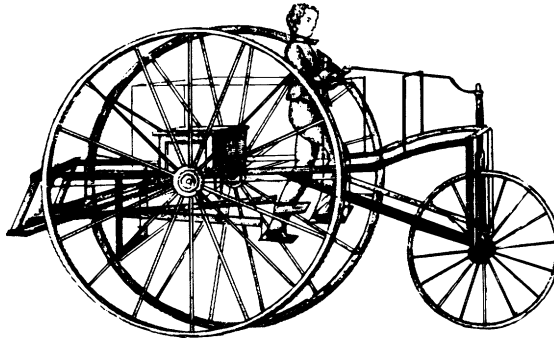


# INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA



## Y NOTICIAS

### TESIS DIDÁCTICAS\*

\* Recordamos que los datos que se precisan para la publicación de los resúmenes de tesis didácticas son los siguientes: título; autor o autora; tipo de tesis (doctoral o de maestría); director(es) o directora(s); departamento, universidad, programa en que se ha presentado; fecha de presentación; resumen de una extensión máxima de 4.500 caracteres, acompañado de disquete.

#### **Aplicación de una metodología de resolución de problemas como una investigación para el desarrollo de un enfoque ciencia-tecnología-sociedad en el currículo de biología de educación secundaria**

Tesis doctoral

*Autora:* Ibáñez Orcajo, Ma. Teresa

*Directora:* Martínez Aznar, Ma. Mercedes

*Lugar:* Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Centro de Formación del Profesorado. Universidad Complutense de Madrid

*Programa:* Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza

*Fecha:* 17 de enero de 2003

Este trabajo se enmarca dentro del paradigma de la investigación-acción al desarrollarse para y desde el aula. Es

una propuesta innovadora porque aplica y adapta la metodología de resolución de problemas como una investigación a la enseñanza de la biología, en concreto a contenidos de genética para el nivel de 4º de ESO y, además, pretende favorecer el desarrollo del enfoque educativo ciencia-tecnología-sociedad.

Los marcos teóricos de referencia son:

- Un modelo de enseñanza-aprendizaje constructivista del que asumimos una visión más social y menos radical del cambio conceptual.
- El enfoque CTS para conseguir la alfabetización científica y tecnológica e incorporar la naturaleza de la ciencia al aula.
- Una metodología de resolución de problemas abiertos que aporta una visión actualizada de la ciencia y sitúa al

alumno, metafóricamente hablando, en un contexto semejante a la del científico novel, promoviendo los cambios conceptuales y de actitudes, y el desarrollo de la creatividad, la imaginación y habilidades metacognitivas, que favorecen el tan deseable «aprender a aprender».

Las muestras objeto de estudio son dos grupos estándar de alumnos de 4º de ESO, homogéneos en sus conocimientos iniciales. Las hipótesis de la investigación están referidas a aprendizajes escolares de conceptos sobre genética y herencia humana y de naturaleza de la ciencia; de procedimientos de resolución de problemas; y de actitudes relativas a la ciencia tanto como conocimiento y disciplina de estudio como de sus relaciones con la tecnología y la sociedad. Todas estas hipótesis se han contrastado con técnicas diversas, cualitativas y cuantitativas, y de forma resumida hacen referencia a:

- Los alumnos del grupo experimental presentarán un cambio conceptual, de procedimientos y actitudes a consecuencia de su trabajo con la metodología de resolución de problemas como una investigación.

- Los aprendizajes de los estudiantes pertenecientes al grupo experimental serán mayores que los de los estudiantes del grupo control que trabajan con una metodología tradicional y, además, permanecerán en el tiempo.

- El estilo cognitivo dependencia-independencia de campo de los estudiantes del grupo experimental influirá en el aprendizaje de la metodología de resolución de problemas como una investigación.

La investigación requirió elaborar una unidad didáctica, ¿Soy así por puro azar?, incluida en la memoria, y basada en el planteamiento y la resolución de situaciones problemáticas abiertas. Sus contenidos conceptuales se organizan en torno a tres esquemas conceptuales (la localización de la información hereditaria, la herencia de padres a hijos y la herencia de caracteres adquiridos); sus procedimientos se corresponden con las fases de la metodología (análisis cualitativo del problema, emisión de hipótesis, diseño de la estrategia de resolución, resolución y análisis de resultados); y las actitudes se refieren a la ciencia como conocimiento, como disciplina de estudio, y a las relaciones CTS. Entre sus aportaciones más significativas cabe indicar: la secuencia histórica de los contenidos más próxima a la lógica mantenida por el alumnado, la relevancia de la divulgación de los mismos, el trabajo con problemas abiertos de tipo efecto-causa sobre herencia humana, el estudio de forma aplicada de la distribución de cromosomas en el proceso de meiosis, y la realización de juegos de simulación y problemas sobre aspectos biotecnológicos.

Para la recogida de información se han diseñado pruebas de diversa naturaleza que han permitido el contraste estadístico de las hipótesis y obtener los resultados que en resumen son:

- El grupo experimental evoluciona significativamente en el aprendizaje de la metodología y experimenta un cambio conceptual en los tres esquemas estudiados. Se ha comprobado que existe correlación entre el estilo cognitivo dependencia-independencia de campo del alumnado y los niveles de realización de las variables metodológicas en la resolución de situaciones problemáticas.

- El grupo experimental, respecto al grupo de control, presenta de forma estadística-

mente significativa un mayor aprendizaje conceptual sobre genética y naturaleza de la ciencia; obtiene mejores resultados en la resolución de problemas cerrados con los que no ha trabajado; y manifiesta actitudes más favorables y realistas relacionadas con la ciencia y las relaciones CTS.

- Los aprendizajes conceptuales realizados por el grupo experimental, gracias a la metodología de resolución de problemas, permanecen en el tiempo sin presentar retrocesos significativos.

En conclusión, además de aportar una unidad didáctica, como material curricular innovador y validado, podemos corroborar que la metodología de resolución de problemas en el ámbito escolar:

- Permite abordar y superar los objetivos curriculares de genética.

- Genera actitudes favorables al estudio, y propicia la metacognición.

- Desarrolla el enfoque CTS, al trabajar problemas cotidianos y dar una visión más actualizada de la ciencia.

- Por último, entre otras implicaciones didácticas, es útil para potenciar el desarrollo profesional de los docentes de secundaria y mejorar la calidad de la enseñanza.

### **Discurso en el laboratorio durante la resolución de problemas de física y química: Acciones, justificaciones, cultura científica y mediación**

Tesis doctoral

*Autor:* Reigosa Castro, Carlos Emilio

*Directores:* Jiménez Aleixandre, María Pilar y García-Rodeja Fernández, Eugenio

*Lugar:* Departamento de Didáctica das Ciências Experimentais. Universidade de Santiago de Compostela

*Programa de doctorado:* Didáctica das Ciências Experimentais e da Matemática  
*Fecha:* 28 de noviembre de 2002

#### **Resumen**

El objetivo de esta investigación es realizar una contribución al aumento de la comprensión de las acciones y del discurso de los estudiantes de secundaria en el aula-laboratorio de física y química, lo que es realizado mediante una metodología de estudio de caso. Se grabó en

formatos vídeo y audio a unos grupos de alumnos y alumnas realizando tareas prácticas concebidas como problemas a resolver en el laboratorio y se analizan sus acciones verbales y físicas.

El problema a estudiar es la resolución de problemas abiertos en el laboratorio de física y química, en el que se analizan aspectos como la construcción de conocimiento, la interacción de conocimientos conceptuales, procedimentales y de otros tipos, los aspectos sociales, el papel del profesor y la dinámica del discurso empleado. Pero, dado que la fuente de datos es la actividad del alumnado participante, no era posible saber con total precisión qué dimensiones o aspectos serían más relevantes para comprender sus formas de actuar y hablar. Por ello, este trabajo se estructuró en dos grandes apartados:

a) Un estudio previo, orientado a identificar los aspectos o dimensiones más relevantes, como la influencia del marco de referencia de los estudiantes o las interacciones entre los participantes. En él se apuntan interpretaciones sobre el papel de esos aspectos.

b) El estudio central, en el que, en base a una toma de datos más extensa, se profundiza en el análisis de las dimensiones definidas en el estudio previo:

– La forma de resolver los problemas: los obstáculos a que se enfrentan los estudiantes, las estrategias o destrezas puestas en juego, las dimensiones sociales en dicha resolución y el papel de su visión sobre las tareas escolares.

– El papel del profesor como facilitador del aprendizaje.

– El discurso como herramienta para construir conocimiento y para coordinar las acciones de los participantes.

La tesis se compone de cuatro bloques. En el primero de ellos se realiza una fundamentación teórica (capítulo 1) basándonos en la bibliografía relacionada con el objeto de investigación y su análisis, y se describe la metodología de investigación (capítulo 2). En el segundo se presentan los resultados del estudio previo (capítulo 3) y, en el tercero, los correspondientes al estudio central (capítulos 4 a 10). Dentro de los capítulos 4 a 10, en el capítulo 4 se presenta el contexto de investigación en la parte central, en los capítulos 5 a 9 se muestran los resultados obtenidos para cinco tareas de laboratorio distintas puestas en práctica en diferentes momentos a lo largo de un curso escolar y, en el capítulo 10, se hace una sistematización de los resultados referentes a algunas dimensiones que se

analizaron a lo largo de las cinco tareas. Por último, en el cuarto bloque se presentan las conclusiones.

En anexos presentados en soporte informático se incluyen las transcripciones de las acciones verbales y físicas de los alumnos, así como los productos que entregaron.

Los resultados muestran que son varias las dimensiones que influyen en la actividad y en los logros de los estudiantes: aspectos cognitivos, sociales y otros relacionados con formas de actuar específicas de la escuela. Se revela la importancia del marco de referencia con que los estudiantes analizan los fenómenos que suceden en el laboratorio, así como la de los roles asumidos por los participantes, que crean estructuras interaccionales que pueden facilitar la resolución de los problemas pero que también pueden inhibir el acceso al conocimiento de algunos miembros de los grupos. También se observa la importancia de la visión, a veces estereotipada, que tienen los estudiantes acerca de cuál es la forma correcta de comportarse en el laboratorio escolar.

Además, se pone de manifiesto la importancia de la interacción con el profesor. Mostramos que dicha intervención puede orientarse a aumentar las capacidades del alumnado participante y no meramente a decir la forma correcta de realizar las tareas que se proponen. También se evidencia que los estudiantes, realizando tareas prácticas concebidas como la resolución de problemas, son capaces de utilizar los conocimientos relevantes para resolverlas (aunque éstos sean de cierta complejidad) y de coordinar sus acciones de forma útil a la vista de los objetivos de las tareas.

Un aspecto original de esta investigación consideramos que es que se han indagado los procesos que tienen lugar durante la realización de tareas prácticas concebidas como problemas, y no sólo los resultados finales. Consideramos relevante esta orientación, dado que, aunque hay propuestas para la realización de tales tareas en el aula justificadas teóricamente, hay pocas investigaciones sobre los problemas que aparecen durante su puesta en práctica.

### **Recuerdos, expectativas y concepciones de los estudiantes para maestro sobre la geometría escolar y su enseñanza-aprendizaje**

Tesis doctoral

*Autor:* Barrantes López, Manuel  
*Director:* Blanco Nieto, Lorenzo Jesús  
*Lugar:* Departamento de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas. Universidad de Extremadura.  
*Programa:* Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas  
*Fecha:* 15 de noviembre de 2002

Como formadores de maestros siempre hemos considerado que nuestro trabajo, docente e investigador, debía enfocarse a formar buenos profesionales en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Con este objetivo se han desarrollado diferentes trabajos cuyos resultados nos han mostrado la discordancia entre la cultura actual y la recibida por los estudiantes para profesores de primaria y secundaria, la escasa repercusión de los programas de formación inicial y la separación entre la investigación actuales y la aplicación práctica de mejora de enseñanza de las matemáticas.

Por otra parte, los trabajos sobre la naturaleza del conocimiento de los profesores de matemáticas resaltan la importancia de las concepciones sobre la matemática y sobre su enseñanza-aprendizaje como uno de los componentes fundamentales del conocimiento didáctico de contenido matemático.

Con estas premisas, en el trabajo que reseñamos se ha considerado la hipótesis de que «los recuerdos y las expectativas de los estudiantes para maestro nos dan información para caracterizar sus concepciones en el campo de la geometría y su enseñanza-aprendizaje en primaria».

La memoria se inicia con una revisión bibliográfica centrada en trabajos sobre concepciones de los estudiantes para maestro, sobre la naturaleza del conocimiento de los profesores, sobre la enseñanza-aprendizaje de la geometría en primaria y sobre diferentes aspectos del currículo en la formación inicial de maestro. Estas revisiones dieron lugar a una formulación precisa del problema de investigación y a la formación y justificación de diez categorías (y las correspondientes subcategorías) que nos permitieron organizar la investigación en torno a aspectos que se consideran claves para la formación de los profesores.

Dado que nuestro objetivo es fundamentalmente descriptivo-interpretativo,

hemos optado por una metodología cualitativa, rica en descripciones y explicaciones de los procesos que ocurren en contextos locales. Hemos utilizado un método no interactivo basado en dos cuestionarios de preguntas abiertas en las cuales plasmar sus recuerdos como discentes y sus expectativas como futuros maestros, con referencias similares para poder compararlas y explicitar mejor sus concepciones.

Posteriormente, hemos utilizado un método interactivo del tipo grupo de discusión. La utilización de estos dos métodos nos permite acceder a los procesos internos de los estudiantes ayudándoles a verbalizar sus recuerdos y sus expectativas sobre la geometría escolar mediante sus pensamientos, sus emociones o explicando sus decisiones.

El elemento básico para el análisis de cuestionarios y grupos de discusión fueron las unidades de análisis, a partir de las cuales hemos elaborado ideas núcleo y expectativas. El estudio conjunto de ambas, reforzadas por diversas razones, nos daría información sobre las concepciones de los estudiantes.

A partir de los resultados se ha elaborado y validado un cuestionario cerrado sobre recuerdos, expectativas y concepciones que puede ser útil para el formador de maestros, pues de su aplicación y análisis se pueden obtener las tendencias del grupo clase o las tendencias individuales de cada estudiante.

Los resultados nos muestran que los estudiantes para maestro conciben la geometría como una materia abstracta que es difícil y difícil de enseñar en la escuela. Para ellos, los temas numéricos son más asequibles e importantes.

Los estudiantes tienen lagunas importantes de conceptos de geometría escolar. Conocen mejor los contenidos relacionados con la geometría plana y apenas conocen la geometría espacial y los temas de isometrías. Esto da lugar a que conciben la geometría plana como más fácil e importante que la geometría espacial y su enseñanza, prioritaria.

La palabra *actividad* es, para los estudiantes, sinónimo de resolución de ejercicios y problemas tipo, en los que toda la complicación consiste en saber la fórmula que hay que aplicar.

La metodología clásica de la que proceden les hace considerar que hay dos aprendizajes distintos: por una parte, los conceptos geométricos, definiciones, propiedades, etc., lo que denominan *la teoría* y, por otra, la resolución de cada uno de los tipos de problemas, que son

necesarios aprender para superar la evaluación, siendo este segundo aprendizaje el más importante.

La evaluación es la categoría en la que los estudiantes muestran de una manera más acusada la influencia de sus recuerdos. El examen es el elemento más importante de la evaluación, por encima de las actividades en el aula o los aspectos actitudinales. Sin embargo, que sea considerado el elemento más importante no significa que sea el elemento que estimen más idóneo para realizar las evaluaciones de sus alumnos.

Quisiéramos terminar señalando que, a pesar de los esfuerzos de los investigadores por presentar nuevos métodos, recursos o materiales sobre enseñanza de la geometría, muchos estudiantes siguen llegando a las facultades con las mismas experiencias, la misma falta de conocimientos y concepciones sobre la geometría y su enseñanza que hace unos años, lo que indica que es necesario seguir recordando el papel importante que la geometría puede jugar en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, tal y como se nos sugiere en las propuestas curriculares actuales.

### **Análisis de las actitudes y conocimientos estadísticos del profesorado**

Tesis doctoral

*Autor:* Estrada Roca, Assumpta

*Programa:* Didáctica de les Matemàtiques i les Ciències Experimentals

*Departamento:* Didàctica de les Matemàtiques i les Ciències Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona

*Directores:* Batanero Bernabeu, Carmen y Fortuny Aymemí, Josep Ma.

*Fecha:* 13 de octubre de 2002

### **Resumen**

En esta tesis nos hemos interesado por el estudio de los conocimientos y las actitudes hacia la estadística de los profesores en formación, justificando el interés del estudio por la influencia de estas variables sobre la planificación de la acción educativa que cubra tanto los conocimientos matemáticos y didácticos como la educación de la afectividad del profesor.

El trabajo se ha llevado a cabo en dos fases. En la primera presentamos los resultados de pasar una escala de actitudes de construcción propia a una muestra de

66 profesores en ejercicio y 74 profesores en formación de educación primaria. No encontramos diferencias por género, aunque sí una mejora en aquellos alumnos que la estudiaron previamente. Contrariamente a nuestra hipótesis inicial, tampoco encontramos unas diferencias acusadas en las actitudes de profesores en formación y profesores en ejercicio, por lo que decidimos continuar el trabajo centrándonos exclusivamente en el primer grupo, que es sobre el que recae principalmente nuestra acción formativa.

Para la segunda fase del estudio, realizada con una muestra de 367 profesores en formación, elegimos la escala SATS, después de realizar un comparativo de escalas de medición de actitudes. Asimismo utilizamos una parte del cuestionario Statistics Reasoning Assessment, construido por Konold y Garfield para obtener algunos datos sobre los conocimientos estadísticos de los profesores. Se confirma que la actitud de los profesores en formación es en general positiva independientemente del género y de la especialidad. Aporta además una evaluación orientativa de los conocimientos estadísticos de los profesores en formación, encontrando errores conceptuales sobre los promedios, el muestreo, el valor atípico, así como en las interpretaciones de la probabilidad. En estos errores influye la especialidad cursada en los estudios de magisterio. Se observa también una relación moderada entre actitudes y conocimientos estadísticos. Pensamos que esto sugiere la necesidad de apoyo desde los departamentos de didáctica y las facultades de educación. Todos estos resultados se comparan con otros estudios previos de actitudes hacia la estadística.

La memoria incluye también un estudio detallado de las investigaciones previas sobre actitudes hacia la estadística y sobre errores en conceptos estadísticos elementales, así como un análisis del concepto *actitud*, sus componentes y la medición de las principales escalas de actitudes hacia la estadística.

### **Las analogías en el proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias de la naturaleza**

Tesis doctoral

*Autor:* González González, Benigno Martín

*Directores:* Fernández González, José y Moreno Jiménez, Teodomiro

*Departamento:* Didácticas Especiales

*Programa:* Didáctica de las Ciencias

*Lugar:* Universidad de La Laguna

*Fecha:* 3 de julio de 2002

En este trabajo de investigación se realiza una revisión bibliográfica del aporte de las analogías al proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias de la naturaleza así como un posicionamiento de la concepción y estructura de la analogía y de su puesta en práctica.

La revisión bibliográfica ha permitido describir y explicar el fundamento de las analogías, su importancia y significado, las distintas definiciones con que figura en la bibliografía, los distintos procesos que constituyen el razonamiento analógico, las diferencias entre las analogías y otros tipos de comparaciones y los criterios de clasificación de las analogías y sus aspectos didácticos.

El posicionamiento ha permitido explicar la concepción y la estructura de la analogía, establecer la distinción entre las analogías y otros tipos de comparaciones y determinar los criterios para clasificarlas. También ha permitido explicitar una serie de recomendaciones didácticas –tanto para el profesorado como para los autores y editores de libros de texto– a tener en cuenta en las explicaciones analógicas, así como la puesta en acción del proceso analógico denominado *aprendizaje con analogías (ACA)*.

El trabajo de investigación analiza, por último, las analogías presentes en los libros de texto de las siete editoriales de mayor arraigo en nuestro país. Los datos experimentales y los resultados de este análisis se organizan en 64 tablas en las que se examinan dichas analogías en base a su distribución en los libros de texto de cada una de las editoriales (teniendo en cuenta la fecha de publicación, la etapa de estudios para el que son destinados, los ciclos y cursos de la ESO y del bachillerato, y las materias y el tema o tópico que ha sido objeto de tratamiento analógico en cada uno de ellos) y en base a la naturaleza de las analogías (localización, formato de presentación, orientación, posición, condición o nivel de abstracción, relación analógica, nivel de enriquecimiento y multiplicidad).

Cabe destacar del análisis cualitativo de la revisión bibliográfica las siguientes conclusiones:

1) Definición de *analogía*: «Una analogía es una propuesta representativa de las estructuras del análogo y del tópico. Mediante una trama de relaciones se comparan, fundamentalmente, los nexos semejantes entre ambos. Su finalidad

es la comprensión y el aprendizaje del tópic mediante la transferencia de conocimiento del análogo al tópic. Las comparaciones de atributos semejantes tienen un carácter secundario.»

2) Propuesta de puesta en acción del proceso analógico. Comprende los siguientes pasos: a) diseño del análogo; b) iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la analogía con el alumnado; c) análisis o evaluación de la efectividad del proceso analógico de enseñanza-aprendizaje.

En lo que respecta a las conclusiones del análisis de los libros de texto, cabe destacar las siguientes conclusiones:

- 1) Los promedios de las analogías por cada libro de texto son bajos en comparación con los obtenidos en otras investigaciones.
- 2) La mayor parte de las analogías que figuran en los márgenes de los textos se presentan en formato pictórico o pictórico-verbal.
- 3) El 52,9% de las analogías identificadas pertenece a textos de ESO.
- 4) El mayor número de analogías identificadas en ESO corresponden a la materia de Ciencias de la Naturaleza, es decir, a los textos de 1º y 2º de ESO.
- 5) En el segundo ciclo de ESO se emplean con mayor frecuencia las analogías en los textos de la materia de Física y Química que en los de las materias de Biología y Geología.
- 6) El 56% de las analogías identificadas se encuentra en formato verbal.
- 7) Más de la mitad de las analogías que se han identificado no presentan orientación analógica.
- 8) La mayoría de las analogías identificadas presentan un nivel de abstracción concreto-abstracto.
- 9) El mayor número de analogías que se han identificado en los textos presenta relación analógico-funcional.
- 10) Más de la mitad de las analogías que se han identificado son simples. El 94,2% no explicitan las limitaciones. Es muy escaso el número de analogías extendidas.

Se trata, por tanto, de un trabajo de investigación en el que se argumenta, a partir de la revisión bibliográfica llevada a cabo, que la analogía es un intento más de modelizar en aras del aprendizaje del alumnado, que puede considerarse como

un recurso didáctico útil para aplicar en los procesos de enseñanza-aprendizaje, que facilita la visualización de los conceptos teóricos abstractos, que facilita el recuerdo de la información y su contextualización, que favorece una disposición positiva hacia el aprendizaje, que permite construir el conocimiento y desarrollar el pensamiento creativo y, por tanto, que contribuye a que el alumnado tenga un aprendizaje significativo. Además, se explicitan los aspectos didácticos que deben tener en cuenta los profesores y autores o editores de libros de texto en sus explicaciones analógicas y se contrastan con los datos experimentales obtenidos del análisis de los libros de texto.

### **Introducción del concepto de campo magnético en primer ciclo de universidad: dificultades de aprendizaje y propuesta de enseñanza alternativa de orientación constructivista**

Tesis doctoral

*Autor:* Almodí García, José Manuel  
*Director:* Guisasola Aranzabal, Jenaro  
*Programa:* Propiedades físicas de los materiales: fundamentos y aplicaciones  
*Lugar:* Departamento de Física Aplicada I. Universidad del País Vasco (UPV/EHU)  
*Fecha:* 11 de enero de 2002

### **Resumen**

Este trabajo ha pretendido, por un lado, realizar un análisis crítico de la enseñanza habitual del campo magnético estacionario y de los resultados que ésta produce y, por otro, contribuir a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de dicha área en el primer curso de universidad, mediante el diseño y posterior desarrollo de un currículo para este núcleo teórico básico. Este desarrollo se contextualiza en una orientación constructivista de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, más concretamente en la orientación del «aprendizaje como investigación orientada».

El estudio de este problema didáctico se ha concretado por medio del planteamiento de dos hipótesis, las cuales se han fundamentado utilizando el cuerpo de conocimientos de la didáctica de las ciencias. La primera hipótesis sostiene que los pobres resultados que se obtienen en el aprendizaje comprensivo de los principales conceptos básicos del *campo*

*magnético estacionario* se deben a deficiencias epistemológicas y didácticas de la enseñanza habitual de esos conceptos.

La segunda hipótesis mantiene que es posible encontrar una solución curricular plausible, que sea capaz de superar las grandes dificultades de aprendizaje que se presentan en la enseñanza habitual al introducir la teoría física del campo magnético; dicha solución estará fundamentada en estrategias de «aprendizaje como investigación orientada» que pueden considerarse enmarcadas teóricamente en el paradigma emergente de enseñanza-aprendizaje de las ciencias con una orientación constructivista del aprendizaje.

Como consecuencia de lo anterior, el desarrollo de este trabajo se estructuró en torno a tres cuestiones:

1) Un análisis crítico de la enseñanza habitual del campo magnético estacionario en el primer ciclo universitario, en relación con el marco teórico establecido. Este análisis, en particular, comprende tanto la presentación didáctica del tema por los libros de texto y el profesorado como las dificultades de aprendizaje por parte de los estudiantes.

2) El establecimiento de las características epistemológicas y didácticas de un programa de campo magnético estacionario coherente con los resultados de la investigación didáctica y, en particular, dentro de un modelo de enseñanza-aprendizaje como «investigación orientada».

3) Un análisis de las virtualidades del nuevo programa de campo magnético estacionario, que incluye una propuesta de organización y secuenciación de contenidos y su correspondiente programa de actividades. Así mismo, con la puesta en práctica del programa, se ha puesto a prueba su capacidad para mejorar el aprendizaje de contenidos (conceptuales, metodológicos y actitudinales) del campo magnético estacionario.

Algunas de las conclusiones más importantes que se han obtenido con este trabajo han sido las siguientes (se debe puntualizar que aquí están descritas con carácter muy general):

1) La presentación del tema de campo magnético estacionario en los libros de texto y en las programaciones del profesorado presenta visiones deformadas de la ciencia y del trabajo científico, que se concretan en visiones acumulativas lineales y excesivamente analíticas del desarrollo científico.

2) La forma de introducir todos los conceptos y leyes relacionados con el campo

magnético estacionario en los libros de texto y las estrategias de enseñanza utilizadas por el profesorado en la clase habitual no tienen en cuenta las concepciones alternativas de los estudiantes ni los aspectos metodológicos implicados en el aprendizaje de conceptos.

3) Los estudiantes presentan dificultades y concepciones alternativas sobre diferentes aspectos del campo magnético estacionario, como la no-identificación correcta de la fuente del campo magnético ni la relación comprensiva entre imanes y elementos de corriente como fuentes del campo magnético. Presentan también confusión entre campos eléctricos y magnéticos y los efectos de los mismos.

Con relación a las características epistemológicas y didácticas que debe poseer un programa de campo magnético estacionario las hemos resumido, de acuerdo con la fundamentación teórica, en los siguientes puntos:

4) Se ha mostrado que, a la hora de organizar los contenidos, es necesario tener en cuenta las diferentes formulaciones y los saltos cualitativos que se dieron en el desarrollo de la teoría del magnetismo, de forma que se evite una visión acumulativa lineal en la presentación y el desarrollo en clase de esta construcción teórica.

5) Se ha puesto de manifiesto la necesidad de presentar situaciones problemáticas que justifiquen la introducción de los nuevos conceptos y cuyo tratamiento requerirá aplicar características esenciales de la metodología científica.

En resumen, los puntos anteriores nos muestran que es posible fundamentar y desarrollar las características principales de un programa de campo magnético estacionario que se sitúa dentro del modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación orientada.

Finalmente, se ha puesto a prueba la plausibilidad de un programa innovador de campo magnético estacionario y su capacidad para producir un aprendizaje más comprensivo y mejor. Podemos resumir las aportaciones más importantes del trabajo en relación con estos propósitos en los siguientes puntos:

6) Se ha realizado el correspondiente programa de actividades del tema «Campo magnético estacionario» para 1.º curso de universidad en Ingeniería Técnica Industrial, de acuerdo con el modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación orientada.

7) El tema ha sido impartido por el autor de la tesis y tres profesores más. Se ha

constatado que los profesores, apoyados en un trabajo colectivo son capaces de asumir en su labor docente el programa innovador.

8) Los estudiantes son capaces de realizar actividades que se proponen en el programa y, adecuadamente orientados, se convierten en protagonistas de su propio aprendizaje.

9) Los resultados del aprendizaje son significativamente mejores y los estudiantes expresan una actitud positiva hacia los contenidos trabajados, la forma de trabajarlos en clase y la forma de ser evaluados.

En conclusión, todos estos resultados obtenidos nos permiten afirmar que se ha realizado un avance satisfactorio en la plausibilidad de una propuesta curricular global, dentro del modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación orientada, y en el aprendizaje de conceptos de especial dificultad en física como son todos los relacionados con el campo magnético. Sin embargo, es necesario indicar que esta experiencia es parcial y necesita la realización de tratamientos más duraderos en el tiempo, en diferentes situaciones escolares y con mayor número de profesores.

### Dificultades en el aprendizaje del concepto de fuerza electromotriz

Tesis de maestría

*Autor:* Montero Moreno, Antonio  
*Director:* Fernández González, Manuel  
*Lugar:* Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

*Programa:* Cursos de doctorado, bienio 2000-2002

*Fecha:* 24 de septiembre de 2002

Los profesores de los distintos niveles saben que el aprendizaje del concepto de fuerza electromotriz es problemático. Los objetivos de esta investigación se han centrado en determinar las causas de tales dificultades y el alcance de las mismas. Los datos que se presentan en la investigación se han obtenido entre los años 2000 y 2001.

El concepto de fuerza electromotriz es un caso singular en el ámbito de la física y en el de la enseñanza. En el campo de la física, el concepto es en general pobremente definido y conceptualmente explicado, lo que contrasta con la normal

meticulosidad con la que se definen los términos y se elucidan los conceptos. En el terreno de la enseñanza, parece como si nada se pudiera hacer o no mereciera la pena hacerlo para poner remedio a la tradicional confusión entre *fem* y diferencia de potencial. Parece que la solución sería aplicar el término *fem* al caso de la inducción electromagnética y utilizar para los circuitos de corriente continua los términos *tensión* o *voltaje*, con lo que parece que se obvia una diferenciación conflictiva. Preguntas como «¿Por qué se emplea la misma letra  $\xi$  y el mismo nombre para la propiedad característica de una pila y para la velocidad de variación del flujo magnético?», «¿Qué diferencia existe entre *fem* y diferencia de potencial?» no se plantean ni se responden en los libros ni en las clases de los profesores que hemos entrevistado. La investigación, realizada desde una orientación constructivista con respecto a la enseñanza y el aprendizaje, ha tratado de arrojar luz sobre esta situación conflictiva.

### Hipótesis a contrastar

La hipótesis del trabajo la hemos referido al aprendizaje: el alumnado aprende de forma poco significativa el concepto de fuerza electromotriz, que no suele diferenciarse del concepto de diferencia de potencial; las causas se deben a una enseñanza de la electricidad y, en concreto, de la noción de *fem*, que padece de graves insuficiencias epistemológicas y didácticas. En concreto se ha buscado comprobar:

1) Los estudiantes no contemplan la *fem* como una propiedad característica de la pila, por lo que no distinguirán entre la medida de la *fem* de una pila y la medida de la diferencia de potencial entre los electrodos de ésta.

2) Los estudiantes no diferencian entre propiedades de las cargas y propiedades del campo y del circuito e incluso llegan a identificar el potencial y la diferencia de potencial como propiedad de las cargas.

3) No reconocen las limitaciones de la utilización de un voltímetro.

4) No comprenden las relaciones entre la electrostática y los circuitos eléctricos, una de cuyas consecuencias es que no diferencian entre fuerza electromotriz y diferencia de potencial.

Parte de la fundamentación teórica de la hipótesis se ha elaborado recurriendo a un estudio detallado de la génesis de algunos de los conceptos implicados, poniéndose una vez más de manifiesto

la utilidad de la historia de la ciencia para comprender los procesos de aprendizaje.

### *Diseño experimental*

A partir de la operativización de la hipótesis, se contrastó, mediante un diseño múltiple, que se describe en el trabajo, del mismo modo que los criterios de evaluación de las pruebas que se elaboraron, que a su vez habían sido sometidas a la consideración de investigadores expertos de varias universidades.

Las pruebas se han pasado a muestras de alumnos de 2º de bachillerato, 3r. curso de Físicas, 5º curso de Físicas, estudiantes del CAP, estudiantes de 5º curso de Ingeniería Industrial y profesores en ejercicio, si bien los resultados que se presentan en el trabajo son los obtenidos a partir de los estudiantes del CAP y de profesores en ejercicio.

### *Resultados, conclusiones y perspectivas*

Los resultados ponen de manifiesto que tanto licenciados en física y química como estudiantes avanzados de ingeniería no tienen claro el campo de validez de conceptos básicos como *potencial*, *diferencia de potencial*, *campo eléctrico*, etc.,

lo que está de acuerdo con los resultados de investigaciones recientes realizadas en nuestro país. Licenciados en física y química así como estudiantes de ingeniería tienen dificultades en el tránsito de la electrostática a las situaciones en las que las cargas se mueven. Es decir, no saben por qué algunas magnitudes definidas para situaciones en las que las cargas están en reposo se emplean en el caso en los que las cargas están en movimiento. Criterios y explicaciones del funcionamiento de circuitos sencillos siguen resistiéndose al aprendizaje significativo; el ámbito de utilización de las ecuaciones  $V = IR$  y  $\xi = IR$  es más que problemático.

El concepto de *campo* es conflictivo, pero los datos indican que la distinción entre campos conservativos y no conservativos imprescindible para comprender el concepto de *fem* no forma parte del bagaje de conocimientos disponible de las personas que van a nutrir los cuerpos de profesores de secundaria y bachillerato.

La investigación pone de manifiesto que históricamente el concepto de *fem* fue problemático; así la idea de Volta de fuerza electromotriz, en calidad de «acción no electrostática» sobre la carga eléctrica, chocó de manera frontal con el esquema conceptual de los científicos de la Francia napoleónica, que era electrostático, de forma que durante más de cua-

renta años la pila se explicó mediante detalladas y cuidadosas analogías electrostáticas. Del mismo modo, las explicaciones de los fenómenos eléctricos desde un mismo esquema conceptual fue de muy difícil gestación. Durante mucho tiempo se distinguió entre electricidad común (la actual electrostática), magnetoelectricidad, termoelectricidad y electricidad animal. En este sentido, el trasvase de los conceptos de la electrostática a las situaciones de cargas en movimiento, la historia de la ciencia indica que fue una tarea llena de dificultades. Debíó pasar mucho tiempo y debieron establecerse muchos acuerdos sobre la interpretación de resultados experimentales para que la fuerza electroscópica que medía Ohm en el estudio de los conductores por los que pasaba corriente eléctrica llegara a ser la misma diferencia de potencial que podía medirse entre las placas de un condensador.

Los resultados confirman, en todos sus extremos, la hipótesis de partida sobre el aprendizaje. En la actualidad trabajamos ya en los aspectos relacionados con la enseñanza. Junto con la investigación sobre estos extremos y la alternativa didáctica, habrá que pensar en nuevas formas, más efectivas que las actuales para hacer llegar los resultados de la investigación sobre enseñanza-aprendizaje al profesorado, y no sólo al de secundaria.

## NOTICIAS

## VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias

La revista *Enseñanza de las Ciencias* convoca su VII Congreso. Está previsto que tenga lugar en Granada, en el mes de septiembre de 2005. Próximamente se darán a conocer los principales temas de trabajo, los ponentes invitados y las condiciones de participación.

**International Conference on Computers in Education, ICCE 2003**

*Fecha y lugar:* 2 al 5 de diciembre 2003 en Hong Kong.

*Información:* ICCE 2003 Conference Secretariat, Units 501-3, 5th Floor, Far East Consortium Building, 121 Des Voeux Road, Central, Hong Kong.

Tel: (852) 2559 9973  
Fax: (852) 2547 9528  
icce2003@icc.com.hk  
<http://www.icce03.org>

**SITE 2004, Society for Information Technology and Teacher Education International Conference**

*Fecha y lugar:* del 1 al 6 de marzo 2004 en Atlanta, Georgia, USA.

*Información:* SITE/AACE, P.O. Box 3728, Norfolk, VA 23514 USA.

Tel: 757-623-7588  
<http://www.aace.org/conf/site>

**VIII CONGRESO PCST (conocimiento científico y diversidad cultural)**

*Fecha y lugar:* 3 al 6 de junio de 2004 en Barcelona, España.

*Información:* arosa@mail.bcn.es  
<http://www.pcst2004.org/>

**IASE Roundtable 2004, on Curricular Development in Statistics Education**

*Fecha y lugar:* 28 de junio al 3 de julio de 2004 en Lund, Suecia.

*Información:* Carmen Batanero: batanero@ugr.es

**10<sup>th</sup> International CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION, ICME 10**

*Fecha y lugar:* 4 al 11 de julio 2004 en Copenhague, Dinamarca.

*Información:* Dr. M. van den Heuvel-Panhuizen, Freudenthal Institute, Utrecht University, Aidadreef 12, 3561 GE Utrecht

The Netherlands  
Tel: +31 (0)30 2635548  
<http://www.fi.uu.nl>

**28th International Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, PME 28**

*Fecha y lugar:* del 14 al 18 de julio de 2004, en Bergen, Noruega.

*Información:* PME28 Conference Secre-

tariat, Landåssvingen 15, 5096 Bergen, Noruega  
mjh@pme28.org  
<http://www.pme28.org/>

**Otras informaciones**

La Asociación Española de Entomología (AEE) nos comunica que está desarrollando una línea de trabajo en Educación Ambiental y que dispone de materiales educativos y divulgativos sobre el mundo de los insectos. Se pueden hacer consultas en: <http://www.ucm.es/info/biologia/aee>

Nos comunican que la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación de Santiago, Chile, publica la *Revista Chilena de Educación Científica*, publicación semestral. Incluye artículos, comunicaciones cortas y otros materiales originales como resultado de investigaciones y experiencias nuevas en el campo de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y Matemática, a nivel de Enseñanza Media o Secundaria y Superior (Enseñanza de la Biología, Física, Química, Matemática, Ciencias Integradas y otros campos afines).

Más información: Secretaría Técnica: [turzua@umce.cl](mailto:turzua@umce.cl)

## LIBROS RECIBIDOS

Beltrán, F. F. et alt. (1999). *Reflexiones sobre la enseñanza de la química en distintos niveles*. Buenos Aires: Magisterio del Río de la Plata.

Cachapuz, A., Praia, J. y Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.

Meneses, J. A. (1999). *El aprendizaje del electromagnetismo en la universidad. Ensayo de una metodología constructivista*. Burgos: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos.

Sanmartí, N. (coord.)(2003). *Aprender ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Edicions 62.

Solsona, N. (2003). *El saber científico de las mujeres*. Madrid: Talasa Ediciones.

Velchez, A., Gil, D. (2003). *Construimos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.