizaremos sobre esto en el apartado siguiente.

Las concepciones de los profesores sobre el papel didáctico de las concepciones de los alumnos: diferentes aproximaciones

En primer lugar, hemos de destacar que el número de estudios que analizan las concepciones y la práctica de los profesores acerca del papel del pensamiento de los alumnos en ciencias es realmente limitado. Resultan escasas las investigaciones que disponemos en la actualidad para el análisis de dicho objeto de estudio, máxime cuando dichos trabajos se han realizado desde diferentes enfoques teóricos y metodológicos (en relación con las líneas de investigación anteriormente descritas). Es, por ello, nuestra intención pasar a describir sucintamente las diferentes aproximaciones que se han dado, así como los trabajos de mayor relevancia en este campo.

Para introducirnos en la problemática mencionada, vamos a tomar como punto de referencia un trabajo de Munby (1988:81) en el que resalta a través de varios ejemplos el valor de la metáfora en el lenguaje de los profesores, al referirse a sus alumnos:

"Tú quieres que te dé las cosas trilladas, pero yo quiero que tú pienses, quiero que mires e intentes explicarte las cosas. Ejercita tu mente y no necesitarás que alguien te tenga que dar las respuestas. "

"Hay que darles información de forma que la puedan comprender. De forma que puedan, como dije, meterla dentro de sus cabezas. Hay que exigirles que comprendan la información para ponerla dentro de sus cabezas. Cada vez que introducimos un concepto nuevo, vamos a hacer algún trabajo escrito con él, para pasarlo desde la página a sus cerebros a través de sus manos derechas. "

"Cuando están pensando, queda todavía esa parte esencial que tiene que estar delante de ellos para que la comprendan. "

"Pienso que es absolutamente esencial reforzar las cosas. Así se les quedan. Algunos niños que tengo en mi clase pueden leer el libro y trabajar en el cuaderno y hacerlo todo completamente. A otros hay que reforzarles con todo lo que uno pueda para que consigan aprenderlo. "

Pero, ¿es, quizás, lo más importante de estas declaraciones el que estén enunciadas en lenguaje metafórico? Para nosotros, el valor de dichas afirmaciones estriba, fundamentalmente, en su contenido, esto es, en la información crucial que proporcionan en relación al pensamiento de dichos profesores acerca de cómo aprenden sus alumnos. Sin embargo, paradójicamente, el análisis del contenido de esas declaraciones no puede hacerse más que desde el marco teórico de una corriente de investigación diferente: la que estudia el pensamiento de los alumnos y sus procesos de aprendizaje. Es, aplicando un enfoque constructivista del pensamiento de los estudiantes, como podemos acceder al estudio de las creencias de los profesores sobre dicha temática.

Centrándonos en los trabajos que intentan delimitar las creencias de los profesores acerca de los procesos de aprendizaje en ciencias, es, quizás, el estudio de Hollon y Anderson uno de los más completos y profundos que se han llevado a cabo sobre dicha temática. Se trata de una interesante investigación en la que se analizan las concepciones de trece profesores de ciencias que participan en la puesta en marcha de un proyecto curricular de ciencias (*Middle School Science Project*, Anderson et al., 1987) basado en un enfoque constructivista, a través de la aplicación de tres unidades didácticas. A lo largo del desarrollo de esta experimentación curricular, los investigadores ponen en práctica una metodología cualitativa de recogida y análisis de datos: observaciones, entrevistas, análisis de contenido, etc. (Hollon y Anderson, 1987). Como conclusión de este estudio los autores llegan a delimitar tres tipos de creencias de los profesores denominadas: orientación de desarrollo conceptual, orientación de comprensión del contenido y orientación de adquisición factual.

Para comprender el contenido de dichas creencias vamos a describir a continuación los puntos claves de cada una de ellas.

a) *Orientación de desarrollo conceptual*: se trata de profesores que fundamentan la enseñanza de las ciencias en el trabajo didáctico con el pensamiento científico de sus alumnos. Piensan que en el aprendizaje un factor primordial son las ideas que tienen los alumnos sobre los conceptos científicos que se pretenden enseñar. Los profesores se ven como monitores del pensamiento de los estudiantes, por lo que en clase sobresalen las interacciones entre los alumnos y sus propias explicaciones.

b) Orientación de comprensión del contenido: para estos profesores el aprendizaje es un proceso de asimilación en el que los estudiantes añaden nuevas ideas al conocimiento pre-existente. Ponen, por tanto, el énfasis en la naturaleza aditiva de los procesos de aprendizaje. Los contenidos toman un valor central en su enseñanza ya que constituyen aquello que tienen que aprender los alumnos. Lo que importa es la comprensión que el estudiante posee de los conceptos científicos. Las concepciones de los alumnos son interpretadas como *evidencias de las lagunas en su comprensión, que necesitan ser completadas o corregidas, más que como caminos alternativos de interpretar el mundo*. En la enseñanza prima la interacción profesor-alumno basada en exposiciones orales del primero hacia el segundo.

c) Orientación de adquisición factual: estos profesores no dan importancia al pensamiento de los estudiantes y sí a sus intereses, motivaciones, y necesidades. Son profesores sin formación específica en ciencias. En clase prima la interacción materiales curriculares / alumnos. Se dan pocas oportunidades para discusiones y para que los estudiantes expresen sus ideas u oigan las de los otros. Se pone el énfasis en las destrezas, conductas y desarrollo emocional y social de los alumnos. Estos profesores poseen poco conocimiento del proceso de aprendizaje, para ellos, *el aprendizaje ocurre como resultado de que los estudiantes sean expuestos a información importante o completen actividades*. Atribuyen el fracaso en el aprendizaje de los alumnos a habilidades innatas, motivación, materiales inadecuados, etc.

Otro de los estudios que se han ocupado de una problemática similar a la expuesta ha sido el de Hand y colaboradores, que se centra en las reacciones de dos profesores al incorporar una estrategia constructivista de enseñanza/aprendizaje de las ciencias (Hand et al., 1991). En este caso, el investigador puso en marcha un proceso de formación de profesores de ciencias a través de un curso basado en el constructivismo, y con observaciones de clase vinculadas al mismo. Al finalizar el curso seleccionó a dos profesores con amplia experiencia en la enseñanza de las ciencias. La investigación estuvo ligada al diseño y desarrollo de una unidad didáctica sobre la luz por parte de ambos profesores, contando con el asesoramiento del investigador. En la puesta en práctica de la unidad se prestó especial atención a las ideas que los estudiantes poseían sobre la luz, trabajando con dichas ideas por medio de cuestionarios, discusiones en pequeños grupos basadas en guiones de reflexión y puestas en común de toda la clase, con el objetivo de que sus puntos de vista evolucionaran respecto a las ideas de partida. Al mismo tiempo, el investigador fue describiendo el pensamiento de ambos profesores acerca de las concepciones de los alumnos. Inicialmente dicho pensamiento se resumía en lo siguiente:

"Ambos profesores creían que eran, debido a su experiencia, conscientes de las ideas que los estudiantes traían al aula. Ambos sentían que tenían una buena comprensión de lo que los estudiantes pensaban en relación a los tópicos que enseñaban y, de ese modo, no había necesidad de ocuparse de los procesos para determinar las concepciones de los estudiantes." (Hand et al., 1991:21).

Sin embargo, con posterioridad a la aplicación de dicha unidad, sus creencias al respecto habían cambiado:

"Rápidamente llegó a parecer obvio a ambos profesores que su comprensión sobre las ideas de los estudiantes era a menudo bastante incorrecta. Ambos profesores se sorprendían con frecuencia por los comentarios e ideas expresadas por los estudiantes." (Hand et al., 1991:24).

Otros cambios interesantes acaecidos en las concepciones y en la práctica de los profesores fueron:

- Selección de los conceptos básicos a aprender por los alumnos en la unidad. - Determinación sistemática de las ideas de los alumnos.

- Desarrollo del papel de facilitadores del aprendizaje científico de los estudiantes.

- Modificación del lenguaje utilizado por ambos profesores en clase, con el fin de adecuarlo a la terminología de los alumnos. - Puesta en marcha de unas actividades prácticas mucho más abiertas en las que los estudiantes ponían a prueba sus propias concepciones.

- Toma de conciencia de la necesidad de promover en el aula la interacción entre los alumnos por medio de discusiones.

En una investigación similar llevada a cabo por Hesse en la que un profesor puso en práctica una unidad didáctica sobre el cambio químico bajo la supervisión del investigador, se llegaron a resultados parecidos en relación con los cambios que se pudieron constatar en el pensamiento del profesor, en particular, en sus creencias acerca del aprendizaje científico de los alumnos. Dicha dirección del cambio puede comprobarse en las siguientes declaraciones:

"La Sra. Gast, sin embargo, no siempre pensó acerca del aprendizaje de ese modo." Cuando se refería a su anterior enfoque hacia la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias lo hacía en los siguientes términos: "Este es el camino. Aprenderlo. Reproducirlo y obtendrás tu aprobado...". Estas afirmaciones sugieren una aproximación didáctica no constructivista a la enseñanza. "Ahora, sin embargo, quiere que los estudiantes, comprendan el concepto que estamos enseñando, más que sólo aprender un conjunto de hechos" o de datos inconexos. (Hesse, 1987:201).

Como puede comprobarse, las creencias de la profesora con respecto a cómo los alumnos aprenden los conceptos científicos en el aula cambiaron significativamente una vez aplicada la unidad didáctica que se había diseñado sobre el cambio químico.

Similares resultados a los que acabamos de exponer hemos encontrado nosotros en dos estudios complementarios llevados a cabo aplicando en ambos casos diferentes metodologías de investigación (Porlán y López, 1992).

El primer estudio formaba parte de un trabajo más amplio de investigación sobre *las concepciones epistemológicas de los profesores*, en el que, una vez realizado un estudio cualitativo de las creencias pedagógicas y científicas de siete profesores de ciencias en formación inicial, se obtuvo, entre otras informaciones, una primera categorización sobre las concepciones acerca del aprendizaje científico. Dicha categorización se utilizó como base, junto con otras fuentes de declaraciones, para la elaboración de un instrumento (INPECIP, *Inventario sobre Creencias Pedagógicas y Científicas de los Profesores*) que se administró a una muestra amplia de profesores en ejercicio, a cuyas respuestas se aplicó el análisis de componentes principales por medio del programa estadístico BMDP (Porlán, 1989). Los resultados obtenidos permiten clasificar en tres tipos las creencias de los profesores. Las declaraciones más representativas de cada uno de ellos son las siguientes:

1. Aprendizaje por apropiación de significados:

"Los alumnos, cuando son capaces de responder correctamente a las cuestiones que les plantea el profesor, demuestran que han aprendido."

"Los errores conceptuales deben corregirse explicando la interpretación correcta de los mismos tantas veces como el alumno lo necesite."

"Cuando el profesor explica con claridad un concepto científico, y el alumno está atento, se produce aprendizaje."

Esta creencia que hemos denominado *aprendizaje por apropiación* se configura como la más representativa de la muestra analizada y concibe el hecho de aprender como un acto de apropiación cognitiva mediante el cual el alumno toma del exterior (persona, texto, realidad) unos significados únicos y preestablecidos.

2. Aprendizaje por asimilación de significados:

"El aprendizaje científico es significativo cuando el alumno tiene un interés personal relacionado con lo que aprende."

"Los alumnos están más capacitados para comprender un contenido si lo pueden relacionar con conocimientos previos que ya poseen."

"Para que los alumnos aprendan de manera significativa es importante que se sientan capaces de aprender por sí mismos."

En el conjunto de la muestra, esta concepción es menos representativa, e implica una actitud activa por parte del alumno y una comprensión de la nueva información al integrarla en los esquemas previos.

3. Aprendizaje por construcción de significados:

"Los alumnos suelen deformar involuntariamente las explicaciones verbales del profesor y la información que leen en los libros de texto."

"Las ideas espontáneas de los alumnos deberían ser el punto de partida para el aprendizaje de contenidos científicos."

"Los aprendizajes científicos esenciales que deben realizar los alumnos en la escuela son los relacionados con la comprensión de conceptos."

Esta concepción sobre el aprendizaje ha sido claramente minoritaria en la muestra analizada, y hace referencia al proceso individual y social de elaboración permanente de significados que se organizan en la memoria semántica de la persona que aprende. Se trata, pues, de una auténtica construcción personal de significados.

En el segundo estudio se puso en práctica una metodología cualitativa de investigación basada en el trabajo con dos profesores en ejercicio. Una vez caracterizados el pensamiento y la práctica profesional de ambos, se pasó a diseñar y experimentar una unidad didáctica en el área de Experiencias. Paralelamente al desarrollo de dicho proceso se aplicaron un conjunto de técnicas etnográficas para la recogida de datos (observación participante, entrevistas a profesores y alumnos, diarios, etc.). El análisis de estos datos se realizó simultáneamente siguiendo diversas fases (selección de unidades de información, categorización y análisis de contrastes). Se presentan a continuación los resultados obtenidos en relación con las concepciones de los profesores sobre el aprendizaje científico de sus alumnos incluyendo algunas unidades de información:

Profesor A

"Las clases me resultan muy monótonas y observo que muy poco motivadoras para los alumnos a pesar del esfuerzo que suelo poner."

"Solemos leer el tema en común, o individualmente, según los casos. A continuación les doy una explicación o les aclaro las dudas y pasamos a resumirlo en el cuaderno (...). Después realizan las actividades del libro u otras sugeridas por el profesor." "Al principio apenas realizaba controles y cuando hacía alguno me llevaba una tremenda decepción al constatar el bajo rendimiento después de tanto esfuerzo."

"Me preocupa mucho el rendimiento en conocimientos que lo considero muy escaso y en motivar a los alumnos que apenas lo consigo."

Profesor B

"(...) mucha importancia al diálogo, la expresión oral. Para esto tenemos un día a la semana la asamblea de aula; ellos eligen el tema que tratamos."

"(...) pero luego al final trato de hacerme un resumen con el mapa en la pizarra, pongo mi mapa, vamos, estos son los ríos que verdaderamente existen, entonces a raíz de ahí, yo siempre hago un resumen al final de lo que ellos saben, intento plasmarlo en la pizarra, y a raíz de ahí ahora empezamos a ver lo que trae el tema y lo que yo les digo."

"Todos los lunes dos alumnos exponen un tema que ha sido preparado anteriormente durante una semana, este tema lo eligen ellos mismos (...)."

Del conjunto de las declaraciones obtenidas podemos concluir que tanto el profesor A como el B conciben el aprendizaje como un proceso de *apropiación (atención -*

captación -retención) por el cual el alumno adquiere el verdadero y único sentido de los contenidos escolares. Sin embargo, el profesor A se situaría en el extremo del continuo *aprendizaje por apropiación - asimilación*, ya que concibe el aprendizaje como un proceso lineal y mecánico en el que las concepciones iniciales de los alumnos sobre el objeto de estudio no poseen importancia epistemológica ni psicológica, por lo que en su enseñanza no las tiene en cuenta en ningún momento. En el caso del profesor B consideramos, sin embargo, que su concepción sobre el aprendizaje es más evolucionada y próxima a la concepción del aprendizaje por asimilación dado que da cierta relevancia a lo que los alumnos ya saben sobre los contenidos e introduce algunas actividades prácticas más vinculadas a los intereses de los alumnos, aunque en el desarrollo del tema las concepciones de los alumnos dejan de tener relevancia, predominando la transmisión de los contenidos a través del libro de texto o de la explicación verbal por parte del profesor.

Implicaciones y perspectivas

Como hemos pretendido poner en evidencia a lo largo de este trabajo, el constructivismo puede concebirse, desde una perspectiva global e integradora, como una teoría didáctica que puede ser aplicada tanto al estudio del pensamiento de los alumnos y alumnas como al análisis y descripción del pensamiento de los profesores y profesoras.

Consideramos que en nuestro contexto educativo actual resultan de especial relevancia estudios que avancen en la dirección que acabamos de exponer, con el fin de ampliar y profundizar los conocimientos que poseemos sobre las concepciones de los profesores acerca del pensamiento de los alumnos y de su tratamiento didáctico en el aula. Se trataría, por tanto, de investigaciones que analizaran y describieran el modo en que los profesores, que están inmersos en procesos de desarrollo profesional, conceptualizan y ponen en práctica el constructivismo en ciencias.

En ese sentido, nosotros estamos desarrollando actualmente una serie de trabajos encaminados a aportar información relevante sobre la problemática de investigación que nos ocupa, a saber:

- Elaboración de una nueva versión del Inventario mencionado, para detectar las creencias de los profesores sobre el aprendizaje científico de los alumnos, con reestructuración de las declaraciones y de las categorías iniciales.
- Realización de un estudio de casos con dos profesores de primaria en ejercicio, en el que se aplica una metodología singular que intenta combinar un proceso de investigación acción con la puesta en práctica de técnicas de investigación del pensamiento de los profesores (*pensar en voz alta, estimulación de recuerdo*, etc.).
- Configuración de un modelo didáctico sistémico, constructivista e investigativo (Modelo Investigación en la Escuela) que sirva de marco, por un lado, para la construcción del conocimiento escolar por parte de alumnos y alumnas, y por otro, para el desarrollo profesional de profesores y profesoras.

Referencias

- Anderson, R.C. (1984). Some reflections on the acquisition of knowledge. *Educational Researcher*, 13 (9), 5-10.
- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston. (Trad. cast. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas, 1976).
- Calderhead, J. (1983). *Teachers' classroom decision-making*. London: Holt, Rinehart and Winston.
- Carrascosa, J. y Gil, D. (1985). La metodología de la superficialidad y el aprendizaje de la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 3, 113-120.
- Clandinin, D.J. (1986). *Classroom practice. Teachers' images in action*. Barcombe Lewes: Falmer Press.
- Clark, C.M. & Yinger, R. (1979). *Three studies of teacher planning*. East Lansing. Institute for Research on Teaching. Michigan State University. Research Series nº 55.
- Clark, C.M. & Peterson, P. (1986). Teachers' thought process. En C.M. Wittrock (Ed.) *Handbook of Research on teaching*. New York: Macmillan.
- Claxton, G. (1984). *Live and Learn. An Introduction to the Psychology of Growth and Change in Everyday Life*. London: Harper & Row Publishers. (Trad. cast. *Vivir y Aprender*. Madrid: Alianza Editorial, 1987).
- Coll, C. (1990). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Barcelona: Paidós educador.
- Driver, R. & Easley, J. (1978). Pupils and paradigma: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 3-1 5.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1989). *Las ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata/MEC.
- Edwards, D. y Mercer, N. (1988). *El conocimiento compartido. El desarrollo de la comprensión en el aula*. Barcelona: Paidós/MEC.
- Elbaz, F. (1983). *Teacher thinking: a study of practical knowledge*. New York: Nichols Publishing.
- Elliott, J. (1990). *La investigación-acción en educación*. Madrid: Morata.
- Gimeno, J. y Pérez Gómez, A. (1983). *La enseñanza: su teoría y su práctica*. Madrid: Akal.
- Giordan, A. (1978). *Une Pédagogie pour les Sciences Expérimentales*. París: Centurion.
- Giordan, A.; De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchatel: Delachaux et Niestlé S.A. (Trad.

- cast. *Los orígenes del saber: de las concepciones personales a los conceptos científicos*. Sevilla: Díada Editoras, 1988).
- Grupo Investigación en la Escuela (1991). *Proyecto Curricular I.R.E.S (Investigación y Renovación Escolar)*. 4 Tomos. Sevilla: Díada Editoras.
- Hand, B. et al. (1991). Teachers' reaction to a change to a constructivist teaching/ learning strategy. *Australian Science Teachers Journal*, 37 (1), 2124.
- Harlen, W. (1989). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Morata/M EC.
- Helm, H. (1980). Misconceptions about physical concepts among South African pupils studying physical science. *South African Journal of Science*, 74, 285290.
- Hesse, J.J. (1987). The costs and benefits of using conceptual change teaching methods: a teachers' perspective. En J. Novak: *Proceedings of the 2Q Int. Seminar Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Vol. 11* (194-210). Ithaca: Cornell University.
- Hollon, R.E. & Anderson, Ch.W. (1987). *Teachers' beliefs about students' learning processes in science: self-reinforcing belief systems*. Paper presented at the Annual Meeting of the A.E.R.A. Washington, D.C.
- Jackson, P. (1968). *Life in classrooms*. New York: Holt, Rinehart and Winston. (Trad. cast. *La vida en las aulas*. Madrid: Marova, 1978).
- Munby, H. (1981). The place of teachers' beliefs in research on teacher thinking and decision making, an alternative methodology. *Instructional Science*, 11, 201 -225.
- Munby, H. (1988). Investigación sobre el pensamiento de los profesores: dilemas ante la conducta y práctica profesionales. En L. M. Villar (Ed.). *Conocimiento, creencias y teorías de los profesores*. Alcoy: Marfil.
- Norman, D.A. (1985). *El aprendizaje y la memoria*. Madrid: Alianza.
- Novak, J.D. (1977). *A theory of education*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. (Trad. cast. *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza Editorial, 1982).
- Oberg, A. (1984). *Construct theory as a framework for understanding action research*.
Paper presented at the Annual Meeting of the A.E.R.A., New Orleans.
- Olson J.K. (1981). Teacher influence in the classroom: a context for understanding curriculum translation. *Instructional Science*, 10, 259-275.
- Osborne, R. & Freyberg, P. (1985). *Learning in Science. The implications of childrens' science*. Nueva Zelanda: Heinemann Publishers. (Trad. cast. *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Madrid: Narcea, 1991).
- Osborne, R.J. & Wittrock, M.C. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*, 67 (4), 489-508.
- Pérez Gómez, A. (1987). El pensamiento práctico del profesor, implicaciones en la formación del profesorado. *Congreso Mundial Vasco*.

- Porlan, R. (1988). Del pensamiento a la investigación. *Cuadernos de Pedagogía*, 161.
- Porlán, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- Porlán, R. y López, J.1. (1992). Dos estudios sobre las concepciones de los profesores acerca del aprendizaje científico de los alumnos. En Estebaranz, A. y Sánchez, V. *Pensamiento de Profesores y Desarrollo Profesional: Conocimiento y Teorías Implícitas (11)*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla: Sevilla.
- Porlan, R. (1993). *Constructivismo y Escuela*. Sevilla: Díada Editoras.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation to a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), 211-227.
- Putnam, J. (1984). *One exceptional teachers' decision making models*. East Lansing. Institute for Research on teaching. Michigan State University. Research Series nº 136.
- Shavelson, R.J. & Borko, H. (1979). Research on teachers' decisions in planning instruction. *Educational Horizons*, 57, 183-189.
- Shavelson, R.J. y Stem, P. (1983). Investigación sobre el pensamiento pedagógico del profesor, sus juicios, decisiones y conductas. En J. Gimeno y A. Pérez Gómez (Eds.) *La enseñanza: su teoría y su práctica* (págs. 372-419). Madrid: Akal.
- Smith, EL. & Anderson, C. W. (1984). *The planning and teaching intermediate science study: final report*. East Lansing. Institute for Research on Teaching. Michigan State University. Research Series nº 147.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1 (2), 205-222.
- Vygotski, L.S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Grijalbo.