

CONCEPCIONES SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA EN LOS FUTUROS MAESTROS Y MAESTRAS DE EDUCACIÓN PRIMARIA

MORENTIN¹, MAITE y GUIASOLA², JENARO

¹ Didáctica de la Matem. y de las C. Experimentales. UPV/EHU.

² Física Aplicada I. UPV/EHU.

Hoy en día, existe un consenso general entre los educadores respecto a que una perspectiva actual de la naturaleza del conocimiento científico es un requisito necesario en una buena formación del profesorado. Junto con el conocimiento de contenidos de la materia (*qué* tienen que aprender los estudiantes) y pedagógico (*cómo* facilitar la información a los estudiantes), es importante poseer también conocimientos sobre las concepciones contemporáneas de la Naturaleza de la Ciencia. Diferentes investigaciones han mostrado que la imagen que poseen los estudiantes sobre la ciencia depende en buena parte de la que poseen sus profesores y que, éstos suelen tener imágenes distorsionadas de la actividad científica (Fernández et al. 2002). Este resultado no es demasiado sorprendente ya que, en España al menos, el tratamiento de cuestiones relacionadas con la NC no es frecuente en los cursos de preparación de futuros profesores de ciencias para la escuela primaria y/o secundaria.

El estudio que presentamos aquí, constituye la primera fase de un proyecto más amplio, cuyo objetivo final es desarrollar una propuesta didáctica para analizar con los futuros maestros y maestras los aspectos más relevantes de la NC, mediante cuestiones específicas, reflexiones sobre situaciones concretas e investigaciones guiadas.

Esta primera etapa está orientada a conocer la comprensión que tienen los estudiantes de 2º curso de Magisterio sobre aspectos concretos de la NC, tales como los objetivos de la actividad científica, la naturaleza de la metodología científica, la relación entre teoría y fenómenos observados, y el desarrollo del conocimiento científico.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Parece razonable esperar que las concepciones dominantes en los profesores de ciencias de Primaria en España, acerca de la naturaleza del conocimiento científico, no sean muy diferentes de las de sus colegas de otros países. Esto significa que podemos admitir como hipótesis que, en general, predominarán concepciones empírico-inductivistas entre los estudiantes implicados en este estudio (Irwing 2000; Glasson & Bentley 2000).

Un posible punto de partida para obtener información sobre las concepciones de nuestros futuros profesores acerca de la NC será definir los conocimientos que deben poseer sobre ella. La investigación sobre NC en enseñanza de la ciencia ha alcanzado un amplio consenso en destacar los siguientes aspectos de la actividad científica que deberían ser enseñados y conocidos por el profesorado (Lederman et al. 2001, Collins et al. 2003). Presentamos un resumen de estas características a continuación:

- a) El papel de la ciencia
 - a.1) El papel de la ciencia es proporcionar *explicaciones de los fenómenos naturales*; la ciencia está considerada como una disciplina para dirigir preguntas sobre el mundo natural que
 - a.2) usa una metodología propia y la evidencia empírica juega un papel importante ya que diferencia la ciencia de otras “formas de conocimiento”. Sin embargo,
 - a.3) la ciencia está inmersa en un contexto socio-cultural y por tanto, está influenciada por los valores sociales y culturales, por la *subjetividad personal* y por las conclusiones de los programas de investigación.
 - a.4) la ciencia, además, es una actividad que implica creatividad e imaginación, así como otras muchas actividades humanas, y algunas ideas científicas son grandes logros intelectuales.

- b) Metodología de la ciencia
 - b.1) la ciencia usa la evidencia empírica para comprobar las ideas pero el conocimiento científico no surge simplemente de los datos sino a través de un proceso de interpretación y construcción de teorías. *Hay una distinción clara entre los datos experimentales y las explicaciones.*
 - b.2) los científicos desarrollan *hipótesis y predicciones* sobre los fenómenos naturales, las cuales son comprobadas empíricamente.
 - b.3) la ciencia usa una *gran variedad de métodos* y no hay un único método científico.

- c) Desarrollo del conocimiento científico
 - c.1) el trabajo de un científico supone un proceso continuo y cíclico de hacer preguntas y buscar respuestas que conducen a nuevas preguntas. Por tanto, el conocimiento científico es *tentativo* (sujeto a cambios).
 - c.2) el conocimiento científico actual es el mejor que tenemos pero puede ser modificado en el futuro, debido a *nuevas interpretaciones* de las evidencias o a *nuevas evidencias*.

Para conocer la comprensión que los y las estudiantes tienen sobre la NC diseñamos un cuestionario abierto (Abd-El-Khalic y Lederman 2000) que incluía 8 preguntas sobre las diferentes características antes mencionadas, y se pasó a los alumnos y alumnas de la especialidad de Maestro/a en Educación Primaria, al final del 2º curso, siendo la muestra de 42 estudiantes en la primera parte y 36 en la segunda.

RESULTADOS

Los resultados se presentan siguiendo los tres apartados del cuadro anterior.

¿Cuál es el papel que los estudiantes atribuyen a la actividad científica?

La mayoría de las respuestas (71.5%) afirman que la Ciencia intenta dar respuestas a fenómenos o problemas de la naturaleza; sólo el 19% cita explícitamente el contexto social donde se desarrolla la actividad científica y únicamente el 17% resalta el carácter específico de la metodología científica. Pero, aspectos importantes de la epistemología de la ciencia contemporánea como la creatividad, la imaginación o la subjetividad personal y la influencia de los programas de investigación en el trabajo de los científicos no son mencionados por ningún estudiante.

En cuanto a las características y objetivos de la ciencia, resaltan que el conocimiento científico se logra mediante evidencias empíricas (40%) y le atribuyen valores de ‘objetividad’ y ‘exactitud’.

Es de destacar que casi un 30% de las respuestas presentan explicaciones inconexas e incluso indescifrables, por lo que podemos concluir también que existe una falta de reflexión previa sobre los objetivos de la ciencia y su función social.

¿Cómo explican los estudiantes la metodología científica?

El 50% del alumnado define el experimento como una prueba para comprobar empíricamente un enunciado o una teoría, aunque no especifican cómo ha surgido la teoría a comprobar. Más de un tercio de las respuestas indican explícitamente que es necesario primeramente desarrollar hipótesis, que posteriormen-

te serán contrastadas mediante experimentos. En ningún caso se incluye la definición de experimento ni se indica explícitamente que es una parte de una investigación más global y compleja. Sin embargo, prácticamente todo el alumnado considera que el conocimiento científico necesita de los experimentos para desarrollarse (90,5%).

Coherentemente con los resultados anteriores, un número importante de explicaciones (57%) justifica la importancia del experimento como comprobación empírica de las teorías, no indicando ningún otro tipo de validación de éstas, como su predictibilidad, universalidad y coherencia con el marco teórico. Un tercio de las respuestas consideran que a partir de la experimentación se generan las explicaciones o teorías, en una clara concepción empírico-inductivista de la ciencia.

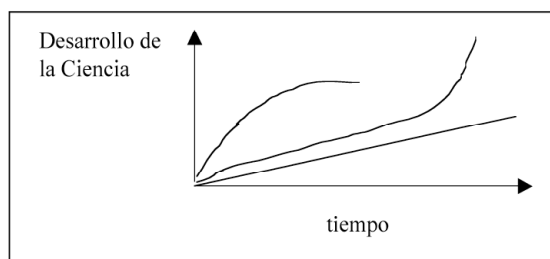
Respecto a lo que piensan los estudiantes sobre el papel que juegan las teorías en el conocimiento científico vemos que casi el 75% confiere un grado de certeza muy alto a las teorías, siendo sólo el 11% quienes indican una certeza media y nadie les atribuye un grado de certeza bajo. Ahora bien, prácticamente todas las justificaciones a este grado alto de confianza en la teoría científica se refieren a los experimentos que sirven para demostrarla, así como a los aparatos tecnológicos actuales. En las explicaciones no se menciona la diferencia entre los hechos experimentales y los conceptos teóricos ideados para explicarlos.

El 78% del alumnado no responde correctamente a la clasificación solicitada diferenciando “hechos” y “conceptos”. Los errores más frecuente se producen con los conceptos de “volumen” y “presión”, clasificados como ideas de la teoría, lo cual es muy coherente con el tipo de justificaciones que aparecen en sus explicaciones.

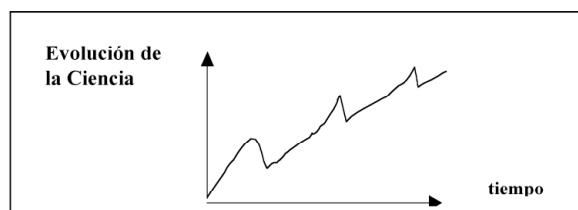
Dichas justificaciones, en su mayoría (78%), indican que los fenómenos naturales se pueden observar, medir, comprobar, ... mediante aparatos adecuados, mientras que las explicaciones teóricas no pueden ser observadas. Estas ideas parecen tener una alta componente realista ingenua ya que a la hora de hacer la clasificación consideran que, aspectos como la ‘presión’ o el ‘volumen’ entran en el apartado de ideas teóricas porque no se pueden observar. Sólo 7 estudiantes (19%) expresan que las explicaciones teóricas no son reales, no ocurren realmente, las imaginamos y son explicaciones de los científicos que están de acuerdo con la experiencia. Estos resultados son convergentes con los de la cuestión anterior, donde se mostraba que muy pocos estudiantes sabían distinguir claramente entre hechos experimentales y teorías.

¿Cómo entienden los estudiantes el desarrollo del conocimiento científico?

La gran mayoría del alumnado (85,7%) propone una evolución creciente del conocimiento científico y lo expresan gráficamente de esta forma:



El 43% de las respuestas indican un crecimiento lineal, el 36% expresan un crecimiento exponencial creciente e incluso 3 respuestas indican un crecimiento exponencial inverso, justificado porque “ya casi no quedan cosas por inventar”, mientras que las explicaciones de los anteriores se basan en el avance de la tecnología que cada vez es más rápido y permite detectar más fenómenos. Además, 4 estudiantes no contestan y sólo 2 estudiantes dibujan una gráfica con avances, paradas y retrocesos (ver gráfico). Ambos estudiantes explican que el conocimiento científico ha tenido épocas de no crecimiento y crecimiento menos acelerado.



Finalmente, casi el 40% de los estudiantes indican que el factor que determina un cambio de teoría es el desarrollo de las nuevas tecnologías, ya que posibilitan una mayor y más precisa obtención de datos. En contradicción con las respuestas de los anteriores apartados, donde no se consideraban factores socio-culturales, en esta cuestión un tercio de los alumnos y alumnas citan los factores socio-económicos como los responsables de los cambios en el desarrollo científico. Sin embargo, quedan relegados factores internos de la propia dinámica de la ciencia como la insatisfacción de las explicaciones respecto a los hechos ya conocidos o a nuevos hechos, o bien la insatisfacción en la coherencia del cuerpo teórico.

La mayoría de las explicaciones apoyan las causas del cambio en factores externos al proceso de investigación científica (socio-culturales) o bien, a avances tecnológicos que se consideran separados de la ciencia. Sólo una minoría de respuestas consideran los valores personales y las perspectivas culturales como factores que determinan lo que hacen los científicos y cómo lo hacen, mientras que otro pequeño grupo considera como inductores principales del cambio la suerte, las guerras, los problemas de salud pública, etc.

IMPLICACIONES PARA LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO

Los resultados sugieren, como habíamos previsto, que la mayoría de los futuros profesores/as de Primaria presentan una concepción positivista-falsacionista, donde se considera que la ciencia es un cuerpo de conocimientos formado por fenómenos naturales y teorías que se consideran verdaderas, en el sentido de estar contrastados con los datos observables. Los hechos científicos son los que dan significado a la teoría y la observación y detección de fenómenos es la etapa más importante de la metodología científica (Bell et al. 2001). En esta concepción los estudiantes no distinguen claramente entre teorías y datos experimentales, ni se mencionan las estrategias que utiliza la ciencia para resolver problemas y contrastar ideas. El progreso científico siempre es creciente y el cambio se produce cuando surgen nuevos hechos experimentales, debido principalmente a los avances tecnológicos.

Los resultados muestran, en primer lugar, que las explicaciones de los estudiantes no contextualizan el conocimiento científico en su marco teórico, lo que implica que la observación depende de la teoría. En segundo lugar, tampoco contextualizan el conocimiento científico en un marco socio-cultural que resalta el papel de la sociedad en los programas de investigación y el de la subjetividad personal, así como los valores de los científicos.

Existe una falta de reflexión de los futuros profesores de Primaria sobre la naturaleza del conocimiento científico, como muestra el porcentaje de estudiantes que no contesta y la falta de consistencia de sus explicaciones. Esta situación es plausible ya que, en España, muy pocos programas de formación inicial del profesorado de ciencias consideran contenidos sobre Naturaleza de la Ciencia y en pocos cursos los futuros profesores tienen oportunidad de debatir sobre estas cuestiones.

Cuando los profesores de ciencias en formación comienzan sus estudios tienen que aprender un amplio abanico de conocimientos que caracterizan lo que se denomina 'saber la materia a enseñar'. Entre ellos podemos citar algunos que suelen pasar desapercibidos, como los relacionados con la naturaleza del conocimiento científico y el conocimiento de la historia de la ciencia, es decir, conocer cuáles son sus fines, los procesos seguidos por los científicos, los problemas que originaron su construcción, cómo llegaron a articularse en cuerpos coherentes de conocimientos, cómo evolucionaron, cuáles fueron las dificultades, etc.

El aprendizaje de estos contenidos es una condición necesaria aunque no suficiente, es decir, no garantiza de forma automática su transferencia a la práctica de aula (Hodson 1992). Por ello, será necesario proveer a los futuros profesores/as de materiales didácticos que les permitan trabajar en clase los contenidos aprendidos sobre la naturaleza de la ciencia y que les permita integrar en una estructura única los diferentes conocimientos de la materia a enseñar. La realización de estos materiales didácticos será el objeto de un segundo estudio en esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- ABD-EL-KHALIC, F.; LEDERMAN, N.G. (2000) "Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature". *International Journal of Science Education* 22, 665-701.
- BELL, R.; ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, G.; MCCOMAS, W.; MATTHEWS, M. (2001) "The nature of science and science education: A bibliography." *Science & Education* 10, 187-204.
- COLLINS, S.; OSBORNE, J.F.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R.; DUSCHL, R. (2003) "What Ideas-about-Science should be taught in School Science?: A Delphi study of the expert community". *Journal of Research in Science Teaching* 40 (7), 692-720.
- FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. (2002) "Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza". *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 477-488.
- GLASSON, G.E.; BENTELEY, M.L. (2000) "Epistemological undercurrents in scientists' reporting of research to teachers." *Science Education*, 84 (4), 469-485.
- HODSON, D. (1992) "In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education". *International Journal of Science education*, 14, 541-562.
- IRWIN, A.R. (2000) "Historical case studies: Teaching the nature of science in context". *Science Education*, 84 (1), 5-26.
- LEDERMAN, N.; SCHWARTZ, R.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, L.; (2001) "Pre-Service teachers' understanding and teaching of Nature of Science: An intervention study". *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* 1(2), 135-160.