



# Prácticas argumentativas en futuros docentes de secundaria mediante controversias sociocientíficas

*Argumentative practices in preservice high school teacher through socio-scientific issues*

Recibido: 29/10/2024 | Revisado: 04/11/2024 | Aceptado: 26/11/2024 |  
Online First: 20/12/2024 | Publicado: 31/12/2024



**María Cecilia Morell Pucci**

Universidad Internacional de la Rioja

[maria.morell@unir.net](mailto:maria.morell@unir.net)

<https://orcid.org/0000-0002-9759-855X>



**Irene Herrero Anzorregui**

Universidad Internacional de la Rioja

[irene.herreroansorregui@unir.net](mailto:irene.herreroansorregui@unir.net)

<https://orcid.org/0000-0002-0922-8664>



**Adrián Andrada Chacón**

Universidad Internacional de la Rioja

[adrian.andrada@unir.net](mailto:adrian.andrada@unir.net)

<https://orcid.org/0000-0003-4504-3197>

## Resumen:

La enseñanza de las ciencias enfrenta a los docentes al desafío de utilizar estrategias que fomenten la adquisición de destrezas intelectuales que permitan estructurar una forma de pensar propia para distinguir lo verdadero de lo falso en decisiones científicas y tecnológicas. Para conseguir este tipo de aprendizaje que estimula el pensamiento crítico, el profesorado puede hacer uso de prácticas argumentativas a través del uso de controversias sociocientíficas. Este artículo analiza la participación de un grupo de futuros docentes de Física y Química de Educación Secundaria en el transcurso de un debate grupal para desarrollar una controversia sociocientífica relacionada con la temática de

## Abstract:

Science teaching challenges teachers to use strategies that encourage the acquisition of intellectual skills that allow them to structure their own way of thinking to distinguish truth from falsehood in scientific and technological decisions. To achieve this type of learning that stimulates critical thinking, teachers can make use of argumentative practices through the use of socio-scientific controversies. This article analyses the participation of a group of future Physics and Chemistry teachers in Secondary Education during a group debate to develop a socio-scientific controversy related to the topic of nuclear energy. The main objective of this study was to carry out a qualitative categorization of the types of arguments that

la energía nuclear. El objetivo principal de este estudio fue conocer los tipos de argumentaciones que fueron empleadas durante una actividad de debate en pequeños grupos, en la que se pretendía poner a los futuros docentes en el papel de sus alumnos al realizar y aprender ciencia a partir de prácticas argumentativas. Los resultados aquí recogidos ponen de manifiesto, por un lado, que la mayor parte de los argumentos utilizados por los futuros profesores son de tipo científico, aunque, a pesar de la formación científica de los integrantes de la muestra de estudio, en algunos casos se detectaron argumentos de naturaleza intuitiva y vivencial.

**Palabras clave:** Argumentación, pensamiento crítico, formación inicial del profesorado, controversias sociocientíficas, energía nuclear.

were used during a debate activity among students, in which the aim was to put future teachers in the role of their students when carrying out and learning science from argumentative practices. The results collected here show, on the one hand, that most of the arguments used by future teachers are of a scientific nature, although, despite the scientific training of the members of the study sample, in some cases arguments of an intuitive and experiential nature were detected.

**Keywords:** Argumentation, critical thinking, preservice teacher, socio-scientific issues, nuclear energy.

## Introducción

Los docentes de ciencias se enfrentan al desafío de implementar la educación científica como herramienta básica de la formación de todos los estudiantes y conseguir de esta manera que el alumnado adquiera una autonomía intelectual que lo capacite para formarse opiniones propias y tomar decisiones en relación con cuestiones científico-técnicas en el futuro (Comisión Europea, 2015). En ese sentido, la educación científica busca, no tanto enseñar al estudiante una multitud de conocimientos muy especializados, sino que aprenda y adquiera la facultad de reflexionar sobre el impacto de la ciencia en la sociedad y la importancia de participar en decisiones científicas (Couso Lagarón, 2020). Todo ello implica el uso metodologías de enseñanza que permitan al alumnado poner en práctica el pensamiento crítico (PC) para el abordaje de problemas sociocientíficos actuales que a menudo son manipulados en base a creencias y emociones (Osborne *et al.*, 2023; Puig *et al.*, 2023, de la Rubia Vivas, 2024).

El PC es un concepto complejo cuya adquisición en las aulas de ciencias requiere de un entrenamiento específico por parte del profesorado en su formación previa, aunque la noción sobre esta capacidad que adquieren no siempre es coincidente (Bezanilla-Albisua *et al.*, 2018). Este tipo de pensamiento se aborda desde distintos ámbitos de estudio, en ocasiones interconectados, como la psicología, la filosofía o la educación. Kunh (2019) lo considera como una práctica dialógica, cuyo desarrollo se relaciona con la argumentación, una práctica científica que, en determinados contextos controvertidos, implica el establecimiento de juicios razonados junto con otros componentes relacionados con la práctica ciudadana. En consonancia con esto, Jiménez Aleixandre (2010) lo entiende como la capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar en ella. También se define como el uso de habilidades tales

como la toma de decisiones, la argumentación, el cuestionamiento de la información, la emisión de opiniones valorada desde distintos puntos de vista y la capacidad de reflexión (Vieira *et al.*, 2010). Otros autores plantean una concepción más amplia que no se limita a los procedimientos y habilidades implicadas, sino también a las cuestiones sobre las que se aplica (Solbes Matarredona y Torres Merchán, 2012).

Esta noción del PC engloba destrezas, disposiciones y valores. Específicamente, en el ámbito de temáticas sociocientíficas, destacan el análisis, la reflexión, la argumentación y la toma de decisiones (Puig *et al.*, 2023). Enseñar ciencias es fundamental para comprender el valor del conocimiento científico y su aplicabilidad. En una realidad donde el acceso a fuentes de información no siempre fiables es más fácil e inmediato que nunca, es esencial desarrollar este tipo de pensamiento que persigue la formación de ciudadanos responsables y conscientes. Esta habilidad se convierte en una herramienta clave para discriminar, evaluar y tomar decisiones fundamentadas.

De esta manera, aprender ciencias requiere no solo revisar las ideas personales, sino también cambiar la forma de generarlas y validarlas. Estudios diversos abogan por un enfoque basado en tres conceptos: indagación, modelización y argumentación (Jiménez Aleixandre, 2010). Concretamente, la argumentación se entiende como un tipo de discurso en el que se construyen enunciados, tanto individuales como colectivos, que se evalúan a partir de pruebas empíricas o teóricas (Erduran y Jiménez Aleixandre, 2008).

La práctica de la argumentación ofrece oportunidades para afianzar y extender el conocimiento previo del alumnado, así como para construir nuevo conocimiento a partir de las ideas de otros. Los estudiantes que participan en la argumentación desarrollan una mayor comprensión de los fenómenos científicos, ya que deben construir conocimiento científico mediante la justificación, la evaluación y el contraste de distintos puntos de vista sobre cuestiones científicas y sociocientíficas (Bravo-Torija y Jiménez-Aleixandre, 2018). Por tanto, es fundamental trabajar la argumentación como herramienta para fomentar el pensamiento crítico del alumnado frente a temáticas controvertidas y socialmente relevantes, dotándole de las habilidades necesarias para trasladar estas competencias a su vida diaria.

Entre las estrategias didácticas utilizadas por los docentes para abordar las actividades de argumentación se incluyen dinámicas que favorecen el debate, el intercambio de puntos de vista, la formulación de preguntas que exigen respuestas elaboradas y el trabajo en equipo (López Aymes, 2012). Esto puede lograrse de manera eficaz mediante el uso de controversias sociocientíficas (CSC), entendidas como cuestiones socialmente relevantes que implican tanto conocimientos científicos como no científicos y abarcan diferentes ámbitos (económicos, políticos, sociales, etc.). Estas problemáticas carecen de soluciones claras y suelen surgir del nexo entre ciencia y sociedad, presentando un cierto grado de incertidumbre (Sadler, 2004; Evagorou y Dillon, 2020).

Por su naturaleza, las CSC permiten abordar temáticas científicas en contextos derivados del entorno inmediato de los estudiantes, como problemáticas ambientales, necesidades sociales o cuestiones del propio centro educativo. Así, su uso en el aula

está necesariamente vinculado al análisis de problemas actuales, tales como la gestión de recursos energéticos, el uso de vacunas, el cambio climático o los alimentos transgénicos.

Además, el uso de las controversias puede servir para diferentes finalidades pedagógicas, como proporcionar un contexto para contrastar pruebas científicas, mejorar las habilidades de argumentación o desarrollar conceptualizaciones más sofisticadas sobre la naturaleza de la ciencia. Los resultados de su aplicación pueden variar desde la comprensión conceptual de los contenidos científicos por parte del alumnado hasta el compromiso cívico y el activismo (Zeidler, 2014).

Según Zeidler *et al.* (2019), las controversias sociocientíficas significativas desde el punto de vista educativo son aquellas que generan debate desde la perspectiva científica. Un ejemplo de ello es la cuestión de la energía nuclear.

Este tema ha suscitado un intenso debate nacional y europeo, especialmente tras su reciente inclusión en la taxonomía verde europea (Hernández y del Palacio, 2022). Este problema forma parte de la vida diaria y requiere ser comprendido de forma integral para adoptar una postura informada y socialmente responsable. Intervienen factores sociales, tecnológicos, medioambientales, económicos, políticos y sanitarios, entre otros. Así, la problemática energética se presenta como un contexto ideal para desarrollar habilidades de argumentación y toma de decisiones en el alumnado (Sadler y Zeidler, 2005).

Ante este paradigma educativo, en los sistemas educativos actuales la práctica de la argumentación como parte del PC se postula como uno de los objetivos primordiales que refleja una las competencias clave incluidas en el Marco Europeo de Referencia (Recomendación del Consejo, de 22 de mayo de 2018, relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente) y en el reciente marco curricular de educación secundaria y bachillerato en territorio español (Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato). Sin embargo, promover este tipo de actividades en las aulas de ciencia no es algo sencillo para el profesorado, que en muchas ocasiones tiende a replicar los modelos educativos que ha experimentado como estudiante (Romero-Ariza *et al.*, 2021). Por ello, es de vital importancia que, durante su formación inicial, los futuros docentes se enfrenten a situaciones en las que experimenten de forma activa este tipo de metodologías y dinámicas innovadoras que les permitan adquirir las competencias necesarias para su futura labor docente.

En este punto, cabe preguntarse qué tipo de propuestas didácticas y tareas de aprendizaje favorecen la preparación del cuerpo docente para llevar a cabo la alfabetización científica y el desarrollo del pensamiento crítico en el alumnado a través del uso de CSC. Este artículo tiene como fin exponer el análisis cualitativo de la naturaleza de los argumentos empleados por futuros docentes en formación (alumnos del Máster en Formación del profesorado en Educación Secundaria y Bachillerato de la Universidad Internacional de la Rioja) a la hora de posicionarse sobre la controversia de la energía nuclear durante una actividad de debate grupal.

## Metodología

El presente estudio se llevó a cabo analizando el trabajo realizado por un total de 125 estudiantes del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de idiomas (especialidad de Física y Química) de la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR). Los resultados aquí presentados fueron obtenidos durante el curso lectivo 2023-2024 a partir de la realización de una actividad perteneciente a la evaluación continua de la asignatura Complementos para la Formación Disciplinar en Física y Química. La secuencia de actividades propone a los estudiantes desarrollar un debate grupal sobre una pregunta centrada en el dilema de la energía nuclear, seguido del diseño de una propuesta didáctica.

En términos generales, las actividades o secuencias propuestas por diferentes autores para utilizar las CSC, en secundaria o en aulas universitarias, se caracterizan por plantear un debate en gran grupo o en pequeños agrupamientos, seguido de la lectura de artículos de prensa o del visionado de material audiovisual. Esta dinámica exige no solo una lectura crítica de los textos, sino también tareas posteriores que implican la comparación y el contraste de ideas. Todo ello requiere un enfoque dialógico y un control adecuado de las variables implicadas en el debate (Díaz Moreno y Jiménez-Liso, 2012).

El esquema de la actividad para el desarrollo de CSC se adaptó al caso de los participantes de este estudio, ya que se consideró la estrategia más adecuada para el nivel educativo y el entorno virtual en el que se lleva a cabo la formación.

La secuencia que estructura la actividad analizada en este estudio sigue los aspectos sugeridos en la estructura originalmente propuesta por Lawrence *et al.* (2011) y posteriormente adaptada por Domènech-Casal (2017), generando un marco didáctico estructurado en cuatro etapas: presentación de la cuestión, lectura, debate y escritura de un ensayo. La duración propuesta fue de tres semanas, e incluyó como objetivos explícitos el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas (como describir y argumentar) y el formato comunicativo del posicionamiento final y el diseño de la propuesta didáctica.

Después de una introducción teórica sobre los contenidos asociados y la explicación de los objetivos de la actividad, se iniciaron las actividades siguiendo la secuencia propuesta en la **Figura 1**. La pregunta relacionada con el dilema fue: ¿Estarías a favor de la construcción de una central nuclear en tu pueblo o ciudad? Para el desarrollo de la actividad, se ofrecieron a los estudiantes materiales de consulta que abordaban la energía nuclear desde diferentes perspectivas: un artículo de prensa (Hernández y del Palacio, 2022), un informe de una organización ecologista (Rois, 2022) y un extracto de una serie de televisión (Mazin, 2019).

Tras la lectura individual inicial, los estudiantes se distribuyeron voluntariamente en grupos de trabajo de entre 3 y 6 integrantes, formando un total de 21 grupos que fueron analizados en su totalidad. El debate y el trabajo grupal se llevaron a cabo de forma escrita y oral a través de la herramienta *Microsoft Teams*,

con el objetivo de abordar la cuestión planteada en la CSC. El propósito del debate era alcanzar una postura final consensuada en cada grupo. Para guiar la discusión de manera más estructurada, se sugirió a los estudiantes analizar la controversia desde cinco temáticas de argumentación: social, económica, política, tecnológica y medioambiental. Además, se propusieron preguntas para facilitar el debate en torno a estas temáticas: ¿será una oportunidad para facilitar el acceso al empleo a los jóvenes del pueblo?, ¿será peligroso?, ¿son seguras las centrales?, ¿los habitantes del pueblo se opondrán?, ¿será una oportunidad de crecimiento económico?, ¿es realmente necesario seguir construyendo centrales nucleares si ya existen otras energías limpias? Al finalizar el debate, los estudiantes debían elaborar un documento que recogiera la postura consensuada en respuesta a la pregunta del dilema, incluyendo las correspondientes argumentaciones del grupo de trabajo.

**Figura 1.** Secuencia didáctica de la Actividad grupal “La energía nuclear como controversia sociocientífica (CSC)”.



Fuente. Elaboración propia.

Se realizó un análisis cualitativo de los registros escritos y orales del debate (chat y videollamadas grupales), así como de los documentos finales presentados por los grupos de trabajo. Para identificar la naturaleza de la argumentación, se utilizó una categorización basada en lo propuesto por Sadler y Zeidler (2005), adaptando las categorías de argumentación a las circunstancias didácticas y a la CSC en cuestión. El análisis estableció tres categorías según la naturaleza argumentativa: científica, intuitiva y vivencial. La categoría científica se refiere a argumentos respaldados por datos empíricos y cuestiones verificables. La categoría intuitiva abarca respuestas directas e inmediatas que carecen de razonamiento. Por último, la categoría vivencial se centra en los razonamientos argumentativos influenciados por las experiencias previas de los estudiantes. Además, se incluyó una clasificación en función de las temáticas de argumentación propuestas para desarrollar el debate, tomando como referencia el marco establecido por Ryu y Sandoval (2015) y la adaptación realizada por Crujeiras-Pérez *et al.* (2020).

## Resultados y discusión

Los resultados obtenidos tras el análisis cualitativo para identificar las temáticas y la naturaleza argumentativa en los debates grupales se muestran en la Tabla 1. Se ha calculado el porcentaje de grupos con respecto al total de equipos participantes (21) que han seguido cada categoría argumentativa descrita. Asimismo, se muestra el total de grupos que han argumentado con cada temática propuesta.

A la vista de los datos analizados, el primer hecho reseñable es que no todos los equipos de trabajo han reflexionado, debatido y argumentado sobre todas las temáticas de argumentación sugeridas. Tan solo en el caso de la temática medioambiental se encuentran argumentaciones por parte de todos (21) los grupos participantes. Las temáticas tecnológica y económica han sido utilizadas en la argumentación de 17 y 18 grupos, respectivamente. Asimismo, la temática social se usó en 15 grupos y la temática política fue la menos implementada, puesta en práctica únicamente por 13 grupos.

En cuanto al uso de las categorías de argumentación, la **Tabla 1** muestra que aquellas de naturaleza científica han sido mayoritarias al debatir en las temáticas medioambiental (90,5%), tecnológica (57,1%) y económica (66,7%). Por otro lado, encontramos una mayoría de argumentos de naturaleza intuitiva en las temáticas menos utilizadas por los grupos de trabajo: política (33,3%) y social (52,4%). Por último, en relación con los argumentos de naturaleza vivencial, se observó que estos eran minoritarios, e incluso inexistentes en la temática política. Dentro de los pocos casos identificados, se distinguieron tres situaciones específicas: la vinculación laboral con el sector de la energía nuclear (un estudiante), la vinculación laboral con el ámbito sanitario (un estudiante) y la especialización académica en el sector energético (tres estudiantes).

**Tabla 1.** Resultados del análisis de la argumentación de los grupos de debate.

Temática de argumentación	Categoría de argumentación	Número de grupos en cada categoría de argumentación	Número de grupos en cada temática de argumentación
Social	Científica	3 grupos (14.3 %)	15
	Intuitiva	11 grupos (52.4 %)	
	Vivencial	1 grupo (4.8 %)	
Económica	Científica	14 grupos (66.7 %)	18
	Intuitiva	7 grupos (33.3 %)	
	Vivencial	1 grupo (4.8 %)	
Política	Científica	6 grupos (28.6 %)	13
	Intuitiva	7 grupos (33.3 %)	
	Vivencial	-	
Tecnológica	Científica	12 grupos (57.1 %)	17
	Intuitiva	3 grupos (14.3 %)	
	Vivencial	2 grupos (9.5 %)	
Medioambiental	Científica	19 grupos (90.5 %)	21
	Intuitiva	4 grupos (19.0 %)	
	Vivencial	2 grupos (9.5 %)	

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos durante el periodo lectivo comprendido entre 2023 y 2024.

Por otro lado, el análisis cualitativo de los registros escritos y orales de la actividad han permitido extraer algunos literales representativos de las categorías utilizadas en las distintas temáticas (**Tabla 2**).

**Tabla 2.** Resultados del análisis de la naturaleza argumentativa de los grupos de debate.

<p>Literales de argumentación Científica</p>	<p><i>“Una de las mayores controversias de la energía nuclear, aparte de la seguridad, es la gestión de los residuos radiactivos. Esta problemática tampoco está actualizada ya que se están desarrollando e incluso algunos están en funcionamiento, reactores de IV generación que ya usan hasta un 97% de combustible reciclado (world-nuclear-news.org) y la seguridad de los almacenes nucleares nunca ha generado dudas”</i></p> <p><i>“Una central tradicional tiene del orden de 1000 trabajadores directos y otros 1000 (estimados) empleos indirectos en operación. Además, habría que tener en cuenta los trabajos de construcción de las instalaciones. La llegada de trabajadores cualificados siempre tendría un impacto positivo en la economía local, como también lo tendría la contratación de personas autóctonas”</i></p> <p><i>“La energía nuclear es incompatible con un modelo energético sostenible. Según Greenpeace, las centrales nucleares emiten radiactividad al medioambiente, en forma de flujos líquidos incluso una vez cerradas. En España, se relaciona la alta tasa de mieloma múltiple en las cercanías de Zorita con la existencia de la planta nuclear José Cabrera. Considero la energía nuclear potencialmente peligrosa, demostrado en el grave accidente de Chernóbil”</i></p>
<p>Literales de argumentación Intuitiva</p>	<p><i>“Siendo sincero, aun sopesando todos los pros y contras previamente expuestos, he de confesar que ya venía con una idea clara preconcebida y dudo mucho que ningún argumento lograra hacerme cambiar de opinión. Para mí la salud y la seguridad están por encima de todo lo demás, por lo que por muchos beneficios que pudiera aportar la construcción de una central nuclear, la sola posibilidad, por baja que sea, de que se pudiera provocar un desastre como los que ya conocemos me hacen concluir de forma rotunda que no quisiera que se construyera ninguna central nuclear en ningún lugar donde habiten personas”</i></p> <p><i>“En cambio en cuanto al impacto social, se entiende que hay una importante desinformación en cuanto a la energía nuclear que puede provocar un rechazo. Aunque un claro ejemplo de ello es la actividad política frente al problema que dependiendo de que orientación política seas, la construcción de una central nuclear puede aportar rechazo”</i></p> <p><i>“Lo primero, la serie Chernóbil está muy bien documentada y realizada, pero no deja de ser ficción y creo que, cuando planteamos un debate sobre la energía nuclear, hablar de Chernóbil es recurrente pero no realista para la actual sociedad”</i></p>
<p>Literales de argumentación Vivencial</p>	<p><i>“Bueno, pues yo me posiciono en contra ya que, de profesión, soy sanitaria. Entonces es fácil para mí posicionarme en contra, básicamente el tema de la gestión de los residuos y los daños que puede conllevar a nivel de seguridad, medio ambiental y por supuesto, pues a nivel salud, creo que al final, pues bueno, esto sí que es lo que más me preocupa”</i></p> <p><i>“Después de realizar un máster de medioambiente y energías renovables pienso que las centrales nucleares no son una solución medioambientalmente hablando”.</i></p>

	<p><i>En mi caso hice las prácticas de la carrera en la fábrica de combustible nuclear de Juzbado, puedo asegurarnos de que las medidas de seguridad son excepcionales. Se realizan simulacros con múltiples casuísticas, incendios, atentados con explosivos, etc. En esta fábrica se hace el combustible nuclear que se introduce en los reactores, es dióxido de uranio con gadolinio que es veneno neutrónico (que hace que la reacción de fisión sea más controlable) se hace polvillo y se crean pastillas que se envainan en barras y luego se encapsulan para llevarlas a los reactores”.</i></p>
--	---

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos durante el periodo lectivo comprendido entre 2023 y 2024.

De forma general, se observó que en la mayoría de los grupos la postura final se alcanzó tras una o dos reuniones, durante las cuales los participantes expresaron sus opiniones sobre la mayoría de los factores planteados (sociales, económicos, políticos, tecnológicos y medioambientales). Sin embargo, en pocas ocasiones la postura inicial individual se vio modificada para llegar al consenso final.

Por último, cabe destacar el uso desigual que los diferentes equipos hicieron de las temáticas de argumentación, a pesar de que estas constituían una guía de apoyo para organizar el debate de manera más estructurada. La evaluación de la actividad incluía entre sus niveles de logro que el debate mostrara una reflexión clara y profunda sobre la temática, así como la consideración de los documentos aportados por los docentes u otras referencias adicionales. En este sentido, de los 21 equipos analizados, 8 utilizaron exactamente las temáticas propuestas, 12 abordaron un número menor de estas, y tan solo 1 equipo empleó todas las temáticas y añadió una adicional como base para su argumentación.

## Conclusiones

Desde la enseñanza de las ciencias, las CSC constituyen una tipología de actividad especialmente significativa, dando lugar a situaciones comunicativas (debates, escritura de ensayos, etc.) que mejoran el aprendizaje de contenidos científicos (Domènech-Casal, 2014). Para ello, el docente debe actuar diseñando proyectos o actividades con una relación auténtica con la vida diaria, guiando la interpretación de los datos para que se conviertan en pruebas, planificando la evaluación entre iguales y favoreciendo una correcta comunicación de los criterios usados. Por ello, la actividad que se analizó en este estudio busca formar a los docentes en el papel de sus alumnos al realizar prácticas argumentativas como parte del desarrollo del pensamiento crítico en el contexto de temáticas relativas a CSC. En cuestiones sociocientíficas, el alumnado debe tener en cuenta información de distintos tipos (científica y económica), así como valores éticos y culturales (Sezen-Barrie *et al.*, 2017). Esto se alinea con un desafío para el desarrollo del PC como consecuencia de la variedad de visiones que la sociedad muestra sobre la ciencia: desde una visión absolutista, en la que la ciencia ofrece una verdad absoluta e inamovible, a otra más escéptica y poco certera, en la que se situarían las personas que rechazan las ideas basadas en pruebas científicas.

Bajo esta premisa, se observa que los argumentos científicos elaborados por el alumnado de la muestra estudiada se han utilizado en todas las temáticas, casi siempre mediante el uso de datos empíricos e ideas que pueden comprobarse con publicaciones científicas y datos oficiales. Por ejemplo, resulta interesante destacar que las cuestiones relacionadas con la obtención, extracción y procesamiento del uranio, accidentes nucleares y desastres naturales asociados, el efecto sobre el cambio climático y el impacto sobre la economía han sido altamente respaldadas por los estudiantes mediante soporte bibliográfico actual y de calidad. No obstante, en algunos grupos no se ha tenido en cuenta el material de partida ofrecido por los docentes o, en caso de haberse considerado, únicamente se ha usado como punto de partida para establecer las posturas personales iniciales en el debate. Es importante resaltar aquí el papel del docente en la selección de la información inicial con la que se inicia la secuencia didáctica de la CSC, ya que a partir de su análisis y reflexión la toma de decisiones será lo más certera posible y se adecuará mejor al problema planteado (Bernal-Herrera *et al.*, 2023).

Considerando el perfil académico de los estudiantes que forman parte de la muestra (todos ellos han cursado previamente titulaciones superiores de ámbito científico) resulta coherente que las temáticas sobre las que más grupos han argumentado sean la medioambiental, económica y tecnológica. Además, se observa que en estas tres temáticas es donde más argumentos de naturaleza científica se han encontrado, lo cual indica que los estudiantes poseen más recursos para sustentar sus argumentaciones de forma objetiva y mediante un soporte bibliográfico válido. Consecuentemente, podemos afirmar que la participación en secuencias didácticas que promueven la reflexión sobre las dimensiones científicas favorece que los estudiantes adquieran una perspectiva mejor informada y más transversal (Crujeiras-Pérez *et al.* 2020).

Respecto a los argumentos de naturaleza intuitiva, es reseñable que en su mayoría se han utilizado en las temáticas más alejadas del ámbito académico de los participantes: política y social. Es importante destacar este hecho, puesto que a través de la práctica de la argumentación se busca favorecer el desarrollo de una mejor disposición para el contraste de las afirmaciones con pruebas antes de aceptarlas, como parte del PC. En el caso de la temática política, la argumentación intuitiva ha estado vinculada a cuestiones más próximas al terreno ideológico y, aparentemente, bastante más alejadas de aquellas que atañen a la situación energética que atraviesa Europa en la actualidad (Hernández y del Palacio, 2022). Por su parte, en la temática social, la argumentación se relacionó con posturas de desconfianza hacia la tecnología de producción de energía nuclear y de visión crítica hacia su desarrollo. En este aspecto, y a la vista de las argumentaciones observadas en algunos grupos, parece factible que los accidentes nucleares ocurridos en el pasado, así como su manejo mediático puedan tener relación directa con la postura y la toma de decisiones sobre la energía nuclear. Del mismo modo, resulta conveniente destacar que esta categoría de argumentación se ha caracterizado por la escasa citación del material bibliográfico de partida ofrecido por los docentes, así como por la ausencia de otras fuentes bibliográficas complementarias. A pesar de ello, durante el debate ha sido

abundante la exposición de argumentos personales que luego aparecen escasamente representados en las posturas finales grupales. Esto evidencia que, en el contexto de la escritura de una argumentación como documento final de la actividad, los estudiantes se han basado principalmente en ideas contrastables y respaldadas por un sustento bibliográfico sólido. Como parte de la dinámica que se establece a través de las CSC, es importante que los futuros docentes identifiquen estas argumentaciones, propias y ajenas, y examinen los tipos de conocimiento que utilizan al construir sus argumentos en la búsqueda de una decisión final.

Finalmente, las argumentaciones de naturaleza vivencial han tenido poca representación y en muchos casos pueden haber servido para reforzar la argumentación científica en temas medioambientales, tecnológicos y económicos. Se ha podido observar que en los grupos donde se encontraban estudiantes capaces de hacer uso de este tipo de argumentaciones, el resto de los miembros del equipo de trabajo han modificado sus ideas iniciales total o parcialmente, influenciados por los argumentos contrastados a través de las experiencias personales. No obstante, cabe señalar que el uso de argumentaciones vivenciales puede estar muy condicionado por el tipo de CSC escogida por el docente, lo cual es un factor de peso a la hora de elaborar una propuesta didáctica.

Existe una serie de limitaciones que conviene considerar en la interpretación de estas conclusiones. La secuencia didáctica propone un material de lectura con el objetivo de que el debate se inicie desde un base contextual común. Sería interesante ahondar en la influencia de los recursos didácticos audiovisuales seleccionados para desarrollar en el aula una CSC durante la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. En el análisis de los argumentos grupales, pueden encontrarse posturas iniciales en los participantes del debate que podrían estar influidos por la edad, el ámbito de desempeño laboral y la distribución territorial. Convendría abordar en futuras investigaciones la influencia de estas cuestiones, ya que, en este caso, la energía nuclear ha resultado ser una temática más alejada de las propias vivencias de los estudiantes.

## Referencias

- Bernal-Herrera, P., Cano-Iglesias, M. J., Franco-Mariscal, A. J. y Blanco-López, Á. (2023). Impacto de un debate sociocientífico en las habilidades argumentativas y en la toma de decisiones del profesorado de secundaria en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(3), 113-132. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5861>
- Bezanilla-Albisua, M. J., Poblete-Ruiz, M., Fernández-Nogueira, D., Arranz-Turnes, S., y Campo-Carrasco, L. (2018). El Pensamiento Crítico desde la Perspectiva de los Docentes Universitarios. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 44(1), 89–113. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052018000100089>
- Bravo-Torija, B., y Jiménez-Aleixandre, M.P. (2018). Developing an Initial Learning Progression for the Use of Evidence in Decision-Making Contexts. *Int J of Sci and Math Educ* 16, 619–638 <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9803-9>

- Comisión Europea, Dirección General de Investigación e Innovación (2015). *Science education for responsible citizenship: report to the European Commission of the expert group on science education*. Publications Office. <https://bit.ly/48oDWqC>
- Couso Lagarón, D. (2020). Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo. En D. Couso, M. R. Jiménez Liso, C. Refojo, y J. A. Sacristán (Coords.), *Enseñando Ciencia con Ciencia* (pp. 63-74). FECYT & Fundación Lilly. Penguin Random House.
- Crujeiras-Pérez, B., Martín-Gamez, 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>
- de la Rubia Rivas, M. I. (2024). Televisión, Redes Sociales y Responsabilidad Social Educativa: una necesidad imperiosa. *Cuestiones Pedagógicas. Revista De Ciencias De La Educación*, 1(33), 183–200. <https://doi.org/10.12795/CP.2024.i33.v1.10>
- 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. [10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2012.v9.i1.04](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2012.v9.i1.04)
- Domènech-Casal, J. (2017). Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de Controversias Socio-Científicas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14(3), 601–620. [https://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2017.v14.i3.07](https://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i3.07)
- Erduran, S. y Jiménez Aleixandre, M. P. (eds.) (2008). *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. Springer.
- Evagorou, M. y Dillon, J. (2020). Introduction: socio-scientific issues as promoting responsible citizenship and the relevance of science. En Evagorou, M., Nielsen, J.A. and Dillon, J. (Eds.), *Science Teacher Education for Responsible Citizenship. Contemporary Trends and Issues in Science Education*, 52, (pp. 1-11). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-40229-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-40229-7_1)
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2020). ¿Cómo sabemos lo que sabemos? Mediante la argumentación y el uso de pruebas, herramientas para aprender y desarrollar el pensamiento crítico. En D. Couso, M. R. Jiménez Liso, C. Refojo, y J. A. Sacristán (Coords.), *Enseñando Ciencia con Ciencia* (pp. 75-86). FECYT & Fundación Lilly. Penguin Random House.
- Hernández, A. y del Palacio, G. (2022, 22 enero). España se alinea con Austria y Dinamarca en contra de la nuclear y el gas 'verdes'. *El Mundo*. <https://bit.ly/4e2F98d>
- Kuhn, D. (2019). Critical thinking as discourse. *Human Development*, 62(3), 146-164. <https://doi.org/10.1159/00050017>

- Lawrence, J., White, C., y Snow, C. (2011). Improving Reading Across Subject Areas With Word Generation. *CREATE Briefs*. Center for Research on the Educational Achievement and Teaching of English Language Learners, U.S. Department of Education. <https://bit.ly/4e40a2q>
- López Aymes, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, 22, 41-60. <https://bit.ly/48oDBnQ>
- Mazin, C. (Director). (2019). Extracto del episodio 5 [TV series episode]. In Mazin, C., Strauss, C., Featherstone, J., Renck, J. y Fry, C. (Executive Producers), *Chernóbil*. HBO, Sky Television, Sister Pictures, The Mighty Mint, Word Games. Extracto de la serie Chernóbil.
- Microsoft 365. (2024). *Microsoft Teams* [Software informático]. <https://www.office.com/>
- Osborne, J., Pimentel, D., Alberts, B., Allchin, D., Barzilai, S., Bergstrom, C., Coffey, J. Donovan, B., Kivinen, K., Kozyreva, A., y Wineburg, S. (2022). *Science Education in a Age of Misinformation*. Stanford University. Stanford, CA.
- Puig, B., Blanco Anaya, P., y Bargiela, I. M. (2023). Integrar el Pensamiento Crítico en la Educación Científica en la Era de la Post-verdad. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 20(3). [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2023.v20.i3.3301](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3301)
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 76, de 30 de marzo de 2022, 41571-41789. <https://bit.ly/3YleIF7>
- Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 82, de 06 de abril de 2022, 41571-41789. <https://bit.ly/4eboUpj>
- Recomendación del Consejo, de 22 de mayo de 2018, relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente (Texto pertinente a efectos del EEE.). (2018). *Diario Oficial*, C 189, 1-13. CELEX: <https://bit.ly/40hqiKK>
- Ryu, S. y Sandoval, W. A. (2015). The influence of group dynamics on collaborative argumentation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(2), 335-351. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1338a>
- Rois, C. (2022). La energía nuclear no es la solución. *Revista Ecologista*, nº 112 <https://bit.ly/3AhiBmm>
- Romero Ariza, M., Quesada Armenteros, A. y Estepa Castro, A. (2021). Promoting critical thinking through mathematics and science teacher education: the case of argumentation and graphs interpretation about climate change, *European Journal of Teacher Education*. <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1961736>
- Sadler T.D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 513-536. <https://doi.org/10.1002/tea.20009>

- Sadler, T. y Zeidler, D. (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.20042>
- Sezen-Barrie, A.; Shea, N. y Borman, J. H. (2017). Probing into the sources of ignorance: Science teachers' practices of constructing arguments or rebuttals to denialism of climate change. *Environmental Education Research*, 25(6), 846–866 <http://dx.doi.org/10.1080/13504622.2017.1330949>
- Solbes Matarredona, J. y Torres Merchán, N. Y. (2013). ¿Cuáles son las concepciones de los docentes de ciencias en formación y en ejercicio sobre el pensamiento crítico? *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 33, 61-85. <https://doi.org/10.17227/01213814.33ted61.85>
- Vieira, R., Tenreiro Vieira, C. y Martins, I. (2010). Pensamiento crítico y literaria científica. *Alambique*, 65, 96-104. <https://bit.ly/3YFBSap>