



Reflexiones de futuros maestros sobre dónde debe intervenir la ciencia en su día a día

Reflections of Future Teachers on Where Science Should Intervene in their Daily Lives

Marta Reina, Beatriz Pérez-Bueno, Marta Ceballos

Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU, Departamento de Ciencias Experimentales. Sevilla, España.

mreina@ceu.es, bperez@ceu.es, mceballos@ceu.es

<https://orcid.org/0000-0001-7419-3544>, <https://orcid.org/0000-0002-9211-9679>, <https://orcid.org/0000-0001-5911-3227>

Ángel Ezquerro

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas,

Facultad de Educación. CFP

angelezq@ucm.es

<https://orcid.org/0000-0002-5736-9867>

RESUMEN • El objetivo de este estudio es examinar en qué ámbitos de la vida diaria identifican 250 estudiantes del grado de Educación Primaria la presencia de la ciencia y valorar cómo piensan que esta debe intervenir. De sus respuestas iniciales se establecieron tres categorías: *escenarios* donde hay ciencia, *finalidades* y *límites* de la ciencia. En su reflexión final, tras un debate, se observó un aumento significativo en el número de respuestas, tanto en escenarios (entre los que destacan salud, tecnología, medio ambiente y alimentación) como en finalidades y límites vinculados con la participación de la ciencia en la vida de los ciudadanos. La incorporación de este tipo de actividades en la formación de maestros podría ayudar a mejorar la identificación de contextos sociocientíficos, siendo esta circunstancia un aspecto deseable dentro de su conocimiento didáctico del contenido (CDC).

PALABRAS CLAVE: Ciencia en sociedad; Maestros en formación; Educación primaria; Debate entre iguales; Conocimiento didáctico del contenido.

ABSTRACT • The objective of this study is to identify the aspects of daily life in which 250 primary teachers in training identify the presence of science and to value how they think that it should intervene. Three categories were established from their initial answers: contexts where science is present, science purposes, and science limits. In their final reflections, after a debate had taken place, there was a significant increment in the number of answers in every category: contexts (among which health, technology, environment and nourishment stand out), and the purposes and limits related to the participation of science in citizens' lives. Implementing this type of activities in teacher training could help students to better identify socio-scientific contexts, this circumstance being a desirable aspect in their pedagogical content knowledge (PCK).

KEYWORDS: Science in society; Teachers in training; Primary education; Peer debate; Pedagogical content knowledge.

Recepción: marzo 2024 • Aceptación: agosto 2024 • Publicación: noviembre 2024

INTRODUCCIÓN

El grado de interés por temas de ciencia y tecnología ha aumentado en los últimos años en nuestra sociedad (Delors et al., 1996; Vázquez and Manassero, 2009; Tytler y Osborne, 2012; FECYT, 2023). Sin embargo, los ciudadanos suelen tener problemas para identificar qué conocimientos sobre ciencia deberían tener y cómo aplicarlos en su día a día (Unesco, 1999; EU, 2007; COSCE, 2011). Los maestros en formación, como ciudadanos que son, pueden presentar estas mismas dificultades. El estudio presentado por Fernández-Carro et al. (2022) analiza cómo las creencias en pseudociencias y supersticiones de los docentes en formación no se separan de las de la población en general. En sentido inverso, la formación que se proporcione al profesorado también juega un papel fundamental en la alfabetización científica de la ciudadanía, siendo esto motivo de estudio por parte de algunos autores, como Vilches y Gil-Pérez (2007), Uskola (2016), Aznar y Puig (2016), Garelli et al. (2017) y Almada et al. (2020), entre otros. Por tanto, entran en juego dos niveles de interacción: el profesorado como parte de la ciudadanía y el profesorado como agente del cambio en la percepción social de la ciencia. Tener ambas visiones en cuenta resulta fundamental para formular propuestas de enseñanza que busquen promover una alfabetización científica en los ciudadanos del futuro.

Los futuros maestros deben comprender que la ciencia afecta a la sociedad, pero también que el desarrollo de la ciencia está condicionado por los intereses de la sociedad en cada momento (Cañal y de Pro, 2012). No se trata solo del aprendizaje de un vocabulario científico, sino de la comprensión y el entendimiento de su significado real (Sánchez-Mora y Macías-Néstor, 2019), y la educación es el medio a través del cual se difunde y promueve una cultura científica en la sociedad (Sadler y Czeidler, 2005). Se busca una alfabetización funcional que ayude al futuro alumnado, como ciudadanos, a participar en la ciencia o a tomar decisiones informadas en su vida diaria (Dagher y Erduran, 2014; Manassero y Vázquez, 2019).

En uno de los estudios llevados a cabo por la FECYT (2006) ya se indicaba que el currículo de las materias científicas se debería desarrollar en torno a problemas encuadrados en contextos sociales, culturales o tecnológicos (Hodson, 2003, 2011). La clave está, por tanto, en la concepción del currículo de ciencia escolar que se debe movilizar para los futuros profesores. Mostrar al profesorado una ciencia contextualizada los prepara para formar alumnos –ciudadanos– comprometidos en comprender y analizar críticamente las cuestiones científicas para así poder tomar decisiones informadas (Reis y Galvão, 2004; Domènech-Casal, 2018). Esto es, los profesores en formación, además de aprender ciencia, tienen que aprender sobre ciencia, a hacer ciencia y a enfrentar cuestiones sociocientíficas (Hodson, 2014). Este metaconocimiento debería formar parte de lo que se denomina naturaleza de la ciencia.

Esto implica que el profesorado necesita un conocimiento didáctico del contenido (Shulman, 1986) específico para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT) (Vázquez y Manassero, 2019; Cobo-Huesa et al., 2022). En particular, deben ser capaces de identificar escenarios científicos, que definimos como contextos específicos en la vida cotidiana donde la ciencia juega un papel crucial. Esto les permitirá integrar, en su futura práctica docente, diseños didácticos contextualizados que muestren la presencia de la ciencia en la sociedad (Ezquerro et al., 2022). En este sentido, es crucial que los programas de formación de maestros en didáctica de las ciencias integren activamente una comprensión profunda de cómo la ciencia y la tecnología interactúan con la sociedad y cómo aprender a identificar y enseñar estas interacciones. Al hacerlo, estaremos formando maestros capacitados para inspirar y empoderar a sus estudiantes, cultivando una generación de ciudadanos críticos, informados y conscientes del papel vital de la ciencia y de la tecnología en la resolución de los desafíos actuales y futuros (Klosterman y Sadler, 2010). El uso de controversias sociocientíficas (Cebrián-Robles, España-Ramos y Reis, 2021; Zeidler y Nichols, 2009; Díaz y Jiménez-Liso, 2012) puede ser un ejemplo de cómo llevar al aula temas contextualizados, actuales y emergentes, como el déficit hídrico

(Díaz, 2014), la vacunación (Maguregi, Uskola y Burgoa, 2017) o la energía nuclear y sus residuos (Cruz-Lorite et al., 2023; Crujeiras-Pérez et al., 2020). Esta visión global con frecuencia incluye aspectos políticos, económicos, éticos, ambientales, etc. (Sadler, 2004), algo que es esencial para la toma de decisiones en cuestiones sociocientíficas.

Sin embargo, autores como Osborne y Pimentel (2023) exponen las pocas oportunidades que se les ofrece a los alumnos para llevar a cabo debates abiertos que promuevan el desarrollo de habilidades para cuestionar, argumentar y evaluar la información. Además, fomentar el diálogo en clase como procedimiento pedagógico favorece el metaaprendizaje y demanda de los estudiantes el análisis de los problemas con perspectivas sociales relevantes (Álvarez, 2010; Oliveira y Sadler, 2008). Cuanto mayor sea la complejidad de la situación que haya que resolver, mayor es la necesidad de recurrir al diálogo para su solución (Gutiérrez y Castro, 2018).

Todo esto está en consonancia con el nuevo marco legislativo de la LOMLOE, el cual ha introducido el concepto de las situaciones de aprendizaje como escenarios inspirados en contextos reales donde el alumno debe intervenir de forma crítica. El uso e interpretación de datos meteorológicos de las aplicaciones de sus móviles, los radares de tramo frente a los radares tradicionales para el control de velocidad del tráfico en carretera o el desarrollo de medidas de prevención frente a riesgos sísmicos de su zona son algunos ejemplos de dichos contextos reales de aprendizaje. Se pretende así que sean capaces de construir una base científica sólida que les ayude a desenvolverse mejor como ciudadanos críticos y autónomos en un sistema democrático. Para su diseño, Domènech (2022) incluye, además de la competencia conceptual y procedimental, la epistémica, la tecnológica y la ciudadana. Competencias que tendrá que desarrollar, por tanto, el futuro docente para, de esta forma, incluir en sus futuras propuestas didácticas situaciones donde sus alumnos deban identificar riesgos y oportunidades, debatir, proponer soluciones a problemas o vincular la ciencia al ejercicio de la ciudadanía.

Pero para poder contextualizar el aprendizaje se debe, en primer lugar, conocer el modo en el que la ciencia está presente en los diferentes escenarios del día a día. Por ello, el objetivo del presente estudio es identificar en qué ámbitos de la vida diaria reconocen los maestros en formación que está presente la ciencia, y valorar cómo piensan que debe intervenir.

METODOLOGÍA

Este estudio exploratorio y descriptivo, combinado con un análisis estadístico, está centrado en estudiantes del grado de Educación Primaria y forma parte de un trabajo más amplio sobre la identificación de contextos científicos por parte de los futuros docentes (Vílchez et al., 2021; Ezquerra et al., 2022). En este estudio nos centramos en las respuestas dadas a la pregunta «¿En qué cuestiones de la vida cotidiana de los ciudadanos debe intervenir la ciencia?».

La visión del profesorado en formación sobre esta cuestión fue recogida en una sesión de aproximadamente una hora de duración a través de una actividad de respuesta-debate-reflexión (RDR), procedimiento muy estructurado en formato y duración (Ezquerra, 2012). En la primera fase (de unos 10 min), el alumno anota individualmente su respuesta a la pregunta planteada; a continuación, se establece un debate (de unos 30 min), donde todos comparten sus respuestas y, finalmente, se plantea una reflexión (20 min) centrada en valorar lo escuchado. El objetivo de la actividad es buscar la reestructuración de ideas a través del afloramiento de las concepciones y actitudes propias, el contraste con las exhibidas por los iguales y la reflexión sobre todo el proceso. La actividad fue realizada durante el curso 2020-2021 por 250 estudiantes (191 mujeres y 59 hombres) pertenecientes a cuatro centros universitarios españoles del grado de Educación Primaria situados en las comunidades autónomas de Andalucía, Madrid, Castilla-La Mancha y Castilla y León.

Con el apoyo del *software* Atlas.ti, se realizó un análisis del contenido de las respuestas. En concreto, se llevó a cabo un proceso iterativo de agrupación de las respuestas y una contrastación bibliográfica. Esto permitió crear un libro de códigos para categorizar las respuestas y analizar sus coocurrencias. La comparativa frecuencial de los datos obtenidos en la fase de respuesta y de reflexión permitió valorar la influencia de la fase de debate.

La significatividad estadística en el cambio en la distribución de proporciones se analizó con el programa SPSS mediante la prueba de McNemar, con un nivel de confianza del 95 %. Esta prueba no paramétrica permitió comparar las respuestas de los propios alumnos antes y después del debate, evaluando cambios específicos en cada categoría. De este modo se determinó si existen diferencias significativas en las proporciones de las variables categóricas dependientes de datos pareados (identificar o no cada escenario, asignar o no finalidades a la ciencia, asignar o no límites a la ciencia).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de contextos, finalidades y límites de la ciencia

Tras la codificación de las respuestas en la fase inicial se identificó una primera categoría, que denominamos *escenarios*, con nueve subcategorías que recorrían los distintos escenarios del día a día en los que debía intervenir la ciencia. Aunque la pregunta no requería ir más allá, de las respuestas emergieron otras dos categorías de forma espontánea: la *finalidad* y los *límites* que consideraron que debía tener la ciencia.

Centrándonos en la primera categoría, la tabla 1 recoge una breve descripción de los escenarios identificados por los estudiantes. Varios de estos coinciden con los propuestos por España et al. (2013) como contextos para el desarrollo de la competencia científica, y otros han sido sugeridos por Ezquerria et al. (2017) para identificar en qué situaciones los ciudadanos reconocen contenidos científico-tecnológicos en su entorno cotidiano.

Tabla 1.
Descripción de los escenarios identificados

| Categoría: <i>Escenarios</i> | <i>Descripción</i> | <i>Ejemplos representativos</i> |
|------------------------------|---|--|
| Salud | Medicina, bienestar (físico, mental y social), otros | «Salud y bienestar» |
| Tecnología | Avances tecnológicos, TIC (<i>hardware</i> , <i>software</i>), otros | «Toda la tecnología afecta a los ciudadanos por lo que debería estar presente siempre» |
| Medio ambiente | Energías, recursos y residuos, otros | «Conservación del medio ambiente» |
| Alimentación | Alimentos, nutrición, dieta (equilibrio), procesos (conservación, cocina, envasado, aditivos, etiquetado, etc.) | «Alimentación saludable» |
| Educación | Formal, no formal, informal | «Educación, en el sentido de la didáctica» |
| Medios de transporte | Avances de los distintos medios de transporte | «Vehículos», «Medios de transporte» |
| Acción pública | Economía, política, otros | «El desarrollo de la economía, mejor eficiencia económica» |
| Ramas del saber | Disciplinas científicas o sus objetos de estudio | «Conocimiento en sí, aunque no sea práctico como tal» |
| Medios de comunicación | Tradicionales, RR. SS. / internet, TIC (herramientas de comunicación), publicidad | «Intervención en los medios de comunicación» |

El estudio frecuencial de los resultados de la fase inicial y de la reflexión final se muestran en la tabla 2. Aunque no se pidiera una jerarquización de los escenarios identificados, los datos indican una mayor presencia de unos frente a otros, por lo que se asume que una mayor frecuencia de un escenario refleja una mejor identificación de este.

De las respuestas iniciales, se comprueba que un 84 % mencionaron la salud como uno de los escenarios en los que la ciencia debe intervenir, siendo este el escenario más citado por los estudiantes. Con frecuencias menores, los estudiantes también reconocieron la necesidad de intervención científica en tecnología (54 %), medio ambiente (49 %) y alimentación (44 %). Estos resultados están en consonancia con el último informe sobre la percepción social de la ciencia y la tecnología de nuestro país (FECYT, 2023), que refleja la asociación positiva entre la ciencia y los ámbitos de la salud, la investigación y la tecnología. Además, también refleja cómo la mayoría de la ciudadanía muestra preocupación por problemas medio ambientales como el cambio climático. Esta alineación de nuestros estudiantes (futuros maestros) con el global de la población parece coherente con lo referido en la bibliografía (Fernández-Carro et al., 2022), ya que la mayoría no fueron capaces de relacionar la ciencia con otros escenarios no tan «evidentes» para la aplicación inmediata de esta (Guisasola y Morentin, 2007). Esto se pone de manifiesto, por ejemplo, cuando solo un 30 % de los estudiantes consideró la Educación como un escenario donde debe participar la ciencia, lo cual llama la atención, puesto que se trata de futuros maestros. Sin embargo, este resultado está en consonancia con el poco potencial que ven los ciudadanos a las respuestas que la ciencia ofrece para solucionar problemas relacionados con el fracaso escolar (FECYT, 2023). Otros escenarios menos considerados por los estudiantes fueron los de medios de transporte (24 %), acción pública (17 %), ramas del saber (12 %) y medios de comunicación (8 %).

Tabla 2.
Frecuencias de escenarios en la respuesta inicial y en la reflexión final

| Categoría: Escenarios | Respuesta inicial | Reflexión final |
|------------------------|-------------------|-----------------|
| Salud | 84 % | 91 % |
| Tecnología | 54 % | 68 % |
| Medio ambiente | 49 % | 62 % |
| Alimentación | 44 % | 54 % |
| Educación | 30 % | 44 % |
| Medios de transporte | 24 % | 31 % |
| Acción pública | 17 % | 28 % |
| Ramas del saber | 12 % | 23 % |
| Medios de comunicación | 8 % | 23 % |

Al comparar estos datos con la columna de la reflexión final, observamos que, aunque aumentaron las frecuencias en todos los escenarios, los más citados inicialmente siguieron siendo los más mencionados en la reflexión final. Esto sugiere una mayor percepción de la ciencia y un mantenimiento de la identificación inicial.

La prueba de McNemar permite confirmar que el debate ha tenido una influencia estadísticamente significativa en todos los escenarios ($p < 0.01$). Este resultado apoya las aportaciones de Albe (2008) cuando señala que las discusiones grupales sobre ciencia y sociedad hacen que los estudiantes integren su conocimiento científico en experiencias cotidianas, y se constata que las dinámicas de cuestionar y debatir en el aula pueden ayudar a construir conocimiento, ampliar los saberes y retroalimentar a los estudiantes en sus distintas fases de aprendizaje (Benoit, 2020).

Respecto a la categoría de finalidad, en la tabla 3 se recogen algunos ejemplos representativos de las subcategorías identificadas.

Algunas respuestas muestran la ciencia como algo funcional que ayuda al desarrollo de competencias científicas tanto personal (por ejemplo, la necesidad de entender la factura de la luz o el etiquetado de los alimentos) como socialmente (por ejemplo, la mejora de la calidad de vida y la gestión política). Otras hablan de su utilidad para la formación de un pensamiento más crítico; siguiendo a Troy et al. (2004), esta visión es un elemento fundamental de la alfabetización científica. Otras respuestas concretan e indican que la ciencia permite resolver problemas sociales cotidianos, como las propuestas por García et al. (2022) para analizar cuestiones controvertidas relacionadas con la gestión del agua que requieren de un abordaje integral y multidisciplinar.

También se recogieron declaraciones sobre el progreso que genera la ciencia gracias a su importante papel investigador. Algunos estudiantes mencionan la finalidad arbitral que debería tener la ciencia para supervisar el rigor de mensajes publicitarios en diferentes medios de comunicación o redes sociales, de ahí la importancia de trabajos como los de Cebrián-Robles (2019), que ayudan a futuros maestros a identificar noticias falsas. También aparecen respuestas en las que los estudiantes ponen de manifiesto la finalidad divulgadora de la ciencia gracias a la cual los ciudadanos pueden mantenerse informados de forma veraz y asequible.

Tabla 3.
Descripción y ejemplos representativos
de las subcategorías emergidas dentro de la categoría de finalidad

| Categoría: <i>Finalidad</i> | <i>Descripción</i> | <i>Ejemplos representativos</i> |
|-----------------------------|---|--|
| Funcionalidad | Desarrollo de competencias científicas para desenvolverse en su día a día ante la resolución de problemas o la toma de decisiones | «Conocer cosas básicas como consumo de un electrodoméstico, etiquetado de alimentos, interpretar la composición de un determinado producto, para qué sirven y cómo se deben usar los medicamentos más habituales» |
| Formativa | Desarrollo de un pensamiento crítico. Formación integral y holística | «En la publicidad aparece bastante ciencia, por lo que hay que tener un pensamiento crítico para saber si lo que nos están diciendo es cierto o no» «Formar ciudadanos que elijan políticos a la altura hará que todas las cuestiones se resuelvan mejor» |
| Investigadora | Progreso generado y nuevos descubrimientos | «En sanidad e investigaciones para prevenir enfermedades como el cáncer» |
| Arbitral | Supervisión del rigor científico en situaciones cotidianas (publicidad, periodismo, política, etc.) | «La ciencia debe tratar de que se cuelen en el día a día de los ciudadanos la menor cantidad de noticias falsas» |
| Divulgadora | Conocimiento de la ciencia más asequible, pero sin perder el rigor, y contribución a una imagen adecuada de esta | «Me ha parecido interesante el tema del periodismo, educación y comunicación, ya que es importante que la información que se divulgue sea veraz y que llegue a toda la sociedad» |

Respecto a la evolución de las respuestas, cabe destacar que, inicialmente, el 45 % de los estudiantes agregaron de forma espontánea alguna finalidad a los escenarios mencionados, mientras que en su reflexión final este tipo de respuestas aumentó hasta un 74 %. La prueba de McNemar indicó que el diálogo entre iguales tuvo un impacto estadísticamente significativo en la forma de responder a la

pregunta ($p < 0,01$), haciendo que se sientan impulsados a agregar y describir cómo perciben la labor de la ciencia, su finalidad, en determinados ámbitos.

Por último, la tabla 4 muestra las subcategorías y los ejemplos más representativos sobre los *límites* que debería tener la ciencia según los participantes en el estudio. Algunos alumnos mencionaron límites de forma muy general, haciendo entender que la ciencia tiene barreras que no debería rebasar. Otros alumnos afinaron más en sus comentarios, y plantearon dilemas éticos, morales o culturales, apelando a la prudencia y a las responsabilidades de tecnocientíficos y políticos, ideas que coinciden con el estudio de Jenkins (1997). También reflexionaron sobre la necesidad de respetar el equilibrio medioambiental y el uso responsable de los recursos naturales. Hubo estudiantes que se plantearon los posibles usos perversos de la ciencia, asociándolos a la explotación irresponsable y dañina, algo que podría derivar en desastres, manipulaciones o crisis. Esta visión del alumnado coincide con los límites que se imponen los propios científicos cuando se niegan a investigar para producir armas o cuando publican documentos limitando su propia actividad científica a causa del riesgo derivado de esta (Pérez-Marcos, 2013). También aparecen respuestas en las que se plantean si los límites dependen del contexto o de las circunstancias específicas en las que se utilice la ciencia.

Tabla 4.
Descripción y ejemplos representativos
de las subcategorías emergidas dentro de la categoría de límites

| Categoría: <i>Límites</i> | <i>Descripción</i> | <i>Ejemplos representativos</i> |
|--------------------------------------|--|--|
| Sin especificar | En general la ciencia tiene determinadas barreras que no debería cruzar | «La ciencia es un gran avance en nuestra sociedad, sin embargo, en ocasiones sobrepasa algunos límites» |
| Éticos/ religiosos/ culturales | No todo lo que es posible realizar desde un punto de vista científico es correcto desde el punto de vista ético/religioso o cultural | «La ciencia debe tener un carácter moral, en el sentido de que tiene que avanzar de manera que el mundo tenga un equilibrio» |
| Medioambientales | El avance científico debe tener en cuenta los posibles daños que pueda causar al medioambiente | «La ciencia tiene que avanzar, pero para tener un mundo no solo científico-tecnológico, sino también ecológico, con un correcto uso de los recursos naturales» |
| Usos perversos | El uso malintencionado de la ciencia que pueda derivar en catástrofes provocadas o agravar conflictos sociopolíticos | «El mal uso de ella con el nuevo método llamado pseudociencia» «Dos aspectos interesantes son la política y los medios de comunicación, ya que son dos ámbitos en los que muchas veces comunican la ciencia con intención de manipular a la sociedad» |
| Discutibles | Los límites dependen del contexto o de las circunstancias | «La ciencia quizá tenga ciertos límites, por ejemplo, las clonaciones. ¿En qué casos estarían justificadas?» |

En la fase de respuesta inicial solo un 7 % de los estudiantes planteó la necesidad de poner límites o condicionantes a las intervenciones que hace la ciencia en determinados escenarios. Es posible que la gran mayoría de los estudiantes tiendan a ver la ciencia como solución y no reconozcan o se paren a pensar en los límites que se le podría o debería poner. Tras la puesta en común entre compañeros, este porcentaje aumentó hasta el 20 %, considerándose un cambio significativo según la prueba de McNemar ($p < 0,01$). Esto indica que durante el debate un pequeño número de alumnos consiguió promover una conciencia sobre los posibles riesgos y las consecuencias del avance científico. En este sentido, la actividad llevada a cabo brindó la oportunidad de considerar los riesgos derivados de los

avances de la ciencia y la tecnología; aspecto formativo en el que incide Albornoz (2014) y que se relaciona con una visión más amplia y equilibrada de la ciencia, algo que mejora y completa su alfabetización científica.

Relación de los escenarios con las finalidades y límites de la ciencia

Teniendo en cuenta que tanto la categoría de finalidades como la de límites están relacionadas con algún escenario, se estudiaron sus coocurrencias con el fin de conocer qué escenarios consideraban los estudiantes que tenían más finalidades asociadas a la ciencia y en cuáles se deberían establecer límites.

La tabla 6 muestra los distintos escenarios junto a ejemplos representativos de respuestas que asociaron con algún tipo de finalidad de la ciencia.

Tabla 6.
Ejemplos representativos de finalidades de la ciencia asociadas a un escenario determinado

| Finalidad | |
|------------------------|--|
| Escenarios | Ejemplos representativos |
| Salud | «Debe ayudar a promover una sociedad más crítica que promueva una mayor equidad entre los ciudadanos sobre todo en calidad de vida y salud » |
| Tecnología | «Gracias a la tecnología hemos tenido una gran mejora en la sociedad respecto a la calidad de vida» |
| Medio ambiente | «En la elección de los materiales de mi ropa, para elegirlos correctamente y así minimizar el impacto medioambiental que pueda tener» |
| Medios de comunicación | «La publicidad y las noticias científicas de los medios de comunicación , de tal forma que los ciudadanos sepan identificar cuándo es mentira y cuándo no, para así ir formando su espíritu crítico» |
| Alimentación | «En la alimentación , ya que la ciencia nos ayuda a identificar falsos tópicos, como que cuanto más natural es el alimento menos perjudicial es, y que existen numerosos alimentos naturales, como algunas setas, que no se pueden comer» |
| Acción pública | «La ciencia debería intervenir en cuestiones de desarrollo económico para eliminar la desigualdad entre países» |
| Educación | «En la educación , para la formación, didáctica y estructuración de los conocimientos científicos» |
| Medios de transporte | «En el transporte , para crear opciones más respetuosas con el medio ambiente y más baratas si puede ser» |
| Ramas del saber | «Algunos conocimientos geológicos, porque se emplean para la construcción de casas» |

Las frecuencias de las coocurrencias entre los escenarios y las finalidades, antes y después del debate, se muestran en la tabla 7.

Tabla 7.
Frecuencias de las coocurrencias entre finalidad
y escenarios en la respuesta inicial y en la reflexión final

| <i>Coocurrencias</i> | <i>Respuesta inicial</i> | <i>Reflexión final</i> |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Finalidad-tecnología | 46 % | 75 % |
| Finalidad-salud | 40 % | 73 % |
| Finalidad-medios de transporte | 39 % | 81 % |
| Finalidad-acción pública | 38 % | 75 % |
| Finalidad-medio ambiente | 39 % | 75 % |
| Finalidad-ramas del saber | 38 % | 72 % |
| Finalidad-alimentación | 35 % | 73 % |
| Finalidad-educación | 29 % | 30 % |
| Finalidad-medios de comunicación | 26 % | 72 % |

En la respuesta inicial (tabla 7), observamos que de los alumnos que consideraron la tecnología como escenario el 46 % incluyeron su aplicabilidad, siendo este el de mayor porcentaje en las respuestas iniciales. Esto puede ser debido a que este escenario es el más estrechamente relacionado con su uso cotidiano y con aplicaciones prácticas o a que, de forma general y como apuntan Membiela (2002) y Acevedo-Díaz et al. (2003), se perciba como una herramienta que puede ayudar a solucionar problemas o a mejorar la calidad de vida. Esta visión estaría en consonancia con la imagen utilitarista de la ciencia y, en particular, de la tecnología (Acevedo, 2006), poniendo en valor los beneficios directos y evidentes de esta en la vida diaria. Además, a menudo la tecnología se percibe subordinada a la ciencia como un instrumento útil para abordar sus objetivos (Acevedo, 1998; Latour 1987).

En el resto de los escenarios, el porcentaje de respuestas que incluían la finalidad está entre el 40 % y el 35 %, excepto educación, con un 29 %, y medios de comunicación, con un 26 %. Quizá sea debido a que los estudiantes no conocían o no habían reflexionado sobre el modo en el que la ciencia puede influir en dichos ámbitos y, menos aún, en sus finalidades.

Sin embargo, la comparación de respuestas de este último escenario con sus repuestas finales deja patente que el debate permitió aumentar de forma significativa ($p < 0,01$) el número de finalidades asignadas a los medios de comunicación, hasta alcanzar el 72 %, siendo el aumento más acusado entre todos los escenarios. Todo parece indicar que estos estudiantes terminaron la actividad siendo mucho más conscientes del papel que los medios de comunicación desempeñan en la sociedad (Grande et al., 2016), ofreciendo argumentaciones basadas en una función arbitral que controle la responsabilidad de transmitir información precisa y confiable o en una que contribuya al desarrollo de la cultura científica en la sociedad. En este sentido, numerosas iniciativas dentro de la comunidad científica intentan plantear medidas contra la desinformación o sobre cómo interactuar con los medios de comunicación (Bayo et al., 2019; Bayo et al., 2018).

Si analizamos lo ocurrido con el escenario de la educación, observamos todo lo contrario. A pesar de que tras el debate aumentó el número de respuestas que incluían la educación como parte de los escenarios donde percibían la existencia de la ciencia (tabla 2), el debate no ha tenido mucho efecto en la proporción de alumnos que le asignaran una finalidad. Estos resultados estarían en consonancia con la idea de Vilches y Gil-Pérez (2013) acerca de que ni los propios docentes en activo conocen qué aportaciones hace la investigación en didáctica de las ciencias a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En el resto de los escenarios, también se ha visto un aumento significativo ($p < 0,01$) en el porcentaje de respuestas que incluyen finalidades, estando en todas ellas por encima del 70 %. Esto sugiere que el debate fue lo suficientemente efectivo para sensibilizar a algunos estudiantes sobre la aplicabilidad de la ciencia en múltiples ámbitos. Por ejemplo, el 72 % reconoce cómo el avance en el conocimiento científico de diferentes ramas del saber contribuye a mejorar su día a día, al igual que la muestra del estudio de Oliver (2016), que admitió su importancia para comprender el funcionamiento de fenómenos y procesos químicos que ocurren en la naturaleza. El escenario con mayor índice de aplicabilidad (81 %) terminó siendo el de los medios de transporte. Sus respuestas se centran en la mejora de la eficacia y la seguridad, así como en la creación de vehículos menos contaminantes. Esto concuerda con la vinculación que Fernandes et al. (2018) establecen entre los problemas socioambientales y el impacto de la ciencia y la tecnología.

Otro aspecto importante es cómo perciben los límites que debe tener la ciencia en cada uno de los escenarios. La tabla 8 muestra ejemplos representativos. Resulta llamativo observar que los límites comentados por el alumnado se dirigieron, casi exclusivamente, a restricciones que deberían imponerse a la actividad científica. No consideraron, o al menos no lo expresaron en sus respuestas, los límites intrínsecos que tiene la ciencia como generadora de conocimiento; es decir, no observaron limitaciones en la capacidad de la ciencia o la tecnología para alcanzar o desarrollar un determinado logro. Esta ausencia de referencias parece un elemento de interés para futuras investigaciones y suscita un gran número de preguntas: hasta qué punto la ciencia y la tecnología son percibidas como todopoderosas, qué sensación produce en los individuos que la ciencia «sea omnipotente», por qué se tiene esta percepción, en qué estamos fallando para que se transmita una imagen tan poco realista, etc. Es importante que los alumnos reconozcan la relevancia que algunos límites intrínsecos a la ciencia pueden tener sobre decisiones políticas. Por ejemplo, los amplios rangos de incertidumbre en la predicción sobre el cambio climático hacen necesaria una buena comunicación entre los responsables dentro de la ciencia y de la política para dar argumentos sólidos sobre las causas y efectos del cambio climático (Moreno-Plata, 2019).

Tabla 8.

Ejemplos representativos de límites de la ciencia asociados a un escenario determinado

| Límites | |
|------------------------|--|
| <i>Escenarios</i> | <i>Ejemplos representativos</i> |
| Tecnología | «Los seres humanos debemos hacer un buen uso de estas nuevas tecnologías, ya que si se abusa de ellas nos puede dar una respuesta negativa hacia lo que buscamos» |
| Medio ambiente | «La ciencia tiene que avanzar, pero para tener un mundo no solo científico-tecnológico, sino también ecológico, con un correcto uso de los recursos naturales» |
| Salud | «Debemos plantearnos si la ciencia debe determinar o permitir aspectos sanitarios como la clonación animal o la posibilidad de obtener bebés a la carta» |
| Educación | «Mejorar los conocimientos educativos, pero siempre sin obviar los elementos perjudiciales que esta puede producir en la sociedad y no cumplir uno de los objetivos elementales de la ciencia que es el de progreso beneficioso» |
| Alimentación | «Se debe reflexionar sobre lo que nos comemos y hasta qué punto es aconsejable, por ejemplo, el consumo de alimentos transgénicos y hormonados y uso de conservantes» |
| Medios de transporte | «¿Puede la ciencia avanzar hasta el punto de establecer patinetes como vehículos y quedar estos por encima de lo saludable que es caminar? ¿No debería tenerse en cuenta la contaminación que se ha provocado debido a la accesibilidad de varios coches por familia?» |
| Acción pública | «La ciencia está presente en nuestras vidas en multitud de aspectos, pero, aun así, en ocasiones, su intervención no es todo lo adecuada que podría ser, como por ejemplo en asuntos políticos, con cuestiones opinables y tergiversables» |
| Medios de comunicación | «Estamos empeorando las relaciones interpersonales, en tanto que cada vez más se rigen a través de redes sociales o dispositivos móviles en vez de un cara a cara» |

Es interesante observar que los límites de la ciencia que los alumnos han identificado en los ámbitos de su vida cotidiana son diversos y varían en función del escenario (tabla 9, coocurrencias entre las categorías de escenarios y límites, antes y después del debate). Se observa que el mayor índice de coocurrencia entre límites y escenarios en su respuesta inicial se estableció en tecnología y medios de transporte, con un 7 % en ambos casos. Destacamos que el escenario donde menos límites se ha considerado es en educación, con solo un 1 % de las respuestas. Una vez más, nos hace pensar que los alumnos no parecen considerar la ciencia en el ámbito de la educación.

Tabla 9.
Frecuencias de las coocurrencias entre las categorías de límites y de escenarios en la respuesta inicial y en la reflexión final

| <i>Coocurrencias</i> | <i>Respuesta inicial</i> | <i>Reflexión final</i> |
|-------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Límite-tecnología | 7 % | 19 % |
| Límite-medios de transporte | 7 % | 14 % |
| Límite-salud | 5 % | 19 % |
| Límite-medios de comunicación | 5 % | 17 % |
| Límite-medio ambiente | 5 % | 15 % |
| Límite-alimentación | 4 % | 13 % |
| Límite-ramas del saber | 3 % | 12 % |
| Límite-acción pública | 2 % | 25 % |
| Límite-educación | 1 % | 19 % |

El debate produjo, de nuevo, un aumento estadísticamente significativo ($p < 0,01$) en los estudiantes que sugirieron límites para la ciencia. Esto nos lleva a considerar que la discusión ayudó a pensar más críticamente sobre los límites y las posibilidades de la ciencia en esos escenarios, y a tener una imagen más realista de su papel en la sociedad. Los dos aumentos más pronunciados se dan en educación y en acción pública, siendo este último escenario el que finalmente se percibe con más límites, con un 25 %.

El hecho de que en el ámbito de la educación el debate haya movilizado un mayor aumento de límites a la intervención científica, comparándolo con la categoría de finalidad (tabla 7), sugiere que los estudiantes centran sus reflexiones más en la necesidad de establecer fronteras para un uso responsable de la ciencia en este escenario que en el propósito en sí de la ciencia en la educación.

Salud y tecnología, junto a educación, estarían a la par, con un 19 % de las respuestas. La necesidad de marcar límites en el ámbito tecnológico queda también constatada en la parte de la sociedad que rechaza ciertas aplicaciones de la ciencia relacionadas con la industria armamentística y la energía nuclear (Solbes et al., 2007) o en la invasión de la privacidad por falta de seguridad cibernética (De la Rosa, 2021). En el caso de la salud, manifiestan los límites en distintas áreas, incluyendo la investigación médica, la práctica clínica en forma de dilemas éticos y la implementación de tecnologías.

CONCLUSIONES

Este estudio ha permitido identificar los escenarios donde hay ciencia según los futuros maestros de educación primaria. Los más citados son salud, tecnología, medio ambiente y alimentación, lo cual coincide con los datos de la FECYT (2023), estando dichos escenarios vinculados directamente con su

rutina diaria. Esto nos hace pensar, en la misma línea que lo propuesto por Vílchez-González (2023) y por Guisasola y Morentin (2007), en la necesidad de trabajar en el aula una ciencia más contextualizada que sirva para identificar escenarios menos visibles, como la acción pública o los medios de comunicación. Mención especial requiere el escenario de la educación, puesto que la muestra son futuros maestros y, sin embargo, la mayoría no contemplan la existencia de la relación ciencia-educación. Parece deseable hacer conscientes a los maestros en formación de que la ciencia proporciona el conocimiento y las teorías que sustentan tanto las prácticas educativas como la toma de decisiones en el aula.

Se consideraron también para el análisis dos categorías que surgieron de forma espontánea: la finalidad y los límites. Los usos que atribuyeron a la ciencia fueron de carácter funcional, formativo, arbitral, divulgador e investigador. Algunos también mencionan la necesidad de poner límites a las intervenciones que hace la ciencia en determinados escenarios, por ejemplo, éticos, culturales o medioambientales, e incluso a posibles usos perversos de esta. Los alumnos perciben una ciencia que tiene objetivos y propósitos más allá de la mera acumulación de conocimiento, pero que debe tener restricciones. Sin embargo, parece que les resulta más complicado reconocer que la ciencia no puede abordar todos los problemas y desafíos. Ser conscientes de estos límites de capacidad les puede ayudar a ser más críticos al evaluar afirmaciones y conclusiones científicas, evitando así una visión idealizada de la ciencia.

Por otro lado, la actividad RDR ha permitido valorar cómo piensan los alumnos que la ciencia debe intervenir en su vida cotidiana, movilizándose durante el debate opiniones, argumentaciones y cuestionamientos de ideas. Esto coincide con Oliveira y Sadler (2008) cuando concluyen que opiniones construidas de forma colaborativa están mejor fundamentadas y, por tanto, permiten la construcción de conocimiento. En nuestro caso, se ha observado un aumento estadísticamente significativo tanto del número de respuestas en los escenarios, las finalidades y los límites mencionados, como de las consideraciones epistemológicas sobre finalidades y límites de la ciencia al terminar la actividad. Los estudiantes tuvieron un espacio para el intercambio de ideas y la confrontación de perspectivas, lo que ayudó no solo a la comprensión sobre el alcance de la ciencia en múltiples escenarios, sino también a la reflexión sobre sus finalidades y límites, conocimientos que emergen como componentes esenciales del CDC (Shulman, 1986) en la enseñanza de las ciencias y su naturaleza. De este modo, los futuros educadores podrán proporcionar una formación más significativa y relevante, vinculando los conceptos científicos con las problemáticas del mundo real y fomentando una cultura científica crítica y ética en el aula que empodere a sus estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo contemporáneo con una mentalidad informada y comprometida.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de los proyectos:

- Artificial Intelligence to Identify Emotions and Behaviours in Teaching and Learning Processes in Sciences, PR3/23-30815, financiado por la Universidad Complutense de Madrid.
- Identificación de Contextos Científicos en la Sociedad. Herramientas para Docentes y Ciudadanos, RTI2018-094303-A-I00. Convocatoria 2018 (2019-22) de proyectos I+D+i «RETOS INVESTIGACIÓN» del programa estatal de I+D+i orientada a los retos de la sociedad.

REFERENCIAS

- Acevedo, J. A. (1998). Tres criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología. En E. Banet y A. de Pro (Eds.), *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias* (pp. 7-16). DM.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A. y Acevedo, P. (2003). Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 353-376.
- Acevedo, J. A. (2006). Modelos de relaciones entre ciencia y tecnología: un análisis social e histórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(2), 198-219.
- Albe, V. (2008). When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: students' argumentation in group discussions on a socio-scientific issue. *Research in Science Education*, 38, 67-90.
- Albornoz, M. (2014). Cultura Científica para los Ciudadanos y Cultura Ciudadana para los Científicos. *Revista Luciérnaga-Comunicación*, 6(11), 71-77.
- Almada, C. y Regina, S. (2020). Alfabetización científica y cambios en los procesos de formación. Profesores de ciencias en la Educación Básica. En C. Naval, A. Bernal, G. Jover Roig, J. L. Fuentes, y A. R. Tudela-Cárdenas (Eds.), *Una acción educativa pensada: Reflexiones desde la filosofía de la educación* (pp. 22-30). Dykinson.
- Álvarez, C. (2010). El diálogo en el aula para la educación de la ciudadanía. *Investigación en la Escuela*, 71, 51-62.
- Aznar, V. y Puig, B. (2016). Concepciones y modelos del profesorado de primaria en formación acerca de la tuberculosis. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), 33-52.
- Bayo, I., Menéndez, O., Fuertes, J., Milán, M. y Mecha, R. (2019). *La comunidad científica ante las redes sociales*. Universidad Complutense.
- Bayo, F., Mecha, R. y Milán, M. (2018). *La comunidad científica ante los medios de comunicación. Guía de actuación para la divulgación de la ciencia*. Universidad Complutense.
- Benoit, C. G. (2020). La formulación de preguntas como estrategia didáctica para motivar la reflexión en el aula. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 11(2), 2020, 95-115.
<https://doi.org/10.18861/cied.2020.11.2.2994>
- Cebrián-Robles, D. (2019). Identificación de noticias falsas sobre ciencia y tecnología por estudiantes del grado de Primaria. Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, 55, 23-36.
<https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i55.02>
- Cebrián-Robles, D., España-Ramos, E. y Reis, P. (2021). Introducing preservice primary teachers to socioscientific activism through the analysis and discussion of videos. *International journal of science education*, 43(15), 2457-2478.
- Cobo-Huesa, C., Abril, A. M. y Ariza, M. R. (2022) Conocimiento didáctico del contenido sobre naturaleza de la ciencia y pensamiento crítico en la formación inicial de profesorado de Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(3), 3602.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3602
- Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE). (2011). *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las ciencias en la didáctica escolar para edades tempranas en España*. Rubes Ed.
- Crujeiras-Pérez, B., Martín-Gámez, C., Díaz-Moreno, N. y Fernández-Oliveras, A. (2020). Trabajar la argumentación a través de un juego de rol: ¿debemos instalar el cementerio nuclear? *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 125-142 <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2888>
- Cruz-Lorite, I. M., Cebrián-Robles, D., Acebal-Expósito, M. del C. y Blanco-López, Á. (2023). Pre-service primary teachers' positions on nuclear power before and after a role play. *Journal of Turkish Science Education*, 20(3), 379-398.
<http://dx.doi.org/10.36681/tused.2023.022>

- Delors, J., Al Mufti, I., Amagi, I., Carneiro, R., Chung, F., Geremek, B., Gorham, W., Kornhauser, A., Manley, M., Padrón-Quero, M., Savané, M-A., Singh, K., Stavenhagen, R., Suhr M-W. y Nanzhao, Z. (1996). *Learning: The Treasure Within. Report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-First Century*. Unesco.
- Díaz Moreno, N. y Jiménez-Liso, M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 54-70.
- Díaz Moreno, N. C. (2014). Determinación de una controversia sociocientífica a nivel local: el caso del agua como recurso natural en prensa. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 697-698
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1417>
- Domènech-Casal, J. (2018). Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta de marco para la Competencia Científica para la Ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1105.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1105
- Dòmenech-Casal, J. (2022). Reflexiones y orientaciones para el despliegue del nuevo currículo de ciencias en la ESO. *Ciències*, 45, 55-72.
<https://doi.org/10.5565/rev/ciencias.468>
- Erduran, S. y Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the nature of science for science education: Scientific knowledge, practices and other family categories*. Springer.
- España, E., Blanco, A. y Rueda J. (2013). Identificación de problemas de la vida diaria como contextos para el desarrollo de la competencia científica. En P. Membiola, N. Casado y M. I. Cebreiros (Eds.), *Experiencias de investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias* (pp.169-173). Educación Editora.
- European Commission, EC, High Level Group on Science Education. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. European Commission.
- Ezquerra, A. (2012). Midiendo la realidad a través de la imagen. Una propuesta de enseñanza apoyada en la gramática visual. *Alambique*, 71, 7-21
- Ezquerra, A. y Magaña, M. (2017). Identificación de contextos tecnocientíficos en el entorno del ciudadano: estudio de caso. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 645-650.
- Ezquerra, A., Fernández-Carro, R., Vílchez, J. E., Vílchez, J. M. (2022). Aprendiendo a buscar ciencia en la sociedad. Recursos didácticos para el profesorado. Pirámide.
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT. (2006). *Indicadores del Sistema español de Ciencia y Tecnología 2006*. Ministerio de Educación y Ciencia, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. FECYT. (2023). *Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2022*. Ministerio de Ciencia e Innovación, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- Fernandes I. M., Pires D. y Delgado-Iglesias J. (2018). ¿Qué mejoras se han alcanzado respecto a la Educación Científica desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente en el nuevo Currículo Oficial de la LOMCE de 5º y 6º curso de Primaria en España? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1101.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1101
- Fernández-Carro, R., Vílchez, J. E., Vílchez-González, J. M. y Ezquerra, A. (2022). Multivariate Analysis of Beliefs in Pseudoscience and Superstitions Among Pre-service Teachers in Spain. *Science & Education*, 32, 909-925. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00354-y>

- García Fernández, B., Paños, E. y Ruiz-Gallardo, J. R. (2022). Alfabetización científica, C-T-S-A y pensamiento crítico. Conceptualización y aplicaciones en el ámbito educativo. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 6(2).
<https://doi.org/10.17979/arec.2022.6.2.9046>
- Garelli, F., Zucchi, M., Mordeglia, C. y Dumrauf, A. (2017). Representaciones sociales sobre dengue en docentes de Argentina en dos contextos epidemiológicos: aportes para la formación docente. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 458-472.
- Grande, A., Martínez-Salanova, J., Martínez, J. F. y Balbuena, L. (2016). Ciencia y Medios de comunicación. *Aularia: Revista Digital de Comunicación*, 5(2) 53-64.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 246-262.
- Gutiérrez, P. y Castro, M. (2018). El aprendizaje entre iguales como metodología de trabajo para la inclusión educativa. Experiencia docente en una escuela de Extremadura. *Revista de Investigación en Educación*, 16(1), 78-92.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
<https://doi.org/10.1080/09500690305021>
- Hodson, D. (2011). *Looking to the future*. Springer Science & Business Media.
- Hodson, D. (2014). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534-2553.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722>
- Jenkins, E. (1997). Scientific and technological literacy for citizenship: what can we learn from research and other evidence? En S. Sjoberg y E. Kallerud (Eds.), *Science, Technology and Citizenship*. Norwegian Institute for Studies in Research and Higher Education.
- Klosterman, M. L. y Sadler, T. D. (2010). Multi-level assessment of scientific content knowledge gains associated with socioscientific issues-based instruction. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1017-1043.
- Latour, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Harvard University Press.
- Maguregi, G., Uskola, A. y Burgoa, B. (2017). Modelización, argumentación y transferencia de conocimiento sobre el sistema inmunológico a partir de una controversia sobre vacunación en futuros docentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 29-50.
- Manassero-Mas, M. A. y Vázquez-Alonso, A. (2019) Conceptualización y taxonomía para estructurar los conocimientos acerca de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3), 3104.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3104
- Membriela, P. (2002). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Narcea.
- Moreno-Plata, M. (2019). La ciencia y la política pública: reflexiones sobre los riesgos de la pseudo-ciencia en la nueva Era del cambio climático. *Boletín Científico Sapiens Research*, 9(2), 41-51.
- Oliveira, A. W. y Sadler, T. D. (2008). Interactive Patterns and Conceptual Convergence During Student Collaborations in Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(5), 634-658.
- Osborne, J. y Pimentel, D. (2023). Science Education in an Age of Misinformation. *Science Education*, 107(3), 553-571.
<https://doi.org/10.1002/sce.21790>
- Pérez Marcos, M. (2013). Los límites de la ciencia. *Estudios filosóficos*, 62(181), 569-574.

- Pro, A. (2012). Los ciudadanos necesitan conocimientos de ciencias para dar respuestas a los problemas de su contexto. En E. Pedrinaci (Coord.), *11 Ideas clave: El desarrollo de la competencia científica* (pp. 83-104). Graó.
- Reis, P. y Galvão, C. (2004). Socio-scientific controversies and students' conceptions about scientists. *International Journal of Science Education*, 26(13), 1621-1633.
- Sadler, T. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 513-536.
<http://dx.doi.org/10.1002/tea.20009>
- Sadler, T. D. y Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.
<https://doi.org/10.1002/tea.2004>
- Sánchez, M. D. y Macías, A. P. (2019). El papel de la comunicación pública de la ciencia sobre la cultura científica: acercamientos a su evaluación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 3-13.
<https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2019.v16.i1.1103>
- Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
<https://doi.org/10.2307/1175860>
- Sadler, T. D., Chambers, W. F. y Zeidler, D. (2004) Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387-409.
<https://doi.org/10.1080/0950069032000119456>
- Tytler, R. y Osborne, J. (2012). Student Attitudes and Aspirations Towards Science. En B. Fraser, K. Tobin y C. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 597-625). Springer.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Unesco. (1999). *Declaration on science and the use of scientific knowledge*. Adopted by the World Conference on Science, 1 July 1999. Budapest, Hungary.
- Uskola, A. (2016). ¿Los productos homeopáticos pueden ser considerados medicamentos? Creencias de maestras/os en formación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 574-587.
- Vázquez-Alonso, A. y Manassero, M. (2019). La educación de ciencias en contexto: Aportaciones a la formación del profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 46, 15-37.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 33-48.
- Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2007). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (22), 67-85.
<https://doi.org/10.17227/ted.num22-379>
- Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2013). Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias. Necesidad de una mayor vinculación. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (34), 15-27.
- Vílchez, J. M., Fernández-Carro, J. R., López-Luengo, M. A., Ruiz-Pastrana, M., Ceballos, M., Pérez-Bueno, B., Reina, M., Beneitez, A. E., de la Fuente, A., Fernandez-Sanchez, B., Bárcena, A. I., López-García-Gallo, P., Ezquerro, A., (2021). *Aprendiendo a buscar ciencia en la sociedad. Diseño, estructura e implementación de un curso formativo para futuros docentes. 29 Encuentros de Didáctica de las CC. Experimentales*. Universidad de Córdoba y APICE.
- Zeidler, D. L. y Nichols, B. H. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.

Reflections of Future Teachers on Where Science Should Intervene in their Daily Lives

Marta Reina, Beatriz Pérez-Bueno, Marta Ceballos

Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU, Departamento de Ciencias Experimentales. Sevilla, España.

mreina@ceu.es, bperez@ceu.es, mceballos@ceu.es

<https://orcid.org/0000-0001-7419-3544>, <https://orcid.org/0000-0002-9211-9679>, <https://orcid.org/0000-0001-5911-3227>

Ángel Ezquerra

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas, Facultad de Educación. CFP

angelezq@ucm.es

<https://orcid.org/0000-0002-5736-9867>

Citizens usually find it difficult to identify the scientific knowledge they should have and how to apply it in their daily lives (UNESCO, 1999; EU, 2007, COSCE, 2011). As citizens, trainee teachers may have the same difficulties. Thus, two levels of interaction come into play: teachers as citizens and teachers as agents of change in the social perception of science. Having both visions into account is crucial to formulate pedagogical proposals which aim to promote scientific literacy in future citizens. But in order to contextualise learning, it is necessary to know in which way science is present in different everyday contexts. Therefore, the objective of this study is to identify the aspects of daily life where teachers in training recognise the presence of science and to value how they think that it should intervene.

To achieve this goal, an exploratory and descriptive study was carried out together with a statistical analysis. It focuses on Primary Education degree students and is part of a wider work on the identification of scientific contexts by future teachers (Vílchez et al., 2021; Ezquerra et al., 2022). In this study we focus on the answers provided to the question: *In which aspects of citizens' daily lives should science intervene?*

The trainee teachers' view on this question was recorded in the course of a one-hour session through a reply-debate-reflection (RDR) activity, a well-structured procedure both in format and duration. The activity was carried out in the school year 2020-2021 by 250 Primary Education degree students (191 women and 59 men) from four Spanish university centres.

An analysis of the answers was carried out with the aid of Atlas.ti software. The comparison between the frequency data obtained in the reply and reflection phases allowed the assessment of the effect of the debate stage. The statistical significance in the change in the distribution of proportions was analyzed with the SPSS program using the McNemar test with a confidence level of 95 %.

This study has made it possible to identify the *contexts* where future primary teachers think there is science. The most frequently mentioned ones were health (91 %), technology (68 %), environment (62 %) and nourishment (54 %), these sceneries being directly related to their daily routine and the data coinciding with those of FECYT (2023). Two new categories emerging spontaneously in students' answers were also analysed: *purpose* (74 %) and *limits* (20 %).

On the other hand, the RDR activity has made it possible to assess how students think that science should intervene in their daily lives. The debate phase stimulated the exchange of opinions and arguments and the questioning of ideas. In our case, a statistically significant increase has been observed, both in the number of contexts and in the purposes and limits mentioned. Students had the opportunity to exchange ideas and discuss perspectives, which helped them understand the scope of science in multiple contexts and reflect on its purposes and limits, whose knowledge emerged as an essential component of PCK (Shulman, 1986) in the didactics of science and its nature. In this way, future teachers will be provided with a more significant, relevant training, connecting scientific concepts to real world problems and promoting a critical and ethical scientific culture in the classroom that empowers their future students to face the challenges of the contemporary world with an informed and committed mindset.

