

LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO. UN PUNTO DE PARTIDA PARA “LA SOLUCIÓN” DEL PROBLEMA DE CÓMO ENSEÑAR

MARTÍNEZ, M^a MERCEDES¹; VARELA, M^a PALOMA¹; IBÁÑEZ, M^a TERESA² y ROSA, DAVID³

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid.

² IES Antonio Machado-sección Meco. Madrid.

³ IES Humanes. Madrid.

Palabras clave: Formación inicial; Resolución de problemas; Cambio conceptual; Energía.

OBJETIVOS

Este trabajo forma parte de nuestra línea de investigación sobre la resolución de problemas como investigación y pone de manifiesto la viabilidad de introducir este modelo en la formación inicial de maestros con la finalidad de que comiencen a construir un conocimiento profesional fundamentado a partir de su propia práctica. Para conseguir esta finalidad, se ha abordado en las aulas universitarias la unidad didáctica *la energía y sus propiedades* con la metodología propuesta y se han analizado los resultados obtenidos, entendiendo que la consecución satisfactoria de los mismos es, sin lugar a dudas, el punto de partida para que los futuros maestros comiencen a “aprender a enseñar”.

MARCO TEÓRICO

La resolución de problemas constituye una de las actividades más frecuentes en los contextos educativos científicos desde el inicio de la escolarización. Algo lógico si se tiene presente que la Ciencia, como actividad humana, está dirigida fundamentalmente a resolver problemas. Estas circunstancias, también, se reflejan en el interés existente en el campo de la investigación educativa por esta actividad escolar y humana. En este sentido, se han venido realizando en los últimos veinte años un gran número de trabajos sobre el tema con distintas orientaciones. Por un lado, se han descrito modelos sobre cómo los sujetos resuelven problemas, lo que se ha venido en denominar estudios experto-novato (López-Rupérez, 1991 y Glaser, 1992). Por otro, se han desarrollado propuestas metodológicas, diseñadas explícitamente para enseñar a los estudiantes a resolver problemas, con la característica común de haber evaluado su nivel de eficacia dentro del aula (Caillot y Dumas, 1987; Selveratnam, 1990; Gil y Martínez-Torregrosa en 1983, y Taconis y col., 2001). En esta última línea, se enmarcan las investigaciones realizadas por nuestro grupo que se remontan más allá de una década cuando iniciamos estudios en el ámbito de la Mecánica y Electricidad para la Educación Secundaria, a los que siguieron otros, en los mismos niveles, en el ámbito de la Genética y Herencia humanas y las Reacciones Químicas e incluso una incursión en la Educación Primaria y cuyos resultados nos han animando a continuar investigando en esa línea y en su aplicación en el nivel universitario concretamente en la formación inicial de maestros (Martínez y Varela, 1996; Varela y Martínez, 1997a y 1997b; Martínez y Ovejero, 1997 ; Martínez y col., 2001; Dopazo, 2004 y Martínez e Ibáñez, 2005).

En relación al “problema” del aprendizaje, dentro del enfoque constructivista, existe la constancia de que los alumnos acceden a la instrucción formal con un pensamiento propio sobre los fenómenos naturales. Estas ideas o concepciones alternativas, en su mayoría, están en desacuerdo con las mantenidas por la comunidad científica y presentan una gran resistencia al cambio y se mantienen aún entre los alumnos o titulados universitarios (Putnam y Borko, 2000). Se plantea, por tanto, el problema de la evolución de las ideas alternativas como consecuencia de la enseñanza recibida en las aulas, lo que se ha denominado proceso de cambio conceptual (Oliva, 1999; Strike y Posner en Moreira, 2000). Posteriormente a la elaboración de estas teorías, en nuestro país, se ha seguido profundizando sobre el cambio conceptual, llamando la atención acerca de la tentación de caer en posturas reduccionistas que no tendrían en cuenta aspectos complementarios del proceso como las formas de razonamiento empleadas por los alumnos, las metodologías de aula utilizadas etc. (Pozo, 1996).

DESARROLLO DEL TEMA

A partir del objetivo indicado, la hipótesis de trabajo ha sido *comprobar que las concepciones alternativas de los alumnos, como consecuencia del proceso realizado, iban a evolucionar hacia esquemas más próximos a los defendidos actualmente por la ciencia. Así mismo, se comprobará que se va a producir en ellos una mejora en el uso de los procedimientos científicos.*

La muestra de esta investigación, formada por 222 individuos, se puede considerar de tipo *incidental* ya que ha estado constituida por grupos de clase estándar de la Facultad de Educación de la U.C.M. (Diplomatura de Maestro en Educación Infantil), impartidos por dos profesoras-investigadoras del equipo.

En relación a los instrumentos y técnicas de recogida de datos tenemos que indicar que los cuestionarios iniciales y finales utilizados para el contraste tenían como finalidad determinar los conocimientos de las muestras investigadas tanto en el campo conceptual como en el de los procedimientos.

- En el primer campo, se ha investigado acerca de las ideas de los estudiantes sobre el concepto de *energía, su transformación y su conservación*, en procesos físicos y químicos. Este planteamiento general se ha concretado en cuestiones sobre electrodomésticos (bombilla, lavaplatos, secador de pelo, etc), medios de locomoción (bicicletas, automóviles, etc), centrales eléctricas y procesos ligados a las actividades físicas que realizamos cotidianamente y a la digestión de los alimentos que ingerimos.
- En el campo de los procedimientos se ha investigado la evolución seguida por los alumnos en aspectos básicos como realización de diagramas, interpretación de gráficas, cálculo de rendimientos, familiarización con unidades, órdenes de magnitud, etc.

Para realizar el análisis de las producciones de los alumnos, éstas se clasificaron en cuatro niveles de contestación (1, 2, 3, 4) de cara al posterior análisis de resultados. El nivel 1 sirve para calificar al alumno que no contesta a la pregunta solicitada. El nivel 2 se adjudica a una contestación incoherente con el marco conceptual de la cuestión. El 4 se asigna a los sujetos que han contestado correctamente desde el punto de vista teórico y que además justifican la respuesta de forma adecuada. El nivel 3 queda reservado para la contestación que incluye alguno/s de los elementos que configuran la valoración 4. La complejidad de las calificaciones requiere que para cada pregunta los investigadores expresen previamente las características de las valoraciones 3 y 4, de acuerdo con el nivel de formulación de los contenidos deseados y marcados para el curso. A modo de ejemplo, se presenta cómo se han calificado una pregunta abierta de la prueba inicial relativa a la representación mediante diagramas cualitativos de las transformaciones energéticas:

Explica el funcionamiento de un secador de pelo eléctrico indicando las transformaciones energéticas que se producen. Haz un diagrama cualitativo del proceso.



Valoración: 1. No contesta. 2. Incoherente. 3. Aparece un diagrama que identifique una entrada como energía eléctrica y una salida donde se reconozca al menos un tipo de energía (usualmente mecánica o térmica). 4. Aparece un diagrama de flujo (se admiten distintas representaciones) donde en la “entrada” debe figurar la energía eléctrica y en la salida deben aparecer tres tipos de energía: mecánica o cinética, térmica o calorífica y sonora o “ruido”.

El análisis de los resultados obtenidos pone de manifiesto que se ha conseguido un aprendizaje estadísticamente significativo en más del 80% de los contenidos evaluados. Cabe destacar el relevante avance que se ha producido en el caso concreto de las transformaciones energéticas y en su representación gráfica mediante diagramas cuantitativos. Por todo esto podemos afirmar que la muestra estudiada ha asumido todo lo referente a las transformaciones y su rendimiento, y consecuentemente es capaz de aplicar los principios de conservación y degradación de la energía a cualquier situación de cambio.

Por otra parte, no se ha producido un cambio significativo en el análisis de gráficos sobre energía donde ya el punto de partida de los estudiantes era el más elevado en comparación con el resto de las cuestiones investigadas. No obstante, podemos decir que los alumnos de la muestra al final del proceso de enseñanza-aprendizaje, son capaces de identificar correctamente las magnitudes representadas en las gráficas, sus unidades, y el tipo de variación representado.

Para terminar este análisis destacamos que cuando se contemplan los resultados globales de las pruebas de contenido se observa que, efectivamente, los alumnos han experimentado una evolución con un nivel de significatividad muy elevado ($\alpha=0,001$) lo que pone de manifiesto la eficacia de la metodología de aula empleada, confirmándose una vez más que la resolución de problemas de enunciado abierto planteados como investigación, es un modelo de trabajo para las aulas sumamente interesante a la hora de conseguir resultados satisfactorios en el campo de los contenidos curriculares.

CONCLUSIONES Y NUEVAS PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

La aportación presentada, ha pretendido contribuir al desarrollo de una línea de investigación orientada hacia la elaboración de un cuerpo coherente de conocimientos enmarcados en Didáctica de las Ciencias, una de cuyas prioridades es conseguir en nuestros estudiantes un aprendizaje significativo basado en un cambio conceptual, metodológico y de actitudes. Además, esta forma de trabajar es coherente con los presupuestos que para las enseñanzas universitarias configuran el Espacio Europeo de Educación Superior. Por otra parte, creemos adecuado continuar en la línea comentada de diseñar y elaborar materiales para la resolución de situaciones problemáticas abiertas en otras unidades didácticas que conforman el currículo de la formación inicial de maestros en relación a las ciencias y su didáctica. Consideramos que el modelo de enseñanza planteado, resulta especialmente valioso para los alumnos de magisterio, pues colabora claramente en su desarrollo profesional a partir de su experiencia como aprendices. Además, los futuros

maestros, deberán abordar en su día, un currículo organizado no en torno a las disciplinas científicas tradicionales de los expertos, sino en torno a áreas escolares más interdisciplinares y globalizadas como la actual Conocimiento del Medio.

La solución de un problema en el campo de las Ciencias, termina siempre con la aparición de nuevos problemas. Esto es exactamente lo que ha ocurrido a medida que hemos ido resolviendo las cuestiones que nos habíamos planteado al principio de investigación quedando, al finalizar el trabajo, una serie de interrogantes en las que sería muy interesante profundizar en el futuro. En síntesis, sólo exponer el deseo de que nuestra innovación sea una aportación constructiva para el “problema abierto” de aprender y enseñar ciencias a nivel universitario.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CAILLOT, M. y DUMAS-CARRÈ, A. (1987). PROPHY: Un enseignement de une méthodologie de résolution de problèmes. *Rapports de Recherches*, 12, pp199-224. Paris: INPR.
- DOPAZO, A. (2004). *Diseño de situaciones problemáticas abiertas para el desarrollo de la unidad didáctica: “La luz”, en sexto de Primaria*. Memoria de investigación del D.E.A. Universidad Complutense de Madrid.
- GIL,D y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1983). A model for problem-solving with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, 5(4), pp 447-455.
- GLASER, R. (1992). Expert knowledge and processes of thinking. En D.F. Halpern Eds. *Enhancing thinking skills in the sciences and mathematics*. Nueva Jersey: Hillsdale..
- LOPEZ RUPEREZ, F. (1991). *Organización del conocimiento y resolución de problemas en Física*. Madrid: MEC.
- MARTÍNEZ, Mª M. y VARELA, Mª P. (1996). De la resolución de problemas al cambio conceptual. *Investigación en la Escuela*, 28, pp69-78.
- MARTINEZ, Mª M. y OVEJERO, P. (1997). Resolver el problema abierto: “Teñir lanas a partir de productos colorantes naturales”. Una actividad investigativa para la enseñanza obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias* ,15 (3), pp401-422.
- MARTÍNEZ, Mª M., VARELA, Mª P., BARCENA, A.I. e IBÁÑEZ , M.T. (2001). Herencia, Biomasa y Energía. Tres campos para investigar resolviendo problemas. Simposio. *VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*. Barcelona.
- MARTÍNEZ, Mª M. e IBÁÑEZ, M.T. (2005). Solving problems in genetics. *International Journal of Science Education*, 27, (1), pp101-121.
- MOREIRA, M.A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Visor Aprendizaje
- OLIVA, J.M. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp93-107.
- POZO, J.I. (1996). Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van...y mientras tanto qué hacemos con ellas. *Alambique* 7, pp18-26.
- PUTNAM, R.T. y BORKO, H. (2000). El aprendizaje del profesorado: implicaciones de las nuevas perspectivas de la cognición. En B.J. Biddle, T. L. Good y I.F. Goodson (Edts). *La enseñanza y los profesores I. La profesión de enseñar*. Barcelona: Paidós, pp 219-309.
- SELVERATNAM, M. (1990). Problem-Solving, a model approach. *Education in Chemistry* 27(6), pp 163-165.
- TACONIS, R., FERGUSON-HESSLER, M.G.M. y BROEKAMP, H. (2001). Teaching science problem solving: An overview of experimental work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, (4), pp 442-468.
- VARELA, Mª P. y MARTÍNEZ, Mª M. (1997a). Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la Física: La resolución de problemas como actividad de investigación. *Enseñanza de las Ciencias* 15(2), pp173-188.
- VARELA, Mª P. y MARTÍNEZ , Mª M. (1997b). Investigar y aprender resolviendo problemas de Física. *Revista Española de Física*, 11(2), pp32-37.