

- Jiménez, M.P., 1987. Preconceptos y esquemas conceptuales en Biología, *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), pp. 165-167.
- Jiménez, M.P., 1989. *Los esquemas conceptuales sobre la selección natural: análisis y propuestas para un cambio conceptual*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Kaminski, W., 1989. *Optique elementaire en classe de quatrieme: raisons et impact sur les maitres d'une maquette d'enseignement*. Tesis doctoral. Universidad París 7.
- Kaminski, W. y Viennot, L., 1989. Optique elementaire. Taller desarrollado en el III Congreso Internacional sobre la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, tomo 2, p. 230.
- Llorens, J., A., 1987. *Propuesta y aplicación de una metodología para el análisis de la adquisición de conceptos en la introducción a la teoría atómico-molecular: percepción de los hechos experimentales, sus representaciones y el uso del lenguaje en alumnos de formación profesional y bachillerato*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia. Departamento: Química-Física.
- Martínez-Torregrosa, J., Alonso, S., M., et al., 1991. *La búsqueda de la unidad de la naturaleza*. Enseñanza Secundaria Obligatoria. Segundo curso. Materiales para el profesor. (Generalitat Valenciana. Conselleria de Cultura, Educació i Ciència: Valencia).
- Martínez-Torregrosa, J., 1991. Materiales para el CAP. (Documento interno). Universidad de Alicante.
- McCloskey, M., 1983. Intuitive physics, *Scientific American*, 248, pp. 122-130.
- McDermott, L.C., 1984 (1983?). Research on conceptual understanding in mechanics. *Physics Today*. Julio, pp. 24-34.
- Nussbaum, J. y Novak, J., 1976. An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews, *Science Education*, 60 (4), pp. 535-550.
- Ogborn, J., 1983. Difficulties of dynamics and some uses for microcomputers, en actas de La Londe, *Researchs on Physics Education*. (Editions du CNRS: París).
- Perales y Nievas, 1988. Nociones de los alumnos sobre conceptos de Óptica geométrica, *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1).
- Sanmartí, 1990. *Estudio sobre las dificultades de los estudiantes en la comprensión de la diferenciación entre los conceptos de mezcla y de compuesto*. Tesis doctoral. Lleida. Facultat de Ciències Químiques de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- Sebastià, J.M., 1984. Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes, *Enseñanza de las Ciencias*, 2 (3), pp. 161-169.
- Seminario de Física y Química, 1986. *Experimentación de un nuevo currículum de Física y Química en alumnos de segundo de BUP*. Conselleria de Cultura Educació i Ciència. Valencia.
- Solbes, J., 1986. *La introducción de los conceptos básicos de física moderna*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad de Valencia.
- Varela, P. et al., 1989. Selección bibliográfica sobre esquemas alternativos de los estudiantes en electricidad, *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), pp. 292-295.
- Viennot, L., 1979. Spontaneous reasoning in elementary dynamics, *European Journal of Science Education*, 1 (2), pp. 205-221.
- Viennot, L., 1976. *Le Raisonnement Spontané en Dynamique Élémentaire*. Tesis doctoral. Universidad París 7. (Publicada en 1979 por Herman: París).
- Viennot, L., 1989. L'enseignement des sciences physiques object de recherche, *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 716, pp. 899-910.
- Viennot, L., 1989. La didáctica en la enseñanza superior, ¿para qué?, *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), pp. 3-13.

TESIS DIDÁCTICAS

LOS TRABAJOS PRÁCTICOS DE FÍSICA BÁSICA EN LABORATORIOS DE FACULTADES DE CIENCIAS

Tesis de Tercer Ciclo

Autora: Julia Salinas Lanciotti
Directores: Daniel Gil Pérez y Leonor Colombo de Cudmani. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals. Universitat de València.

La memoria recoge el desarrollo alcanzado hasta el momento en una investigación educativa centrada en las características y funciones de las prácticas de Física en los laboratorios de los ciclos básicos universitarios, y ha sido presentada como Trabajo de Investigación en el Programa de Tercer Ciclo en Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Valencia.

Se espera que la investigación conduzca

a la elaboración de una propuesta, fundamentada teóricamente y contrastada empíricamente, que aparezca como una alternativa posible para superar las limitaciones detectadas en los trabajos prácticos habitualmente realizados.

El haber elegido el problema de los trabajos prácticos de Física en los laboratorios de ciclos básicos universitarios como tema central de esta investigación es el emergente de una convergencia entre la

necesidad de acotar el tratamiento de la amplia problemática del aprendizaje de Física en la universidad, una motivación personal canalizada en esa dirección, y la sospecha de que los trabajos prácticos de laboratorio pueden constituir un campo rico, tanto por sus propias potencialidades como estrategia de enseñanza y de aprendizaje, cuanto por sus vinculaciones con otras actividades instruccionales.

El abanico de situaciones abarcado por la terminología «trabajos prácticos de Física básica en laboratorios universitarios» es muy amplio, ya que incluiría desde los existentes en facultades de ciencias, hasta aquellos presentes en carreras donde la Física no se considera una disciplina troncal en la formación de los estudiantes. Parecería adecuado comenzar dirigiendo la atención hacia las facultades de ciencias. Cabe esperar que en ellas los objetivos planteados para los laboratorios de Física básica sean más precisos, profundos y exigentes; y que, en consecuencia, las limitaciones que en ellos se detecten puedan con alguna verosimilitud ser generalizadas a «los laboratorios universitarios de Física básica».

El problema abordado en esta investigación puede formularse en los siguientes términos: «Los trabajos prácticos de Física básica habituales en laboratorios de Facultades de Ciencias, ¿están orientados de acuerdo con una forma científica de abordar las situaciones, es decir, favorecen una correcta comprensión de la naturaleza de la metodología y del conocimiento científicos, y familiarizan a los alumnos con el trabajo científico?; ¿son capaces de reforzar el interés y la motivación que concitan a priori?; ¿Es posible otra orientación de las prácticas de Física básica en laboratorios de Facultades de Ciencias, capaz de cumplir mejor dichas funciones?».

Para poder estudiar el problema y avanzar hacia una posible respuesta, fue imprescindible conocer los antecedentes relacionados con el tema, y adoptar un marco teórico que se mostrara capaz de abarcar en forma fecunda la problemática investigada.

Ello condujo a una amplia consulta bibliográfica, a una labor de revisión y síntesis en la que el análisis crítico de los modelos de aprendizaje propuestos en investigación educativa en ciencias se centró fundamentalmente en tres orientaciones (aprendizaje por descubrimiento autónomo, por recepción significativa de conocimientos elaborados, y por cambio conceptual), procediéndose a identificar sus valores y limitaciones más significativos como marcos teóricos pertinentes para el problema bajo estudio.

Recogiendo aportaciones actuales de la Historia y la Filosofía de la Ciencia, de la Psicología Cognitiva y de la Investigación Educativa en Ciencias, se adoptó como marco teórico una concepción constructivista del aprendizaje, concibiéndolo como un proceso de cambio conceptual, epistemológico y actitudinal, y esgrimiéndose las razones por las que esta orientación parece, tanto superar las limitaciones, cuanto integrar funcionalmente las aportaciones valiosas de otras propuestas.

De acuerdo con argumentaciones desarrolladas y fundamentadas con alguna extensión en la memoria, la ciencia se aprendería significativamente construyendo los conocimientos en un modo similar a la manera en que ellos son elaborados por la comunidad científica: abordando los problemas con actitudes y metodologías científicas. Parece que una forma de favorecer aprendizajes significativos de las actuales estructuras de la Física consistiría en involucrar a los estudiantes en actividades capaces de alentar la superación de las concepciones, metodologías y actitudes propias del sentido común; vale decir, en procesos que favorezcan que el conocimiento de la realidad se construya científicamente. Los trabajos prácticos podrían diseñarse e implementarse promoviendo una interpretación correcta de las características del proceso y del producto de la actividad científica.

La identificación de esta potencialidad de los trabajos prácticos de Física en laboratorios de ciclos básicos universitarios permitió clarificar el enunciado de una primera hipótesis de trabajo, centrada en la crítica de las prácticas habituales. De acuerdo con esta hipótesis, *en la instrucción habitual de Física Básica en los laboratorios de las Facultades de Ciencias, los trabajos prácticos se plantean en forma desproblemática y descontextualizada, y se abordan con metodologías instruccionales que distorsionan y empobrecen el tratamiento científico de las cuestiones, por lo que no favorecen una correcta comprensión de la naturaleza de la metodología y del conocimiento científicos por parte de los estudiantes, ni estimulan las motivaciones y actitudes positivas hacia la disciplina y hacia su aprendizaje.*

Sin embargo, existen antecedentes que permiten concebir la posibilidad de transformar este estado de cosas; antecedentes que, por un lado, parecen mostrar que, cuando se brinda a los profesores la posibilidad de participar en actividades guiadas de formación o actualización docente, ellos se incorporan mayoritariamente a un trabajo de reflexión y profundización críticas que los conduce con relativa facilidad a cuestionar el modo

tradicional de encarar la enseñanza de las ciencias; antecedentes que, por otra parte, también parecen mostrar que, cuando se aborda la instrucción en Física con estrategias instruccionales acordes con el modo científico de tratar las cuestiones, los alumnos mayoritariamente acceden a una correcta comprensión de la naturaleza de la metodología y del conocimiento científicos.

Cabría por tanto concebir la posibilidad de proponer una orientación superadora para los trabajos prácticos de Física en los ciclos universitarios científicos básicos, que reformule su orientación e implementación. Este hilo de razonamientos condujo hacia el enunciado de una segunda hipótesis de trabajo, en la que se sostiene que *es posible transformar los trabajos prácticos de Física básica habituales en los laboratorios de las facultades de ciencias, de forma que se planteen como el tratamiento contextualizado de situaciones problemáticas, y se aborden con estrategias coherentes con el tratamiento científico de las cuestiones, favoreciendo así una correcta comprensión de la naturaleza de la metodología y del conocimiento científicos por parte de los estudiantes, y estimulando las motivaciones y actitudes positivas hacia la disciplina y hacia su aprendizaje.*

En la memoria se informa a continuación sobre las características generales de una experiencia piloto que se realizó con la participación de 62 estudiantes y 14 profesores de ciclos básicos universitarios científicos, y cuyos resultados parecen apoyar las hipótesis que vertebran este trabajo de investigación en marcha.

El estudio teórico realizado y los resultados obtenidos en la experiencia piloto permitieron realizar una pormenorizada operativización de la primera hipótesis (que condujo a la enunciación de 32 consecuencias empíricamente contrastables), y orientaron la elaboración de diversos diseños (una encuesta, dos documentos y doce cuestionarios), que permitirán controlar experimentalmente, con una metodología de abordaje múltiple, la validez de la hipótesis crítica de esta investigación.

Finalmente, la memoria del trabajo de investigación pasa a la enunciación de las conclusiones parciales obtenidas hasta el momento y a la identificación de perspectivas inmediatas y mediatas que se prevé para esta investigación. Se señala que el desarrollo de esta investigación se ha visto alentado por el amplio acuerdo que se puede observar entre los resultados preliminares obtenidos en la experiencia piloto y las dos hipótesis que orientan esta investigación. En cuanto a las perspectivas abiertas, se prevé realizar nuevos estudios para controlar más

cuidadosamente la validez de la primera hipótesis y completar la labor (ya iniciada, aunque no incorporada a esta memoria) de operativizar la segunda hipótesis, elaborar diseños de instrumentos idóneos para contrastarla con mayor amplitud y profundidad y concretar dicho control experimental. Estos últimos aspectos, relacionados con la segunda hipótesis de

trabajo, incluyen la transformación de otros trabajos prácticos de laboratorio de acuerdo con la propuesta que se presenta como superadora, la implementación de esas prácticas transformadas con alumnos de ciclos básicos universitarios, la planificación y coordinación de talleres destinados a profesores universitarios, etc. Como perspectivas mediatas, esta

investigación ha mostrado hasta el momento la conveniencia de abordar con cierta profundidad el análisis de dos cuestiones relacionadas con el tema bajo estudio: la evaluación en laboratorios de Física básica universitaria y la *relación entre contenidos tratados y profundidad en su tratamiento*, en los currículos de la disciplina en ese nivel educativo.

CENTROS DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO

LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA Y LA FORMACIÓN DE PROFESORES EN CUBA

Valdés Castro, P. y Vivero Iglesias, Y. Facultad de Física. Instituto Superior Pedagógico «Enrique José Varona». Ciudad Libertad. Marianao. Ciudad de la Habana. Cuba.

1. Introducción

La formación de profesores de Física se inició en Cuba en el año 1964 en las tres universidades que entonces existían en el país. En aquella época se preparaban profesores para la Secundaria Básica, los cuales adquirían una doble especialidad (Física-Química, Física-Matemática, etc.) y, con un plan de estudios diferente, profesores de Física para los institutos preuniversitarios.

La asignatura Didáctica de la Física comenzó a impartirse por primera vez, como parte de la formación de profesores de Secundaria Básica en el año académico 1965-66, y de profesores de Preuniversitario, en el año 1975-76.

En la evolución de la Didáctica de la Física como disciplina docente pueden distinguirse tres periodos, los que están estrechamente relacionados, por una parte, con cambios introducidos en la formación de profesores en general y, por otra, con el nivel de desarrollo alcanzado en las investigaciones sobre enseñanza de la Física.

En el primer período (1965-67) la disciplina tenía un enfoque eminentemente práctico; consistía, ante todo, en la transmisión de la experiencia acumulada por

prestigiosos profesores durante la enseñanza de las ciencias. Esta experiencia trataba de fundamentarse utilizando ideas de Didáctica General (Klingberg 1972). En esta etapa no se realizaban investigaciones científicas en Didáctica de la Física.

El segundo período (1977-87) se inició con la creación de los Institutos Superiores Pedagógicos y la elaboración de un plan único de formación de profesores de Física para la enseñanza media (Secundaria Básica y Preuniversitario). En este período se realizó el tránsito a formas de organización del proceso docente propias de la Educación Superior en Cuba (conferencia, clase práctica, prácticas de laboratorio, seminario) y se actualizaron los contenidos de las diferentes disciplinas docentes. Entre 1977 y 1981 se defendieron las primeras tesis de doctorado en Didáctica de la Física (Álvarez 1977, Duongé 1980, Paradelo 1981, Valdés 1981). Los programas de Didáctica de la Física confeccionados en esta etapa significaron un considerable avance en comparación con los anteriores; no obstante, durante el desarrollo del proceso docente abundaban las concepciones teorizantes y la falta de concreción en el análisis de muchas cuestiones.

El tercer período (comenzó en 1987 y se extiende hasta nuestros días) se ha caracterizado por desplazar el centro de atención, de las cuestiones generales de la Didáctica a las cuestiones específicas de la enseñanza de la Física, definiéndose cada vez con mayor precisión el contenido de la Didáctica de la Física como disciplina docente. En esto han ejercido una notable influencia las dificultades detectadas en la preparación de los estudiantes para la profesión, el creciente número de investigaciones realizadas en enseñanza de la Física y el intenso traba-

jo de elaboración de materiales docentes para la enseñanza media llevado a cabo a partir de 1987. Las ideas surgidas acerca de la Didáctica de la Física como disciplina docente quedaron plasmadas en un nuevo programa (Valdés et al. 1990).

A continuación se analizan las dificultades que condicionaron la confección del nuevo programa, el lugar de la disciplina en la preparación de los profesores de Física y las ideas teóricas principales en las que se fundamenta el programa.

2. Dificultades en la preparación de los estudiantes para la profesión

El análisis de los resultados de los exámenes finales, de las prácticas preprofesionales de los estudiantes y de la actividad de los recién graduados reveló que existían insuficiencias en la preparación de los egresados para realizar las siguientes tareas:

- Resumir las ideas esenciales y poner de manifiesto la lógica interna de los diferentes temas del curso de Física de la enseñanza media.

- Analizar los experimentos escolares fundamentales sobre la base de los conceptos y leyes correspondientes y evaluar la influencia de las distintas fuentes de errores.

- Resolver problemas característicos del curso de Física de la enseñanza media y analizar las etapas principales del proceso de su resolución.

- Preparar a los alumnos para la asimilación del contenido y mantenerlos motivados durante toda la clase.