

IDEAS DE FUTUROS MAESTROS SOBRE LA CIENCIA ESCOLAR

Rosa M. Martín Fernández

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática.
Universidad de Valladolid (UVA)
rmmf133@gmail.com

Cristina Vallés Rapp

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática.
Universidad de Valladolid (UVA)
cvalles@dce.uva.es

Resumen

Presentamos el análisis de las ideas de los futuros docentes de Educación Primaria sobre la Naturaleza de la Ciencia, concretamente en relación con el ámbito de la ciencia escolar. La toma de datos se ha realizado principalmente a partir de la aplicación de un cuestionario (pre-test y pos-test) a un grupo de maestros en formación, así como la observación directa en diferentes sesiones de la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales en el Grado de Maestro en Educación Primaria. Los resultados permiten confirmar que las ideas de los futuros maestros son bastante favorables pero pueden potenciarse actitudes más positivas.

Palabras-clave: Ideas previas; Naturaleza de la Ciencia (NdCyT); Formación científica de maestros; Enseñanza de la Ciencia.

Resumo

Nós apresentamos a análise das ideias de futuros professores de Ensino Primária sobre a Natureza da Ciência, especificamente em relação ao âmbito da ciência escolar. A coleta de dados foi feita principalmente a partir da aplicação de um questionário (pre-test e pos-test) em grupo de professores em formação, bem como a observação direta em diferentes sessões da Didactica da Ciência Experimental da Mestrado. Os resultados permitem confirmar que as idéias de futuros professores são bastante favoráveis, mas pode ser melhorada atitudes mais positivas.



Palavras-chave: Natureza da Ciência e Tecnologia (NdCeT); Formação científica professores; Educação Científica.

Abstract

We present the analysis of the conceptions of future teachers of Primary Education about the nature of science regarding school science. The data collection was mainly made from a questionnaire (pre-test and pos-test) in a group of teachers in training as well as the direct observation in different sessions of Teaching subject of Experimental Science Master Degree in Elementary Education. The results confirms that ideas of future teachers are quite favorable but can be enhanced more positive attitudes.

Keywords: Preconceptions; Nature of Science (NoS); Training Scientific teachers; Teaching science.

Introducción

La ciencia es esencial en nuestro mundo por ello es necesario conocer y saber aplicar conocimientos científicos. Son muchas y de diferente naturaleza las razones por las que se justifica la necesidad de alfabetizar científicamente y tecnológicamente a la sociedad, tal y como muestran Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2012).

Por otro lado si sentimos rechazo hacia la ciencia se pierde una gran oportunidad para el desarrollo de la persona y de la sociedad. Esta misma idea ya se encuentra reflejada en Núñez (1999) quien afirma que *la educación científica debe saber colocar las cosas en su lugar*. Esto incluye fomentar una imagen crítica de la actividad científica y sus resultados, así como de sus repercusiones sociales. La desmotivación existente en la sociedad hacia la ciencia es debida, en gran medida, a la imagen estereotipada del conocimiento científico, pues se entiende como algo que sólo unos pocos pueden comprender, aunque en cierto modo esta forma de percibir la ciencia está cambiando. En este sentido, Moya (1998) plantea cuatro estereotipos o imágenes de la ciencia, con el fin de explicar de qué manera se ha concebido la ciencia en el transcurrir de la historia. Así describe la ciencia como descubridora de una realidad oculta, como hechos y nada más que hechos, como única empresa en la que se define la verdad sobre las cosas y la ciencia como una construcción social.



Estas imágenes tan estereotipadas, según Briceño, Mier, Matanzo, y Ledezma (2008) explican cómo ha sido concebida la ciencia y hasta qué punto dicha concepción ha influido en los diferentes escenarios de la sociedad, sobre todo en el campo educativo.

Con esta propuesta se analizan las ideas sobre la ciencia y su aprendizaje en futuros maestros y se anima a reflexionar sobre cómo condicionan y motivan su enseñanza en contextos educativos.

La Ciencia y su Enseñanza

Las ideas de Campanario (1998) permiten afirmar que para llevar a cabo la enseñanza de las ciencias en el aula hay que partir de la realidad del alumnado, de sus ideas previas, experiencias y conocimientos previos, porque así se logra un aprendizaje significativo, motivador y participativo. Todo ello, puede ayudar a los maestros a realizar mejores programas educativos, propuestas y a ser más eficientes en su labor docente.

Los principales problemas en la enseñanza de las ciencias, según Oliva (2005), se centran fundamentalmente en tres aspectos: la presencia de las ciencias en el actual sistema educativo; la naturaleza y extensión de los currículos oficiales de ciencias y por último, la metodología a aplicar en la enseñanza de las ciencias.

Se han descrito ideas deformadas de la ciencia que han sido difundidas por la enseñanza. La ciencia tal y como la conciben los profesores se presenta en el aula y no siempre se cuestionan si es apropiada la forma de actuar. Estas deformaciones quedan reflejadas en estas palabras de Fernández et al. (2004): Visiones empobrecidas y distorsionadas que generan el desinterés, cuando no el rechazo, de muchos estudiantes y se convierten en un obstáculo para el aprendizaje. Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2012) presentan una visión más amplia e internacionalizada de estas ideas, y realizan un detallado esquema de concepciones ingenuas sobre la NCyT que se derivan de las ideas previas de estudiantes y profesorado.

Durante mucho tiempo la enseñanza científica –incluida la universitaria– se ha reducido básicamente a la presentación de conocimientos ya elaborados, sin dar ocasión a los estudiantes de asomarse a las actividades características de la actividad científica (Gil-Pérez, Gavidia, Vilches, y Edwards, 1999). De este modo, las concepciones de los estudiantes (incluidos los futuros docentes) no llegan a diferir de lo que suele denominarse una imagen “folk”, “naif” o “popular” de la ciencia



socialmente aceptada, asociada a un supuesto “Método Científico” perfectamente definido. La repercusión negativa que tiene esta visión de la ciencia en educación es perder la esencia de lo que es este saber y de lo que hay que transmitir a nuestros alumnos, el afán de la investigación científica, cómo se elabora y qué se necesita.

Afirmamos, al igual que Fernández et al. (2005) y Bell y Pearson (1992), que si se quiere cambiar lo que los profesores y los alumnos hacen en las clases de ciencias, es preciso previamente modificar la epistemología de los profesores.

Asimismo para llevar a cabo un proceso eficaz de enseñanza/aprendizaje de la ciencia en el ámbito escolar es importante tener una mente abierta, al igual que actitud positiva hacia ella y su aprendizaje, la naturaleza, el universo físico que nos rodea y los cambios que acontecen en él. De esta forma se logrará un gran paso en la dirección correcta, porque una buena motivación del profesorado facilita tanto el aprendizaje como la implementación de las actividades diseñadas en el aula día a día.

La Necesidad de Partir de las Ideas Previas sobre la Ciencia en Maestros en Formación

Una de las razones por las que se estudian las concepciones de los profesores sobre la ciencia y sobre su naturaleza es porque están formadas o compuestas de ideas o concepciones que pueden dificultar una correcta orientación de la enseñanza (Fernández, Gil, Valdés y Vilches, 2005).

A través de las afirmaciones de Rayas (2004) se valora la importancia de la formación científica y las ideas previas del profesorado en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias. Los sistemas de formación docente relacionados con la enseñanza – aprendizaje de las Ciencias juegan un papel muy importante, ya que intervienen de manera directa en la comprensión del entorno a partir de la cual los profesores resignifican (entendido como la realización de un ciclo de investigación-acción) y transforman su práctica, ofreciendo posibilidades de avance académico a sus alumnos (Rayas, 2004).

Como afirma Acevedo (2010) *La formación del profesorado para una enseñanza de la Naturaleza de Ciencia eficaz es un aspecto crucial de la didáctica de las ciencias* (p. 654). En este sentido es importante tener unos conocimientos adecuados sobre la ciencia, para favorecer una imagen cercana a la realidad.

La enseñanza de ciencia escolar debería cumplir los siguientes requisitos (Adúriz-Bravo, 2005; Acevedo y Acevedo, 2002):

- Ser una reflexión sobre la ciencia.
- Formar una imagen realista y racional de la ciencia, así como tomar conciencia de las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad.
- Sintonizar los contenidos que se dan al alumnado, ya sea de Primaria o profesores en formación.

Para la enseñanza de ciencias en general, y de profesores en formación inicial en particular, hay que centrarse en tres finalidades fundamentales como, la reflexión sobre la propia ciencia, que tenga fines culturales y que permita capacitar para el uso de diferentes tipos de herramientas para su estudio, así lo afirma Adúriz-Bravo (2005).

En este sentido Callejas y Mendoza (2010) señalan que los currículos universitarios para la formación de profesores deben propiciar que, entre otras cuestiones, estimulen la reflexión crítica y la investigación del docente sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y la tecnología así como promover una práctica más reflexiva y creativa (Acevedo, 2009; Vázquez, et. al., 2007) en relación con los retos que supone ser profesor de ciencias en la educación básica.

Los trabajos actuales persiguen, no tanto conocer las ideas previas de estudiantes y profesores, sino desarrollar propuestas curriculares para mejorar el aprendizaje de los estudiantes y la enseñanza de los profesores sobre NdCyT (Vázquez-Alonso, Manassero-Mas y Bennàssar-Roig, 2014)

Esta investigación se centra en la puesta en práctica y el análisis de la Secuencia de Enseñanza Aprendizaje “La ciencia de los pequeños curiosos” creada por la segunda coautora, que tiene como referencia el aprendizaje significativo y cuyo fin es conocer las ideas previas de los futuros docentes de Educación Primaria con respecto a la ciencia y su enseñanza en el ámbito escolar y reflexionar sobre ello (Vázquez-Alonso, Manassero-Mas y Bennàssar-Roig, 2014).

Metodología

La presente investigación se centra principalmente en la presentación y estudio de los resultados del cuestionario (pre-test/pos-test) realizado en la SEA ya citada y en la observación a lo largo de la misma.



En este análisis se combinan aspectos cuantitativos con algún matiz cualitativo con la intención de aplicar formas objetivas, predecibles y observables en un fenómeno educativo así como la interpretación y comprensión del mismo.

Participantes

La muestra comprende un grupo de 3º de Grado de Primaria del Campus María Zambrano de Segovia (España) que se forman para ser profesores de educación primaria. Consideramos como componentes de la muestra a todos aquellos alumnos que han contestado los cuestionarios y han participado en las actividades derivadas de la SEA, en total 21 alumnos. No se encuentra equilibrio en cuanto al número de alumnos y alumnas pues el grupo de estudio está compuesto por el grupo clase (Tabla 1). La edad de los alumnos que participan en este estudio se sitúa alrededor de los 21 años.

Tabla 1 – Composición de la muestra de estudio

	Pre-test	
	<i>Hombre</i>	<i>Mujer</i>
<i>Muestra</i>	4	17
Total participantes	21	

Procedimientos

Los pasos necesarios para la elaboración de esta investigación han sido, en primer lugar, la cumplimentación de un pre-test por los estudiantes; en segundo lugar, la aplicación y desarrollo en el aula de la SEA ya mencionada anteriormente (Tabla 2). Esta unidad forma parte del Proyecto de Enseñanza y Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología (EANCYT)¹.

¹ Proyecto de investigación EDU2010-16553 financiado por una ayuda del Plan Nacional de I+D del Ministerio de Ciencia e Innovación (España).



Tabla 2 – Organigrama de la SEA “La ciencia de los pequeños curiosos”

Actividades	Organización	Materiales/ Recursos
Iniciación y Conocimientos previos		
Observación de una viñeta sobre el interés de la ciencia y participar verbalmente sobre su posible interpretación	Grupo clase	Viñetas
Expresar mediante un dibujo qué es la ciencia escolar	Individual, puesta en común grupo clase	
Desarrollo y aplicación		
Debatir sobre los objetivos de la ciencia en la escuela primero en grupos y posteriormente puesta en común.	Pequeños grupos/Grupo clase	Listado de objetivos posibles
Diferenciar entre la ciencia del científico, la ciencia del profesor y la ciencia del alumno, poner ejemplos concretos.	Individual/Grupo clase	
Explicar factores que influyen en la ciencia escolar; transposición didáctica; limitaciones de la ciencia escolar; diferencia entre la ciencia escolar y la ciencia de los científicos.	Grupo clase	Presentación de contenidos con soporte visual
Plantear situaciones en un contexto determinado sobre la ciencia en el aula. Puesta en común. Actividad de coevaluación.	Parejas/Grupo clase	
Evaluación		
Cumplimentar y debatir las respuestas del cuestionario	Individual/ clase Grupo	Cuestionario que incluye ítems 20511, 20521, 50111, 50211 y 50311



Instrumentos

Las cuestiones empleadas en este estudio para conocer las ideas de los docentes en formación que se han extraído del Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (en adelante COCTS) diseñado con la dirección y recursos del Proyecto EANCYT (Anexo I).

Todos los ítems del COCTS tienen el mismo formato de elección múltiple que encontramos en el marco del Proyecto ya mencionado. Los alumnos han de valorar su grado de acuerdo con el mismo, expresado en una escala de 1 a 9, con cada frase del ítem; también existen otras dos opciones, “no entiendo” y “no sé lo suficiente para valorar” (Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, 2007).

A continuación mostramos los cinco ítems utilizados para la presente investigación del cuestionario presentado.

Tabla 3 – Texto en el pie de los ítems administrados en el pre-test y pos-test.

20511.- El éxito de la ciencia y la tecnología en nuestro país depende de tener buenos científicos, ingenieros y técnicos. Por tanto, el país necesita que los alumnos estudien más ciencias en la escuela.
20521.- El éxito de la ciencia y la tecnología en nuestro país depende de cuánto apoyo den los ciudadanos a los científicos, ingenieros y técnicos. Este apoyo depende de que los estudiantes (los ciudadanos del futuro) sepan cómo se usan la ciencia y la tecnología en el país.
50111.- Parece que existen dos clases de personas, las que entienden de ciencias y las que entienden de letras. Pero si todos estudiaran más ciencias, entonces todos las comprenderían.
50211.- Las clases de ciencias me han dado confianza para resolver cosas y decidir si algo es verdad o no. Gracias a las clases de ciencias he llegado a ser un mejor consumidor.
50311.- Los documentales científicos de TV dan una imagen más exacta de lo que es realmente la ciencia, en comparación con la imagen que ofrecen las clases de ciencias.

Por otro lado la investigadora que ha actuado de observadora no participante ha llevado a cabo un diario en el que ha registrado comentarios y aportaciones que los alumnos han hecho en sus intervenciones.

Resultados y Discusión

Resultados obtenidos en el pre-test

Con las respuestas dadas por los estudiantes a las cuestiones se ha realizado un análisis del índice global actitudinal medio obtenido.

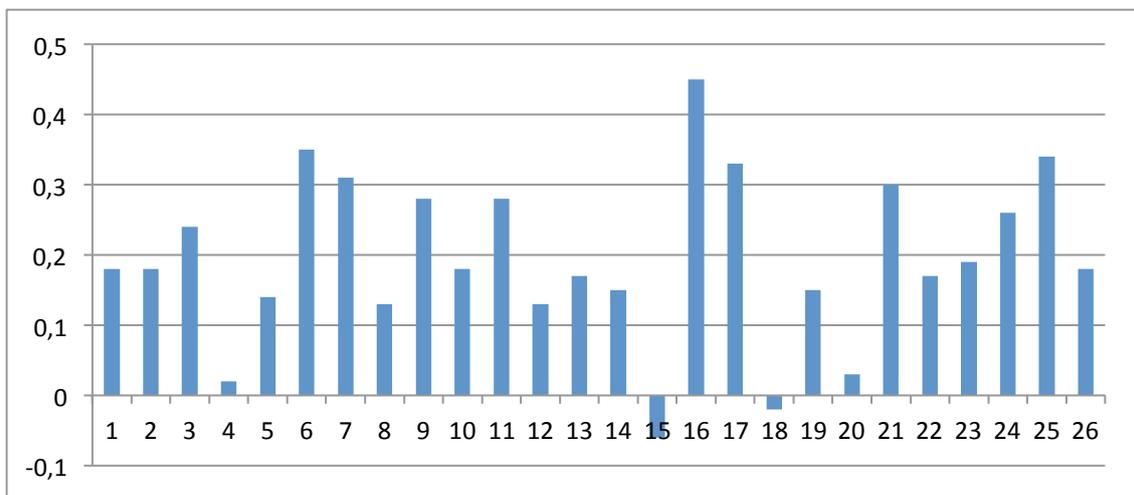


Gráfico 1 – Índice global actitudinal medio pre-test.

El índice actitudinal medio ponderado tiene un valor de + 0,20, positivo, lo que indica que los alumnos presentan ideas acordes con la comunidad científica, aunque por supuesto bastante mejorables. Por lo tanto es interesante considerar estas ideas como base en la formación del profesorado (Rayas, 2004) y potenciar conocimientos apropiados sobre los procesos y avances de la ciencia para promover en el aula una imagen real de la ciencia (Acevedo, 2010).

Entre los resultados obtenidos del pre-test se aprecia que casi la mitad de los alumnos (12) presentan índices actitudinales medios entre 0,1 y 0,2, otros diez alumnos presentan valores superiores a 0,2, que destacan por su valor positivo. Dos alumnos presentan valores positivos pero menores que 0,1 y otros dos alumnos figuran con índices negativos (gráfico 1). Los valores superiores a 0,2 indican la



presencia de ideas bien informadas en los alumnos sobre los aspectos encuestados acerca de la ciencia en el ámbito escolar.

Tabla 4 – Valores de los índices actitudinales medios por cuestión

Cuestión	Índice global actitudinal medio	Desviación estándar
20511	0,23	0,59
20521	0,25	0,57
50111	0,18	0,64
50211	0,13	0,60
50311	0,24	0,54

Si se analizan las diferentes cuestiones planteadas a los estudiantes (tabla 4) se observa que tres de los cinco ítems presentan valores por encima del valor medio global obtenido. Por otro lado, llaman la atención los valores de las desviaciones estándar, que son reflejo de ideas muy diferentes de unos participantes a otros y de la heterogeneidad del alumnado presente en las titulaciones de maestro.

El mayor índice actitudinal medio se presenta en el segundo ítem (20521) en el que se pregunta si el éxito de la ciencia en nuestro país depende del apoyo que se da a los científicos y de que los estudiantes sepan cómo se usa la ciencia y la tecnología. Este aspecto nos sorprende de manera positiva pues es lógico pensar que los futuros docentes valoren o conozcan la repercusión que puede tener la formación sobre ciencia y tecnología en el éxito de la ciencia. El ítem (20511) que versa acerca de que el éxito de la ciencia es tener buenos especialistas por lo que el país necesita que los alumnos estudien más ciencias en la escuela presenta un valor ligeramente inferior.

Es necesario que los futuros docentes conozcan y valoren la necesidad de aprender ciencias en la escuela, los resultados de estas cuestiones permiten hacer una valoración positiva de las ideas encontradas en los alumnos. Por otra parte en el aula se ha podido observar a través de la implementación de la SEA que los futuros maestros no contemplan que la ciencia en la escuela deba únicamente servir fundamentalmente para preparar a buenos científicos o con fines propedeúticos, sino



que valoran aspectos tan importantes y necesarias como potenciar en las aulas actitudes positivas hacia la ciencia (resultados del diario de la investigadora).

La tercera cuestión (50111) afirma que existen dos clases de personas, las que entienden de ciencias y las que entienden de letras, pero incluye que si todos estudiaran más ciencias, entonces todos las comprenderían. Esta cuestión presenta un valor actitudinal global medio de 0,18, lo que indica que los alumnos son en parte conscientes de la necesidad de que toda la población aprenda ciencias, algo especialmente importante en los niveles de educación primaria en los que se valora la importancia de aprender ciencia y tecnología por parte de todos los ciudadanos independientemente de sus futuras trayectorias (DeBoer, 2000) y destacan objetivos como el disfrute que supone aprender ciencias, acorde con la ideas de Fensham (2002) que considera la capacidad de la ciencia como fuente de placer para sorprender y maravillar.

La quinta cuestión (50311) muestra un índice actitudinal de los participantes también positivo (0,24), lo que permite afirmar que existe coherencia entre las ideas de los futuros maestros y la comunidad científica con respecto a la formación que ofrecen las clases de ciencias en relación a otros canales de información como los medios de comunicación (los documentales de TV).

El cuarto ítem (50211) aborda la influencia que tienen las clases de ciencias para ser crítico y responsable en nuestros hábitos de consumo y es el aspecto en el que los participantes presentan peor puntuación de manera global (0,13). Parece que las ideas de los alumnos con respecto a los contenidos que aportan las clases de ciencias y su repercusión en temas de consumo no son tan acordes con la comunidad científica, al menos son más alejadas que el resto de los tópicos planteados en el cuestionario pues es el menos valor encontrado. Los alumnos consideran que tener mayor conocimiento en ciencia no significa que tener capacidad para ser mejor consumidor o más responsable en las actividades de consumo.

Resultados pretest/postest

El índice actitudinal medio ponderado tiene un valor de 0,20 en el pre-test y 0,17 en el pos-test. Se observa por lo tanto un leve descenso en el valor de este índice que significa que los alumnos no mejoran de forma global sus ideas hacia las ciencias sobre el ámbito escolar. Sin embargo, esta diferencia no corresponde a un descenso significativo.

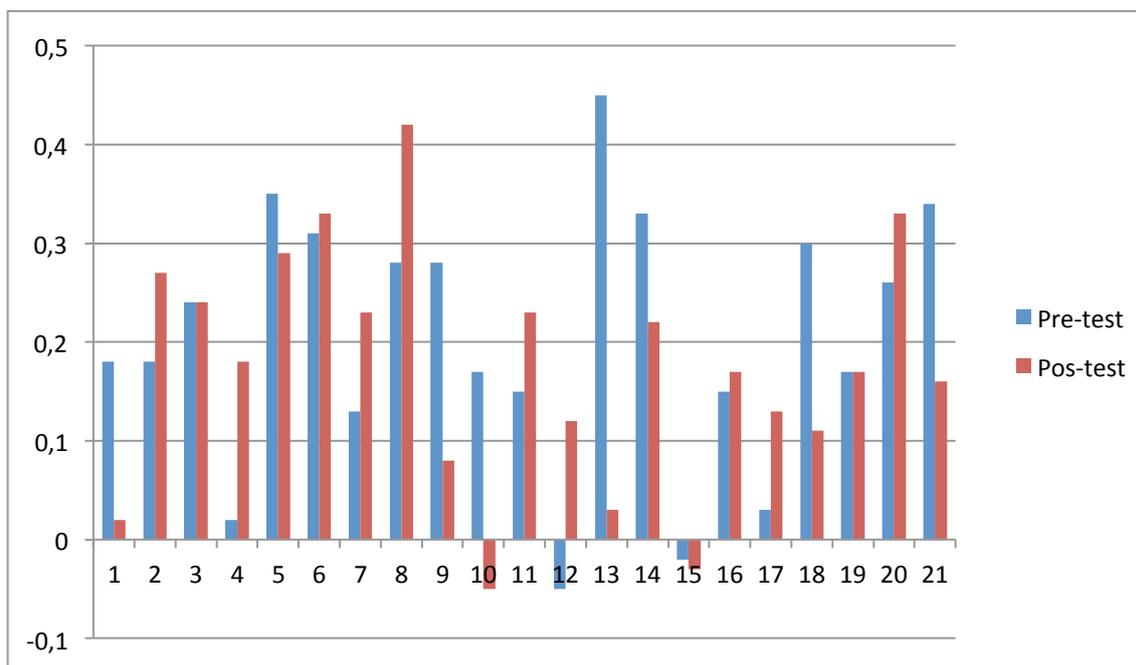


Gráfico 2 – Índice actitudinal medio ponderado pre-test y pos-test

Sin embargo individualmente en muchos casos las ideas de los alumnos sí han sufrido un cambio positivo, pues en la comparativa entre los índices actitudinales de cada alumno del pre-test con respecto a los resultados obtenidos en el pos-test y se ha detectado que 10 de los alumnos participantes muestran un aumento de este índice de manera general con respecto a sus creencias sobre ciencia tras la realización de la SEA propuesta. También ha habido participantes cuyas ideas no se han visto modificadas ni de forma positiva ni de manera negativa, como es el caso de los alumnos 3 y 19 y otros alumnos que han mostrado un perfil de índices medios inferior al obtenido al principio tras la implementación de la SEA. Este último grupo que empeora sus índices medios, a pesar de ser menor en número que el grupo que mejoran, presenta descensos mayores en magnitud que causan el descenso presentado de la media global.

A continuación se hace un análisis preliminar comparativo de los índices actitudinales medios en el pre-test y en el pos-test (Tabla 5), para conocer en qué medida la SEA implementada permite la evolución en las ideas sobre ciencia escolar en la muestra estudiada por ítems estudiados.

Tabla 5 – Índice actitudinal medio pre-test y pos-test para cada cuestión.

Ítem	20511	20521	50111	50211	50311
Pre-test	0.21	0.24	0.22	0.13	0.20
Pos-test	0.34	0.20	0.26	-0.03	0.18

El análisis de los índices actitudinales medios revela que, tras la implementación de la SEA, son mejores los obtenidos en el postest en dos de las cinco cuestiones (20511 y 50111), destacando la mejora del índice global medio del primero de ellos, que es importante (+ 0.13). Los otros tres ítems presentan descensos cuya variación no es significativa en dos de ellos; la cuestión 50211 (que obtuvo en el pre-test la puntuación media más baja) presenta el mayor descenso (- 0.10). Estas últimas cuestiones indicarían la persistencia de las creencias, y en el caso de la última, incluso el empeoramiento, que plantea un reto sobre la mejora del tratamiento didáctico de los aspectos sobre la ciencia escolar y su naturaleza abordados en el aula a través de la SEA de manera explícita (Tabla 5).

Conclusiones

Con la elaboración de esta investigación se ha llevado a cabo una aproximación al estado de las ideas de los futuros maestros sobre la ciencia en el ámbito escolar. Hemos constatado que los futuros maestros presentan ideas acordes con la comunidad científica, pues los índices actitudinales incluso al principio del proceso son positivos pero bastante mejorables. Hemos detectado gran dispersión o heterogeneidad en las formas de pensar de los futuros maestros.

Los futuros docentes conocen y valoran la necesidad de aprender ciencias en la escuela. La UNESCO ya en 1999 señalaba que la importancia de ampliar e incorporar conocimientos científicos en la escuela es fundamental para el pleno desarrollo de la persona donde la ciencia ha de estar al servicio del desarrollo y para ello han de proporcionar los programas y medios necesarios.



Aunque los cambios producidos por la implementación de la SEA no son significativamente positivos de manera global, el estudio más detallado del análisis comparativo ha permitido identificar que 10 alumnos sí presentan un cambio positivo individual en su forma de pensar: una de las cinco cuestiones presenta una importante mejora y también mejoran la ideas de los alumnos en otro de los cinco ítems aplicados, según los datos obtenidos.

Sin embargo, estos resultados conducen a una revisión de la implementación de la SEA para trabajar de manera explícita los contenidos sobre NdCyT con respecto a la ciencia escolar. Además de analizar críticamente la enseñanza explícita de estas cuestiones de NdCyT para lograr su mejora (Vázquez-Alonso y Manassero, 2013) parece necesario, como algunos autores señalan ante resultados similares, la profundización en la realización de las actividades reflexivas (Abd-El-Khalick y Akerson, 2009; Acevedo, 2009) que, a la vista de los resultados, deben ser trabajadas con mayor énfasis de lo que se propone según la SEA implementada. Se espera que un cambio del tratamiento de los temas de forma más reflexiva por los estudiantes permita obtener mejores resultados de forma global en el grupo.

Todo lo expuesto anteriormente permite afirmar que se considera clave avanzar para que la labor de los futuros docentes se manifieste más acorde con las necesidades de la sociedad del siglo XXI pues el conocimiento de los contenidos, las ideas previas y la comprensión de NdCyT de los profesores constituyen una condición necesaria para su enseñanza en el aula (Vázquez-Alonso y Manssero, 2013).

Referencias

- Abd-el-Khalick, F. y Akerson, V. (2009). The influence of metacognitive training on preservice elementary teachers' conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education*, 31, 2161-2184
- Acevedo, J. A. (2009). Enfoques Explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386.
- Acevedo, J. A. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (1), 21-46.



- Acevedo, J. A. (2010). Formación del profesorado de ciencias y enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka. Enseñanza y divulgación científica*, 7 (3), 653-660.
- Acevedo, J. A. y Acevedo, P. (2002). Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de Educación Secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*. Edición digital. Consultado en <http://www.rieoei.org/deloslectores/244Acevedo.PDF>
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A. y Acevedo, P. (2007). Consensos sobre naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 42-66.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Revista Tecne, Epistemis y Didaxis. Número Extraordinario*. Consultado en <http://www.oei.es/n10479.htm>
- Bell, B. F. y Pearson, J. (1992). Better Learning. *International Journal of Science Education*, 14(3), 349-361.
- Callejas, M. M. y Mendoza, E. A. (2010). Diferencias en la comprensión de la NdCyT entre profesores en formación que inician la universidad y los que finalizan su grado. En Bennássar, A., Vázquez, A., Manassero M. A. y García-Carmona, A. (Coor.). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. (pp. 89-100). Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Consultado en www.oei.es/salactsi/DOCUMENTO5vf.pdf
- Campanario, J. M. (1998). ¿Quiénes son, qué piensan y qué saben los futuros maestros y profesores de ciencias?: una revisión de estudios recientes. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 33, 121-140. Consultado en <http://www2.uah.es/jmc/an9.pdf>
- Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192. Consultado en <http://www2.uah.es/jmc/an11.pdf>
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.



- Fensham, P. J. (2002). De nouveaux guides pour l'alphabétisation scientifique. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(2), 133-149.
- Fernández, I., Gil, D., Valdés, P. y Vilches, A. (2005). ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos?. En Gil, D., Macedo, B., Martínez, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años.*(pp. 29-63) Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe. Consultado en <http://www.oei.es/decada/139003S.pdf>
- Gil-Pérez, D., Gavidia, V., Vilches, A. y Edwards, M. (1999). Visiones de los profesores de ciencias sobre las problemáticas a las que la comunidad científica y la sociedad deberían prestar una atención prioritaria. *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 13, 81-97.
- Manassero, M. A., Vázquez, A. y Acevedo, J. A. (2002), *Opiniones sobre la influencia de la ciencia en la cultura*. En línea en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI. Consultado en <http://www.oei.es/salactsi/acevedo17.htm#1a>
- Moya, E. (1998) *Crítica de la razón tecnocientífica*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Núñez Jover, J. (1999) *La ciencia y la Tecnología como procesos sociales*. Ciudad de la Habana: Editorial Félix Varela.
- Oliva, J. M., y Acevedo, J. A., (2005) La enseñanza de las ciencias en Primaria y Secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias* 2(2), 241-250. Consultado en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1256085>
- Rayas, J. (2004) El reconocimiento de las ideas previas como condición necesaria para mejorar las posibilidades de los alumnos en los procesos educativos en ciencias naturales. *Revista Xictli de la Unidad UPD*. Consultado en <http://www.unidad094.upn.mx/revista/54/02.html>
- UNESCO-ICSU (1999). *Declaración de Budapest sobre la Ciencia y el uso del saber científico*. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso, Budapest (Hungría), 26 junio - 1 julio de 1999. Consultado en http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm
- Vázquez, A., Manassero, M.A., Bennássar. R. (2014). *Secuencias de Enseñanza - Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología*. Unidades



Didácticas del Proyecto EANCYT. Palma de Mallorca: Universitat de les Illes Balears (CD).

Vázquez-Alonso, Á. y Manassero-Mas, M. A., Acevedo, J. A. y Acevedo, P. (2007).

Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la ciencia y la tecnología en la sociedad. *Educación Química*, 18 (1), 38-55.

Vázquez-Alonso, Á. y Manassero-Mas, M. A. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 2-31.

Vázquez-Alonso, Á. y Manassero, M. A. (2013). La comprensión de un aspecto de la naturaleza de ciencia y tecnología: Una experiencia innovadora para profesores en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Núm. Extraordinario), 630-648.



Anexo I

PRESENTACIÓN

Este cuestionario pretende conocer sus opiniones acerca de algunas cuestiones importantes sobre la ciencia y la tecnología en el mundo actual. Todas las cuestiones tienen la misma estructura: un texto inicial que plantea un problema y va seguido de una lista de frases que representan diferentes alternativas de posibles respuestas al problema planteado, y que están ordenadas y etiquetadas sucesivamente con una letra (A, B, C, D, etc.).

Se pide que valore su grado de acuerdo personal con cada una de estas frases escribiendo sobre el cuadrado a la izquierda de la frase el número que representa su opinión, expresado en una escala de 1 a 9 con los siguientes significados:

DESACUERDO				INDECISO	ACUERDO				OTROS	
Total	Alto	Medio	Bajo		Bajo	Medio	Alto	Total	No entiendo	No sé
1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S

En caso que no pueda manifestar su opinión en alguna frase escriba la razón:

E. No la entiendo.

S. No sé lo suficiente para valorarla

Ejemplo de pregunta con sus respuestas

(los números situados en la columna de la izquierda son las respuestas que debe escribir; las valoraciones de este ejemplo son ficticias y no deben tomarse como referencia de nada)

10412 ¿La ciencia influye en la tecnología?

- [1] A. La ciencia no influye demasiado en la tecnología.
 [6] B. Tecnología es ciencia aplicada.
 [8] C. El avance en ciencia conduce a nuevas tecnologías.
 [9] D. La ciencia se hace más valiosa cuando se usa en tecnología.
 [7] E. La ciencia es el conocimiento base para la tecnología.
 [8] F. Los conocimientos de la investigación científica aplicada se usan más en tecnología que los conocimientos de la investigación científica pura.
 [2] G. La tecnología es la aplicación de la ciencia para mejorar la vida.

DATOS INDIVIDUALES (escriba o marque una cruz en las casillas siguientes).

¿Cuál es su nombre? _____

¿Cuál es el nombre de su profesor? _____

¿En qué país vive? Argentina Brasil Colombia España México Portugal Panamá Otro

¿Cuál es su edad en años? _____

¿Es hombre o mujer? Hombre Mujer

¿Cuál es el nivel escolar (grado o curso) de sus estudios actuales?

ESTUDIOS ANTERIORES A LA UNIVERSIDAD: Cursos: 1 (edad aprox. 6) Cursos: 2 (edad aprox. 7) Cursos: 3 (edad aprox. 8) Cursos: 4 (edad aprox. 9) Cursos: 5 (edad aprox. 10) Cursos: 6 (edad aprox. 11) Cursos: 7 (edad aprox. 12) Cursos: 8 (edad aprox. 13) Cursos: 9 (edad aprox. 14) Cursos: 10 (edad aprox. 15) Cursos: 11 (edad aprox. 16) Cursos: 12 (edad aprox. 17) Cursos: 13 (edad aprox. 18) Cursos: 14 (edad aprox. 19) Cursos: 15 (edad aprox. 20)

ESTUDIOS EN LA UNIVERSIDAD: Grados: Primero (edad aprox. 18) Grados: Segundo (edad aprox. 19) Grados: Tercero (edad aprox. 20) Grados: Cuarto (edad aprox. 21) Grados: Quinto (edad aprox. 22) Grados: Sexto (edad aprox. 23) Grados: Post-grado Grados: Máster Otro _____

¿Cuántas asignaturas diferentes estudia este año? _____

¿Cuántas asignaturas de ciencias o tecnología estudia este año? _____

¿Las asignaturas de ciencias o tecnología que estudia este año son obligatorias o han sido elegidas?

- Todas son obligatorias, no he podido elegir ninguna de estas asignaturas
 Todas son obligatorias, no he podido elegir ninguna de estas asignaturas, pero sí he elegido los estudios de ciencias, tecnología, matemáticas, ingenierías, etc. donde están estas asignaturas
 Algunas de estas asignaturas son obligatorias y otras han sido elegidas por mí
 Todas estas asignaturas han sido elegidas por mí

¿En qué centro educativo estudia? _____

¿En qué ciudad se encuentra su centro educativo? _____



**Lea con atención cada cuestión y las diferentes frases alternativas.
Valore con sinceridad cada frase en su casilla correspondiente.**

20511 *El éxito de la ciencia y la tecnología en nuestro país depende de tener buenos científicos, ingenieros y técnicos. Por tanto, el país necesita que los alumnos estudien más ciencias en la escuela.*

Se necesita que los alumnos estudien más ciencias:

- A. porque es importante para ayudar a nuestro país a mantenerse a la altura de otros.
 B. porque la ciencia afecta a casi todos los aspectos de la sociedad. Como en el pasado, el futuro depende de buenos científicos y tecnólogos.
 C. Se debe fomentar que los estudiantes estudien más ciencias, pero un tipo diferente de cursos de ciencias. Deben aprender cómo la ciencia y la tecnología afectan a sus vidas diarias.

NO se necesita que los alumnos estudien más ciencias:

- D. porque otras asignaturas de la escuela son igual o más importantes para el éxito futuro del país.
 E. porque no funcionará. A algunas personas no les gusta la ciencia. Si se les fuerza a estudiarla, será perder el tiempo y les alejará de la ciencia.
 F. porque no todos los alumnos pueden comprender la ciencia, aunque ello les ayudaría en sus vidas.
 G. porque no todos los alumnos pueden comprender la ciencia. La ciencia no es realmente necesaria para todos.
 H. porque no está bien que otro decida si un estudiante debería elegir más ciencias.

20521 *El éxito de la ciencia y la tecnología en nuestro país depende de cuanto apoyo den los ciudadanos a los científicos, ingenieros y técnicos. Este apoyo depende de que los estudiantes (los ciudadanos del futuro) sepan cómo se usan la ciencia y la tecnología en el país.*

Si, cuanto más aprendan los estudiantes sobre ciencia y tecnología:

- A. mejor mantendrán el funcionamiento del país. Los estudiantes de bachillerato son el futuro.
 B. más estudiantes llegarán a ser científicos, ingenieros y técnicos, y así el país prosperará.
 C. más informados estarán los ciudadanos del futuro. Serán capaces de formarse mejores opiniones y hacer mejores contribuciones sobre como se usan la ciencia y la tecnología.
 D. mejor verán los ciudadanos la importancia de la ciencia y la tecnología. Los ciudadanos entenderán mejor las opiniones de los expertos y ofrecerá el apoyo necesario para la ciencia y la tecnología.
 E. NO, el apoyo no depende de que los estudiantes estudien más ciencia y tecnología. Algunos estudiantes de bachillerato no están interesados en las asignaturas de ciencias.

50111 *Parece que existen dos clases de personas, las que entienden de ciencias y las que entienden de letras (por ejemplo, literatura, historia, economía, leyes). Pero si todos estudiaran más ciencias, entonces todos las comprenderían.*

- A. EXISTEN estos dos tipos de personas. Si las personas de letras estudiaran más ciencias llegarían a comprenderlas también, porque cuanto más estudias algo, más llega a gustarte y lo comprendes mejor.
EXISTEN estos dos tipos de personas, pero aunque las personas de letras estudiaran más ciencias, NO llegarían necesariamente a comprenderlas mejor:
 B. porque pueden no tener la capacidad o el talento para comprender la ciencia. Estudiar más ciencia no les dará esa facultad.
 C. porque pueden no estar interesados por la ciencia. Estudiar más ciencias no cambiará su interés.
 D. porque pueden no estar orientados o inclinados hacia la ciencia. Estudiar más ciencias no cambiará el tipo de persona que eres.
 E. No existen sólo estos dos tipos de personas. Hay tantas clases de personas como preferencias individuales posibles, incluyendo las que entiende ambas, las ciencias y las letras.

50211 *Las clases de ciencias me han dado confianza para resolver cosas y decidir si algo (por ejemplo, un anuncio) es verdad o no. Gracias a las clases de ciencias he llegado a ser un mejor consumidor.*

Las clases de ciencias me han ayudado a ser un consumidor mejor:

- A. porque la ciencia me ha proporcionado hechos e ideas valiosos.
 B. porque la ciencia enseña el método científico para resolver cosas.
 C. porque la ciencia enseña hechos valiosos y el método científico para resolver cosas.
 D. porque aprender sobre los productos del mercado es parte de lo que se hace en la clase de ciencias.

Las clases de ciencias NO me han ayudado a ser un consumidor mejor:

- E. aunque la ciencia enseña hechos valiosos y el método científico.
 F. porque los consumidores están influidos por su educación, su familia o por lo que oyen o ven, pero no están influidos por la ciencia.
 G. porque las clases de ciencias no tienen nada que ver con los consumidores o el mundo real. Por ejemplo, la fotosíntesis, los átomos y la densidad no me ayudan a tomar mejores decisiones como consumidor.

50311 *Los documentales científicos de TV (por ejemplo, Cosmos, El hombre y la Tierra, National Geographic, Planeta Terra, El mundo submarino de Cousteau, Más allá del 2000, etc.) dan una imagen más exacta de lo que es realmente la ciencia, en comparación con la imagen que ofrecen las clases de ciencias.*

Los programas de TV dan una imagen más exacta:

- A. porque muestran todas las caras de la ciencia. En las clases de ciencias, no puedes tener una imagen global por los prejuicios y preferencias personales del profesorado.
 B. porque están más actualizados en los temas que desarrollan.
 C. porque usan imágenes. Éstas suelen describir los acontecimientos más claramente que las palabras.
 D. porque se concentran más en los nuevos desarrollos, que muestran cómo la ciencia se usa en el mundo real. Las clases de ciencias sólo te dan apuntes y problemas, leyes y teorías que no se aplican en la vida diaria.
 E. Ambos, los programas de TV y las clases de ciencias dan imágenes exactas de la ciencia. Los programas de TV se concentran más en los nuevos desarrollos que muestran como se aplica la ciencia en el mundo real. Las clases de ciencias se concentran más en los principios fundamentales que ayudan a explicar lo que cuentan los programas de TV.
 F. Ninguno, ni los programas de TV ni las clases de ciencias dan imágenes exactas de la ciencia. Los programas de TV exageran, distorsionan y simplifican en exceso. Las clases de ciencias sólo dan apuntes, problemas y detalles que no se aplican en la vida diaria. Las clases de ciencias dan una imagen más exacta porque ofrecen hechos, explicaciones y la posibilidad de hacerlo tú mismo estudiando ciencias paso a paso (esto es, aprendes realmente como se hace la ciencia). Los programas de TV:
 G. sólo dan ejemplos específicos y sencillos, aunque sea interesante verlos. Estos ejemplos producen una visión reducida de la ciencia.
 H. básicamente dan a la gente lo que quiere ver: discusiones, opiniones, exageraciones y explicaciones sencillas.