

Capítulo 17. Las cuestiones sociocientíficas en la enseñanza de las ciencias

Ángel Blanco López

*Universidad de Málaga. Facultad de Ciencias de la Educación. Didáctica de las Ciencias
Experimentales. Grupo de Investigación ENCIC (www.encic.es)*

Contacto: ablancol@uma.es

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el mundo es un lugar complejo por muchas razones. El momento actual de la historia ha sido definido como «modernidad líquida» (Bauman, 2000), destacando que las realidades sólidas de generaciones anteriores, como el trabajo o las relaciones duraderas, han desaparecido y han dado paso a un mundo más precario, provisional, ávido de novedades y, con frecuencia, agotador. En la última década, ha irrumpido con fuerza la idea de la «posverdad» (Llorente, 2017) en la que las creencias personales, irrefutables para muchos, han ganado fuerza frente a la lógica y los hechos y han acabado por asentarse como supuestos compartidos por la sociedad, confundiendo a la opinión pública. La «posverdad» es una condición social que amenaza la confianza en la ciencia y el pensamiento crítico de las personas (Valladares, 2022). Otra característica de la situación actual es la «infoxicación», es decir, el problema causado por el exceso de información que, paradójicamente, está produciendo un aumento de la desinformación (Osborne y Pimentel, 2023). Esta situación se ha complicado aún más con la aparición de las noticias falsas, la publicidad digital, los algoritmos utilizados en Internet, las redes sociales y el rápido auge de la inteligencia artificial que está impregnando todas las esferas de la vida, entre ellas la educación científica (Jia *et al.*, 2023).

En estos momentos, la educación científica debe proporcionar una respuesta educativa a un conjunto de desafíos que enfrentan los ciudadanos, muchos de los cuales están incluidos en los Objetivos de Desarrollo Sostenible formulados por las Naciones Unidas (United Nations, 2015). La salud y el bienestar (ODS 3), Energía asequible y no contaminante (ODS 7), Acción por el clima (ODS 13), Los recursos (ODS 14 y 15), etc., son algunos de ellos.

Para intentar abordar esos desafíos la didáctica de las ciencias en las últimas décadas está poniendo cada vez más énfasis en vincular el contenido y los objetivos de la enseñanza de las ciencias con lo que la ciudadanía necesita para participar de manera efectiva en la sociedad contemporánea, una sociedad que depende en gran medida de la ciencia y la tecnología (Blanco-López *et al.*, 2015). Al respecto, se han desarrollado diferentes enfoques de enseñanza, entre los que cabe destacar

la enseñanza en contexto (King y Ritchie, 2012), Ciencia-Tecnología y Sociedad (CTS) en la educación científica, su sucesor Ciencia-Tecnología-Sociedad y Ambiente (véase capítulo 15) y el de las cuestiones socio-científicas (Sadler, 2011). A pesar de algunas diferencias específicas entre ellos, estos enfoques ofrecen ideas más holísticas y críticas de las relaciones entre la ciencia y la tecnología con muchos de los desafíos personales, sociales y medioambientales a los que se enfrenta la humanidad, y que en la enseñanza se pueden utilizar para contribuir a un mundo más justo y respetuoso con el medio ambiente (Bencze *et al.*, 2020).

Este capítulo se centra en el enfoque de las cuestiones socio-científicas (en adelante CSC, utilizado tanto para el plural como el singular) intentando mostrar un panorama de su situación actual en la didáctica de las ciencias que sea útil para investigadores y docentes noveles. En primer lugar, se delimita el concepto de CSC, pasando después a analizar sus aportaciones más destacadas a la educación científica. En tercer lugar, se describen aspectos importantes para el diseño y el tratamiento de CSC en el aula de ciencias (objetivos, temáticas, metodologías y recursos) y los desafíos que plantea su enseñanza. Se finaliza con algunas implicaciones para la investigación y la enseñanza de CSC.

LAS CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL

Con esta denominación en el ámbito de la didáctica de las ciencias nos referimos a problemas reales, complejos y sin resolver, que están intrínsecamente vinculados a la intersección entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Algunos ejemplos de CSC son: el cambio climático, los alimentos transgénicos, la clonación, la energía nuclear, la inteligencia artificial o el uso de pesticidas.

Aunque existe acuerdo sobre la naturaleza y sus características más relevantes, en la literatura se puede encontrar diferentes definiciones que ponen el acento en algunas de ellas. En la Tabla 17.1 se muestran algunas de las más utilizadas en la literatura, resaltando en cursivas las características que incluyen.

Tabla 17.1. Algunas definiciones del concepto «cuestión sociocientífica».

DEFINICIÓN	AUTORES
Problemas relacionados con ciencia y sociedad que denota la <i>compleja relación que existe entre ambas</i> y que normalmente surgen cuando <i>existe una diferencia de opiniones o desacuerdos entre periodistas, ciudadanos y científicos.</i>	Kolstø (2001)
<i>Problemas sociales</i> en los que la causa, la posible vía de solución, o ambas cuestiones, recaen en <i>alguna aplicación del conocimiento tecnocientífico.</i>	Oulton, Dillon y Grace (2004)
<i>Cuestiones sociales controvertidas con vínculos conceptuales y/o de procedimiento con la ciencia.</i> Son además <i>complejas, abiertas que carecen de soluciones simples y directas.</i>	Sadler (2004)
Cuestiones que <i>no están decididas ni por la ciencia ni por la sociedad</i> , que <i>están abiertas y suscitan debates y controversias</i>	Legardez y Simonneaux (2006)
Dilemas o controversias sociales que tienen en su base nociones científicas pero que además <i>se relacionan con otros campos: sociales, éticos, políticos y ambientales</i> , requiriendo <i>análisis interdisciplinarios</i> para la toma de decisiones.	Jiménez-Aleixandre (2010) Solbes y Torres (2012)
Problemas controvertidos con una <i>profunda conexión social y científica</i> , que <i>generan incertidumbre</i> y se manifiestan en <i>discusiones entre diversos sectores sociales</i> , enfatizando su naturaleza de <i>ciencia en construcción.</i>	Zeidler (2014)

Tomando en consideración todas ellas podemos plantear una definición de CSC en los siguientes términos:

Son cuestiones sociales en las que se muestran las complejas relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Su carácter abierto, sin soluciones simples ni directas, generan incertidumbre en la sociedad y suscitan discusiones, debates y controversias importantes en muchos casos. Su abordaje requiere enfoques interdisciplinares ya que se relacionan con otros muchos campos: sociales, éticos, económicos, políticos y ambientales y demandan la toma de posiciones de la ciudadanía, de forma individual o colectiva.

Se utilizan diferentes denominaciones para referirse a este campo, Los términos «cuestiones», «controversias», «problemas» o «dilemas» suelen usarse de forma intercambiable. La elección del término depende del tipo de cuestión/problema concreto y del matiz que se quiera dar. Así, el término controversia hace referencia a cuestiones sobre las que existe un desacuerdo o debate público y, en algunos casos, polarizado (Díaz-Moreno y Jiménez-Liso, 2012). Por ejemplo, el debate sobre los alimentos transgénicos (España-Ramos y Rueda-Serón, 2023) o el cambio climático (Kurup *et al.*, 2021). Cuando estas cuestiones implican controversias que se mencionan constantemente en los medios de comunicación y las redes sociales se conocen también como cuestiones socialmente (Legardez y Simonneaux, 2006).

Consideramos que «cuestiones» o «problemas» (en inglés sociocientific issues-SSI), son quizás más comunes y abarcadores ya que pueden incluir tanto las controversias como otros tipos de cuestiones o problemas en las que se necesita análisis y toma de decisiones, aunque no susciten controversias relevantes. Por ejemplo, la promoción de la sostenibilidad o la necesidad de tomar decisiones informadas sobre el uso de una tecnología.

APORTACIONES DE LAS CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS A LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

En lo que llevamos del presente siglo las CSC se han convertido en un tema muy relevante en la didáctica de las ciencias, lo que se pone de manifiesto en diferentes revisiones realizadas al respecto (por ejemplo, Badeo y Duque, 2022; Díaz-Moreno y Jiménez-Liso, 2012; Högström *et al.*, 2025; Sadler, 2004, 2009; Viehmann *et al.*, 2024 y Zeidler, 2014). La vasta literatura al respecto identifica numerosas aportaciones de la enseñanza de CSC a la educación científica. En este apartado nos centraremos en la contribución al desarrollo de la alfabetización científica y del pensamiento crítico. Más adelante se mencionarán otras más específicas que se derivan de estos dos aspectos.

Existe consenso en que la enseñanza de CSC fomenta el desarrollo de la alfabetización científica (Zeidler, 2014), pero dadas las numerosas formas en que se ha definido este concepto, es necesario precisar a cuáles de ellas nos estamos refiriendo. Una categorización potencialmente muy útil es la de Roberts (2007), quien organiza las diferentes formas de entender la alfabetización científica en dos visiones. La Visión I se centra en «el canon de la ciencia natural ortodoxa, es decir, los productos y procesos de la ciencia en sí misma» (Roberts, 2007, p. 703), mientras que la Visión II lo hace en «situaciones con un componente científico, con las que los estudiantes probablemente se encontrarán como ciudadanos» (ibíd.). La aportación de la enseñanza de CSC se relaciona con la Visión II y con la que se ha denominado alfabetización científica funcional, es decir, la capacidad de aplicar conceptos científicos en contextos del mundo real (Ryder, 2001).

En los últimos años se ha puesto de manifiesto que las Visiones I y II carecen de énfasis en la acción sociopolítica y en los valores, que son esenciales para tomar decisiones informadas desde el punto de vista moral y ético, un objetivo destacado en muchos planes de estudios de ciencias en todo el mundo (Sjöström *et al.*, 2017). Esta laguna ha dado lugar a la aparición de una definición más amplia de la alfabetización científica, que introduce una Visión III que destaca la importancia de formar a los estudiantes como ciudadanos globales mediante el desarrollo de sus perspectivas socioculturales y sociopolíticas, sus valores y sus acciones (Sjöström, 2025). Acevedo (2006) afirma que las controversias en torno a las cuestiones tecnocientíficas sirven como demostraciones claras de la relación entre la educación en valores y la educación científica. España y Prieto (2009, 2010) resaltan la im-

portancia del tratamiento de CSC, como el cambio climático, para educar para la sostenibilidad. En estrecha relación con esta Visión III de la alfabetización científica, la enseñanza CSC se ha descrito como una forma de promover la ciudadanía (Chowdhury *et al.*, 2020).

La enseñanza de CSC se considera también un ámbito privilegiado para el desarrollo del pensamiento crítico (véase capítulo 13). Solbes (2013) afirma que, aunque la ciencia es metodológicamente crítica en sí misma, su enseñanza tiene que abordar CSC para que pueda desarrollar el pensamiento crítico y actuar socialmente. Existe amplia evidencia sobre su contribución en tal sentido (Dusturia *et al.*, 2024, Fitriyani *et al.*, (2025). Para ello, se están llevando a cabo esfuerzos para caracterizar el pensamiento crítico en el contexto de las CSC (Jiménez-Aleixandre y Puig, 2022; Solbes y Torres 2012; Vieira *et al.*, 2011,) y proponer modelos para desarrollar propuestas de enseñanza (Puig *et al.*, 2023; Vila *et al.*, 2023). Desde el grupo de investigación ENCIC de la Universidad de Málaga (www.encic.es) hemos desarrollado el modelo «ENCIC-CT» (CT, del inglés critical thinking) (Franco-Mariscal *et al.*, 2024) que consta de cuatro componentes clave: problemas de la vida cotidiana/CSC; dominios y dimensiones, prácticas científicas y estrategias de enseñanza. Cada componente se representa como una capa, que muestra varios niveles de conceptualización del pensamiento crítico y su enseñanza. Este modelo se ha aplicado al desarrollo de propuestas didácticas centradas en un buen número de CSC (Franco-Mariscal, 2024).

LAS CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Recientes revisiones sistemáticas como la Högström *et al.* (2025), de publicaciones en inglés del periodo 1997-2021, y la de Viehmann *et al.*, (2024), de publicaciones en inglés y en español del 2013-2023, permiten formarse una imagen comprensiva sobre cómo se está llevando a cabo el tratamiento de las CSC en la enseñanza de las ciencias, fundamentalmente en la educación primaria y secundaria. Para ello, en este apartado se presentan los objetivos de la enseñanza de CSC, los tópicos y problemas que más se han tratado, los métodos y recursos más utilizados y orientaciones para el diseño y desarrollo en el aula de propuestas didácticas. Finalmente, se analizan los desafíos que conlleva su aplicación en el aula.

Objetivos de la enseñanza de cuestiones sociocientíficas

La enseñanza de CSC aborda una amplia tipología de objetivos que pueden organizarse en seis categorías (Högström *et al.*, 2025): capacidad de tomar decisiones informadas; aprendizaje de contenidos científicos; capacidad de argumentación; de comunicación; aprendizaje de la naturaleza de la ciencia; y el fomento de la

participación democrática. Estos objetivos están estrechamente relacionados con la alfabetización científica y el desarrollo del pensamiento crítico.

Se pretende, en primer lugar, que los estudiantes participen en la toma de decisiones relacionadas con la CSC específica que se está abordando en el aula y, a más largo plazo, ofrecer a los estudiantes herramientas que puedan utilizar cuando se enfrenten a otras CSC en sus vidas futuras. La toma de decisiones informadas conlleva, entre otros aspectos, adoptar perspectivas y debatir y negociar con otras personas posibles alternativas y consecuencias. También es importante que los estudiantes identifiquen y utilicen los conocimientos científicos como parte esencial de su razonamiento.

El aprendizaje de contenidos científicos es otro objetivo importante de la enseñanza de CSC y la evidencia muestra que los estudiantes los aprenden (Badeo y Duque, 2022). Sin embargo, hay casos en los que el conocimiento de contenidos científicos, a pesar de ser esencial para la CCS en sí misma, no aparece como un objetivo destacado en algunos estudios. El conocimiento científico que se destaca principalmente es el conocimiento esencial para el razonamiento de los estudiantes sobre la CCS abordada. A este respecto es importante diferenciar entre la enseñanza de una CCS como contexto de construcción o como contexto de aplicación de conocimientos ya adquiridos en otro problema o contexto diferente. En el primer caso, la secuencia didáctica tiene que prestar atención a la construcción de dichos conocimientos.

El desarrollo de la argumentación suele describirse como fundamental en el enfoque CSC (Högström *et al.*, 2025) ya que, independientemente de si los argumentos se centran en hechos o valores, constituyen la base de nuestro razonamiento y nuestra capacidad para explicar cómo pensamos sobre un tema y por qué lo hacemos de esa forma. La enseñanza de CSC puede centrarse en la estructura de los argumentos, en su contenido o en ambos. En algunos estudios se destaca la importancia de que los alumnos sean conscientes y capaces de formular contraargumentos y refutaciones (por ejemplo, García-Pérez *et al.*, 2025).

La comunicación se refiere a dos aspectos diferentes en la enseñanza y el aprendizaje de CSC: a) a la capacidad de los estudiantes para comunicarse entre sí y con el profesor de una manera cómoda y significativa en el marco de una enseñanza basada en el debate; y b) a crear oportunidades para que los estudiantes conozcan a otras personas o utilicen canales de información y de contactos fuera de la escuela para compartir sus conocimientos y experiencias, o para el activismo (Cebrián-Robles *et al.*, 2021). Muy relacionada con esta segunda dimensión de la comunicación, se destaca la participación democrática como un objetivo que se comunica o se hace visible a los estudiantes para que puedan comprender cómo está organizada la sociedad y qué oportunidades tienen como ciudadanos para influir en diversos procesos y decisiones. La enseñanza también puede incidir en el fomento del valor y la voluntad de los estudiantes para acercarse a diferentes sectores relevantes en la CSC tratada (investigadores medios de comunicación, asociaciones ciudadanas o

profesionales, administraciones, empresas privadas, etc.), con el fin de acceder a sus conocimientos, intereses y perspectivas, o para influir en las políticas de la vida real.

La enseñanza de CSC hace hincapié en la importancia de desarrollar la comprensión de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia (véase capítulo 7) con relación a la CSC que esté tratando. Puede ser necesario abordar, por ejemplo, cómo deben evaluarse las incertidumbres al analizar las consecuencias futuras del problema estudiado. Una característica de las CSC es que las pruebas o los conocimientos son incompletos e inciertos, especialmente cuando el conocimiento involucrado sigue formando parte de la vanguardia de la investigación científica o tecnológica.

Cuestiones sociocientíficas objeto de enseñanza

Las CSC más abordadas en la enseñanza de las ciencias pueden incluirse en cuatro áreas generales de conocimiento (Högström *et al.* 2025 y Viehmann *et al.*, 2024):

- a) Medio ambiente y el desarrollo sostenible: cambio climático (gases de efecto invernadero, calentamiento global, etc.); ecosistemas saludables y conservación de especies; energía y recursos; energías renovables; control de residuos; producción y consumo de carne; contaminación del aire, suelo y aguas; pérdida de biodiversidad; amenazas al equilibrio ecológico o uso de la tierra o el agua para obtener materiales o energía.
- b) Genética: modelos genéticos; células y herencia; ingeniería genética; productos modificados genéticamente o desextinción de especies.
- c) Salud: fabricación, uso y efectos de productos nocivos (gas de la risa, nano partículas, glifosatos, etc.); enfermedades infecciosas como el VIH/SIDA o la COVID-19; impactos, beneficios o riesgos del consumo de alimentos específicos; tratamientos médicos o enfermedades específicas.
- d) Tecnología: riesgos asociados a la radiación procedente de soluciones técnicas en la sociedad, elección y uso dispositivos tecnológicos, inteligencia artificial, etc.

Estas cuatro áreas subrayan la relevancia de los retos globales contemporáneos que los estudiantes deben abordar de forma crítica. La mayoría de los estudios se centran en una de ellas, pero también los hay que pueden ser relevantes en varias. Hay casos en los que el punto de partida es una CSC local, lo que se denomina CSC basada en la comunidad. En otros casos la enseñanza de CSC parte del concepto de desarrollo sostenible que pueden debatirse desde una perspectiva medioambiental y/o sanitaria. Sin embargo, Högström *et al.* (2025) muestran que la enseñanza más común tiende a centrarse en los aspectos medioambientales.

En la Tabla 17.2 se recoge una selección de estudios que incluyen propuestas didácticas para la enseñanza de CSC realizadas por miembros del grupo de investigación ENCIC, que ilustran un buen número de CSC concretas relativas las áreas generales antes citadas. No obstante, para más información sobre CSC abordadas en la enseñanza y en la formación del profesorado pueden consultarse las revisiones de Díaz-Moreno y Jiménez-Liso (2012), Högström *et al.* (2025) y Viehmann *et al.* (2024).

Metodologías y recursos

En la enseñanza de CCS se emplea una variedad de metodologías y recursos. Högström *et al.* (2025) destacan las siguientes: debates estructurados o no, juegos de rol, indagación, proyectos de los estudiantes, y relaciones con personas externas al aula. Por su parte Viehmann *et al.*, (2024) mencionan la indagación sociocientífica, seguido del aprendizaje basado en el contexto, en problemas o en casos y, en mucha menor extensión, el aprendizaje basado en modelos.

Los recursos digitales son muy utilizados en la enseñanza de CSC (Högström *et al.*, 2025). Ejemplos de ellos son los materiales de realidad aumentada, herramientas de visualización o juegos de aprendizaje. Además de estos cabe resaltar también la cartografía de controversias (España-Naveira *et al.*, 2023), los micro debates (Bernal-Herrera *et al.*, 2023), los dilemas (Hierrezuelo-Osorio *et al.*, 2022) y los juegos de rol (Franco-Mariscal *et al.*, 2023), como recursos muy utilizados en los trabajos recogidos en la Tabla 17.2.

Orientaciones para el diseño y desarrollo de la enseñanza

A pesar de la amplia literatura sobre la enseñanza de CSC, no existen muchos esquemas y herramientas para ayudar al diseño y su implementación en el aula. Con esta finalidad Presley *et al.* (2013) han desarrollado un esquema compuesto de tres capas concéntricas. En la primera sitúan tres aspectos centrales: elementos de diseño, experiencias de los alumnos y requisitos para el profesorado, que, en conjunto, se ven determinados por las otras dos capas. La intermedia referida al ambiente del aula, y la más externa por elementos periféricos como la escuela/el distrito, la comunidad y las políticas educativas estatales/nacionales.

Tabla 17.2. Relación de artículos que incluyen propuestas didácticas para la enseñanza de CSC en la educación secundaria o en la formación del profesorado.

CUESTIÓN SOCIOCIENTÍFICA	DESTINATARIOS	ESTUDIO
Consumo de azúcar/ Vacunación	Estudiantes de 16-18 años	García-Pérez <i>et al.</i> (2025).
Desextinción de especies	Estudiantes de 15-16 años	Ruiz-González <i>et al.</i> (2025)
Problemáticas asociadas a las masas de agua de un municipio	Profesorado en activo de infantil y primaria	Ramos-Solano <i>et al.</i> (2024)
Productos naturales vs sintéticos	Estudiantes de 14-16 años	Caracuel-González <i>et al.</i> (2024)
Alimentos transgénicos	Estudiantes de secundaria/ Profesorado de ciencias en formación inicial (secundaria)	España-Ramos y Rueda-Serón (2023)
Uso de la energía nuclear	Profesorado en formación inicial (primaria)	Cruz-Lorite <i>et al.</i> (2022, 2023) Cebrián-Robles <i>et al.</i> (2018)
Uso de plásticos	Profesorado de ciencias en formación inicial (secundaria) Estudiantes de 12-16 años	Salcedo-Armijo <i>et al.</i> (2023) López-Fernández <i>et al.</i> (2022, 2023)
Modelo dominante de producción y consumo de carne	Profesorado en formación inicial (infantil y ciencias en secundaria) Estudiantes de secundaria (13-14 años)	Cruz-Lorite <i>et al.</i> (2025) Cabello-Garrido <i>et al.</i> (2023)
Compra de una bicicleta	Profesorado de ciencias en formación inicial (secundaria)	Bernal-Herrera <i>et al.</i> , (2023)
Lactancia humana	Profesorado en formación inicial (primaria)	Palma-Jiménez <i>et al.</i> (2025)
COVID-19	Profesorado en formación inicial (primaria)	García-Ruiz <i>et al.</i> (2022)
Compra de un coche	Estudiantes de secundaria (14-15 años)	Moreno-Fontiveros <i>et al.</i> (2016)
Implantación de una luna artificial/Coches autónomos/ Consumo de azúcar/ Dieta vegana	Profesorado en formación inicial (infantil y ciencias en secundaria)	Hierrezuelo-Osorio <i>et al.</i> (2022)
Consumo de agua embotellada versus agua del grifo	Estudiantes de secundaria (14-15 años)	Rodríguez-Mora y Blanco-López (2021)
Construcción de una central salina	Profesorado en formación inicial (infantil, primaria y secundaria)	Cebrián-Robles <i>et al.</i> (2021)
Publicidad sobre alimentación	Estudiantes de secundaria (14-15 años)	Girón-Gamero <i>et al.</i> (2015)
Calentamiento global	Profesorado de ciencias en formación inicial (secundaria)	España-Ramos <i>et al.</i> (2013)

Aspectos centrales

En la Tabla 17.3 se muestran los aspectos que Presley *et al.* (2013) consideran centrales a la hora de pensar en la enseñanza de CSC. Tanto para el diseño como para las experiencias de los estudiantes, estos autores consideran que existen elementos imprescindibles para que la enseñanza recoja las características relevantes de las CSC y otros que pueden ser recomendables. En el caso del profesorado, distinguen dos dimensiones importantes: la familiaridad con la CSC tratada y su papel en este tipo de enseñanza.

Tabla 17.3. Aspectos centrales en el diseño y desarrollo de propuesta de enseñanza de CSC
(Adaptado de Presley *et al.*, 2013).

A. ELEMENTOS DE DISEÑO	
IMPRESINDIBLES	RECOMENDADOS
(1) Centrarse en un problema convincente, socialmente apasionante que tenga fuertes vínculos con la ciencia y/o la tecnología. (2) Presentar el problema al principio de la enseñanza (para que sirva como contexto real para el aprendizaje) (3) Proporcionar ayudas para la práctica de habilidades de orden superior (argumentación, toma de decisiones, análisis crítico de la información, etc.) (4) Proporcionar una experiencia de culminación (juegos de rol, debates, proyectos, etc.), que ofrezca la oportunidad de integrar lo aprendido, reflexionar sobre su experiencia y utilizar habilidades de orden superior.	(1) Usar los medios de comunicación para conectar las actividades de clase con el mundo real (por ejemplo, artículos de prensa o la televisión para acceder a información reciente sobre el problema tratado). (2) Usar tecnología para facilitar las experiencias de aprendizaje de los estudiantes (por ejemplo, para establecer redes con otros estudiantes o expertos en diferentes lugares).
B. EXPERIENCIAS DE LOS ESTUDIANTES	
IMPRESINDIBLES	RECOMENDADOS
(1) Involucrarse en prácticas de habilidades de orden superior. (2) Confrontar ideas y teorías científicas relativas al problema tratado (por ejemplo, realizando alguna investigación u oyendo argumentos opuestos). (3) Recoger y/o analizar datos científicos relativos al problema tratado (4) Analizar la dimensión social del problema.	(1) Confrontar los aspectos éticos del problema, aprendiendo a manejar las tensiones que aparecen cuando se discuten estos aspectos (2) Considerar la naturaleza de los aspectos de la ciencia relacionados con el problema. Por ejemplo, la incertidumbre, la provisionalidad del conocimiento científico, así como a las influencias socioculturales sobre la ciencia.
C. REQUISITOS PARA DEL PROFESORADO	
FAMILIARIDAD CON EL PROBLEMA	PAPEL DEL PROFESORADO
(1) Conocer el contenido científico relacionado con el problema, pero no se espera que lo sepa todo (2) Ser consciente de las consideraciones sociales del problema,	(1) Honestidad acerca de las limitaciones del conocimiento. (2) Mostrarse a sí mismo como un contribuidor al conocimiento más que como la única autoridad. (3) Asumir la incertidumbre y transformarla en experiencias de aprendizaje potentes y atractivas para los alumnos.

El ambiente de clase

El entorno del aula constituye la segunda capa del esquema, conformada por factores que influyen significativamente en los aspectos centrales ya mencionados. Las características esenciales del entorno del aula para apoyar y dar forma a la enseñanza de CSC incluyen:

- a) Altas expectativas de participación de los estudiantes, creando un entorno que les permita sentirse cómodos.
- b) Entorno colaborativo e interactivo, incentivando la realización de debates grupales, presentaciones y argumentaciones que fomenten una participación más significativa y promueva la responsabilidad de los estudiantes.
- c) Que los estudiantes y los profesores se respeten mutuamente y se sientan seguros ya que, a menudo, necesitan debatir temas controvertidos.

Desarrollar un ambiente de clase con estas características lleva tiempo y requiere un esfuerzo importante por parte del profesor y una aceptación significativa por parte de los estudiantes.

Elementos periféricos

Otras influencias conforman la tercera y última capa del esquema Presley *et al.* (2013). Las influencias de la escuela, de la comunidad, así como las políticas educativas estatales y nacionales pueden afectar a la enseñanza de CSC. El apoyo y estímulo a los profesores que la implementan, el acceso a materiales didácticos basados en CSC, la flexibilidad del currículum que permite a los profesores adaptar la enseñanza o las conexiones entre las propuestas de enseñanza y los objetivos curriculares son aspectos importantes en este sentido. Por otro lado, para la implementación de este tipo de enseñanza son elementos relevantes la existencia y conocimiento de los problemas de la comunidad local, para impulsar propuestas didácticas basadas en CSC, y las estrategias para negociar las preocupaciones o el rechazo de los miembros de la comunidad respecto a la enseñanza de CSC.

Desafíos para la enseñanza de cuestiones sociocientíficas

A pesar de las ventajas educativas descritas anteriormente, y las evidencias del notable impacto de la enseñanza de CSC en el aprendizaje (Badeo y Luque, 2022), la literatura muestra que todavía no es un enfoque muy extendido en la práctica de la enseñanza de las ciencias. Esto se relaciona con la existencia de desafíos que

proviene de cuatro ámbitos (Viehmann *et al.*, 2024): la práctica docente, la formación del profesorado, los estudiantes y los currículos (Tabla 17.4).

Tabla 17.4. Desafíos para la introducción o el uso de CSC en la enseñanza de las ciencias (adaptada de Viehmann *et al.*, 2024).

ÁMBITO	DESAFÍOS
Práctica docente	Resistencia al cambio del discurso monológico al dialógico a pesar de los intentos de formación y desarrollo profesional realizados.
	Dificultades para abordar los valores y creencias personales y los aspectos éticos de la ciencia.
	Limitados conocimiento o comprensión de las causas y consecuencias de las CSC en toda su complejidad.
Formación del profesorado	Falta de asociación explícita de las CSC con las competencias curriculares en los planes de formación del profesorado.
	Falta de vinculación de las CSC con los conceptos científicos en la formación del profesorado.
	Falta de preparación para abordar cuestiones emocionales en la formación del profesorado, lo que se traduce en falta de concienciación de los docentes sobre las emociones que pueden generar en los estudiantes los temas controvertidos.
Los estudiantes	Falta de conocimientos previos o básicos sobre CSC e insuficiente alfabetización mediática.
	Falta de profundidad intelectual en cuestiones sociales (multiculturalismo, derechos humanos, justicia social, etc.).
	Insuficiente alfabetización emocional (falta de habilidades emocionales para involucrarse en situaciones de aprendizaje estresantes).
El currículum	Un enfoque disciplinario de la enseñanza de las ciencias (exámenes exigentes desde este enfoque) que no incorporan las CSC o que, en su caso, solo les otorgan un papel marginal.
	Escasa atención al concepto de riesgo futuro o consecuencias futuras en la enseñanza de las ciencias en la escuela.
	No se centran en la acción con formación científica, entendida como la capacidad de aprovechar múltiples áreas relevantes del conocimiento y de la práctica para informar acciones responsables sobre CSC,

CONSIDERACIONES FINALES

El panorama expuesto en las páginas anteriores pone de manifiesto la importancia que el tratamiento de CSC tiene actualmente en la educación científica. Puede considerarse un ámbito de investigación y desarrollo consolidado. Existe un amplio consenso y evidencias sobre sus aportaciones a una alfabetización científica destinada a empoderar a la ciudadanía para que se involucre en los grandes problemas y desafíos planteado hoy día y sea capaz de tomar decisiones responsables utilizando la evidencia científica disponible en cada momento. También se valora su aportación al desarrollo del pensamiento crítico (Puig *et al.*, 2023).

Pero a pesar de estas aportaciones y de la vasta literatura sobre la enseñanza de CSC su utilización en las aulas de ciencia y en la formación del profesorado dista de ser generalizada. El conjunto de desafíos, descritos anteriormente están actuando como barreras para esta generalización, particularmente los relativos a la formación del profesorado y a la escasa consideración en los currículos y en las políticas educativas a las CSC.

En el ámbito de la enseñanza hay que reconocer la falta de herramientas y metodologías para integrar de manera efectiva el aprendizaje emocional, los valores, y el reconocimiento de las perspectivas diversas en el aula. Esta brecha resalta una necesidad crítica de innovación continua y colaboración entre la investigación y las prácticas educativas (Viehmann *et al.*, 2024). También se considera necesario profundizar en las relaciones entre los objetivos de enseñanza y la aplicación de CSC en el aula, desarrollar nuevas CSC a enseñar, y utilizar métodos de enseñanza en consonancia con una educación y una sociedad en constante evolución (Högström *et al.*, 2025). En este sentido no podemos obviar el papel que está adquiriendo la inteligencia artificial en la ciencia (Erduran, 2023) y, como no, en la educación científica (Jia *et al.*, 2023). La enseñanza de CSC puede jugar un papel importante al respecto, aunque todavía es un área poco explorada. En el proyecto al que pertenece este trabajo se ha comenzado a investigar las posibilidades de la inteligencia artificial en la formación inicial del profesorado para la incorporación de las CSC a la enseñanza de las ciencias (Cebrián-Robles, 2025).

En definitiva, consideramos que la mejora de la enseñanza de CSC permitirá abordar mejor los retos complejos y multifacéticos a los que se enfrenta o se enfrentará la ciudadanía, y promover que la educación científica evolucione para satisfacer las necesidades de un mundo cada vez más dinámico e interconectado (Viehmann *et al.*, 2024).

Agradecimientos. Esta publicación forma parte del proyecto I+D PID2024-156217NI-I00 "Critical Education on Socioscientific Issues in Pre-service Science and Technology Teacher Training: Applications of Artificial Intelligence Assistants (CESSAI)", financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades/Agencia Estatal de Investigación (MICIU/AEI/10.13039/501100011033) y cofinanciado por la Unión Europea (FEDER).