



Los docentes noveles ante la preparación de las clases de ciencias

Rafael López-Gay
Universidad de Almería

La preparación de clases sobre un tema científico concreto se inicia con una tarea de estudio y concluye en el diseño de la secuencia de actividades de enseñanza. Este estudio previo adquiere especial importancia en el caso del docente novel, dado su escaso conocimiento didáctico del contenido. En este artículo, después de identificar las formas habituales de llevar a cabo ese estudio, se justificará y presentará un esquema guía apoyado en cuatro pilares interrelacionados: currículo, clarificación conceptual, problemas relevantes y concepciones alternativas.

Novice teachers: how to prepare science lessons

Preparing lessons for a specific science subject begins with the task of studying and finishes with designing a teaching sequence for activities. The stage of preliminary study is particularly important for novice teachers since they have limited knowledge of how to teach the content. This paper first identifies common ways of carrying out this study and then presents and justifies a series of guidelines underpinned by four interrelated pillars: curriculum, clarifying concepts, relevant problems and alternative conceptions.

Palabras clave: conocimiento didáctico del contenido, preparación de clases, concepciones didácticas, docentes noveles.

Keywords: knowing how to teach content, preparing lessons, conceptions of teaching, novice teachers.

Cuando un docente novel se enfrenta con la tarea de dar clase por primera vez posiblemente afloran sentimientos tan contradictorios como lógicos, muy parecidos a los sentimientos de un creador ante una obra en blanco: el temor a lo desconocido y la incapacidad por un lado, la emoción de poder poner en práctica sus ideas por el otro. El docente novel habla entonces de preparar las clases, pero... ¿cuál es el significado de esta expresión?

El docente realiza las tareas de diseño, desarrollo y evaluación de la enseñanza, poniendo en juego su conocimiento didáctico y conocimiento

del contenido, construido en proporción variable a través de su experiencia en el aula, la formación recibida, la autoformación y la interacción con otros docentes. Dicho conocimiento, denominado conocimiento didáctico del contenido (Shulman, 1987), es fruto de un proceso de autorregulación y reflexión, generalmente implícito, vinculado al desarrollo profesional docente.

Sin embargo, un docente novel se enfrenta con estas tareas a partir de su experiencia como estudiante que le ha proporcionado un determinado dominio del contenido y unas concepciones implícitas sobre lo que es la ciencia y su

contenido, sobre la justificación de su enseñanza de las ciencias, sobre cómo los niños aprenden ciencia y qué dificultades tienen, y sobre cómo enseñar ciencia y cómo evaluar los aprendizajes. Se trata de un conocimiento que se debe empezar a cuestionar durante el breve periodo de la formación inicial.

La preparación de clases afecta a todo lo que se realiza antes del desarrollo de la enseñanza. Se inicia en una tarea de estudio y concluye en el diseño propiamente dicho, con la determinación más o menos justificada de las actividades de enseñanza. Este trabajo se centrará en analizar y discutir cómo se realiza ese estudio previo que forma parte de la preparación de clases, de especial importancia para el docente novel y la construcción de su conocimiento didáctico del contenido. La decisión sobre qué estudiar durante esta fase inicial está guiada por las concepciones sobre la ciencia, su aprendizaje y su enseñanza. Por esta razón, la fase de la preparación de clases merece especial atención en el proceso de formación.

Con la intención de ayudar a los docentes en formación y noveles, se identificarán y comentarán brevemente tres formas distintas de abordar la tarea de preparación de clases, desde nuestro punto de vista insuficientes, y después se formulará y justificará una propuesta alternativa. En todo momento se hace referencia al proceso de preparación de clases correspondiente a una unidad didáctica y no a una sesión particular.

Dado el objetivo de este trabajo, no deben buscarse aquí indicaciones explícitas, y mucho menos técnicas, sobre dicha elaboración, aunque seguramente podrán extraerse algunas conclu-

siones. Para el lector interesado recomendamos la lectura del trabajo de Couso (2011) así como de las fuentes y recursos que se enumeran al final de este.

■ No preparo las clases

Resulta conveniente identificar en primer lugar esta forma negativa en la que se declara o practica la no-preparación de clases. Es el caso de aquellos docentes que consideran que todo está ya hecho en los apuntes que un día elaboraron o en el libro de texto que han seleccionado o con el que se han encontrado. Su preparación de clases se limita, como mucho, a una lectura superficial del libro o los apuntes. Son docentes tan esclavos de la tiranía de los apuntes o el libro como acomodados a esa tiranía, que asumen una imagen simplista y nada creativa de su trabajo, considerando que «hay poco que inventar». Para ellos, los problemas de la enseñanza son simples: los alumnos estudian poco, son torpes, no tienen ningún interés o el entorno no les es favorable, problemas ante los que ellos no se sienten comprometidos.

Con una argumentación bien diferente, también obedecen a esta forma de no-preparación aquellos que, bajo la premisa de que la educación debe desarrollarse en un ambiente natural, piensan que toda preparación previa lleva a introducir elementos artificiales y distorsionadores, siendo los propios estudiantes los que deben determinar qué hacer en cada momento mediante un debate en clase. Ningún docente en activo que defienda este argumento practicará la no-preparación: cualquiera que haya dado clase sabe que implicar a los estudiantes en la toma de decisiones sobre el contenido y desarrollo de la enseñanza requiere del docente, paradójicamente, una mayor preparación y planificación que le permita anticiparse a todas las

La fase de la preparación de clases merece especial atención en el proceso de formación

Cualquiera que haya dado clase sabe que implicar a los estudiantes en la toma de decisiones sobre el contenido y desarrollo de la enseñanza requiere del docente, una mayor preparación y planificación que le permita anticiparse a todas las posibles respuestas

posibles respuestas, pues, de no ser así, la enseñanza desembocará en el docente como único e improvisado protagonista. Sin embargo, hemos conocido maestros recién titulados que mantienen este argumento para la no-preparación, quizás malinterpretando las conclusiones y consejos de algunos de sus formadores.

■ **Preparo lo que les voy a contar**

En esta segunda forma el docente prepara las clases estudiando, clarificando y organizando lo que va a contar en clase. Es la más frecuente entre los docentes en sus primeros años de formación. Cuando en las primeras semanas de curso les pedimos que preparen una clase concreta, abundan respuestas del tipo: «primero les diría que...», «después les explicaría...», «después haría el ejercicio...». Se trata de una concepción de la ciencia que se va a enseñar como una historia para contar y del docente como contador de historias, más o menos habilidoso en su puesta en escena, pero contador al fin y al cabo.

En otras ocasiones hemos pedido a un estudiante, una semana antes de comenzar la asignatura, que se prepare un contenido concreto para enseñarlo el primer día de clase a sus compañeros tal como lo harían con estudiantes de secundaria. Después de impartir «su» clase, todos coinciden en que la preparación se ha centrado, y debe centrarse, en estudiar, preparar y organizar

bien la intervención... la historia contada y el contador de historias.

¿Qué y cuánto tienen que estudiar? Cuando pedimos a docentes en formación que enumeren y ordenen los contenidos que ellos enseñarían sobre un tema concreto y que valoren después en una escala de 0 a 10 su grado de preparación para enseñarlos, su propuesta habitual consiste en una enumeración de hechos y conceptos desde lo más general hasta lo más particular, contenidos para los que el 90% valora su grado de preparación con nota superior a 5 y más del 65% con nota superior a 7.

Ello responde, pensamos, a una reproducción de la enseñanza de carácter transmisivo, centrada en contenidos puntuales, que ellos han vivido. De hecho, el 90% de esos mismos estudiantes consideran que la principal finalidad de la enseñanza de las ciencias que han recibido ha sido adquirir conocimientos de hechos, conceptos y teorías científicas. Sus críticas a la enseñanza recibida van en la misma dirección: «se le daba más importancia a la asimilación de contenidos memorísticos sin más», «los profesores predicaban las teorías y los alumnos las absorbíamos sin crítica», «sólo hacíamos ejercicios mecánicos», «la ciencia se ocupaba de cosas superiores y no de cosas importantes de la vida diaria», «el conocimiento científico era abstracto, desligado del saber cotidiano, desconectado de problemas diarios, y por ello no lo interiorizábamos», «nos enseñaban un conocimiento fraccionado que luego vomitábamos en los exámenes», «se limitaban a dar los contenidos del libro y a preguntarlos en un examen para repetirlos», «¡todo eran apariencias!».

Estos datos ponen de manifiesto que la enseñanza habitual transmisiva, que considera el contenido científico como un conjunto de verdades simples y evidentes, reduce la preparación de clases a la memorización y organización de esas

La enseñanza habitual transmisiva reduce la preparación de clases a la memorización y organización de un conjunto de verdades, historias que generalmente encontrarán en el libro de texto

verdades, de la historia que se contará, historia que generalmente encontrarán en el libro de texto. Dada la simplicidad del esquema, se considera que esta preparación es una tarea sencilla, siempre y cuando se tenga una mínima habilidad para organizar y memorizar contenido.

■ **Preparo lo que les voy a contar... y lo hago presentable**

¿Qué ocurre una vez que esos docentes en formación han finalizado sus estudios de máster o de grado? No tenemos datos de lo que hacen al llegar a la docencia profesional, pero sí de lo que ocurre durante su periodo terminal de prácticas de intervención. Después de haber recibido formación en didáctica general, psicología del aprendizaje, teoría e historia de la educación, sociología, didáctica específica..., cabría esperar que su manera de analizar el aula y de preparar la enseñanza hubiese cambiado.

En algunos casos los estudiantes sólo han incorporado un lenguaje pero no un cambio de concepciones ni de práctica docentes. Así, cuando analizan lo que sucede en algunas aulas interpretan que si el docente pregunta al principio de la clase: «¿Qué es la materia?» está comenzando con las ideas previas, si hace un resumen de la página del libro que leyeron el día anterior está promoviendo un aprendizaje significativo y relevante, si reduce la explicación de nuevas ideas a que un niño tras otro lean los párrafos del libro

está promoviendo la competencia comunicativa y el intercambio ordenado de ideas, etc. Estos estudiantes, cuando preparan sus clases de intervención siguen redactando lo que les van a contar añadiendo una traducción a un lenguaje más técnico que incorpora objetivos, contenidos, metodología...

Otros muchos estudiantes han asumido un cambio de concepciones, en particular sobre la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, cuando preparan sus clases, tienen muchas dificultades para utilizar esas reflexiones e ir más allá de identificar lo que van a contar a sus alumnos y alumnas.

El origen de estas dificultades puede encontrarse en la resistencia a cambiar de manera efectiva y no sólo declarativa un pensamiento docente espontáneo que ha calado fuertemente en ellos. También, cómo no, esas dificultades pueden deberse a una enseñanza inadecuada durante su formación inicial. En cualquier caso, muestran que no es suficiente con la reflexión sino que la formación inicial debe proporcionar pautas de actuación que les permitan concretar el cuestionamiento y la reflexión en formas de preparar la enseñanza. Éste es el objetivo de las propuestas de vivir experiencias de aprendizaje de contenidos científicos y reflexionar explícitamente sobre ellas (López-Gay y otros, 2009; Harlen y otros, 2010, pp. 13-14), tratando de evitar siempre el mensaje de «hazlo como yo te digo pero no como veas que yo lo hago». La idea de ofrecer a los docentes en formación pautas concretas para la preparación y el desarrollo de la enseñanza, y que practiquen con ellas, puede malinterpretarse como una vuelta al llamado profesor técnico formado a base de recetas. Pero entre esta imagen y la del docente experto en asuntos que interesan principalmente a los especialistas en didáctica, existe un amplio margen que debe ocuparse gradualmente teniendo en cuenta el carácter práctico de la profesión docente.

Ya sea porque no se ha producido cambio de concepciones, sino sólo un cambio de lenguaje, o porque el cambio de concepciones no va acompañado de oportunidades de cambio de la práctica docente, lo cierto es que muchos estudiantes llevan a cabo durante sus prácticas un ejercicio que, por otra parte, es muy común entre el profesorado en activo. Consiste en preparar las clases como siempre, fijándose en las historias que van a contar y el contador de historias, y a traducirlas después a un lenguaje aparentemente didáctico. Desde nuestro punto de vista, la obsesión por las programaciones técnicamente adecuadas tanto en las oposiciones como en los documentos administrativos no hace sino promover la pantomima identificando didáctica y burocracia. Cuando trabajamos como profesores o con profesores para preparar clases nunca nos detenemos en redactar objetivos, contenidos, metodología... y sí en discutir qué queremos que nuestros alumnos aprendan y sean capaces de hacer, qué actividades vamos a proponer para ello...

■ Justificación de una propuesta alternativa

Antes de formular una propuesta, y aun a riesgo de caer en la simplificación en un espacio tan breve, resulta necesario exponer las concepciones didácticas en las que nos basamos, ampliamente compartidas en el campo de la didáctica de las ciencias.

1. La ciencia estudia el entorno natural y tecnológico para explicarlo y hacer predicciones, construyendo conocimientos de tipo descriptivo y de tipo explicativo (modelos). Pero la ciencia es también la forma de construir y aceptar esos conocimientos: los conocimientos disponibles permiten reconocer problemas y adelantar soluciones justificadas o hipótesis que deben ser probadas buscando información o diseñando y realizando experiencias. En este proceso tiene un papel fundamental la comunicación y el intercambio de ideas.
2. Existen razones que justifican la enseñanza de un mismo currículo de ciencias para todos o alfabetización científica: el desarrollo de capacidades personales y de la socialización, la comprensión de sí mismo y del medio, la integración en una cultura marcada por el conocimiento y los productos científico-tecnológicos, y la necesidad de la participación ciudadana y la toma de decisiones en una sociedad democrática que se enfrenta a importantes problemas socio-científicos.
3. Las personas elaboramos y compartimos en nuestra vida cotidiana concepciones o explicaciones del mundo que nos rodea para dotarlo de sentido a nuestros ojos. En nuestra vida cotidiana utilizamos formas de razonamiento y criterios para producir y aceptar algo como válido que son muy diferentes de los que se utilizan en ciencia; por ello nuestras concepciones no coinciden con las científicas, es decir, son concepciones alternativas a las concepciones científicas (Martínez Torregrosa y otros, 1993). El aprendizaje de las ciencias debe entenderse entonces como un cambio de concepciones y un cambio en las maneras de razonar y de aceptar como válido el conocimiento.
4. De manera justificada, una enseñanza de las ciencias debería:
 - Proporcionar conocimiento descriptivo y modelos comprensibles sobre el entorno y sobre el cuerpo humano, ya que es el conocimiento básico y el objeto de la ciencia.
 - Partir de lo cercano, particular y concreto para avanzar hacia lo lejano, general y abstracto, ya que facilita que el contenido

La ciencia es la forma de construir y aceptar conocimientos. En este proceso tiene un papel fundamental la comunicación y el intercambio de ideas

do tenga sentido para los estudiantes y promueve una visión adecuada de la ciencia.

- Hablar y hacer ciencia: plantear preguntas de interés, expresar y discutir concepciones, buscar pruebas, analizar resultados, obtener conclusiones y comunicar, ya que facilita que el contenido tenga sentido, y ayuda a cambiar las concepciones y formas de razonar.
- Abordar problemas sociocientíficos y promover la participación ciudadana, ya que es un fin de la educación formar ciudadanos críticos y participativos.

La enseñanza de las ciencias basada en la indagación (IBSE) es una propuesta concreta de enseñanza que reúne la mayor parte de estas características, basada expresamente en cómo aprenden ciencia los estudiantes, las características de la ciencia y el trabajo científico y la importancia del conocimiento y el trabajo científico como contenido de la enseñanza. El enfoque IBSE, planteado en numerosos documentos curriculares y proyectos (NAS, 2000; Artigue y otros, 2010; Harlen y otros, 2010), reúne las siguientes características:

- Existe un problema o pregunta científica que involucra a los estudiantes y da sentido a la enseñanza.
- Los estudiantes formulan explicaciones y buscan pruebas que las apoyen o rechacen.
- Los estudiantes comunican e intercambian ideas, argumentos y resultados.

- Las conclusiones obtenidas son evaluadas a la luz de otras explicaciones alternativas, acercándose a explicaciones científicamente ya aceptadas.

■ Propuesta para la preparación de clases

A continuación se presenta un esquema que guíe el proceso de estudio dentro de la preparación de clases para enseñar un conocimiento científico determinado. Lo utilizamos con nuestros estudiantes del Máster de Profesorado de Secundaria durante el periodo de prácticas y se apoya en las concepciones didácticas que se acababan de exponer.

■ Análisis del currículo

El Real Decreto por el que se establecen las enseñanzas mínimas, en sus diferentes Anexos, establece un marco general de finalidades y enfoque de enseñanza de las ciencias cuya lectura es recomendable. En lo que se refiere a la enseñanza de un tema en un curso concreto, se enumeran allí una serie de contenidos y criterios de evaluación que proporcionan una idea general dejando un amplio margen de interpretación y decisión. El desconocimiento de este carácter general es lo que lleva a muchos docentes a renunciar al margen de decisión que les compete, confundiendo el currículo con las decisiones que han adoptado los autores del libro de texto o del material seleccionado.

Ésta no será la única vez que haya que utilizar el currículo, pues en el proceso de estudio aparecerán nuevos contenidos. Conviene no olvidar que la estructura de presentación de contenidos y criterios de evaluación del Decreto no es en absoluto una propuesta para su desarrollo en el aula.

Clarificación conceptual

Entender cuáles son las ideas fundamentales y las relaciones entre ellas, así como su incardinación dentro de un esquema más general de grandes ideas, es un requisito imprescindible para que el docente se centre en explicaciones conceptuales y sea más efectivo (Grossman y otros, 1989). La falta de comprensión es una fuente de inseguridad y actitudes negativas entre los docentes (Parker, 1986) y les lleva a centrar su enseñanza en las cuestiones más superficiales y operativas, sin atender a las preguntas ni a las respuestas de sus alumnos, ya que carecen de un marco para interpretarlas y encajarlas.

Alcanzar ese grado de comprensión exige un estudio del contenido mucho más exigente que el de un buen estudiante, pues su finalidad ya no es adquirir lo que el profesor ha determinado que es importante para demostrarle que lo ha aprendido. Un docente estudia el contenido con la intención de entender, de adquirir una comprensión profunda sin huecos ni fisuras, identificando dudas, cuestionando lo que se lee y buscando respuestas. Muchos docentes hemos tenido la ocasión de comprobar que realmente entendemos cuando hemos tenido la necesidad de enseñar, haciendo cierta la expresión de Cicerón: «Si quieres saber, enseña» (*si vis scire, doce*).

Para llevar a cabo esta clarificación, un primer paso es estudiar en libros de texto (no limitándose a uno) y materiales didácticos, pero también en manuales de nivel superior donde se descubrirán contenidos que antes se habían pasado por alto, así como otros libros cuyo enfoque conceptual, cotidiano, divulgativo..., despierta ahora el interés al acercarse a ellos como docentes.

¿Cuándo se puede considerar que es suficiente la clarificación realizada? Con frecuencia se olvida que el conocimiento científico no ha

sido inventado o construido en abstracto, sino para dar respuesta a una situación problemática. Conforme se profundiza en el problema, ese conocimiento también cambia, no sólo se amplía. Por tanto, la clarificación conceptual sólo tiene sentido en función de aquellos problemas a los que se pretende dar respuesta; otra cosa es que estos problemas no se hagan explícitos y al final se considere, erróneamente, que esa clarificación es absoluta. Por esta razón, el estudio realizado es un primer paso, pero la clarificación conceptual requiere estudios adicionales en un proceso cíclico.

Problemas relevantes

Además de buscar situaciones cotidianas en las que puede aplicarse el conocimiento científico, el docente debe identificar situaciones problemáticas, relevantes para el alumnado, que generen la necesidad de ese conocimiento.

Así, el estudio de la energía suele acompañarse de situaciones cotidianas simplificadas, tales como la caída libre o el funcionamiento de un resorte elástico; en algunos casos, al final, se plantea como problema el ahorro energético. Cuando así se hace, los problemas y situaciones cotidianas se utilizan para ilustrar el desarrollo conceptual, no alteran la clarificación conceptual, sino que están a su servicio.

En cambio, otra posibilidad más cercana al enfoque IBSE es dotar a los problemas relevantes –que pueden incluir controversias sociocientíficas– de un mayor peso en la deter-

El docente debe identificar situaciones problemáticas, relevantes para el alumnado, que generen la necesidad de ese conocimiento

La identificación de problemas relevantes permitirá dar una orientación competencial a la enseñanza

minación de la estructura conceptual. Así, el estudio de las razones y procedimientos para el ahorro energético en las viviendas puede llevar al estudio de las formas de energía y mecanismos de transferencia, pero también a caracterizar los materiales o a estudiar los cambios en la trayectoria diaria del Sol.¹ De esta forma, contenidos que en principio no estaban ligados al tema concreto de la energía, como era la trayectoria del Sol, pasan a formar parte de la clarificación conceptual, lo que exige volver a estudiar el currículo. En estos casos, aunque se parte de una clarificación conceptual sobre un contenido concreto, los problemas cercanos obligan a su redefinición, los conocimientos científicos están al servicio de los problemas que se abordan.

Para identificar problemas de interés y potencialmente útiles para el aprendizaje servirá de ayuda realizar un estudio histórico que permita conocer las condiciones que exigieron el avance y construcción de nuevos conocimientos científicos: cuál era el conocimiento previo, ante qué problemas y situaciones ese conocimiento resultaba insuficiente, qué dificultades y obstáculos existieron para sustituir ese conocimiento previo por los nuevos conocimientos científicos... Este estudio ayudará, además, a prever el grado de dificultad de los estudiantes para sustituir sus conocimientos por los nuevos conocimientos científicos.

Sea cual sea su función, la identificación de problemas relevantes permitirá dar una orientación competencial a la enseñanza: qué

situaciones o problemas deberán saber abordar y resolver los estudiantes al final del proceso y, de aquí, qué deben aprender, lo que conducirá, de nuevo, a un reajuste de la clarificación conceptual.

■ Concepciones de los estudiantes

Si la finalidad de la enseñanza de las ciencias es proporcionar explicaciones científicas sobre el mundo que rodea a los discentes, el aprendizaje consistirá entonces en reconocer la insuficiencia de las concepciones cotidianas y la utilidad de las concepciones científicas, lo que exige cambiar la forma de construir y aceptar el conocimiento. Resulta necesario que el docente conozca las concepciones de los estudiantes relacionadas con los conocimientos que pretende enseñar para poder apoyarse en ellas, en el diseño y desarrollo de la enseñanza, y entender mejor las dificultades y las aportaciones de sus alumnos durante la clase.

Algunos libros de texto, en su guía para el profesor, incorporan ya en cada tema un resumen de las concepciones de los estudiantes, y puede ser el primer acercamiento para un docente. Puede completarse a través de libros sobre concepciones organizadas por temas científicos (Driver y otros, 1989; Hierrezuelo y Montero, 1989) o bien a través de revistas de didáctica de las ciencias como *Alambique* o recopilaciones on-line.²

Pero ¿hasta dónde llegar en este estudio? Si el contenido organizador de la enseñanza es sólo el conocimiento científico, se deberían buscar las principales ideas de los estudiantes en relación con el tema de estudio. De hecho, algunas propuestas de enseñanza, denominadas de *cambio conceptual*, se centran en hacer explícitas tales ideas, crear conflictos e intentar cambiarlas por ideas científicas. Sin embargo, cuando el contenido organizador es la propia resolución de situa-

ciones problemáticas, como sucede por ejemplo en el enfoque IBSE, las concepciones alternativas importantes serán sólo aquellas que vayan a utilizarse para emitir sus hipótesis (Martínez Torregrosa y otros, 1993), a pesar de que haya otras concepciones relacionadas con el tema de estudio que queden fuera.

Este esquema guía para el estudio previo debe facilitar la elaboración de la secuencia de actividades coherente con el enfoque IBSE, incluyendo actividades con distinta finalidad para que los estudiantes:

- Reconozcan y se apropien del problema o pregunta científica.
- Formulen explicaciones (hipótesis, modelos...) y las justifiquen (conocimiento y experiencia personal).
- Busquen pruebas para rechazar, confirmar o modificar sus explicaciones.
- Analicen y comuniquen los resultados y conclusiones.
- Consideren explicaciones alternativas y evalúen sus conclusiones.

■ A modo de conclusión

El proceso de preparación de la enseñanza no comienza con la elaboración de la unidad didáctica, la búsqueda del texto adecuado o la preparación de las actividades para realizar. Antes de ello es preciso llevar a cabo una tarea de estudio específica del docente, un estudio que no se limita a un mejor conocimiento del contenido que debemos aprender como estudiantes, sino que lo profundiza y amplía con nuevas dimensiones, y finalmente determina el contenido de la ciencia escolar. Aunque este estudio nunca termina, durante los primeros años de experiencia docente adquiere una importancia fundamental.

Esta tarea, junto a la reflexión, la experiencia y la valoración del diseño y el desarrollo de la

enseñanza, en un doble recorrido individual y en equipo, contribuye a construir a lo largo de la carrera docente un conocimiento genuino del profesor de ciencias.

Notas

1. El lector interesado puede consultar las Unidades Didácticas del Proyecto Singular Estratégico Arfrisol (www.arfrisoleducacion.es/), en cuya elaboración para el nivel de la ESO participó el autor.
2. www.education.vic.gov.au/studentlearning/teachingresources/science/scicontinuum/research.htm

Referencias bibliográficas

- ARTIGUE, M. y otros (2010): The Fibonacci Project. Scientific Background [en línea]. <www.fibonacci-project.eu> [Consulta: junio 2012]
- COUSO, D. (2011): «Las secuencias didácticas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: modelos para su diseño y evaluación», en CAAMAÑO, A. (coord.): *Didáctica de la Física y Química*. Barcelona. Graó / Ministerio de Educación, pp. 57-83.
- DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHIE, A. (1989): *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid. Morata/MEC.
- GROSSMAN, P.L.; WILSON, S.M.; SHULMAN, L.S. (1989): «Teachers of substance: subject matter knowledge for teaching», en REYNOLDS (ed.): *Knowledge Base for the Beginning Teacher*. Oxford. Pergamon Press, pp. 23-36.
- HARLEN, W. y otros (2010): Principles and big ideas of science education [en línea]. Gran Bretaña. Harlen. <www.ase.org.uk>. Versión en español disponible en <www.innovacion.org.mx/>. [Consulta: junio 2012]

- HIERREZUELO, J.; MONTERO, A. (1989): *La Ciencia de los alumnos: su utilización en la didáctica de la física y química*. Vélez. Elzevir.
- LÓPEZ-GAY, R. y otros (2009): «El aprendizaje del modelo Sol-Tierra. Una oportunidad para la formación de maestros». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 61, pp. 27-37.
- MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; DOMÉNECH, J.L.; VERDÚ, R. (1993): «Del derribo de ideas al levantamiento de puentes: la epistemología de la ciencia como criterio organizador de la enseñanza en las ciencias física y química». *Curriculum*, núm. 6/7, pp. 67-89.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (2000): *Inquiry and the National Science Education*

Standards. Washington, D.C. National Academy Press. También disponible en línea en <www.nap.edu/catalog.php?record_id=9596>.

[Consulta: junio 2012]

- SHULMAN, L. (1987): «Knowledge and teaching: Foundations of the new reform». *Harvard Educational Review*, vol. 57(1), pp. 1-22.

Dirección de contacto

Rafael López-Gay

Universidad de Almería

rlucio@ual.es

Este artículo fue solicitado por ALAMBIQUE. DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES en febrero de 2012 y aceptado en mayo de 2012 para su publicación.