PEDAGOGÍA
y DIDÁCTICA

2.ª edición

Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria

I. Ciencias del espacio y de la Tierra

José Miguel Vílchez González (Coord.)

PIRÁMIDE

2.ª edición

Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria

I. Ciencias del espacio y de la Tierra

Coordinador

JOSÉ MIGUEL VÍLCHEZ GONZÁLEZ

PROFESOR CONTRATADO DOCTOR. DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA Y PERTENECIENTE AL GRUPO DE INVESTIGACIÓN HUM 613, «DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y DE LA TRANSVERSALIDAD»

2.ª edición

Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria

I. Ciencias del espacio y de la Tierra

EDICIONES PIRÁMIDE

COLECCIÓN «PSICOLOGÍA»
Sección: «Pedagogía»

Director:
Francisco J. Labrador
Catedrático de Modificación de Conducta
de la Universidad Complutense de Madrid

Edición en versión digital

Está prohibida la reproducción total o parcial de este libro electrónico, su transmisión, su descarga, su descompilación, su tratamiento informático, su almacenamiento o introducción en cualquier sistema de repositorio y recuperación, en cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, conocido o por inventar, sin el permiso expreso escrito de los titulares del copyright.

© José Miguel Vílchez González (Coord.), 2015
© Segunda edición electrónica publicada por Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, S. A.), 2015
Para cualquier información pueden dirigirse a piramide_legal@anaya.es
Juan Ignacio Luca de Tena, 15. 28027 Madrid
Teléfono: 91 393 89 89
www.edicionespiramide.es
ISBN digital: 978-84-368-3383-6

Relación de autores

José Miguel Vílchez González (coord.)

Profesor contratado doctor. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Pertenece al Grupo de Investigación HUM 613, «Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Transversalidad».

Alicia Benarroch Benarroch

Titular de universidad. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Pertenece al Grupo de Investigación HUM 613, «Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Transversalidad».

Francisco Javier Carrillo Rosúa

Profesor contratado doctor. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Pertenece al Grupo de Investigación HUM 613, «Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Transversalidad» y al Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra.

Agustín Cervantes Madrid

Titular de universidad. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Pertenece al Grupo de Investigación HUM 613, «Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Transversalidad».

Manuel Fernández González

Titular de universidad. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Pertenece al Grupo de Investigación HUM 613, «Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Transversalidad».

Francisco Javier Perales Palacios

Catedrático de universidad. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Investigador principal del Grupo de Investigación HUM 613, «Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Transversalidad».

© Ediciones Pirámide

Índice

Introducción 11

Sesión preliminar 15

PARTE PRIMERA

1. Introducción a la didáctica de las ciencias experimentales 21

Introducción 21
1. Dificultades de enseñanza y aprendizaje de las ciencias 23
2. Los modelos didácticos 26
3. Estrategias constructivistas de enseñanza 31
4. Las actividades de enseñanza/aprendizaje 34
5. La evaluación del aprendizaje 42
Anexo 1. Actividades de aula 49
Anexo 2. Taxonomía de Shayer y Adey y taxonomía de Lillo y Redonet 52
Anexo 3. Ejemplo de secuencia de enseñanza-aprendizaje por investigación 56
Anexo 4. Cuadro resumen de modelos didácticos 59

2. La materia y sus transformaciones 61

Introducción 61
1. La materia 63
2. Los cambios en la materia. Tipos 69
3. Cambios físicos 70
4. Cambios químicos 75
Anexo. Actividades de aula 78

3. La energía y sus transferencias 91

Introducción 91
1. La energía 93
2. Circuitos eléctricos 107

© Ediciones Pirámide

3. Luz y sonido 109
Anexo. Actividades de aula 116

4. Los sistemas de la Tierra 135

Introducción 135
1. La atmósfera terrestre 137
2. La hidrosfera 146
3. La geosfera 152
4. El relieve: producto de la interacción entre atmósfera, hidrosfera y geosfera 162
5. El suelo: procesos de formación e importancia para la vida en la Tierra ... 167
Anexo. Actividades de aula 170

5. La Tierra en el Universo 183

Introducción 183
1. El Universo 185
2. Nuestra galaxia: La Vía Láctea 190
3. El Sistema Solar 191
Anexo. Actividades de aula 200

PARTE SEGUNDA
Seminarios

Seminario temático 1. Real Decreto de mínimos de Educación Primaria .. 213

Seminario temático 2. Análisis de los contenidos de un libro de texto 215

Seminario temático 3. El diseño de unidades didácticas 221

Referencias bibliográficas 227

© Ediciones Pirámide

Introducción*

El presente manual, *Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria, Tomo 1. Ciencias del espacio y de la Tierra,* se orienta a la formación científica y didáctica del profesorado de Educación Primaria. Junto con el *Tomo 2. Ciencias de la vida,* recoge todo el contenido científico necesario para afrontar la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza en la etapa de Educación Primaria, además de orientaciones didácticas actualizadas para impartirlas.

Se diseña atendiendo a las estructuras de los nuevos planes de estudio del grado de Maestro, para su desarrollo durante un semestre, en sesiones de gran grupo —parte primera— y sesiones de grupo reducido (seminarios) —parte segunda.

En la parte primera se abordan cinco temas:

- El primero constituye una introducción a la didáctica de las ciencias. En él se orienta sobre las estrategias y recursos óptimos para enseñar (y aprender) ciencias.
- Los otros cuatro (dedicados a la materia, la energía, el planeta Tierra y el universo) se presentan en forma de plan de trabajo autónomo. En ellos se abordan contenidos ya estudiados en etapas educativas anteriores, que se habrán de trabajar de modo no presencial, dedicando las sesiones presenciales a resolver las dudas surgidas en las actividades propuestas y al tratamiento de cuestiones didácticas relacionadas con estos contenidos.

En estos planes de trabajo autónomo la tarea del alumno consiste en ir leyendo (muy tranquilamente) el texto y detenerse en las actividades intercaladas (a las que llamaremos **actividades autónomas** y que aparecen numeradas y sombreadas, sin recuadro), reflexionar sobre ellas hasta darles respuesta (buscando toda la información necesaria) y continuar la lectura. Las respuestas a muchas de las actividades están en el propio texto, después de los enunciados, pero si no se reflexiona sobre ellas antes de leer las soluciones el aprendizaje será menos significativo y de poca estabilidad temporal. Las actividades cuyas respuestas no están en el texto, si se estima conveniente, se resolverán al comienzo de cada sesión de gran grupo.

Al final de cada uno de los cinco temas, en sus anexos correspondientes, se recogen las **actividades de aula** (cuyos títulos aparecen recuadrados e intercalados en los diferentes apartados del texto), enfocadas, a diferencia de las anteriores, para ser desarrolladas en sesiones presenciales de gran grupo.

* En este manual se siguen las recomendaciones de la RAE en cuanto al uso genérico del masculino para designar a los dos sexos, respetando los aspectos gramaticales y léxicos de nuestro sistema lingüístico (http://www.rae.es/sites/default/files/Sexismo_linguistico_y_visibilidad_de_la_mujer_0.pdf).

© Ediciones Pirámide

Además de las actividades autónomas y de las actividades de aula, en la parte segunda del manual se exponen los **seminarios,** diseñados para ser realizados en sesiones presenciales de grupo reducido.

En esta segunda edición se ha procedido a desligar el texto de cualquier referencia concreta a legislación educativa. Los continuos cambios de leyes que se vienen produciendo hacen más operativo hablar en términos generales, acudiendo en cada ocasión a los documentos del momento.

También el hecho de trabajar la propuesta durante su primer año de vida ha ocasionado la modificación de algunos apartados y actividades, o la introducción de nuevos apartados no tratados en la primera edición.

Por último, dada la variedad de trabajos prácticos que se pueden realizar con los contenidos del libro, se ha considerado más conveniente eliminar propuestas cerradas para los mismos, de modo que el docente pueda organizar los que estime oportunos en cada momento. En la propuesta de planificación semanal que se ofrece a continuación se recogen sugerencias de temáticas y momentos para trabajar los contenidos de modo práctico.

En la siguiente tabla se sintetizan los distintos tipos de actividades, junto con su localización en el manual y el enfoque organizativo recomendado para su desarrollo.

Tipos de actividades	Localización	Enfoque recomendado
Actividades autónomas	Parte 1. Sombreadas sin recuadro	No presenciales. Trabajo autónomo
Actividades de aula	Parte 1. Anexos de los temas. En el texto se indica cuándo abordarlas con recuadros sombreados	Presenciales, gran grupo
Seminarios	Parte 2	Presenciales, grupos reducidos

Planificación semanal orientativa para la distribución de contenidos durante el semestre (16 semanas)

Semanas	Sesiones de gran grupo	Sesiones de grupo reducido	
		Seminarios	Trabajo práctico
1, 2, 3	Sesión preliminar y tema 1	Seminario temático 1 Seminario temático 2	
4, 5, 6	Tema 2	Seminario temático 3	
7, 8, 9	Tema 3		1
10, 11, 12, 13	Tema 4		2, 3
14, 15, 16	Tema 5		4

© Ediciones Pirámide

Por su relación con los contenidos de ciencias que se suelen trabajar en Educación Primaria, se recomienda que los trabajos prácticos se dediquen a:

- Trabajo práctico 1. Medida de densidades a partir de la medida de masa y volumen (uso de balanza y probeta).
- Trabajo práctico 2. Circuitos eléctricos. Estudio de asociaciones de lámparas en serie y paralelo.
- Trabajo práctico 3. Medidas de meteorología con pluviómetro (casero, a ser posible), termómetro de máxima y mínima, barómetro y psicrómetro (o higrómetro).
- Trabajo práctico 4. Identificación de minerales y rocas a partir de sus propiedades físicas, con muestras en mano.

© Ediciones Pirámide

Sesión preliminar

En muchas ocasiones vuestros compañeros, al llegar a la escuela a hacer sus prácticas, se quejan de que *«lo que se les enseña en la facultad les sirve muy poco cuando han de enfrentarse por primera vez a dar clase»*. Las generalizaciones no suelen ser objetivas, pero tampoco hay que descartar un fondo de razón.

Por ello, en estas páginas se pretende adoptar un enfoque innovador pensando siempre en un planteamiento profesionalizador, es decir, qué necesita un futuro maestro cuando tiene que enfrentarse a dar clase. Este enfoque entroncaría con el método por proyectos o por resolución de problemas, entendido como forma de dar respuesta a las necesidades docentes. Asimismo se pretende dar respuesta a la filosofía del Grado de Maestro de Educación Primaria, que posee igualmente un perfil profesionalizador.

Para ello, nos ponemos en el papel de cualquier maestro que se incorpora a la escuela y debe comenzar a dar clase. La secuencia de acciones a realizar podría ser la siguiente:

a) Nivel educativo, materia, contenidos mínimos, competencias → *Qué enseñar.*
b) Acceso a la información: dónde → libro de texto, Internet, otros recursos → *Dónde informarme.*
c) Profundización en los contenidos que se han de enseñar: organización, selección, secuenciación, niveles de dificultad → *Aprender lo que hay que enseñar.*
d) Cómo enseñarlo: logística de aula, secuencia de enseñanza, actividades, recursos → *Aprender cómo hay que enseñar.*
e) Qué y cómo evaluarlo: cuándo, por qué, con qué → *Conocer lo que han aprendido.*

De cada uno de estos pasos irían surgiendo de forma «natural» lo que precisamos trabajar en esta asignatura. Por ejemplo:

a) El currículo de Ciencias Experimentales en Educación Primaria (estructura y contenidos por niveles).
b) Análisis de libros de texto, búsqueda en Internet, revistas útiles, etc.
c) Mapas conceptuales, naturaleza e historia de la ciencia, CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad), transversalidad, conceptos-procedimientos-actitudes-competencias, ideas previas. Propuesta de contenidos a enseñar.
d) Modelos didácticos en la acción, tipos y enfoques de actividades, recursos escolares, tanto cotidianos como extraescolares.
e) Evaluación del aprendizaje y de la enseñanza.
f) Etcétera.

© Ediciones Pirámide

En definitiva, se trataría de actuar, desde el primer momento, como diseñadores de secuencias de enseñanza-aprendizaje (E/A) que habríamos de desarrollar con posterioridad.

Tarea 1. Jerarquización de finalidades del aprendizaje científico

En esta actividad vamos a ahondar en cuáles son, o deberían ser, las finalidades del aprendizaje de la ciencia. Lee la siguiente lista de posibles finalidades del aprendizaje científico (Sanmartí, 2002):

1. Adquirir conocimientos sobre teorías y hechos científicos.
2. Despertar la conciencia respecto a la necesidad de conservar el medio natural y la salud.
3. Adquirir conocimientos sobre aplicaciones de la ciencia en la vida cotidiana.
4. Preparar a los estudiantes para poder seguir sin dificultades los estudios posteriores.
5. Aprender a disfrutar haciendo ciencia.
6. Desarrollar actitudes científicas como la curiosidad, el espíritu crítico, la honestidad, la perseverancia, etc.
7. Aprender técnicas de trabajo experimental como medir, filtrar, utilizar la lupa y otros instrumentos, hacer montajes para la experimentación, etc.
8. Aprender a trabajar en equipo, a organizar el trabajo, a buscar información y, en general, aprender a aprender.
9. Desarrollar el pensamiento lógico y racional (por ejemplo: clasificar, comparar, inferir, deducir, etc.).
10. Ayudar a aprender a utilizar los diferentes lenguajes utilizados en la expresión de las ideas científicas.

Se pide:

a) En primer lugar, ordénalas según la importancia que, en tu opinión, deberían tener en el proceso de E/A.
b) Seguidamente vuelve a ordenarlas, pero esta vez, por tu experiencia como estudiante, según su aplicación real en las aulas de ciencias.
c) Compara los resultados. ¿Qué conclusiones puedes extraer de esta actividad?

Tarea 2. Reflexiones sobre la ciencia y su didáctica

En pequeños grupos, dad respuesta a las siguientes cuestiones:

1. Describir una serie de actividades cotidianas que requieran un conocimiento científico-tecnológico[1].
2. Confeccionar un listado de rasgos identificativos que, a vuestro juicio, presenta el conocimiento científico frente al que se genera en otras disciplinas.
3. Está muy extendida la creencia de que para ser buen docente basta con saber mucho de la disciplina a enseñar. Realmente es una condición necesaria, pero, ¿es suficiente? ¿Se debería saber, y saber hacer, algo más para ser buen docente? Pensad en vuestra experiencia como estudiantes; seguro que os habrán dado clase personas que se notaba que sabían «mucho» pero «no sabían explicarse». ¿Qué les faltaba? ¿Se les podría enseñar a ser buenos docentes?

[1] No confundir con actividades rutinarias (por ejemplo, usar un ordenador, conducir...), sino incluir aquellas que requieran conocer el fundamento de las mismas.

© Ediciones Pirámide

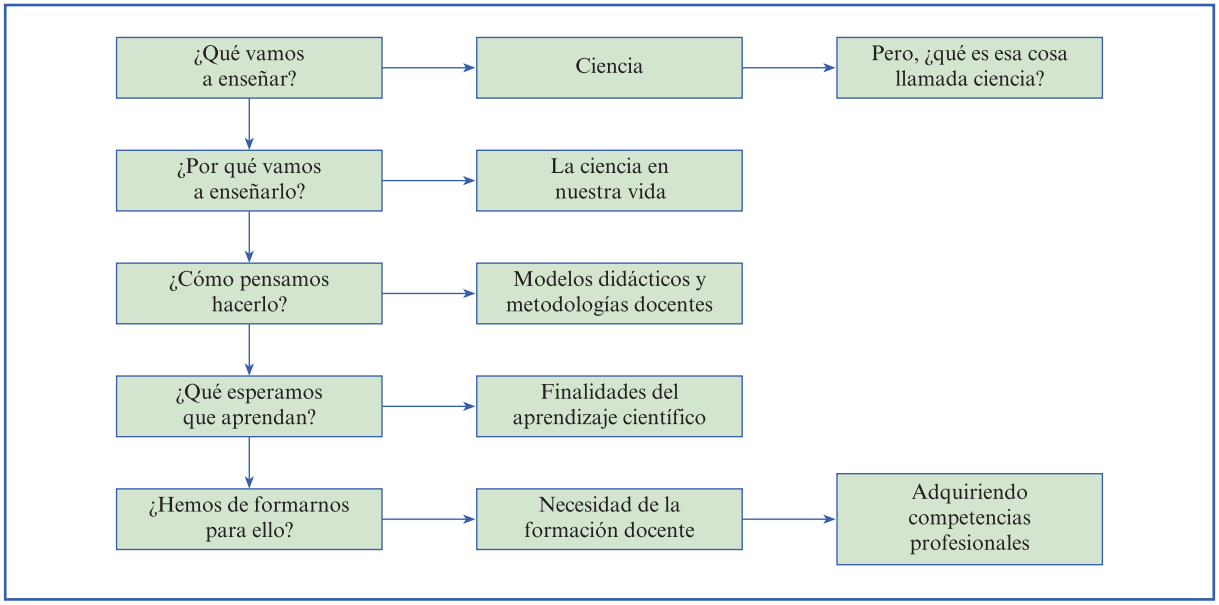
4. Leed el siguiente texto (Hernández, 2011, pp. 25-26) y comentad cómo podríamos, como docentes, responder a las demandas que se plantean:

> *«Los alumnos llegan a la escuela con teorías implícitas sobre el mundo, que en el aula se ven cuestionadas cuando el profesor comienza a hablar sobre "algo" llamado ciencia que se rige por sus propios principios y métodos. Entonces surge la dificultad que supone para el profesor convencer a ese alumno de que lo que va a aprender será útil para su vida. Pero otra dificultad radica en los objetivos que cada sujeto implicado tiene en el contexto de la clase, porque mientras el alumno sólo quiere aprobar un curso, el profesor quiere que el alumno aprenda contenidos científicos. Por tanto, la pregunta que cabe hacerse en este punto sería: ¿de qué forma se puede acercar la ciencia al alumno para que su interés por ella vaya más allá de las evaluaciones?».*

El propósito de esta tarea es promover la reflexión en torno a: *¿por qué o para qué enseñar ciencias en Educación Primaria?* (cuestión 1); *¿qué imagen tenemos de la ciencia?* (cuestión 2); *¿es necesario enseñar a enseñar ciencias?* (cuestión 3), y *¿cómo enseñar ciencias?* (cuestión 4).

Se pretende, en definitiva, que penséis en aplicaciones cotidianas de la ciencia, la concibáis como una parte más de la cultura general, reconozcáis la necesidad de formación didáctica específica y expreséis vuestra concepción inicial sobre los métodos idóneos de enseñanza de las ciencias.

Para finalizar, vamos a recoger en un mapa conceptual una visión general de lo que hemos tratado hasta ahora.



Organigrama de los tópicos tratados en las actividades anteriores.

© Ediciones Pirámide

PARTE PRIMERA

1 Introducción a la didáctica de las ciencias experimentales



Este primer tema nos va a servir para introducir la didáctica de las ciencias, objeto central de estudio en esta asignatura. Para ello hemos tomado como referente la elaboración de unidades didácticas (UD), tarea que se afronta en el seminario temático 3.

La adquisición de competencias para el diseño de UD es clave para la formación inicial del profesorado, dado que le debe permitir adaptarse a las circunstancias cambiantes de cada centro y curso, así como someter a las UD elaboradas a una mejora permanente a través de su evaluación sistemática.

Un maestro en ejercicio no puede circunscribirse exclusivamente a lo que las editoriales de libros de texto puedan prescribir, por cuanto su potencial educativo es limitado e ignoran las circunstancias que rodean y condicionan cada aula en particular. Al margen de su utilidad, el maestro debe ser capaz de elaborar, preferentemente en equipo, la

© Ediciones Pirámide

programación docente basándose en un conjunto de parámetros que doten a esta herramienta educativa del mayor rigor y calidad posible.

Tampoco se puede caer en el mito de la UD rígida e inquebrantable. El desarrollo profesional ha de ir dotando al maestro de herramientas para la necesaria flexibilidad y adaptación a las condiciones de la docencia, muchas veces imprevisibles y cambiantes.

En este tema pretendemos plantear los parámetros que deben guiar el diseño de UD y la necesaria coherencia con que debe dotarse al conjunto de decisiones que la configuran. Dicha UD iréis realizándola fundamentalmente en los seminarios de la asignatura, en paralelo a las clases teóricas (véase cronograma orientativo, p. 12).

Previamente vamos a abordar algunos aspectos teóricos que van a complementar las directrices a seguir en el diseño de la UD, y que tienen que ver fundamentalmente con los procesos de enseñanza y aprendizaje del alumno de Primaria.

Inicialmente, en la primera sesión de seminario, se tendrá una primera toma de contacto con los contenidos oficiales de Ciencias de la Naturaleza, analizando la legislación vigente sobre enseñanzas mínimas de Educación Primaria.

© Ediciones Pirámide

1. DIFICULTADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Las principales dificultades para la enseñanza de las ciencias (aparte de otras variables de contexto) se pueden atribuir, por una parte, a la falta de conocimientos sobre los contenidos a enseñar (sólo se puede enseñar algo si antes se ha aprendido) y, por otra, a la falta de conocimientos sobre el modo de enseñarlos (relacionado con lo que ha venido a llamarse el *conocimiento didáctico del contenido*). Uno de los objetivos principales de esta asignatura es, precisamente, el de ayudarte en estas dos cuestiones. Esperamos conseguirlo.

El primer inconveniente que encontramos a la hora de identificar las dificultades de aprendizaje en Educación Primaria es la escasa atención prestada en nuestro país a la investigación al respecto. Una revisión bibliográfica de las revistas especializadas del área nos permite encontrar fácilmente estudios sobre temas diversos en los ámbitos de la Educación Secundaria y Universitaria, pero escasean los centrados en la Educación Primaria. Cada vez se hace más necesaria la incorporación del profesorado de Primaria a las investigaciones educativas (anímate a investigar, es gratificante... ¡y muy útil!).

Se han realizado, no obstante, sólidas investigaciones, centradas, por una parte, en las etapas piagetianas del desarrollo cognitivo (Shayer y Adey, 1986), y, por otra, en la identificación de las *concepciones alternativas del alumnado*[1] (Driver, Guesne y Tiberghien, 1992; Hierrezuelo y Montero, 1991). Comentémoslas.

1.1. Las etapas del desarrollo cognitivo y el aprendizaje de las ciencias

En muchas ocasiones se piensa que el alumnado de Primaria, sobre todo el de los primeros cursos, no puede aprender ciencias al no ser capaz de hacer abstracciones, plantear hipótesis o manejar variables. Sin embargo, bajo las perspectivas actuales del aprendizaje (que trataremos en apartados posteriores) puede defenderse que desde las primeras edades se van construyendo maneras de ver los fenómenos del entorno, que pueden ir evolucionando hacia interpretaciones más cercanas a las de la ciencia.

Podemos afirmar, pues, que en la etapa de Educación Primaria, y desde los primeros cursos, el planteamiento de determinadas actividades puede favorecer el desarrollo de capacidades necesarias para avanzar en la construcción del conocimiento científico. Debemos fomentar en esta etapa, al igual que en las que le siguen, una cien-

[1] Son muchas las denominaciones utilizadas para las mismas, tales como ideas previas, preconcepciones..., que, por simplificar, utilizaremos indistintamente.

© Ediciones Pirámide