

EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN LA UNIVERSIDAD: SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS ENTRE FUTUROS MAESTROS Y BIÓLOGOS ACERCA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA

Paula Daza, Nuria Pastor

Dpto. Biología Celular. Universidad de Sevilla

Ana Rivero, Fátima Rodríguez

Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla

RESUMEN: La naturaleza de la ciencia debe formar parte de la formación de los maestros y de los científicos, dada su influencia en las prácticas profesionales. Las propuestas formativas deben tener en cuenta las ideas iniciales de los estudiantes, por lo que resulta imprescindible conocerlas. En este trabajo se exploran las ideas que futuros maestros y biólogos tienen respecto a diversos aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia (características de los científicos, de la actividad científica, el cambio en la ciencia y las relaciones entre ciencia y sociedad), así como sus actitudes ante la ciencia. Los resultados muestran que existen similitudes y diferencias entre ambos tipos de participantes en casi todos los aspectos estudiados.

PALABRAS CLAVE: Naturaleza de la Ciencia, Educación científica en la Universidad, Ideas de los estudiantes.

OBJETIVOS: La relevancia de la naturaleza de la ciencia (NdC) en el ámbito de la didáctica de las ciencias se ha ido consolidando en una gran diversidad de países y en la actualidad se reconoce como contenido fundamental en la enseñanza de las ciencias desde edades tempranas (Lederman, 2007). Así mismo, consideramos que el conocimiento sobre este contenido tiene influencia en las prácticas profesionales, tanto de los maestros cuando enseñan ciencia como de los científicos cuando hacen ciencia. Por todo ello, el conocimiento sobre NdC debe ser integrado en la formación universitaria tanto de maestros como de científicos.

En coherencia con este planteamiento, algunas profesoras del Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales y del Dpto. de Biología Celular de la Universidad de Sevilla, con docencia en los Grados en Educación Primaria y en Biología, desarrollamos un Proyecto de Innovación Docente¹, financiado por la Universidad de Sevilla, en el que abordamos diversas cuestiones relacionadas con este contenido.

1. Proyecto de Alfabetización Científica en la Facultad de Ciencias de la Educación. Parte III. Curso 2016/2017.

Para adaptar la propuesta formativa objeto de la innovación a las características de los participantes, es preciso conocer las concepciones y emociones que tienen los estudiantes sobre la ciencia, la investigación científica y las relaciones entre ciencia y sociedad. Así, los objetivos que nos planteamos en este trabajo son conocer dichas concepciones y emociones y analizar las similitudes y diferencias entre los participantes de los distintos Grados.

MARCO TEÓRICO

La enseñanza de la NdC, como objetivo básico de la enseñanza de las ciencias, supone no sólo enseñar contenidos *de* ciencias, sino también *sobre* cómo se construye y desarrolla. En este sentido, existe una gran diversidad de aspectos que están relacionados con este concepto, pero es posible destacar algunas ideas claves, que gozan de cierto consenso entre los educadores de ciencia. En el estudio realizado por García-Carmona y Acevedo (2016) se hace alusión a los conceptos de observación e inferencia, leyes y teorías científicas, evidencia empírica, métodos de la ciencia, el papel de la creatividad, objetividad y subjetividad, conocimiento tentativo y relaciones entre ciencia y sociedad, algunos de los cuales han sido tenidos en cuenta en esta investigación.

Aunque existen numerosos estudios que abordan las ideas y problemáticas de los docentes y futuros docentes sobre diversos aspectos relacionados con la NdC, son muy pocas las investigaciones que analizan las concepciones de los investigadores en las áreas de ciencias y mucho menos las que realizan una comparación entre ambas muestras. En México se han iniciado estudios de esta problemática con los investigadores científicos, pero se centran en explorar sus concepciones de ciencia y la manera en la que éstas influyen en su percepción de lo que debe ser la docencia (Alvarado y Flores, 2001, 2010). Por ejemplo, analizan el tipo de problemas relacionados con las infraestructuras y de índole económico que pueden afectar a las investigaciones y los obstáculos para la enseñanza de la ciencia.

Los estudios que se centran en las concepciones de los profesores revelan que no existen diferencias importantes entre las concepciones sobre NdC en general (Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, 2002) y que tales concepciones, en general, suelen ser incoherentes con las que se aceptan hoy (García-Carmona y Acevedo, 2016). Estos autores, además de corroborar algunas de las afirmaciones de estudios anteriores, nos indican, por ejemplo, que los futuros profesores consideran el carácter dinámico de la ciencia, que avanza gracias al conocimiento científico vigente en cada momento y que sirve de base para nuevas investigaciones; hacen referencia explícita a la influencia de los factores sociales, como la economía y la política; indican que el conocimiento establecido en el pasado era de menor calidad que el presente; señalan algunos aspectos no epistémicos, como la influencia de las creencias e intereses personales de los científicos, que ponen de relieve la subjetividad en sus investigaciones y defienden la idea de un método científico universal, ignorando la pluralidad metodológica de enfoques y estrategias en sus investigaciones; entre otras conclusiones.

METODOLOGÍA

Esta investigación se ha llevado a cabo en el contexto de dos aulas de la Universidad de Sevilla, en el curso académico 2016/2017. En una de ellas se impartía la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales, del Grado en Educación Primaria y en la otra Biología Celular e Histología I, del Grado en Biología. Las dos son asignaturas obligatorias y se imparten en segundo curso en sus respectivos Grados. Las autoras de este trabajo son profesoras en dichas asignaturas.

Participaron en el estudio un total de 53 estudiantes, 34 del Grado de Maestro (29 mujeres y 5 hombres) y 19 del Grado de Biología (14 mujeres y 5 hombres).

Para tener una referencia sobre los conocimientos y emociones de los estudiantes, se solicitó que cumplimentaran de forma individual un cuestionario. Este instrumento explora diversos aspectos de NdC, de los que hemos seleccionado solo algunos para este trabajo, basándonos en distintos criterios: aspectos influyentes en el desarrollo de la práctica profesional (como biólogos o como maestros de ciencias), aspectos menos trabajados en otros estudios y disponibilidad de espacio para presentar resultados. El cuestionario tiene tres partes:

- La primera está constituida por 13 ítems, de los que vamos a utilizar 8 en este trabajo (su formulación concreta se puede ver en la Tabla 1 presentada más adelante). Están relacionados con las características de las personas que se dedican a la ciencia (ítems 2 y 8), la actividad científica (ítems 4 y 5), la validez de los conocimientos científicos (ítem 1), el cambio en la ciencia (ítem 7) y las relaciones entre ciencia y sociedad (ítems 3 y 6). Para cada uno de ellos, los estudiantes deben manifestar su nivel de acuerdo en una escala tipo Likert de 4 valores, correspondiendo el 1 al valor mínimo y de total desacuerdo, el 2 al desacuerdo, el 3 al acuerdo y el 4, al valor máximo o de total acuerdo. La mayoría de los ítems provienen del conocido cuestionario COCTS (Manassero, Vázquez y Acevedo, 1996), utilizado en varias investigaciones, o del elaborado por Álvarez y Soneira (1994), que han sido reformulados para homogeneizar el estilo.
- La segunda parte incluye 5 preguntas abiertas, de las que trataremos solo una en este trabajo, aquella en la que se pide a los estudiantes *dibujar personas que se dedican a la ciencia en su contexto de trabajo*.
- La tercera y última parte explora las emociones de los alumnos ante la ciencia. La pregunta presenta 11 emociones, 5 negativas (miedo, aburrimiento, angustia, impotencia, dificultad), 5 positivas (interés, diversión, libertad, estimulación, utilidad) y una indiferente (indiferencia), de forma entremezclada, y solicita a los estudiantes que elijan las que mejor definen su relación con la ciencia.

Debido al bajo número de estudiantes de Biología que han participado en este estudio, no es posible realizar tratamientos estadísticos fiables de las respuestas basados en las medias, medianas, etc. Por ello, para analizar los resultados de la primera parte del cuestionario, se calculó el porcentaje de estudiantes que escogieron valores de acuerdo o de desacuerdo con cada ítem, englobando los que indicaron valor 1 y 2 (en desacuerdo) por un lado y las que indicaron valor 3 y 4 (de acuerdo) por otro. Este análisis permite obtener una imagen clara y bien contrastada de los resultados en ambas muestras.

Para analizar los resultados de la segunda parte –los dibujos–, se definieron tres categorías y se agruparon las respuestas de cada cuestionario en cada una de ellas: quiénes son las personas que se dedican a la ciencia (si dibujan hombres o mujeres, o el dibujo es ambiguo), cómo se trabaja en ciencia (si individualmente o en equipos, o no se define) y en que contexto se realiza y desarrolla la ciencia (si en un laboratorio, en el medio natural, etc.).

Para la última parte, referida a las emociones ante la ciencia, se definieron cinco niveles de respuesta (se escogen sólo emociones positivas, las emociones positivas son más numerosas que las negativas, las negativas son más numerosas que las positivas, equilibrio entre emociones positivas y negativas y se escogen sólo emociones negativas), en las cuales se clasificaron las respuestas de cada cuestionario.

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En la Tabla 1 se indican los resultados obtenidos en la primera parte del cuestionario. Los futuros maestros entienden que la ciencia es una actividad realizada por personas que no tienen cualidades especiales, como ser más inteligentes (desacuerdo con el ítem 2) o más imparciales u objetivas (desacuerdo con el ítem 8) que otras, si bien en esto último no se posicionan de forma tan mayoritaria como

respecto a lo primero. La investigación se entiende como un proceso que suele realizarse en equipos (desacuerdo con el ítem 5) y con un comienzo y un final delimitado y definitivo respecto al problema planteado (acuerdo con ítem 4). Admiten que este final puede no ser estable, aunque la investigación sea correcta (desacuerdo con ítem 1) y que el conocimiento científico puede cambiar, si los científicos hacen una reinterpretación de los datos disponibles (acuerdo con ítem 7). Respecto a las relaciones entre ciencia y sociedad, reconocen la influencia de la política (desacuerdo con ítem 3) y de la vida y entorno social de los científicos (desacuerdo con ítem 6) en el trabajo científico.

Los futuros biólogos, por su parte, consideran que la ciencia se ha desarrollado históricamente por personas especialmente inteligentes (acuerdo con ítem 2), aunque no más objetivas e imparciales que otras (desacuerdo con ítem 8). Reconocen que las investigaciones se realizan en equipo (desacuerdo con ítem 5) y no suelen tener un final definitivo (desacuerdo con ítem 4). Creen que si la investigación se realiza correctamente, el conocimiento que se deriva es definitivo (acuerdo con ítem 1). Pero todos están de acuerdo en que el conocimiento científico puede cambiar por una reinterpretación de los datos (acuerdo con ítem 7). Respecto a las relaciones entre ciencia y sociedad, reconocen la influencia de la política (desacuerdo con ítem 3) pero no de la vida y entorno social de los científicos (acuerdo unánime con ítem 6) en el trabajo científico.

Tabla 1.
Porcentaje de alumnos del Grado de Educación primaria
y del Grado de Biología de Acuerdo o en Desacuerdo con los siguientes ítems

	<i>MAESTROS</i>		<i>BIÓLOGOS</i>	
	Desacuerdo	Acuerdo	Desacuerdo	Acuerdo
1. Cuando las investigaciones científicas son correctas el conocimiento que se deriva de ellas no cambia prácticamente en el futuro.	73.00	27.00	31.00	69.00
2. A lo largo de la historia, el trabajo científico ha sido desarrollado por personas especialmente inteligentes.	67.00	33.00	31.00	69.00
3. La política de un país tiene poca influencia sobre el trabajo de los científicos del mismo, porque sus preocupaciones investigadoras se encuentran, en general, al margen de la política.	82.00	18.00	74.00	26.00
4. Las investigaciones científicas suelen llegar a un final definitivo, lo que permite formular una nueva pregunta sobre la que investigar.	32.00	68.00	74.00	26.00
5. A diferencia de muchas otras profesiones, las personas de ciencias desarrollan casi siempre una tarea en solitario.	68.00	32.00	74.00	26.00
6. Los contactos sociales de las personas de ciencias no influyen en su trabajo profesional, ni en el contenido del conocimiento científico de sus descubrimientos.	68.00	32.00	0	100
7. Las teorías científicas pueden ser modificadas, ya que las personas de ciencias pueden volver a interpretar observaciones existentes.	6.00	94.00	0	100
8. En general, las personas de ciencia son más objetivos e imparciales en sus investigaciones que la mayoría de los demás ciudadanos en sus trabajos.	56.00	44.00	95.00	5.00

Los resultados obtenidos en la segunda parte del cuestionario se presentan en la Tabla 2. Los futuros maestros han dibujado mayoritariamente hombres, trabajando solos y en un laboratorio. Los futuros biólogos, en cambio, han dibujado mayoritariamente mujeres, aunque también trabajando solas y en un laboratorio.

Tabla 2.
Categorías definidas para
la segunda parte del cuestionario
y porcentaje de estudiantes en cada una de ellas

	<i>MAESTROS</i>	<i>BIÓLOGOS</i>
Hombre	58.80	36.80
Mujer	17.60	52.60
Ambiguo	23.50	5.20
Solo	73.50	57.90
Equipo	14.70	21
Indefinido	11.76	0
Laboratorio	58.88	63.15
Despacho	8.88	5.26
Naturaleza	5.88	10.52
Holístico	20.58	10.52
Indefinido	5.88	10.52

Por último, como se muestra en la tabla 3, los resultados de la tercera parte del cuestionario muestran que todos los futuros biólogos han escogido únicamente palabras que reflejan emociones positivas. Entre los futuros maestros, por su parte, predominan los que han escogido mayoritariamente palabras que reflejan emociones positivas, pero también tiene cierta importancia el número de estudiantes que sienten más emociones negativas que positivas ante la ciencia.

Tabla 3.
Porcentaje de alumnos del grado de Educación primaria
y del grado de Biología en cuanto a sus emociones antes la ciencia

	<i>MAESTROS</i>	<i>BIÓLOGOS</i>
Únicamente palabras negativas	8,83	0
Más palabras negativas que positivas	14,70	0
Igual número de positivas y negativas	14.70	0
Más palabras positivas que negativas	61.76	7,32
Únicamente palabras positivas	0	92,68

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Según los resultados presentados, podemos formular las siguientes conclusiones:

- Existen similitudes y diferencias entre las ideas de los futuros maestros y de los futuros biólogos participantes en este estudio respecto a los aspectos estudiados.
- Tanto entre los futuros maestros como entre los futuros biólogos se detectan ideas coherentes e ideas incoherentes con los consensos actuales respecto a NdC. Las primeras las podemos considerar como fortalezas para el aprendizaje que deseamos formentar y las segundas como dificultades a abordar.

- Entre las fortalezas, destacamos que reconocen que las personas de ciencia no son especialmente objetivas e imparciales, que el conocimiento científico cambia y la existencia de relaciones entre la ciencia y la política, así como que predominan actitudes positivas ante la ciencia (sobre todo entre los futuros biólogos).
- Entre las dificultades, destaca la existencia de contradicciones respecto a la importancia del trabajo en equipo en la ciencia y la visión reducida de la ciencia como una actividad que se desarrolla en los laboratorios, común a ambos tipos de participantes.
- En el resto de aspectos estudiados, las diferencias detectadas son de distinto tipo según se trate de estudiantes de Biología o de Educación Primaria. Así, respecto a las características de los científicos, los futuros maestros manifiestan una visión masculinizada de la ciencia, mientras que los futuros biólogos manifiestan una visión elitista (consideran que la ciencia se ha desarrollado por personas especialmente inteligentes). Respecto a la actividad científica, los futuros maestros tienen una visión más estereotipada del desarrollo de las investigaciones (cada investigación tienen un principio y un final definitivo) y los biólogos una visión más empirista (si el método es correcto, el conocimiento es definitivo), además de algo más descontextualizada (reconocen las influencias de la política pero no del contexto social).

La propuesta formativa a desarrollar en ambos contextos sobre NdC, debe adaptarse al análisis realizado de las ideas de los estudiantes. Así, deben aprovecharse las fortalezas detectadas y abordar las dificultades detectadas en cada contexto, para ayudar así de manera más ajustada a los estudiantes a mejorar su conocimiento sobre esta temática.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO J. A., VÁZQUEZ A., MANASSERO M. A. y ACEVEDO, P. (2002). Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 1-27.
- ALVARADO, M. E. y FLORES, F. (2001). Concepciones de ciencia de investigadores de la UNAM. Implicaciones para la enseñanza de la ciencia. *Perfiles Educativos*, vol. XXIII (92), 32-53.
- ALVARADO, M. E. y FLORES, F. (2010). Percepciones y supuestos sobre la enseñanza de la ciencia. Las concepciones de los investigadores universitarios. *Perfiles Educativos*, vol. XXXII (128), 10-21.
- ÁLVAREZ, M. y SONEIRA, G. (1994). Enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales. La coeducación como meta. En AAVV, Premios nacionales de investigación e innovación educativas 1992, pp. 189-214. Madrid: MEC.
- GARCÍA-CARMONA, A. y ACEVEDO, J. A. (2016). Concepciones de estudiantes de profesorado de educación primaria sobre la naturaleza de las ciencia: Una evaluación diagnostic a partir de reflexiones en equipo. *Revista Mexicana de investigación educativa*, 21 (69), 583-610.
- LEDERMAN, N. (2007). Nature of science: past, present, and future. En S. K. Abell y N. G. Lederman (ed.), *Handbook of Research on Science Education*, pp. 831-879. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- MANASSERO, M.A. y VÁZQUEZ, A. (1998). *Opinions sobre ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Govern Balear. Conselleria d'Educació, Cultura i Esports.