

Las concepciones de los futuros maestros sobre la naturaleza, cambio y utilización didáctica de las ideas de los alumnos^(*)

Rosa Martín del Pozo¹, Ana Rivero² y Pilar Azcárate³

¹ Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid. rmartin@edu.ucm.es

² Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla

³ Dpto. Didáctica. Universidad de Cádiz.

(*) Este trabajo es parte del Proyecto I+D+i EDU2011-23551: La progresión del conocimiento didáctico de los futuros maestros en un curso basado en la investigación y en la interacción con una enseñanza innovadora de las ciencias, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (hoy de Economía y Competitividad).

[Recibido en noviembre de 2013, aceptado en mayo de 2014]

Uno de los indicadores de calidad en la enseñanza de los contenidos escolares es lo que los profesores piensan y hacen en el aula con las ideas de sus alumnos. Tanto es así que en el currículo de Educación Primaria (RD 1513/2006) y en el del Grado de Maestro (Orden ECI3857/2007) se hace referencia a la necesidad de considerar tales ideas como un referente de la enseñanza para así facilitar el aprendizaje. El propósito de este estudio es describir y analizar la progresión en las concepciones de una muestra de futuros maestros de Primaria acerca de las ideas de los alumnos sobre diversos contenidos escolares de ciencias, cuando participan en un curso de formación inicial de orientación constructivista. Uno de los problemas profesionales tratados durante el curso fue: *¿Qué ideas tienen los alumnos de Primaria sobre algunos contenidos escolares de ciencias?* Para abordarlo, se diseñó un ciclo de aprendizaje profesional en tres momentos: Inicial, para activar, tomar conciencia y elaborar los puntos de vista de los participantes sobre el problema planteado; Intermedio, para provocar contraste y reflexión argumentada entre sus puntos de vista y otras informaciones seleccionadas; Final, para reelaborar los puntos de vista iniciales y explicar las razones de los cambios realizados. El análisis de las producciones escritas de los participantes a lo largo de estos momentos sugiere que, en todas las categorías estudiadas (naturaleza, cambio y utilización didáctica de las ideas de los alumnos), se produce un progreso de sus concepciones iniciales próximas a un modelo transmisivo que ignora las ideas de los alumnos, pero sin llegar al modelo alternativo que consideramos deseable. Finalmente, se propone un *Itinerario de Progresión* sobre las ideas de los alumnos con tres niveles de complejidad (apropiación, sustitución y construcción), que puede servir de referente en la formación inicial de maestros.

Palabras clave: Formación de maestros de Primaria; Ideas de los alumnos; Educación Primaria; Enseñanza de las ciencias; Aprendizaje profesional.

The future teachers 'conceptions about the nature, change and educational use of students' ideas

One of the indicators of quality in teaching classroom content is what teachers think about the ideas of their pupils, and then what use they of them. The purpose of the present study was to describe and analyse how, during their initial teacher education course, prospective primary teachers' conceptions about pupils' ideas on various topics of school science content progressed. Analysis of the participants' written productions throughout the course (which had a clear constructivist orientation) suggested that, in all the categories studied (nature, change, and educational use of pupils' ideas), there was progression from their initial conceptions that had been close to a transmissive model that ignored pupils' ideas, but that this progression did not reach the alternative model that we considered desirable. We propose an "Itinerary of Progression" on pupils' ideas which can serve as a referent in initial teacher education.

Keywords: Primary Teacher Education, Students' ideas, Primary Education, Science Education, Professional Learning.

Introducción

Como grupo de investigación en la formación del profesorado de ciencias y matemáticas hemos centrando nuestros estudios en: a) las concepciones didácticas y epistemológicas de los profesores, b) el diseño y desarrollo de propuestas de conocimiento profesional, y c) el diseño y experimentación de estrategias de formación basadas en la investigación de problemas prácticos profesionales.

Nuestra pretensión ahora es estudiar la progresión de las concepciones de los futuros profesores cuando participan en cursos de formación de orientación constructivista. En otros trabajos hemos presentado dichas progresiones sobre los contenidos escolares (Martín del Pozo, Porlán y Rivero, 2011) y sobre la metodología de enseñanza (Rivero, Azcárate, Porlán, Martín del Pozo y Harres, 2011). En este artículo se presentan los resultados relacionados con *las ideas de los alumnos*.

¿Qué interés pueden tener las ideas de los alumnos de Primaria en la formación inicial de maestros? Varios autores señalan que el estudio de las ideas de los alumnos constituye una herramienta importante para ayudar a los profesores a cuestionar y transformar su conocimiento del contenido y de su enseñanza y aprendizaje (Gomez-Zwiep, 2008; Larkin, 2012; Levin, Hammer y Coffey, 2009; Otero y Nathan, 2008). Por otra parte, la predisposición didáctica a considerar las ideas de los alumnos ayuda a mantener a los profesores alejados del modelo transmisivo de enseñanza. Tanto es así que estos estudios sobre las concepciones y prácticas de futuros profesores, en el contexto de programas de formación dirigidos al cambio conceptual, revelan que los profesores tienden a reformular el papel de las ideas de los alumnos en el aprendizaje y en la enseñanza.

Esta importancia también se observa en el estudio realizado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA, 2004) con 180 formadores de profesores de 18 universidades españolas. En este trabajo se propusieron 23 competencias específicas para ser maestro, siendo la más valorada por los participantes el conocimiento de los contenidos que hay que enseñar, comprendiendo su singularidad epistemológica y la especificidad de su didáctica. En concreto:

- Saber reconocer la diversidad de los alumnos y explicitar su conocimiento, situar éste en relación al conocimiento científico y diseñar o escoger intervenciones didácticas para facilitar el desarrollo del conocimiento científico.
- Conocer las características de las principales dificultades en el aprendizaje-enseñanza de las ciencias experimentales, así como las particularidades más usuales del conocimiento de los alumnos (conocimiento previo) sobre los diversos temas del área de las ciencias experimentales y su influencia en el aprendizaje.

Por todo ello, nos interesa describir y analizar la progresión de las concepciones de los futuros maestros sobre las ideas de los alumnos, cuando participan en cursos de formación de orientación constructivista.

Fundamentación

Las ideas de los alumnos constituyen el objeto de estudio de una de las líneas de investigación más desarrolladas en Didáctica de las Ciencias por su volumen, variedad e implicaciones para la enseñanza y la formación del profesorado (Furió, Solbes y Carrascosa, 2006). Como señala Cubero (2005), los investigadores en Didáctica de las Ciencias se han referido al hecho de que los alumnos desarrollan explicaciones propias sobre el mundo físico-natural con una gran cantidad de términos. En este sentido, la polisemia del lenguaje para designar este "saber" no deja de ser un reflejo de diferentes enfoques sobre la naturaleza, cambio y utilización didáctica de los conocimientos de los alumnos.

En nuestro caso, nos interesa especialmente la manera como se conciben las ideas de los alumnos en los diferentes modelos didácticos. Tal y como sugiere Giordan (1989), en un modelo didáctico tradicional o transmisivo, las ideas de los alumnos no tienen valor epistemológico, ya que se conciben como el recuerdo o el "poso" que les queda de los

contenidos ya explicados en el aula. De ahí que, para que esos conocimientos evolucionen, los alumnos deben incorporar nuevas informaciones transmitidas por el profesor. Esta suele ser la visión inicial de muchos maestros en formación y en activo (Martín del Pozo y De Juanas, 2013; Windschitl, Thompson y Braaten, 2011).

En el otro extremo, una visión alternativa de las ideas de los alumnos es coherente con el constructivismo didáctico, para el que las ideas de los alumnos constituyen un conocimiento alternativo al conocimiento escolar que pretende enseñarse. Según este punto de vista, que compartimos, estas ideas, no necesariamente explícitas, pueden ser diferentes para distintos contextos y su evolución ocurre a través de un proceso de reelaboración hacia formatos más explícitos y estables (García, Mateos y Vilanova, 2011). Una enseñanza basada en la *investigación escolar* de problemas relevantes constituye una forma idónea de utilizar didácticamente las ideas de los alumnos, tal y como sugiere el Informe Rocard (2007).

En la Tabla 1 se sintetizan estas dos visiones, con referencia a las cuestiones que trataremos en este estudio: *¿qué son las ideas de los alumnos?*, *¿cómo cambian?* y *¿cómo se utilizan en el aula?*

Tabla 1. Diferentes enfoques sobre las ideas de los alumnos.

IDEAS DE LOS ALUMNOS	VISIÓN TRADICIONAL	VISIÓN ALTERNATIVA
<i>Naturaleza</i>	Las ideas de los alumnos son el resultado de la apropiación de los contenidos escolares, son lo que recuerdan de la enseñanza recibida. No se consideran las ideas espontáneas.	Las ideas espontáneas son conocimientos alternativos al conocimiento científico-escolar, que las personas usan habitualmente a lo largo de su vida, de ahí su importancia epistemológica.
<i>Cambio</i>	Las ideas de los alumnos cambian por incorporación y adición de nuevas informaciones escolares.	Las ideas de los alumnos cambian por reelaboración progresiva de las ideas propias en interacción con las nuevas informaciones escolares.
<i>Utilización didáctica</i>	No se utilizan o, en todo caso, se entienden como requisitos previos para el desarrollo de un tema.	Se utilizan de forma diversa durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En definitiva, los profesores tienen que tomar conciencia de que sus alumnos ya tienen conocimientos propios sobre los contenidos a enseñar, diferentes al conocimiento que se quiere enseñar, que pueden suponer verdaderos obstáculos para el desarrollo conceptual y que deben actuar en consecuencia. Pero, como señala Larkin (2012): “What does it mean to “teach accordingly”? Once a teacher has ascertained students’ ideas, what exactly is to be done with them? Certainly less consensus exists concerning these issues, which cover pedagogical, curricular, and even philosophical ground” (pp. 928).

Efectivamente, en la literatura encontramos opciones bien distintas acerca de cómo utilizar las ideas de los alumnos en la enseñanza de las ciencias. Por ejemplo, Morrison y Lederman (2003) hallaron que los profesores participantes en su estudio no mencionaron el uso de estrategias para tratar con las ideas de los alumnos en el aula, a pesar de que consideraron importante diagnosticarlas. La opinión predominante fue que las ideas de los alumnos son algo a eliminar y que los conocimientos incorrectos deben ser sustituidos por los correctos, al igual que detectaron Park, Hewson y Lemberger (2010). No obstante, Haefner y Zembal-Saul (2004) encontraron que, a pesar de que al final del proceso de formación los futuros profesores investigados no habían desarrollado un profundo entendimiento del papel de las ideas de los alumnos en el aprendizaje, reconocían que los alumnos tienen una gran variedad de ideas sobre los contenidos de ciencias, que pueden ser útiles en la enseñanza. También

Tabachnick y Zeichner (1999) encontraron que, aunque la mayoría de los futuros profesores que ellos investigaron adquirieron experiencia en detectar las ideas de los alumnos, sólo unos pocos fueron capaces de planificar su enseñanza de acuerdo con ellas.

En definitiva, como señalan Flores, López, Gallegos y Barojas (2000), pasar de posiciones tradicionales a posiciones constructivistas es un proceso difícil y complejo que exige transiciones; investigarlas es una estrategia prometedora para ayudar a que los planteamientos más complejos sobre las ideas de los alumnos estén más presentes en la práctica docente. Los resultados obtenidos por Windschitl, Thompson y Braaten (2011) y por Larkin (2012), aunque ambos con la participación de Profesores de Secundaria y no de Primaria como es nuestro caso, apoyan la idea de que lo que aprende el profesor sobre las ideas de los alumnos puede ser descrito como una progresión de aprendizaje. Ese es precisamente nuestro interés.

Diseño del estudio

Nos planteamos investigar dos cuestiones: *¿Cuáles son las concepciones sobre las ideas de los alumnos de maestros en formación?* y *¿cómo progresan en un determinado contexto formativo?*

Teniendo en cuenta lo indicado en la introducción, pretendemos describir y analizar: 1) *¿qué piensan sobre la naturaleza de las ideas de los alumnos?*, 2) *¿cómo creen que cambian?* y 3) *¿cómo utilizan las ideas de los alumnos al diseñar actividades de enseñanza-aprendizaje?*

Contexto

Este estudio se realizó a lo largo de un curso basado en la expresión y discusión de las concepciones de los participantes. Para ello tomamos en consideración diversas propuestas de formación de orientación constructivista (Watters y Ginns, 2000; Duit y Treagust, 2003; Liang y Gabel, 2005), que se basan en actividades en las que los futuros profesores expresan y cuestionan sus concepciones en relación con los *problemas prácticos* del currículum (Peterson y Treagust, 1998).

De forma similar al *ciclo de formación* propuesto por Zembal-Saul, Blumenfeld y Krajcik (2000), diseñamos una secuencia de actividades formativas con tres momentos. El *Momento Inicial*, para activar, tomar conciencia y elaborar los puntos de vista de los participantes sobre el problema planteado. El *Momento Intermedio*, para provocar contraste y reflexión argumentada entre sus puntos de vista y otras informaciones seleccionadas. Y el *Momento Final*, para reelaborar los puntos de vista iniciales y explicar las razones de los cambios realizados.

Durante el curso, se abordaron tres *problemas prácticos*:

- *Problema práctico I: ¿Qué ideas tienen los alumnos de Primaria sobre algunos contenidos escolares de ciencias?*
- *Problema práctico II: ¿Qué contenidos concretos se deben enseñar teniendo en cuenta las ideas de los alumnos?*
- *Problema práctico III: ¿Qué plan de actividades puede favorecer que evolucionen las ideas de los alumnos?*

El curso comienza con el problema práctico I, cuando los futuros maestros, organizados en equipos, elaboraron un cuestionario para explorar las ideas de 50 alumnos de Primaria sobre un contenido concreto del currículum de ciencias de su elección (actividad 1). El formador sólo procuró que los temas fueran realmente de interés, que no se repitieran y que se trataran en Primaria. Cada cuestionario fue sometido a revisión y contraste con otros ejemplos de cuestionarios, tanto de la bibliografía como elaborados por los estudiantes en otros cursos, y con un guión de reflexión sobre los aspectos tratados acerca de las ideas de los alumnos, como

por ejemplo: *¿qué significa para vosotros aprender? ¿tiene alguna relación con las ideas de los alumnos?* (actividad 2). Posteriormente, el cuestionario “mejorado” (actividad 3) se administró al grupo de alumnos de Primaria. A continuación, los equipos elaboraron un primer análisis de las respuestas al cuestionario (actividad 4), que posteriormente fue sometido a revisión y crítica al compararlo con otros métodos de análisis y cumplimentando un segundo guión de reflexión (actividad 5). Una vez mejorado el método de análisis, cada equipo lo aplicó a sus 50 cuestionarios y elaboró las conclusiones sobre las ideas de los alumnos de Primaria en relación al contenido seleccionado (actividad 6).

Una vez detectadas dichas ideas, los equipos de profesores en formación abordaron el problema práctico II sobre los contenidos que proponen enseñar a los 50 alumnos analizados (actividades 7, 8 y 9). Y, finalmente, abordaron el problema práctico III sobre qué actividades de aula pueden ayudar a los alumnos de Primaria a evolucionar en sus ideas, mediante un ciclo semejante a los anteriores: elaboración de una primera propuesta (actividad 10), análisis, contraste y cumplimentaron un guión de reflexión (actividad 11), y finalmente elaboración de una nueva propuesta de actividades que mejorara la propuesta inicial (actividad 12).

En la Tabla 2, se sintetiza la propuesta formativa, indicando los tres problemas prácticos tratados, las actividades formativas en cada momento y los documentos escritos que han sido fuente de datos para el estudio realizado sobre los contenidos escolares, la metodología de enseñanza y las ideas de los alumnos (Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M., 2011). Este artículo se centra en el análisis del problema práctico I y su evolución a lo largo del curso, en lo relativo a la naturaleza, cambio y utilización didáctica de las ideas de los alumnos. En un trabajo pendiente de publicación se trata el análisis de las ideas de las ideas de los alumnos con los datos de los documentos 4, 5 y 6.

Tabla 2. Propuesta formativa y fuente de datos para la investigación.

PROBLEMAS		MOMENTO INICIAL	MOMENTO INTERMEDIO	MOMENTO FINAL
I. <i>¿Qué ideas tienen los alumnos sobre algunos contenidos escolares de ciencias?</i>	ACTIVIDADES FORMATIVAS	A.1. Elaborar la primera versión del cuestionario. A.4. Realizar un estudio piloto.	A.2. Conocer y debatir aportaciones de la investigación didáctica Ia. A.5. Conocer y debatir aportaciones de la investigación didáctica Ib.	A.3. Elaborar la segunda versión del cuestionario. A.6. Analizar todos los cuestionarios.
	FUENTE DE DATOS PARA EL ESTUDIO	Primera versión del cuestionario. (Doc1) Estudio piloto (Doc4)	Guión de reflexión sobre <i>¿Cómo elaborar un cuestionario para conocer las ideas de los alumnos?</i> (Doc2) Guión de reflexión sobre <i>¿Cómo analizar las ideas de los alumnos y para qué?</i> (Doc5)	Segunda versión del cuestionario. (Doc3) Estudio completo con todos los cuestionarios (Doc6)
II. <i>¿Qué contenidos concretos programar teniendo en cuenta las ideas de los alumnos?</i>	ACTIVIDADES	A.7. Elaborar una primera propuesta de contenidos.	A.8. Conocer y debatir aportaciones de la investigación didáctica II.	A.9. Elaborar la segunda propuesta de contenidos.
	FUENTE	Primera propuesta de contenidos. (Doc7)	Guión de reflexión sobre <i>¿Qué contenidos enseñar?</i> (Doc8)	Segunda propuesta de contenidos. (Doc9)

Tabla 2. (Continuación)

PROBLEMAS		MOMENTO INICIAL	MOMENTO INTERMEDIO	MOMENTO FINAL
III. <i>¿Qué secuencia de actividades puede favorecer que evolucionen las ideas de los alumnos?</i>	ACTIVIDADES	A.10. Elaborar la primera versión del plan de actividades	A.11. Conocer y debatir aportaciones de la investigación didáctica III.	A.12. Elaborar la segunda versión del plan de actividades
	FUENTE	Primera versión del plan de actividades (Doc10)	Guión de reflexión sobre <i>¿Qué plan de actividades elaborar?</i> (Doc11)	Segunda versión del plan de actividades (Doc12)

Participantes

El curso fue desarrollado por tres formadores de maestros de Primaria en el área de ciencias, de tres universidades públicas españolas, con plan de estudios semejante. Los tres cursos tratan de aspectos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en Primaria. Participaron 149 estudiantes de Magisterio, mayoritariamente mujeres (90%), de entre 18 y 25 años.

El tipo de formación previa recibida se basó en aspectos generales de Psicología, Pedagogía y Sociología de la Educación. En ningún caso habían realizado aún Prácticas de Enseñanza. En cada curso participaron entre 37 y 57 estudiantes, organizados en 28 equipos de trabajo (9 o 10 por curso) de 4 a 6 componentes. Los resultados que aquí se presentan se refieren a tres equipos (A, B y C) seleccionados al azar, uno por curso. Recordamos que para el desarrollo del curso los equipos eligieron libremente un contenido del currículo de ciencias de Primaria. En los equipos estudiados, las temáticas fueron: *la reproducción humana* (equipo A), *los animales* (equipo B) y *el universo* (equipo C).

Instrumentos de recogida de datos

La obtención de los datos se realizó a través de las producciones escritas de los participantes en los tres momentos mencionados: inicial (al elaborar las primeras propuestas sobre el problema), intermedio (al someterlas a contraste) y final (al re-elaborarlas de manera argumentada).

Los equipos, de manera colectiva, y previo trabajo individual, elaboraron dos tipos de documentos escritos (ver Tabla 2). Por una parte, las *producciones libres*, totalmente abiertas y sin restricciones de ningún tipo, tanto en el momento inicial (Documentos 1, 4, 7 y 10), como final (Documentos 3, 6, 9 y 12). Por otra, los *guiones de reflexión* que actúan como cuestionarios de preguntas abiertas que dirigen la discusión y la toma de decisiones en los equipos, son los Documentos 2, 8 y 11, desarrollados en los momentos intermedios. En este artículo utilizamos los datos obtenidos a través de los documentos 1, 2, 3 y también los 10, 11 y 12, dado que en el plan de actividades que realizan al tratar el problema III, hay información sobre la utilización didáctica de las ideas de los alumnos.

Instrumento de análisis

Para el análisis de estos documentos se ha seguido un procedimiento con los siguientes pasos:

1. Identificación de *las unidades de información significativas* que aparecen en los documentos escritos de cada equipo.

2. Clasificación de las unidades de cada equipo según las tres categorías de análisis. Se identificaron 148 unidades de información: 49 sobre la naturaleza, 51 sobre el cambio y 48 sobre la utilización didáctica de las ideas de los alumnos. Dicha clasificación se realizó independientemente por dos investigadores. Entre ambas clasificaciones hubo un índice de concordancia de más del 90% en todos los casos. Las divergencias fueron analizadas separadamente y con ayuda de un tercer investigador, buscando un consenso y, cuando esto no fue posible, se eliminaron las unidades de información.

3. Elaboración de *proposiciones de síntesis*, que tienen un bajo nivel de inferencia e integran todas las unidades de información de una misma categoría de un mismo equipo. Esto se repitió en los tres momentos del ciclo formativo (inicial, intermedio y final). La combinación de tres equipos, tres momentos del ciclo formativo y tres categorías arroja un total de 27 proposiciones de síntesis. Ejemplificamos este proceso con el equipo B, para la categoría “Cambio de las ideas de los alumnos”, en el momento intermedio:

Unidades de información	Proposición de síntesis
<i>El aprendizaje significativo no se da (si el nivel de formulación propuesto está alejado del del niño) porque, además de comprenderlos (los contenidos), es necesario relacionarlo de forma significativa con los conocimientos que el niño tiene.</i>	Para que las ideas de los alumnos cambien es necesario enlazar los conocimientos previos con los nuevos y así eliminar las ideas o conocimientos erróneos que el niño tiene.
<i>(Conocer las ideas de los alumnos antes de programar la enseñanza es útil) para eliminar las ideas o conocimientos erróneos que el niño tiene.</i>	

Las proposiciones de síntesis fueron elaboradas para cada equipo de futuros maestros y para todas las categorías por un solo investigador. Posteriormente, fueron validadas y, en algunos casos, reafinadas, mediante el acuerdo entre tres investigadores.

4. Clasificación de cada proposición en uno de los *niveles de progresión* previstos inicialmente (N1, N2 y N3). El primer nivel refleja nuestra previsión sobre las concepciones de los maestros en formación al principio del curso (nivel N1) y está basado en estudios previos que ponen en evidencia el predominio de un modelo transmisivo (Autores, 1998; Autores, 2011). El segundo nivel describe las concepciones que esperamos que los futuros maestros alcancen al final de su participación en un curso de formación inicial (nivel N2). Ello está condicionado por nuestra experiencia en la formación del profesorado, teniendo muy presente lo que creemos que es posible alcanzar, y que no siempre coincide con lo deseable. El último nivel es el de mayor complejidad (nivel N3). Se corresponde con la visión propia del constructivismo didáctico que es, desde nuestro punto de vista, el nivel deseable. En la Tabla 3 se concretan los tres niveles de complejidad para las tres categorías estudiadas.

En el ejemplo expuesto anteriormente, la proposición de síntesis elaborada fue clasificada en el Nivel 2 respecto al Cambio en las ideas de los alumnos.

Cuando las proposiciones no encajaban en ninguno de los niveles previstos, se definieron nuevos niveles (por ejemplo, N01, N12 o N23).

Este proceso de clasificación de las proposiciones de síntesis en los niveles previstos, así como la formulación de niveles nuevos, fue realizada mediante consenso por tres investigadores.

Tabla 3. Niveles de complejidad en las concepciones de los futuros profesores sobre las ideas de los alumnos.

CATEGORÍAS	Niveles de complejidad	
	Nivel inicial (N1)	Nivel posible (N2)
<i>Naturaleza de las ideas de los alumnos</i>	Las ideas de los alumnos se identifican con lo que recuerdan de la enseñanza recibida. No se consideran las ideas espontáneas.	Se diferencian entre las ideas académicas y las espontáneas, teniendo éstas últimas componentes comunes e idiosincráticas y con ciertas características (resistentes, erróneas,...)
<i>Cambio en las ideas de los alumnos</i>	Las ideas de los alumnos cambian por incorporación y adición de nuevas informaciones escolares.	Las ideas de los alumnos cambian por sustitución (más o menos gradual) de las ideas propias por las nuevas informaciones escolares a través de un cierto proceso de interacción.
<i>Utilización didáctica</i>	En las actividades no se tienen en cuenta las ideas de los alumnos. La secuencia de actividades está determinada por la lógica de los contenidos y pretende su transmisión a los alumnos.	Las actividades tienen relación con las ideas de los alumnos y pretende ampliarlas, corregir los errores conceptuales y sustituirlos por el conocimiento verdadero.

Resultados y discusión

A continuación, presentamos los resultados de la progresión de las concepciones de cada equipo de futuros maestros durante el curso (Tabla 4). La presentación se hará atendiendo a las tres categorías de análisis.

Tabla 4. Resultados de los tres equipos (A, B y C) en los tres momentos (inicial, intermedio y final)

CATEGORÍAS	Momento inicial			Momento intermedio			Momento final		
Naturaleza de las ideas de los alumnos	N1	N1	N12	N2	N23	N23	N2	N23	N23
Cambio de las ideas de los alumnos	---	---	---	N2	N2	N23	N3	N2	N3
Utilización didáctica de las ideas de los alumnos	N1	N01	N2	N3	N2	N2	N2	N2	N2
EQUIPOS	A	B	C	A	B	C	A	B	C

Categoría 1: La naturaleza de las ideas de los alumnos

Inicialmente esperábamos que los equipos declararan que las ideas de los alumnos son sólo el recuerdo del conocimiento escolar recibido sin considerar sus ideas espontáneas (nivel N1). La progresión esperada incluía el hecho de que empezaran a tomar en consideración las ideas espontáneas de los alumnos con algunas características, sobre todo su carácter erróneo (nivel N2). Pues bien, como puede apreciarse en la Tabla IV, solo el equipo A sigue la progresión

prevista ($N1 * N2$). Por su parte, el equipo B también parte del nivel N1 pero alcanza un mismo nivel intermedio y final (N23), no previsto, en el que plantean la coexistencia de las ideas espontáneas y académicas para un mismo contenido. El equipo C también llega a progresar a este nivel (N23) pero reconociendo desde el principio la existencia de ideas espontáneas en los alumnos junto con las ideas académicas (N12).

En el equipo A, las ideas que se demandan en el cuestionario inicial son fundamentalmente definiciones, nombres y datos sobre los componentes del aparato reproductor en humanos. Como ellos mismos dicen más adelante: *Con la primera versión del cuestionario buscábamos las ideas de la experiencia escolar y no de la cotidiana (Doc1)*. Sin embargo, en el momento intermedio, al cumplimentar su Guión de reflexión (Doc2) declaran que:

“Las ideas de los alumnos son sus ideas previas, en concreto, sus experiencias vividas, lo que conocen de su entorno, sus pensamientos, lo que aprendan a través de los medios de comunicación... Conocer las ideas de los alumnos es útil porque lo que suponemos que el alumno sabe, en muchas ocasiones no se corresponde con la realidad; de este modo se pretenden conocer sus ideas espontáneas”. (Doc2)

Finalmente, al justificar su segunda propuesta de cuestionario, las ideas buscadas se refieren fundamentalmente a las concepciones espontáneas de los alumnos sobre las temáticas implicadas. Para ellos, estas ideas están muy arraigadas y son muy difíciles de cambiar con la mera explicación del profesor. Los niños de la misma edad poseen ideas con semejanzas y diferencias significativas según el contexto social, familiar y escolar en que vivan (N2).

El equipo B también comparte inicialmente el nivel N1, dado que según el tipo de preguntas del cuestionario inicial, las ideas que se demandan a los alumnos son datos y definiciones escolares. Por ejemplo, *¿qué es un animal?, ¿qué es un animal invertebrado?, ¿y vertebrado?, ¿qué es un animal omnívoro?*, etc. Sin embargo, en el momento intermedio (Doc2), declaran que:

“Las ideas de los alumnos son los conocimientos que el niño adquiere a través de su experiencia,... independientemente de que sean o no erróneos... dependiendo del contexto, utilizarán los conocimientos escolares o los cotidianos suyos... si el niño no ha establecido relaciones entre ellos”. (Doc2)

Y reconocen que desde un punto de vista educativo ambos tipos de conocimiento son importantes. Estos planteamientos de coexistencia van más allá del mero reconocimiento de las ideas espontáneas de los alumnos (N2) pero no llegan a considerar las ideas espontáneas como un conocimiento alternativo (N3). Finalmente, según el tipo de preguntas del cuestionario final, las ideas que demandan se refieren a las ideas espontáneas de los alumnos en 5 de las 6 cuestiones propuestas. Por ejemplo: *Imagina que cuando seas mayor trabajas en un zoológico y tienes que cuidar a tres animales que son: una jirafa, un lobo y un oso. Explica qué le darías de comer a cada uno de ellos y cómo sería el lugar en el que éstos vivirían. Realiza un dibujo de estos lugares*. Se mantienen en el Nivel N23 pues consideran que los niños de la misma edad tienen ideas parecidas puesto que viven en contextos sociales y académicos similares, pero también pueden tener diferencias significativas debidas a sus experiencias personales. Los alumnos responden a situaciones cotidianas con sus conocimientos espontáneos, no saben aplicar a estas situaciones lo que aprenden en la escuela. Lo que aprenden en la escuela, se olvida o se asimila aisladamente, por lo que no lo aplican a la realidad.

En el equipo C, las ideas que se demandan en el cuestionario inicial son una mezcla de datos escolares (fundamentalmente el recuerdo y la identificación del nombre de ciertos elementos del sistema solar) y de concepciones espontáneas de los alumnos. Por ello se sitúan en un nivel intermedio (N12). En el momento intermedio, sus declaraciones sobrepasan el nivel N2 ya que:

“Las ideas de los alumnos son las concepciones que ellos tienen sobre la realidad, que han ido adquiriendo a través de su experiencia... Desde un punto de vista educativo las ideas propias de los alumnos, adquiridas por su experiencia extraescolar, son más interesantes que sus ideas escolares”. (Doc2)

Atendiendo a cómo están formuladas las preguntas del cuestionario final (Doc3), las ideas que se demandan se refieren mayoritariamente a las concepciones espontáneas de los alumnos. También declaran que los niños de la misma edad poseen conceptos semejantes debido a su madurez mental, pero cada uno aporta los matices que le otorga su experiencia personal. Una cosa es lo que los alumnos verdaderamente piensan y otra lo que consideran más correcto desde un punto de vista académico. Este hecho les lleva, a veces, a contradecirse (por ejemplo entre la respuesta a una pregunta tipo test y la realización de un dibujo con un contenido semejante) o a que no expresen lo que realmente creen (N23).

En resumen, la progresión en todos los equipos es igual o mayor que la esperada ($N1 * N2$), superando la visión inicial de que las ideas de los alumnos no tienen valor epistémico. No obstante, en ningún equipo llega a concebir las ideas de los alumnos como un conocimiento alternativo al escolar (N3).

Categoría 2: El cambio de las ideas de los alumnos

Las concepciones acerca del cambio en las ideas de los alumnos han sido analizadas sólo en los dos últimos momentos de la investigación. En esta categoría esperábamos que los equipos plantearan inicialmente el cambio como producto de añadir nuevas informaciones a la “mente en blanco” de los alumnos (nivel N1) y progresaran hacia la concepción de que las ideas de los alumnos cambian por sustitución de sus errores por las ideas correctas (nivel N2). Sin embargo, al principio y al final hubo un nivel más avanzado del esperado (Tabla IV).

El equipo A y B parten ya del nivel N2, como podemos apreciar en sus declaraciones en el guión de reflexión (Doc2):

“Los esquemas mentales de los alumnos no tienen por qué corresponderse con la realidad; y éstos son difíciles de cambiar por los correctos”. (Equipo A)

“Conocer las ideas de los alumnos es útil para eliminar las ideas o conocimientos erróneos que el niño tiene”. (Equipo B)

Sin embargo, en el momento final (Doc3), el equipo B se mantiene en el mismo nivel N2, reconociendo que solo habrá aprendizaje si se relaciona lo que los alumnos saben con los nuevos conocimientos que sustituyan a sus conocimientos previos. El equipo A también insiste en la necesidad de enlazar los conocimientos previos con los nuevos, pero parece progresar algo más (N3) como puede apreciarse en la siguiente declaración:

“El profesor debe enlazar los conocimientos previos de los alumnos con los nuevos, a través de actividades prácticas que, de forma progresiva, permitan al alumno desarrollar hipótesis, reflexionar, interiorizar y construir sus propias ideas”. (Doc3)

El equipo C también parte de un nivel de mayor complejidad (N23) al declarar que: *las ideas de los alumnos a veces son contradictorias con lo que les enseñan en la escuela, lo que puede provocar que lo enseñado no se integre en sus esquemas mentales* (Doc2). Y también finaliza en un nivel más alto (N3), pues declaran que:

“Para que cambien las ideas de los alumnos la nueva información ha de ser significativa, es decir ha de estar dentro de la Zona de Desarrollo Próximo del alumno y éste ha de saber integrarla en sus esquemas previos. El cambio implica la superación progresiva de obstáculos”. (Doc3)

En resumen, la progresión en dos de los tres equipos es mayor que la esperada ($N1 * N2$), superando la visión inicial de que las ideas de los alumnos cambian por adición de información nueva (N1) y llegando a declarar que se reestructuran en interacción con nuevas informaciones (N3).

Categoría 3: Utilización didáctica de las ideas de los alumnos

En esta categoría tampoco se da la progresión que esperábamos: de no considerar las ideas de los alumnos para diseñar las actividades (nivel N1) a considerarlas para ampliarlas o corregirlas (nivel N2) (ver Tabla 4). De hecho, sólo uno de los equipos (A) organiza, en el momento inicial, la secuencia metodológica en función de la lógica de los contenidos y no de las ideas de los alumnos; el equipo B no utiliza ningún criterio para secuenciar las actividades propuestas, de ahí que sea un nivel de menor complejidad que el previsto (N01), y el equipo C organiza, desde el principio, las actividades en función de las ideas de los alumnos (N2). Sin embargo, los tres equipos llegan al nivel previsto (N2). En esta categoría los datos iniciales también nos han permitido definir dos niveles nuevos (N01 y N12) que no aparecían en el itinerario de progresión previsto ($N1 * N2$).

El equipo A pasa de organizar las actividades en función de los contenidos (nivel N1) a declarar en el momento intermedio la conveniencia de organizarlas para favorecer la evolución de las ideas de los alumnos mediante procesos de investigación (N3). Sin embargo, en el momento final experimenta una regresión al nivel N2 puesto que las actividades propuestas finalmente pretenden sustituir las ideas iniciales de los alumnos por las consideradas correctas por el profesor. Veamos algunas declaraciones en los momentos inicial y final:

“El orden de las actividades es: primero hacer la distinción entre aparato reproductor masculino y femenino, utilizando el busto desmontable. Segundo, explicación de las funciones de cada órgano mediante el busto, películas y comparación con objetos de la vida cotidiana. Tercero, explicación del concepto de fecundación mediante esquema o comparación con animales”. (Momento inicial, Doc10)

“A partir de aquí (de preguntar a los alumnos: “¿Sabéis lo que pasa entre dos adultos cuando quieren tener hijos?”), se pide que cada grupo llegue a una conclusión, teniendo en cuenta lo que saben o han escuchado fuera de clase, porque después se hará una puesta en común en forma de debate. El profesor actúa de observador y modificador apuntando en la pizarra las posibles respuestas. Al finalizar el debate, el profesor anunciará a los alumnos que las conclusiones iniciales quedarán en un mural que se colgará en la pared del aula, todo esto, para una segunda revisión al terminar el tema de la reproducción y enlazar el conocimiento antiguo con el nuevo”. (Momento final, Doc12)

El equipo B, en el momento inicial no sigue ningún criterio para organizar las actividades (N01), según analizan ellos mismos a continuación:

“No hay nada que explique el orden de las actividades pues la secuencia que diseñamos salió al azar, sin ningún criterio; sólo nos hemos basado en proponer muchas actividades prácticas, porque son actividades que a los niños les gustan mucho”. (Doc11)

En el momento intermedio proponen organizar las actividades en función de las ideas de los alumnos, cuya finalidad es sustituirlas por el conocimiento correcto (N2):

“Debemos partir del planteamiento de un problema que esté dentro del contexto cotidiano para los niños, es decir, que les resulte familiar. Una vez establecido el problema, podemos ver que ideas tienen los alumnos acerca de este y, poco a poco, irnos acercando más a ellos. Gracias a estas ideas previas nos será más fácil plantearnos las informaciones que pretendemos darles y, como no, les sea más fácil de relacionar ambas. Como siguiente punto creemos conveniente programar actividades, tanto de motivación, aplicación y de intervención en el medio. Con ellas evaluaremos a los alumnos para ver si han entendido lo que les hemos explicado anteriormente. Si se hacen las actividades y hay algunos alumnos que no se han enterado, debemos de poner más actividades de refuerzo”. (Momento intermedio, Doc11)

Y finalmente son capaces de diseñar actividades de acuerdo a lo declarado, partiendo de un problema del contexto familiar y cotidiano: ha entrado un gato en clase. Vamos a indagar sobre dónde vive, qué tipo de animal es, cómo se reproduce, etc.

Por último, el equipo C se ha mantenido en el mismo nivel en los momentos inicial, intermedio y final, precisamente el que considerábamos que era posible alcanzar al final del proceso formativo (N2). Desde el inicio, su propuesta está ya más centrada en los alumnos

que en el profesor, pues sus actividades toman como eje las ideas de los alumnos. Como ellos mismos declaran en el momento intermedio, esta consideración de las ideas de los alumnos se hace para poder *corregirlas*. Veamos un ejemplo de su diseño final:

“Trabajo con el primer problema: 1. Se lanza la siguiente pregunta: ¿Siempre ha sido igual el universo? Los alumnos se reúnen en grupo para hacer una puesta en común sobre el tema sin consultar nada. 2. Se van poniendo en la pizarra las opiniones de todos los grupos y, una vez terminado, el profesor, mediante cuestiones, hace reflexionar a los alumnos sobre aquellas cosas que falten o estén mal planteadas. 3. Se da tiempo a los niños para que investiguen por su cuenta, consultando libros, otros recursos o preguntando a sus mayores. 4. En clase se vuelve a hacer una nueva puesta en común sobre lo investigado y así tendremos todos los contenidos que queremos trabajar. 5. Se hace también una actividad final para aplicar todo lo aprendido: hacemos un debate sobre este asunto”. (Momento final, Doc12)

En resumen, podemos decir que, salvo en un caso, en el que no se detectan cambios (equipo C), existe progresión entre el momento inicial y final en esta categoría. Las progresiones identificadas son de cierta relevancia, pues se ha pasado, en general, de una secuencia de actividades desorganizada u organizada en función de los contenidos, a una secuencia organizada en función de las ideas de los alumnos. Al final, las distintas situaciones de partida se han reagrupado en un mismo nivel (N2), precisamente el nivel que considerábamos posible.

Los resultados de nuestro estudio coinciden en señalar la dificultad de los profesores para considerar las ideas de los alumnos. Por ejemplo, Gustafson y Rowell (1995) al final de un curso con orientación similar a la nuestra, detectaron que la mayoría de los futuros profesores investigados ni siquiera pudo llegar a nuestro nivel N2. Del mismo modo, Hollon, Roth y Anderson (1991) encontraron que incluso los profesores experimentados tienen dificultades en considerar y trabajar con las ideas de los alumnos. La mayoría de ellos usan estrategias de bajo nivel para hacer esas ideas explícitas, pero después no saben qué hacer con ellas.

Por los resultados que acabamos de presentar, parece confirmarse nuestra hipótesis inicial de que aunque se dé importancia a las ideas de los alumnos y se adopten metodologías que las tengan como eje, es bastante difícil de asumir por los futuros maestros los planteamientos del nivel N3. Esto está relacionado, a nuestro entender, con dos obstáculos importantes: uno de carácter didáctico y otro más profundo de naturaleza epistemológica.

El primero tiene que ver con la idea de que *la enseñanza es la causa directa del aprendizaje*, por lo que se espera que los alumnos aprendan fielmente lo que se les enseña, sin interferencia de sus ideas, lo que les impide considerarlas o en el mejor de los casos, detectarlas al principio para luego olvidarlas en el proceso de enseñanza.

El segundo, el *absolutismo epistemológico*, según el cual el conocimiento científico es un conocimiento verdadero y superior (Bryan, 2003) y, en consecuencia, es el que los alumnos deben aprender, de ahí que sus ideas deban ser sustituidas por las ideas científicas. La falta de una visión relativista del conocimiento impide considerar el valor epistémico de las ideas de los alumnos. Este obstáculo está tan presente que, aún cuando no consideren a los alumnos como una “mente en blanco”, tienen tendencia a considerar sus conocimientos como incorrectos y entonces tener que ser reemplazados (Gustafson y Rowell, 1995).

En definitiva, estamos de acuerdo con estos autores cuando afirman que probablemente un cambio más consistente sólo es posible en un contexto del ejercicio de la práctica profesional. Para nosotros ese cambio sería pensar y utilizar las ideas de los alumnos dentro del marco del constructivismo didáctico (nivel N3).

Conclusiones e implicaciones en la formación inicial

Podemos concluir que los futuros profesores analizados progresan desde una visión tradicional a una visión intermedia sobre las ideas de los alumnos, lejos aún de la visión alternativa del constructivismo didáctico, que nos parece deseable (ver Tabla I).

Los resultados del estudio nos han permitido enriquecer nuestra hipótesis inicial con niveles de progresión no previstos (N01, N12, N23), de manera que proponemos una hipótesis más fundamentada en datos empíricos sobre las concepciones de los futuros maestros acerca de las ideas de los alumnos, integrando los niveles del mismo grado de complejidad de las tres categorías estudiadas. Podemos concluir proponiendo un *Itinerario de Progresión* en relación a las ideas de los alumnos, diferenciando tres niveles.

En el nivel de menor complejidad, que denominamos de *Apropiación*, las ideas de los alumnos son los conocimientos que son capaces de recordar de la enseñanza recibida. Estos conocimientos cambian en la medida que incorporan nuevos conocimientos, pero tienen interés didáctico, no se utilizan en las actividades escolares. Es el nivel mayoritario en el momento inicial. El obstáculo que parece reforzar esta posición es la creencia de que las ideas de los alumnos no tienen valor epistemológico y de que los alumnos y sus ideas no influyen en la metodología de enseñanza, no tienen utilidad didáctica. Las actividades formativas que han podido tener más influencia para su superación son: la actividad 4, en la que analizan los cuestionarios cumplimentados por los alumnos de Primaria y en la que los futuros profesores pueden “ver” la diversidad de sus ideas espontáneas, y la actividad 11, sobre la lectura y el análisis de ejemplos de metodologías innovadoras.

El siguiente nivel es el de complejidad intermedia, que denominamos de *Sustitución*, y que considera que los alumnos tienen ideas propias que suelen ser erróneas y que cambian al ser sustituidas por el conocimiento que se pretende enseñar, por lo que hay que detectarlas al inicio y al final del proceso de enseñanza. El obstáculo que parece estar presente aquí es la idea de que existe un conocimiento científico (simplificado) correcto que debe sustituir al conocimiento erróneo de los alumnos. Así pues se entiende que la enseñanza es la causa directa del aprendizaje.

En el nivel de mayor complejidad, que denominamos de *Construcción*, es el nivel de referencia. En él, las ideas de los alumnos son construcciones personales, alternativas al conocimiento científico, que cambian por reconstrucción y se utilizan a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la investigación escolar de problemas relevantes. Dichas ideas se consideran pues el eje del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este *Itinerario de Progresión* puede representarse en forma de una escalera en la que podemos visualizar los tres niveles, los obstáculos generales que dificultan la progresión de unos a otros y las actividades formativas que pretenden facilitar la progresión (Figura 1).

La principal implicación del presente estudio en la formación inicial es que no podemos pretender sustituir los planteamientos de entrada de los futuros maestros por aquellos otros que la investigación didáctica considera más adecuados, sino que debemos adoptar enfoques progresivos y constructivistas, tal como se propone para el alumnado de Primaria (Duit y Treagust, 2003).

A la progresión alcanzada en este caso puede haber contribuido el hecho de trabajar con *ideas reales de alumnos reales*, que los propios futuros maestros han obtenido de aulas concretas, con un formato más cercano a la práctica profesional que a la teoría académica.

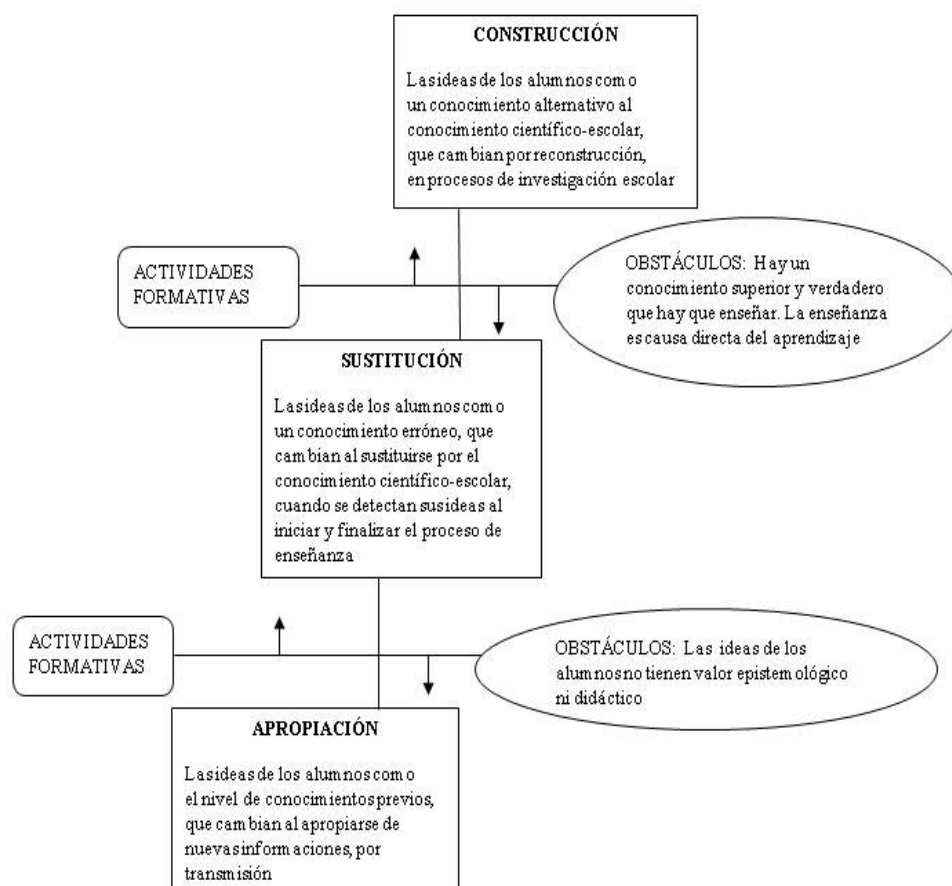


Figura 1. Itinerario de Progresión sobre las ideas de los alumnos (reelaborado a partir de Autores, 2011).

Así pues, organizar el currículo de la formación de profesores en torno a problemas prácticos profesionales da sentido a la formación. El hecho de trabajar sobre situaciones vinculadas con la práctica futura, y reflexionar sobre cómo abordarlas, permite a los futuros profesores ponerse en la situación del docente y tomar decisiones, reflexionando sobre cuáles son las más adecuadas y por qué, contrastando sus propias visiones con prácticas alternativas y no sólo con informaciones teóricas (Duit y Treagust, 2003). No podemos olvidar que los únicos referentes prácticos directos que poseen los futuros maestros son aquellos que han vivido como alumnos, es la única práctica educativa que conocen y en ella se basan, aún sin ser conscientes, para diseñar y desarrollar su enseñanza. Los futuros maestros necesitan experimentar sus nuevas ideas y reflexionar sobre dicha experimentación para poder ir consolidando los cambios (Watts y Jofili, 1998; Tillema 2000; Zembal-Saul, Krajcik y Blumenfeld, 2002).

Por último, señalar que es necesario profundizar en este estudio con más equipos de futuros maestros para ver la consistencia de la progresión detectada y la utilidad del *Itinerario de Progresión* propuesto. Además, consideramos necesario aumentar la interacción con la práctica real, incluyendo la observación y análisis de videos de maestros de Primaria trabajando en clase con las ideas de sus alumnos, para tratar de consolidar y mejorar las progresiones detectadas.

Referencias bibliográficas

- ANECA (2004). *Libro Blanco. Título de Grado en Magisterio*. Recuperado el 5/5/2010 de: http://www.aneca.es/media/150404/libroblanco_jun05_magisterio1.pdf
- Bryan, L.A. (2003). Nestedness of beliefs: examining a prospective elementary teacher's belief system about science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 835-868.
- Cubero, R. (2005). *Perspectivas constructivistas. La intersección entre el significado, la interacción y el discurso*. Barcelona: Graó.
- Duit, R. y Treagust, D. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Flores, F., López, A., Gallegos, L. y Barojas, J. (2000). Transforming science and learning concepts of physics teachers. *International Journal of Science Education*, 22(2), 197-208.
- Furió, C., Solbes, J. y Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. *Alambique*, 48, 64-77.
- García, M.B., Mateos, M. y Vilanova, S.L. (2011). Contenido y naturaleza de las concepciones de profesores universitarios de biología sobre el conocimiento científico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), 23-39.
- Giordan, A. (1989). Representaciones sobre la utilización didáctica de las representaciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 53-62.
- Gomez-Zwiep, S. (2008). Elementary Teachers' Understanding of Students' Science Misconceptions: Implications for Practice and Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, 19, 437-454.
- Gustafson, B.F. y Rowell, P.M. (1995). Elementary preservice teachers: constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science. *International Journal of Science Education*, 17, 589-605.
- Haefner, L.A. y Zembal-Saul, C. (2004). Learning by doing? Prospective elementary teachers' developing understandings of scientific inquiry and science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 26(13), 1653-1674.
- Hollon, R. E, Roth, K. y Anderson, C. W. (1991). Science teachers' conceptions of teaching and learning. *Advances on Research on Teaching*, 2, 145-185.
- Larkin, D. (2012). Misconceptions about "Misconceptions": Preservice Secondary Science Teachers' Views on the Value and Role of Student Ideas. *Science Education*, 96(5), pp. 927-959.
- Levin, D. M., Hammer, D. y Coffey, J. E. (2009). Novice teachers' attention to student thinking. *Journal of Teacher Education*, 60(2), 142-154.
- Liang, L. L. y Gabel, D. L. (2005). Effectiveness of a constructivist approach to science instruction for prospective elementary teachers. *International Journal of Science Education*, 27(10), 1143-1162.
- Martín del Pozo, R., Porlán, R. y Rivero, A. (2011). The progression of prospective teachers' conceptions of school science content. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 291-312.
- Martín del Pozo, R. y De Juanas, A. (2013). La valoración de los maestros sobre las ideas de los alumnos. *Revista Complutense de Educación*.

- Morrison, J. A. y Lederman, N. G. (2003). Science teachers' diagnosis and understanding of students' preconceptions. *Science Education*, 87(6), 849-867.
- Otero, V. y Nathan, M. (2008). Preservice Elementary Teachers' Views of Their Students' Prior Knowledge of Science. *Journal of Research In Science Teaching*, 45(4), 497-523.
- Park, H., Hewson, P. W. y Lemberger, J. (2010). The interactions of conceptions of teaching science and environmental factors to produce praxis in three novice teachers of science. *Research in Science Education*, 40, 717-741.
- Peterson, R. y Treagust, D. (1998). Learning to teach Primary Science through problem-based learning. *Science Education*, 82, 215-237.
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2011) El cambio del profesorado de ciencias II: Resultados y conclusiones sobre la progresión de las concepciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 413-426.
- Report Rocard (2007). *Science Education now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: European Commision. Recuperado el 5/5/2010 de: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard
- Rivero, A., Azcárate, P., Porlán, R., Martín del Pozo, R., y Harres, J. (2011). The Progression of Prospective Primary Teachers' Conceptions of the Methodology of Teaching. *Research in Science Education*, 41(5), 739-769.
- Tabachnick, B. R. y Zeichner, K. M. (1999). Idea and action: Action research and the development of conceptual change teaching of science. *Science Education*, 83, 309-322.
- Tillema, H. H. (2000). Belief change towards self-directed learning in student teachers: immersion in practice or reflection on action. *Teaching and Teacher Education*, 16(5/6), 575-591.
- Watters, J. J. y Ginns, I. (2000). Developing motivation to teach elementary science: effect of collaborative and authentic learning practices in preservice education. *Journal of Science Teacher Education*, 11(4), 301-321.
- Watts, M. y Jofili, Z. (1998). Towards critical constructivist teaching. *International Journal of Science Education*, 20(2), 173-185.
- Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2011). Ambitious pedagogy by novice teachers: Who benefits from tool-supported collaborative inquiry into practice and why? *Teachers College Record*, 113(7), 1311-1360.
- Zemba-Saul, C., Blumenfeld, P. y Krajcik, J. (2000). Influence of guided cycles of planning, teaching, and reflection on prospective elementary teachers' science content representations. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 318-339.
- Zemba-Saul, C., Krajcik, J. y Blumenfeld, P. (2002). Elementary Student Teacher' Science. Content representations. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 318-339.