



Revista Interuniversitaria de Formación del
Profesorado

ISSN: 0213-8646

emipal@unizar.es

Universidad de Zaragoza
España

García Barros, Susana; Martínez Losada, Cristina
Enseñar a enseñar contenidos procedimentales es difícil
Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, vol. 17, núm. 1, 2003, pp. 79-99
Universidad de Zaragoza
Zaragoza, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27417106>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Enseñar a enseñar contenidos procedimentales es difícil

Susana García Barros
Cristina Martínez Losada

RESUMEN

En este trabajo se describe, a grandes rasgos, la función del profesorado de Ciencias de Educación Secundaria y las características de la formación específica que recibe en la Universidad de A Coruña, poniéndose de manifiesto sus dificultades para captar cuáles son las finalidades que deben perseguir las actividades de enseñanza. Se aprecia que, aunque los futuros profesores que participaron en el estudio, valoran en gran medida los contenidos procedimentales, no reconocen que deben ser enseñados a través de actividades concretas. Estos resultados son discutidos, sugiriéndose posibles derivaciones para la mejora de los cursos formativos.

PALABRAS CLAVE: Formación del profesorado de Secundaria.

Correspondencia:

Susana García Barros

Facultade de Ciencias
da Educación
Paseo de Ronda 47
17011 A Coruña

Tel. 981 167000 (Ext. 4620)

E-mail: susg@udc.es

Recibido: 16-01-2003

Aceptado: 28-02-2003

Showing how to teach procedural content is difficult

ABSTRACT

The aim of this study is to give an outline of the function of the Secondary School science teaching staff as well as the features of the specific training they are given at the University of A Coruña. The difficulties they have when it comes to grasping the purposes which teaching activities should pursue are clearly revealed. Even though the future teachers who took part in the study valued the procedural content to a great extent, it is markedly noted that they do not recognise that such activities need to be taught through specific activities. These research results are discussed herein as is the possibility of deriving suggestions for the improvement of teacher training courses.

KEYWORDS: Teacher training, Secondary Education.

Introducción

En la actualidad se reconoce la gran variedad y amplitud de funciones que requiere el ejercicio de la profesión docente. Así, se resalta que el profesor de cualquier área de conocimiento, y por supuesto el de Ciencias, no es solo un técnico que aplica unos conocimientos pedagógicos a unos estudiantes, sino un profesional que ha de desarrollar su actividad en un contexto escolar complejo y dinámico. En concreto, el docente debe desarrollar una serie de competencias específicas, relacionadas con el diagnóstico, análisis y toma de decisiones necesarias para intervenir de forma rigurosa y fundamentada en los procesos de enseñanza aprendizaje, e incluso ha de asumir otras muchas responsabilidades, de índole más general, que en ocasiones deberían ser acometidas en colaboración o por otros agentes sociales [IMBERNÓN, 1994].

Este nuevo perfil del profesorado demanda un tipo de formación, que no siempre permite la estructura planteada por las universidades. Concretamente en la formación del profesorado de Ciencias se considera relevante, entre otros aspectos, que el futuro docente conciba la necesidad de un cambio de rumbo en lo que respecta al objetivo de la formación científica para todos los ciudadanos [FURIÓ *et al.*, 2001]. Ello implica una valoración adecuada y equilibrada de contenidos de los distintos ámbitos (conceptual, procedimental y actitudinal) y una visión del aprendizaje científico que dé el suficiente protagonismo al alumno, entendiendo que éste ha de implicarse en la realización de actividades adecuadamente orientadas que permitan el aprendizaje de los contenidos citados.

Tomando como perspectiva estas ideas, en este trabajo nos cuestionamos hasta qué punto los cursos de Didáctica de las Ciencias dirigidos a la formación inicial del profesorado, que estamos aplicando en nuestra Universidad, propician el cambio anteriormente citado. Así, una vez presentadas las características de los cursos, centraremos el problema en el estudio de la evolución de las ideas de los futuros profesores respecto a los procedimientos, por ser un tipo de contenidos que plantean una mayor problemática dado que todavía son percibidos como «nuevos». Más concretamente intentamos averiguar cómo se valoran dicho contenidos y en qué medida su aprendizaje se vincula a la utilización de actividades de enseñanza.

La función del Profesor de Ciencias

¿Qué retos tiene la educación científica hoy?

Las características de la sociedad, sus problemas, sus intereses y sus necesidades tienen una indudable repercusión en el ámbito educativo, tanto en lo que se refiere a los objetivos que se pretenden, como a los contenidos que necesita asimilar el alumno para llegar a convertirse en un miembro activo de la misma [NIEDA y MACEDO, 1997]. La sociedad no es un ente estático, sino que cambia con el tiempo y con ella el tipo de educación científica que promueve. En esta línea debemos recordar que la Reforma Educativa implantada en nuestro país en la década de los noventa ha planteado, entre otras finalidades, la alfabetización científica y tecnológica del alumnado de secundaria. De acuerdo con ello, se destaca la necesidad de que los estudiantes adquieran un conocimiento científico contextualizado y relevante, otorgándose, además, la importancia formativa que se merece a «otros» contenidos, tradicionalmente poco considerados, al menos de forma explícita, como los procedimientos, las actitudes y los valores. Todo ello incrementa y modifica, a su vez, las funciones del profesorado, de forma que el centro neurológico de la función del profesor de Ciencias de secundaria deja de ser la mera promoción de conocimientos científicos para incidir, además, en el estímulo de comportamientos y actitudes deseables, en el desarrollo de habilidades de pensamiento, comunicación, expresión, argumentación... Por otra parte, las nuevas tendencias curriculares, más abiertas, dan mayor autonomía al docente, que pasa de ser un mero ejecutor de las directrices elaboradas por los «expertos», a realizar una actividad más creativa dentro de los equipos docentes [DEL CARMEN, 1996]. Por último debemos resaltar que la mayor heterogeneidad de las aulas actuales, con un alumnado muy diverso en cuanto a actitudes, ritmos de aprendizaje..., supone un reto añadido para el profesorado que a menudo encuentra un desajuste entre su rol tradicional y lo que la sociedad le exige [MELLADO, 2001].

En definitiva, los cambios de perspectiva didáctica que ha propuesto la Reforma requieren cambios en las actitudes, metodología y conceptualizaciones del profesorado, siendo la adecuada formación docente indispensable en este sentido, pues no podemos olvidar que, en definitiva, el docente será el que determine su éxito o su fracaso [GIL, FURIÓ y GAVIDIA, 1998].

¿Cuál es el perfil deseable del profesor de Ciencias?

A la vista de los retos de la educación científica, hoy se reconoce que el profesor ha de poseer una serie de capacidades que le permitan un tratamiento crítico y riguroso de los problemas profesionales que le son propios, siendo

imprescindibles la reflexión, la autorregulación y el análisis, pues en ellas se fundamentan las decisiones curriculares [CALDERHEAD, 1989; SCHÖN, 1992; SHULMAN, 1993]. Además, desde la perspectiva de una práctica profesional transformadora, ha de ser capaz de diseñar, experimentar y evaluar nuevos enfoques dirigidos a un alumnado plural. Más concretamente, ha de tomar una serie de decisiones relativas a qué contenidos enseñar y a cómo favorecer su aprendizaje, lo que requiere la selección, diseño y desarrollo de actividades adecuadas. Para ello tendrá que disponer de un marco teórico, que integre conocimientos y teorías procedentes de distintas áreas, tanto científicas como psicopedagógicas [OSBORNE, 1998].

Es un hecho reconocido que los docentes, en formación y en ejercicio, poseen una serie de creencias, ideas y actitudes sobre la enseñanza de las Ciencias, que tienen una gran influencia en la toma de decisiones antes mencionadas y que, además, suelen ser muy resistentes al cambio. Éstas, en ocasiones, no tienen un carácter explícito y consciente, constituyendo el conocimiento tácito del profesor, con lo cual escapan a la crítica sistemática bloqueando, de este modo, el desarrollo profesional. De ahí la trascendencia de que este particular sea tenido en cuenta en la formación docente, con el fin de que su cuestionamiento sistemático favorezca el cambio didáctico [GIL *et al.*, 1994; HEWSON, 1993].

El cambio didáctico antes señalado implica, entre otros aspectos, que el profesorado supere la idea de que el objetivo prioritario de la educación científica es la adquisición de contenidos conceptuales «clásicos», asumiendo la necesidad de incluir también como contenidos a los procedimientos y actitudes. En este sentido y en concreto con relación a los procedimientos se ha denunciado que el profesorado no es consciente de que deben ser específicamente enseñados [DE PRO, 1998], adjudicándoles un cierto carácter innato que, en cualquier caso, deberán ir afianzando los estudiantes de forma personal y autónoma. De acuerdo con ello, el profesorado apenas reconoce la capacidad de las actividades para enseñarlos [GARCÍA BARROS y MARTÍNEZ LOSADA, 2001b] ejerciendo un escasísimo control sobre el proceso de su enseñanza y aprendizaje.

¿Qué formación inicial recibe el profesorado de Biología y Geología?

En la actualidad para ser profesor de Ciencias en secundaria es necesario poseer una licenciatura, que se complementa con la realización del Curso de Aptitud Pedagógicas que se sigue impartiendo en la mayoría de las Universidades españolas. Consideramos, al igual que diversos autores (ver N.º 40 de la *Revista*

Interuniversitaria de Formación del Profesorado), que este modelo no es el más adecuado para favorecer una formación docente inicial de calidad.

En primer lugar cabe señalar que la formación científica universitaria suele centrarse en la adquisición de unos conocimientos disciplinares actualizados, muy especializados y con un nivel de abstracción alto, poco relacionados entre sí y mucho menos con el estudio de los fenómenos cotidianos. También se caracteriza por su escasa innovación [ESTEVE, 1997], pues siguen empleándose metodologías transmisivas. De este modo, los futuros profesores tienen una experiencia educativa reciente adquirida a través de los últimos años vividos como alumnos, que toman como referencia fundamental para la construcción de sus ideas sobre qué y cómo enseñar Ciencias [HEWSON *et al.*, 1999; SANMARTÍ, 2001]. Tal referencia influye en que se reproduzcan opciones curriculares ampliamente criticadas por la investigación, mostrándose insuficientes para responder a los retos de la educación científica en la etapa obligatoria. En esta línea es conveniente destacar que si bien los recién licenciados pueden llegar a mostrar opiniones innovadoras en cuanto al valor formativo de la Ciencia, su carácter cultural y la necesidad de introducir problemáticas relevantes del ámbito social, estas opiniones no cristalizan en las decisiones tomadas sobre qué enseñar, pues siguen centrándose en hechos, conceptos y teorías científicas [SÁNCHEZ BLANCO y VALCÁRCEL, 2000].

En segundo lugar hemos de tener en cuenta que el período de formación inicial del profesorado de secundaria es muy corto, en concreto el CAP actual en la comunidad autónoma gallega consta de 10 créditos teóricos y 5 prácticos, de los que sólo 4 corresponden a Didáctica de las Ciencias (ver García Barros y Martínez Losada, 2001a), lo que resulta a todas luces insuficiente para atender a las necesidades formativas del futuro docente. Además, el hecho de que, por lo menos en nuestra universidad, la fase práctica se realice una vez finalizada la teórica y sin una adecuada conexión entre ambas, impide el necesario análisis reflexivo de las situaciones vividas en el aula y, con ello, la construcción de un conocimiento profesional teórico-práctico integrado [GIL *et al.*, 1994; HEWSON *et al.*, 1999; MELLADO, 1996]. Esta deseable e imprescindible vinculación teórico-práctica se promueve en menor medida aún en el caso de los alumnos que han cursado Didáctica de la Biología (materia optativa de 6 créditos, que fue ofertada en el primer ciclo de los estudios de Biología). Actualmente esta asignatura se convalida por el seminario de Didáctica de las Ciencias del CAP. Si bien tal convalidación es legítima dada la similitud curricular existente entre ambas materias, supone un inconveniente para la formación docente, pues transcurre un dilatado espacio de tiempo entre la práctica de aula y el estudio de la citada asignatura

que, por otra parte, tuvo un carácter aislado y descontextualizado en el currículum de la licenciatura.

La Didáctica de las Ciencias en la Formación del Profesorado de Secundaria

Aún a sabiendas que el número de créditos destinados a la formación específica del profesorado de Biología y Geología es reducido, tanto en el seminario de Didáctica de las Ciencias Experimentales como en la asignatura de Didáctica de la Biología, nos planteamos objetivos dirigidos equilibradamente en dos direcciones, una más teórica y justificativa de la acción y otra más práctica orientada al aprendizaje de las destrezas necesarias para tomar decisiones educativas adaptadas a la realidad del aula, en la línea recogida en otro lugar [García Barros *et al.*, 2000]. La consecución de dichos objetivos se promueve a través de una programación elaborada con tal fin, que ha de estar sujeta a las correspondientes modificaciones y adaptaciones. En la Tabla 1 se recoge un resumen de la misma, planteada a modo de cuestiones y problemáticas que son tratadas a lo largo del seminario.

Somos conscientes, junto con otros autores [Gil *et al.*, 1994; MELLADO, 1996], de que en la formación docente no es suficiente presentar innovaciones didácticas teóricamente justificadas, a través de la simple transmisión, sino que el recién licenciado, lejos de oír un amplio contingente de lo que «se debe hacer», ha de vivenciar directamente las nuevas tendencias. Por ello, nuestra opción metodológica enfatiza la evolución, modificación, ampliación y reestructuración de las concepciones didácticas iniciales de los futuros docentes, centrándonos en la autocrítica de las propias ideas y en el análisis de las nuevas opciones que han ido desarrollándose en los últimos años. Dicha opción metodológica está inspirada en la visión constructivista, pues si bien el cambio didáctico del profesorado es todavía más complejo que el que se intenta promover en la enseñanza de las Ciencias, se sigue admitiendo como tendencia teórica plausible [WATTS, JOFIL y BEZERRA, 1999; TABACHNICK y ZEICHNER, 1999].

- 1.- Por qué Ciencias de la Naturaleza en Educación Secundaria? ¿Cuáles son las características, los problemas y deficiencias de la enseñanza habitual?
- 2.- ¿Qué Ciencias debemos enseñar?
 - ¿Qué concepción de Ciencia debe tener el profesorado?
 - ¿Qué influencia tiene dicha concepción en la selección de contenidos y en otras decisiones docentes?
 - ¿En qué medida el diseño curricular es coherente con una visión de ciencia actualizada?
- 3.- ¿Qué problemas tienen los alumnos para aprender Ciencias?
 - ¿Cómo influyen en el proceso de aprendizaje sus capacidades, sus motivaciones y actitudes y sus concepciones? ¿Cuál es el origen y causas de éstas últimas?
- 4.- ¿Existen modelos y/o tendencias en la Enseñanza de las Ciencias o por el contrario «cada maestrillo tiene su librillo»?
 - ¿Qué debemos analizar en los distintos modelos o tendencias?
 - ¿En qué medida han evolucionado estas tendencias en los últimos años? ¿Cómo se traduce esa evolución en la secuencia de enseñanza, papel del profesor/alumnos...?
 - ¿Por qué no se encuentran todavía ampliamente extendidas las tendencias constructivistas sobre las que existe un amplio consenso?
- 5.- ¿Qué actividades podemos y debemos utilizar?
 - ¿Existen actividades que permiten desarrollar: la relación teoría/práctica; la imaginación, la cooperación, la indagación, la argumentación, el manejo de lenguajes...?
 - ¿Cómo analizar y valorar una actividad concreta (prácticas, problemas, cuestiones)?
 - ¿Cómo modificar o diseñar actividades coherentes con los objetivos/contenidos planteados?
- 6.- ¿Cómo integrar la evaluación en el proceso de enseñanza aprendizaje?
 - ¿Qué, cómo y cuándo evaluar para que la evaluación sea un sistema de regulación del sistema de enseñanza/aprendizaje y favorezca la autorregulación del alumno?
- 7.- El diseño de la unidad didáctica
 - Sus referentes: los documentos oficiales, PCC, materiales didácticos
 - Del análisis científico del núcleo de estudio a la transposición didáctica (propuesta de objetivos/contenidos)
 - Estrategias y actividades concretas a utilizar, criterios de evaluación

Tabla 1.- Aspectos tratados en Didáctica de las Ciencias para la formación de Profesorado de Secundaria

Hemos de indicar que en las sesiones de aula programadas se procura que existan actividades variadas, que se plantean con distinta intención configurando una secuencia de aprendizaje [JORBA y SANMARTÍ, 1996]. Además se promueven distintos tipos de agrupación (individual, en pequeño/gran grupo), contemplándose la presentación, por parte del docente, de aportaciones teóricas, ejemplos concretos..., tanto a través de la «conversación dialogada» en el sentido propuesto por Ogborn *et al.* (1998) como de documentos escritos que serán sometidos al correspondiente análisis por parte del alumnado. Todo ello facilita la intercomunicación entre los sujetos implicados en el proceso de enseñanza/aprendizaje, aspecto éste que encierra gran relevancia en la formación docente, donde el intercambio y la discusión de perspectivas y experiencias, la aportación de argumentos justificativos... se encuentra especialmente valorada.

Ejemplificación: ¿Qué actividades podemos y debemos utilizar?

Ante la imposibilidad de desarrollar todos los núcleos de estudio que planteamos, seleccionamos aquí uno de ellos, dirigido a las actividades de enseñanza, por ser un tema en el que se cristalizan y aplican distintas ideas didácticas «qué objetivos vamos a desarrollar» «qué dificultades van a tener los alumnos»... En él se pretende que el docente en formación reflexione sobre «para qué sirven las actividades de enseñanza» y «para qué deben servir». Con ello intentamos que perciba que la consecución de unos objetivos de enseñanza y el consecuente aprendizaje equilibrado de los distintos tipos de contenidos y especialmente de los olvidados procedimientos, se alcanza únicamente mediante la realización de actividades orientadas a tal fin, dependiendo el éxito del aprendizaje de la calidad, orientación, situación en el proceso de enseñanza... de las mismas. Nos hemos referido concretamente a los procedimientos por ser los contenidos que, al dirigirse al «saber hacer» [Coll *et al.*, 1992], demandan indefectiblemente la realización de actividades específicas, es decir, no se puede aprender a clasificar, redactar informes, hacer cortes, extensiones, teñir preparaciones, utilizar el microscopio, analizar datos... sin enfrentarse a las acciones intelectuales y/o manipulativas correspondientes.

Otro de los objetivos que se persigue en este tema es que el alumno amplíe y modifique sus ideas respecto a las posibilidades y limitaciones de las actividades, evitando adhesiones acríticas como ocurre con las prácticas, es decir con las actividades que demandan el contacto directo con el objeto de estudio (tradicionalmente denominadas de campo/laboratorio), que frecuentemente son consideradas la «panacea» de la educación científica. Para ello, además de conocer las nuevas tendencias en el planteamiento de actividades orientadas a favorecer la metacognición (ver Campanario, 2001), el establecimiento de relaciones

conceptuales (V de Gowin, mapas conceptuales), el desarrollo de la autorregulación [JORBA y SANMARTÍ, 1996], la indagación y la resolución de verdaderos problemas, la interrelación teoría/práctica desarrollando paralelamente la utilización correcta del lenguaje [IZQUIERDO, SANMARTÍ y ESPINET, 1999]..., el futuro docente debe realizar el correspondiente análisis crítico de las propias actividades.

Finalmente es nuestra intención en este tema que los recién licenciados empiecen a tomar decisiones sobre qué actividades seleccionar para fines concretos y a modificar diseños o elaborar otros personales, utilizando como referentes materiales didácticos diversos.

En la *Tabla 2* resumimos el plan de trabajo que aplicamos en el tema seleccionado que constituye una modificación del presentado en otros trabajos, centrados en el tratamiento de prácticas y problemas [GARCÍA BARROS, MARTÍNEZ LOSADA y MONDELO, 1998; MARTÍNEZ LOSADA *et al.*, 1999].

- | |
|--|
| <p>a) Presentación del tema destacando el vínculo existente entre objetivos, los distintos tipos de contenidos y la actividades</p> <p>✓ <i>¿Qué objetivos/contenidos plantearíais en un tema concreto —estudio de la Célula en un curso de ESO—?</i></p> <p>b) Reflexión sobre las actividades de aula, su realidad y sus posibilidades</p> <p>✓ <i>¿Qué tipo de actividades son las más frecuentes en el aula de Ciencias?</i>
<i>¿Con qué objetivo se suelen plantear? ¿Qué otros objetivos podrían o deberían perseguir?</i></p> <p>c) Análisis de actividades prácticas tradicionales —comprobación de la teoría— y de actividades investigativas. Igualmente análisis de distintos tipos de problemas —tradicionales e innovadores—</p> <p>✓ <i>Estudid los contenidos que se trabajan en los siguientes planteamientos de actividades prácticas y problemas. Realizad las comparaciones oportunas ¿qué tipos resultan más coherentes con las nuevas tendencias en la enseñanza de la ciencias?</i></p> <p><i>Nota.</i> Los futuros profesores de Biología y Geología analizan pares de actividades y problemas en los que se tratan exactamente los mismos aspectos conceptuales, únicamente cambian los procedimientos implicados, así como el tipo de enunciado, más cotidiano y real en la alternativa innovadora.</p> <p>d) Es necesario el uso de una importante diversidad de actividades de enseñanza si se pretenden desarrollar objetivos de todos los ámbitos</p> |
|--|

- ✓ *¿Sería adecuado plantear siempre actividades prácticas y problemas en la línea de los analizados? ¿Qué inconveniente tendría esta postura?*
- ✓ *Analizad los siguientes planteamientos de actividades*

Nota. Se presentan aquí actividades con distinta orientación (uso de bases de orientación para la resolución de problemas, prácticas que introducen el uso de la V de Gowin, utilización de mapas conceptuales dirigidos a la detección de ideas y a la realización de síntesis, actividades orientadas a la búsqueda de información en fuentes diferentes del libro de texto, ejercicios prácticos dirigidos al desarrollo de habilidades y procedimientos concretos...

e) Elaboración de propuestas

- ✓ *Transformad esta actividad práctica (o este problema) en un planteamiento más abierto e investigativo*

Nota. Se presenta una actividad de aplicación de la teoría. Se parte de un modelo tradicional de actividad porque se pretende simplemente que los futuros docentes apliquen el conocimiento de una situación sencilla, al entender que podrán realizar diseños más originales e integrados en el tema dedicado a la unidad didáctica

Tabla 2.- Resumen del plan de trabajo
para desarrollar el tema «Actividades de enseñanza»

¿Cómo evolucionan las ideas de los profesores en formación?

Hemos centrado el estudio en las ideas de dos colectivos de alumnos que se acercaron a la formación inicial del profesorado: los que acaban de finalizar el seminario de Didáctica de las Ciencias correspondiente al CAP (45 sujetos) y los que cursaron la asignatura Didáctica de la Biología, hace tres o cinco años (56 sujetos). Además y con objeto de apreciar la evolución de dichas ideas se recogen las aportadas por los alumnos del CAP al iniciar el seminario de Didáctica de las Ciencias. Se utilizó un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas (ver anexo), con el que se pretendía conocer sus opiniones sobre: a) cómo valoran una serie de procedimientos; b) la frecuencia de las actividades (prácticas y de lápiz y papel) en las clases habituales de Educación Secundaria y c) los objetivos que éstas persiguen y qué otros podrían o deberían perseguir. Entendemos que estos aspectos pueden ser un indicador del cambio didáctico pues constituyen ideas clave que orientan la toma de decisiones respecto a la selección de objetivos y de las actividades idóneas para alcanzarlos, siendo otras trascendentales habilidades profesionales como el análisis de materiales de enseñanza, la capacidad de hacer las adaptaciones correspondientes a la realidad del aula..., subsidiarias, hasta cierto punto, de tales ideas.

Los dos colectivos con los que hemos trabajado hicieron una valoración muy positiva de los procedimientos presentados, pues cualquiera de ellos fue considerado importante o muy importante por más del 55% de los encuestados. Además, según se puede apreciar en la *Tabla 3*, existe un incremento en la valoración de los procedimientos entre el alumnado del CAP, pues al iniciar el seminario de Didáctica de las Ciencias sólo cuatro procedimientos (observación, interpretación de hechos..., establecimiento de conclusiones, uso de instrumentos...) fueron considerados importantes o muy importantes por más del 85% de los sujetos, mientras al finalizar el mismo tal consideración se extendió a otros cuatro (emisión de hipótesis, diseño de experiencias, expresión oral, identificación de características). Hemos de indicar que los sujetos que cursaron Didáctica de la Biología en años precedentes respondieron en el mismo sentido que los alumnos del CAP en su primera encuesta, aunque la búsqueda de información en otras fuentes fue más valorada por aquellos. El procedimiento menos considerado en todos los casos fue la clasificación.

Valoración*	Alumnos del CAP (1ª Encuesta)	Alumnos del CAP (2ª Encuesta)	Alumnos que cursaron D. Biología
X > 85%	<ul style="list-style-type: none"> - Observación - Interpretación de hechos... - Establecimiento de conclusiones - Uso de instrumentos... 	<ul style="list-style-type: none"> - Observación - Interpretación de hechos... - Establecimiento de conclusiones - Uso de instrumentos... - <u>Emisión de hipótesis</u> - <u>Diseño de experiencias</u> - <u>Expresión oral</u> - <u>Identificación de características</u> 	<ul style="list-style-type: none"> - Observación - Interpretación de hechos... - Establecimiento de conclusiones - Uso de instrumentos...
85% ≥ X > 70%	<ul style="list-style-type: none"> - Intercambio de ideas - Establecimiento de comparaciones - Cálculo numérico - Emisión de hipótesis - Diseño de experiencias - Expresión oral - Identificación de características 	<ul style="list-style-type: none"> - Intercambio de ideas - Establecimiento de comparaciones - Cálculo numérico - Búsqueda de información - <u>Expresión escrita</u> 	<ul style="list-style-type: none"> - Intercambio de ideas - Establecimiento de comparaciones - Cálculo numérico - Emisión de hipótesis - Diseño de experiencias - Expresión oral - Identificación de características - Búsqueda de información
70% ≥ X > 55%	<ul style="list-style-type: none"> - Búsqueda de información - Clasificación - Expresión escrita 	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificación 	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificación - Expresión escrita

Tabla 3.- Valoración de los procedimientos por los distintos colectivos

* Porcentaje de encuestados que otorgan máxima valoración a los procedimientos

Con respecto al tipo de actividad que se emplea de forma más habitual en el aula de Secundaria, los pertenecientes a los dos colectivos se decantaron por las de lápiz y papel (más del 75 % considera que se plantean en todos o en muchos temas), mientras que, en su opinión, las prácticas tienen menor presencia (prácticamente el 70% afirmó que se incluyen sólo en algunos temas y el 12% que no se realizan).

Con relación a los objetivos que persiguen o deberían perseguir las actividades, hemos de indicar que se dieron respuestas diversas que categorizamos en la línea recogida en la *Tabla 4*.

CATEGORÍAS	REFERENCIAS CONCRETAS
a. Desarrollar conceptos	«Transmitir conocimientos teóricos» «Aprender conocimientos»
b. Apoyar la teoría	«Fijar, afianzar, reforzar,... conceptos explicados»
c. Relacionar la teoría con la realidad	«Conocer de forma visual, real, ... conceptos» «acercar la teoría a los hechos para favorecer la comprensión» «Apreciar un fenómeno»
d. Desarrollar habilidades prácticas	«Aprender destrezas prácticas» «Desarrollo de la experimentalidad...» «Uso y manejo de instrumentos»
e. Desarrollar capacidades científicas	«Inculcar el método científico» «Fomentar la investigación» «Utilización del método hipotético deductivo»
f. Motivar	«Entretener a los alumnos» «Hacer el aprendizaje más ameno» «Contextualizar» «Desarrollar la curiosidad, la crítica»
g. Desarrollar habilidades intelectuales	«Razonar, pensar, reflexionar, promover la metacognición, aprender a aprender,» «Saber para qué se hace»
h. Evaluar	«Evaluar, conocer en qué fallan» «Autoevaluar»

CATEGORÍAS	REFERENCIAS CONCRETAS
i. Desarrollar otros procedimientos	«Promover habilidades» «Desarrollar la observación, emisión de hipótesis, imaginación, creatividad...»
j. Trabajo en grupo	«Promover el intercambio de ideas, compañerismo, respeto...»

Tabla 4.- Categorización de las respuestas correspondientes a los objetivos que persiguen o deben perseguir las actividades de enseñanza

Tanto los alumnos que cursaron el CAP como la asignatura D. de la Biología coincidieron en señalar que las actividades de lápiz y papel sirven fundamentalmente para apoyar la teoría, para relacionar la teoría con la realidad o para evaluar, optando un cierto porcentaje del segundo colectivo por enunciados genéricos clasificados en la categoría «a» —desarrollar conceptos— (ver Tabla 5). En esta misma línea cabe destacar que las actividades prácticas sirven, en opinión de los encuestados de los dos colectivos, para promover básicamente los mismos objetivos que las de lápiz y papel, a excepción de la evaluación. Además, más del 10% de los alumnos del CAP apuntaron el desarrollo de habilidades prácticas y la motivación.

Actividades Lápiz y papel		Actividades Prácticas	
Alumnos CAP n=45	Alumnos D.B. n=56	Alumnos CAP n=45	Alumnos D.B. n=56
- b (35,6%) - c (35,6%) - h (33,3%)	-a (28,6%) - b (21,4%) - c (14,3%)	- b (15,5%) - c (51,1%) - d (11,1%) - f (13,3%)	- b (28,6%) - c (32,1)
- a,g, (*) - d, e, f, i,j, (**)	- e, f, g, i (*) - d, j (**)	- e, g (*) - a, h, i, j (**)	- a, d, f, g, i, j (*) - e, h (**)
- NC (0%)	- NC (16,1%)	- NC (15,6%)	- NC (23,2%)

Tabla 5.- Categorías de objetivos que en opinión de los profesores en formación persiguen las actividades

* Citados por menos del 10%

** No citados

Con relación a «otros» objetivos que deberían promover las actividades, hemos detectado una importante inhibición de respuestas, que fue especialmente elevada en el grupo que cursó Didáctica de la Biología y en la primera encuesta realizada por los alumnos del CAP, especialmente cuando se debían pronunciar sobre las actividades prácticas. En la *Tabla 6* se recogen las categorías citadas en esta ocasión. Aquí, hemos omitido las repeticiones, es decir los casos en que el objetivo que, en opinión del encuestado, desarrolla la actividad habitual coincide (corresponde a la misma categoría) con el que debería desarrollar. Estas repeticiones alcanzaron algo más del 10% en la primera encuesta de los alumnos del CAP, siendo prácticamente inapreciables en las otras. Como se puede observar existen diferencias entre las respuestas dadas por los alumnos del CAP a la primera y segunda encuesta, pues mientras en aquella, para el caso de actividades de lápiz y papel, sólo se citan dos categorías (relacionar la teoría con la realidad y motivar) que apenas superan el 10 %, en la segunda se señalan algunas más en igual o mayor proporción (desarrollar habilidades intelectuales, otros procedimientos y evaluar). Lo mismo ocurre con las actividades prácticas, donde se aprecia que los objetivos deseables citados por los alumnos del CAP en la segunda encuesta (relacionar la teoría con la realidad, desarrollar las capacidades científicas, otros procedimientos y evaluar) apenas fueron considerados en la primera. Cabe destacar que ninguno de los objetivos que deberían perseguir las actividades de lápiz y papel citados por el colectivo que cursó Didáctica de la Biología superó el 10%, aunque prácticamente el 20% señaló el desarrollo de capacidades científicas como objetivo plausible de las prácticas.

Actividades Lápiz y papel			Actividades Prácticas		
Alumnos CAP (1ª Respuesta) n=45	Alumnos CAP (2ª Respuesta) n=45	Alumnos D.B. n=56	Alumnos CAP (1ª Respuesta) n=45	Alumnos CAP (2ª Respuesta) n=45	Alumnos D.B. n=56
- c (11,1%) - f (13,3%)	- c (22,2%) - g (22,2%) - h (15,6%) - i (11,1%)		- f (13,3%) - j (11,1%)	- c (15,6%) - e (24,4%) - h (11,1%) - i (17,8%)	- e (19,6%) - f (10,7%)
- a, b, e, g (*) - d, i, j (**)	- b, f (*) - a, d, e, j (**)	- a, b, c, f, g, h, i (*) - d, e, j (**)	- a, b, c, f, g, h, i (*)	- a, b, d, f, g, j (*)	- b, c, d, e, h, i (*) - a, g (**)
- NC (31,1%)	- NC (26,7%)	- NC (60,7%)	- NC (53,3%)	- NC (24,4%)	- NC (51,8%)

Tabla 6.- Categorías de objetivos que en opinión de los profesores en formación deberían perseguir las actividades

* Citados por menos del 10%

** No citados

Consideraciones sobre la evolución de las ideas docentes

En este trabajo se pone de manifiesto que, al menos de forma declarativa, los profesores en formación valoran en gran medida los contenidos procedimentales, aspecto que consideramos lógico, por un lado porque incluyen destrezas que «a priori» encierran un alto valor formativo en la educación científica y por otro porque, al recogerse su opinión a través de una pregunta cerrada con sugerencia de determinados procedimientos, posiblemente se esté favoreciendo la alta consideración de los mismos. Estos resultados son comparables con los obtenidos con profesores de Biología y Geología de Secundaria en ejercicio [MARTÍNEZ LOSADA, GARCÍA BARROS y VEGA, 2001], pues si bien ellos hacen, en términos generales, una menor valoración de los mismos procedimientos (ninguno recibió la consideración máxima por más de 85% de los 82 profesores consultados), existen escasas diferencias en lo relativo a su priorización. Así, la observación, la interpretación de hechos y la obtención de conclusiones son los más valorados, mientras la clasificación es el menos considerado tanto por el profesorado en ejercicio como en formación. Esto último quizás responda a que se asocia a una concepción excesivamente tradicional de la enseñanza de las Ciencias Naturales de carácter eminentemente descriptivo, donde la taxonomía y las habilidades relacionadas con ella, constituían un conocimiento de especial relevancia, pasando éstas en la actualidad a un segundo plano al servicio de un conocimiento más interpretativo.

Sin embargo, también se han encontrado diferencias entre los profesores en ejercicio y los recién licenciados; en concreto la comunicación y la comprensión de la comunicación son destrezas de alto valor educativo para los primeros y en menor medida para los segundos, ocurriendo lo contrario en el caso del uso de instrumentos de observación y medida. Estas diferencias de opinión posiblemente respondan a que el profesorado en ejercicio basa el análisis en su experiencia docente, concretamente respecto a las dificultades del alumnado de ESO en ese sentido, mientras los recién licenciados, al estar más próximos a la situación de alumno que a la de profesor, lo basan en sus propias deficiencias y/o necesidades como estudiante universitario, donde la utilización y comprensión del lenguaje científico son procedimientos que no deben suscitar demasiados problemas a esas alturas.

La importancia otorgada por los profesores en formación a los procedimientos contrasta con la pobreza de sus respuestas o incluso su inhibición en lo relativo a las finalidades de las actividades de enseñanza, cuando éstas constituyen el elemento esencial para su aprendizaje. Por otra parte, las respuestas se centran fundamentalmente en el ámbito conceptual, siendo similares a las obtenidas en

otros trabajos con profesores en ejercicio [GARCÍA BARROS y MARTÍNEZ LOSADA, 2001b], lo que nos suscita una gran inquietud respecto a la calidad y eficacia de la formación que estamos ofreciendo a los futuros docentes, pues la solución a cuestiones como: ¿son realmente conscientes los futuros profesores de que el aprendizaje conceptual no puede desvincularse del procedimental?, ¿son realmente conscientes de que el aprendizaje de procedimientos requiere la utilización de actividades específicas?, no parecen haber alcanzado el éxito pretendido. En este sentido podemos afirmar que, si bien se aprecia una mejora en el alumnado del CAP una vez cursado el seminario de Didáctica de las Ciencias en cuanto a sus ideas sobre los objetivos que deberían perseguir las actividades, pues se incrementa el número de respuestas y categorías citadas, esta situación o posicionamiento resulta, hasta cierto punto, inestable. Tal afirmación la basamos en las respuestas ofrecidas por el colectivo de sujetos que cursaron Didáctica de la Biología, pues a pesar de que en el caso de las actividades prácticas una cierta proporción señala como objetivo deseable el desarrollo de las capacidades científicas, aspecto que consideramos positivo habida cuenta de la inhibición de respuestas, los objetivos plausibles de las actividades de lápiz y papel fueron especialmente pobres, lo que nos sugiere que existe un conformismo claro con la situación de aula y que las críticas sistemáticas realizadas a lo largo de la asignatura a través del análisis de actividades no han surtido el efecto deseado.

Las respuestas de los encuestados sobre los objetivos que deben alcanzar las actividades de enseñanza nos inducen a pensar que tienen dificultades para definir en términos de procedimientos concretos expresiones tales como: «aprender conocimientos» «razonar»..., aunque en el tema correspondiente se ha insistido en ello. Además se ha destacado la importancia de las habilidades psicolingüísticas [JORBA, 2000], de la metacognición [CAMPANARIO, 2000], expresión y comunicación... en el proceso de aprendizaje de las ciencias, analizándose actividades concretas en esta línea. Sin embargo ni siquiera a corto plazo las respuestas fueron satisfactorias, pues podemos afirmar que se circunscribieron prácticamente a las actividades de lápiz y papel cuando se insistió sobre el particular en todo tipo de actividades. Todo ello parece indicar que el tiempo dedicado al análisis de las actividades de enseñanza, comparando actividades que podríamos llamar tradicionales (enseñan un número reducido de procedimientos) e innovadoras (persiguen procedimientos con menor presencia en las aulas y en los libros de texto), aspecto que no reviste problema para el docente [GARCÍA BARROS, MARTÍNEZ LOSADA y MONDELO, 1998; MARTÍNEZ LOSADA *et al.*, 1999], no es suficiente para que se produzca el deseado cambio en las ideas del profesorado que sigue aferrado a la relevancia educativa casi exclusiva de lo conceptual sin apreciar que su aprendizaje depende del desarrollo de habilidades intelectuales concretas y «aprendibles»

a través de actividades específicamente diseñadas. De nada sirve darle importancia declarativa a los procedimientos si después esto no se traduce en un cambio de mentalidad respecto a cuál es el mecanismo pedagógico para enseñarlos. El profesorado ha de ser consciente de para qué sirven las actividades, analizando, entre otros aspectos, los procedimientos que permiten enseñar, las dificultades que tendrá el alumno al realizarlas, la importancia de secuenciar la dificultad de esos procedimientos... Todo ello y mucho más resulta insoslayable en la formación docente pero difícilmente se alcanza en un tiempo tan limitado.

La situación de fracaso que presentamos aquí, tiene solución posiblemente mejorando nuestros propios planteamientos y los materiales que empleamos, favoreciendo la autorregulación del futuro docente [SANMARTÍ, 2000], en definitiva buscando metodologías más próximas a las tendencias constructivistas pues, al igual que les ocurre a otros [ABELL y ROTH, 1995], somos conscientes de nuestras deficiencias al respecto. Sin embargo el cambio didáctico no es tarea fácil y requiere tiempo y una estructura organizativa de la formación inicial del profesorado de secundaria que lo favorezca. Así a modo de consideración final entendemos que:

- a)** Urge un incremento del período formativo, contemplado en la LOGSE, que todavía no ha sido implantado de forma general. Además, al igual que ocurre en la enseñanza de las Ciencias, que intenta alcanzar el conocimiento de los fenómenos naturales conjugando el ámbito descriptivo con el interpretativo a través del lenguaje [IZQUIERDO, SANMARTÍ y ESPINET, 1999], la formación docente también debería promover la conjugación teoría práctica, siendo la escuela, no solo el campo de pruebas donde el futuro docente experimenta y comprueba lo que ha aprendido, sino también el medio donde se generan los problemas educativos que han de ser interpretados y resueltos.
- b)** Ese campo de pruebas que es la escuela ha de seleccionarse con esmero si queremos promover el difícil cambio didáctico. Resultará contraproducente enviar al alumnado a realizar unas prácticas en centros que reproducen punto por punto los «defectos» que se vienen criticando desde la investigación, presentados en las clases teóricas. Por ello debe existir una adecuada selección de aulas y profesores de Biología y Geología, así como el correspondiente reconocimiento del trabajo tutorial de estos últimos que ha de desarrollarse en estrecha colaboración con los formadores que imparten los seminarios teóricos [HEWSON *et al.*, 1999]. Esta sincronía es esencial, aunque no se consigue con

facilidad [SANMARTÍ, 2001], dadas las dificultades administrativas y políticas que esta empresa encierra.

- c) Si bien el hecho de que existan materias de Didáctica específica en las licenciaturas de Biología, Química... es positivo, pues la enseñanza constituye una posible salida profesional, no podemos olvidar que estas materias se hallan muy descontextualizadas, no solo respecto a la práctica educativa sino también a otras materias psicopedagógicas de índole general. Además el alumnado, no suele considerar la docencia en Secundaria como opción profesional prioritaria, eligiendo la materia por exclusión o por si acaso lo necesita en el futuro [GARCÍA BARROS y MARTÍNEZ LOSADA, 2001a], por lo que se puede afirmar que está poco motivado, de ahí que su implicación en estas asignaturas sea de baja intensidad.

Para finalizar hemos de resaltar que la formación inicial, aunque se amplíe, constituye un primer paso en el desarrollo profesional. Éste, sin duda, ha de caracterizarse por una actualización, propiciada por la adecuada formación permanente capaz de articular propuestas alternativas a los criticados «cursillos», promovidos en muchas ocasiones al margen de la problemática concreta de aula y de los propios docentes.

Referencias Bibliográficas

- ABELL, S.K. y ROTH, M. (1995). Reflections on a fifth-grade life science lesson: making sense of children's understanding of scientific models. *International Journal of Science Education*, 17(1), 59-74.
- CALDERHEAD, J. (1989). Reflective teaching and teacher education. *Teaching & Teacher Education*, 5(1), 43-51.
- CAMPANARIO, J.M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: Estrategias para el profesor. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 369-380.
- CAMPANARIO, J.M. (2001). ¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 351-364.
- COLL, C.; DEL RIO, M.J.; SARABIA, B. y VALLS, E. (1992). *Los contenidos en la Reforma*. Madrid: Santillana.
- DE PRO, A. (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 21-41.

- DEL CARMEN, L. (1996). *El análisis y secuenciación de los contenidos educativos*. Barcelona: ICE Universitat de Barcelona. Horsori.
- ESTEVE, J.M. (1997). *La formación inicial de los profesores de secundaria*. Barcelona: Ariel.
- FURIÓ, C.; VILCHES, A.; GUIASOLA, J. y ROMO, V. (2001). Finalidades de la Enseñanza de las Ciencias en la Secundaria Obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 365-376.
- GARCÍA BARROS, S. y MARTÍNEZ LOSADA, C. (2001a). Las ideas de los alumnos del CAP, punto de referencia para la reflexión sobre formación docente. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 97-110.
- GARCÍA BARROS, S. y MARTÍNEZ LOSADA, C. (2001b). Qué actividades y qué procedimientos utiliza y valora el profesorado de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 433-453.
- GARCÍA BARROS, S.; MARTÍNEZ LOSADA, C. y MONDELO, M. (1998). Hacia la innovación de las actividades prácticas, desde la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 353-366.
- GARCÍA BARROS, S.; MARTÍNEZ LOSADA, C.; VEGA, P. y MONDELO, M. (2000). Propuesta de intervención para la formación inicial del profesorado de Educación Primaria en Ciencias Experimentales. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 38, 153-165.
- GIL, D.; FURIÓ, C. y GAVIDIA, V. (1998). El profesorado y la reforma educativa en España. *Investigación en la Escuela*, 36, 49-64.
- GIL, D.; PESSOA, A.M.; FORTUNY, J.M. y AZCÁRATE, C. (1994). *Formación del profesorado de las ciencias y la matemática. Tendencias y experiencias innovadoras*. Madrid: Editorial Popular S.A.
- HEWSON, P.W. (1993). Constructivism and reflective practice in science education. En Montero, L. y Vez, J.M. (Eds.), *Las Didácticas Específicas en la formación del profesorado* (pp. 259-275). Santiago de Compostela: Tórculo Ediciones.
- HEWSON, P.W.; TABACHNICK, B.R.; ZEICHNER, K.M. y LEMBERGER, J. (1999). Educating prospective teachers of Biology: Findings, Limitations, and Recommendations. *Science Education*, 83(3), 373-384.
- IMBERNÓN, F. (1994). *La formación y el desarrollo profesional del profesorado. Hacia una nueva cultura profesional*. Barcelona: Graó.
- IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. y ESPINET, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 45-59.

- JORBA, J. (2000). La comunicación y las habilidades cognitivolingüísticas. En Jorba, J., Gómez, I. y Prats, A. (Eds.), *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares* (pp. 29-49). Barcelona: ICE Universitat Autònoma de Barcelona. Síntesis.
- JORBA, J. y SANMARTÍ, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas par las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Madrid: MEC.
- MARTÍNEZ LOSADA, C.; GARCÍA BARROS, S.; MONDELO, M. y VEGA, P. (1999). Los problemas de lápiz y papel en la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 211-225.
- MARTÍNEZ LOSADA, C.; GARCÍA BARROS, S. y VEGA, P. (2001). ¿Qué procedimientos valoran y dicen enseñar los profesores de ciencias en la ESO? Comunicación presentada en: *VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*, Barcelona.
- MELLADO, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.
- MELLADO, V. (2001). ¿Por qué a los profesores de Ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 17-30.
- NIEDA, J. y MACEDO, B. (1997). *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. Madrid: OEI.
- OGBORN, J.; KRESS, G.; MARTINS, I. y MCGILLICUDDY, K. (1998). *Formas de explicar. La enseñanza de las ciencias en secundaria*. Madrid: Aula XXI Santillana.
- OSBORNE, M.D. (1998). Teacher as knower and learner: reflections on situated knowledge in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(4), 427-439.
- SÁNCHEZ BLANCO, G. y VALCÁRCEL, M.V. (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza?. Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 423-437.
- SANMARTÍ, N. (2000). Aprender una nueva manera de pensar y de aplicar la evaluación: Un reto en la formación inicial del profesorado. En Del Carmen, L. (Ed.), *Símpoio sobre la formación inicial de los profesionales de la educación*. Girona: Universitat de Girona.
- SANMARTÍ, N. (2001). Enseñar a enseñar ciencias en secundaria: un reto muy completo. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 31-48.
- SCHÖN, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos*. Madrid: Paidós. MEC.
- SHULMAN, L. (1993). Renewing the Pedagogy of teacher education: The impact of subject-specific conceptions of teaching. En Montero, L. y Vez, J.M. (Eds.), *Las*

Didácticas Específicas en la Formación del Profesorado (pp. 53-69). Santiago de Compostela: Tórculo Edicións.

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(3), 309-322.

WATTS, M.; JOFILI, Z. y BEZERRA, R. (1999). A case for critical constructivism and critical thinking in Science Education. *Research in Science Education*, 27(2), 309-322.