

EL DEBATE DE LAS CENTRALES NUCLEARES. UN PROBLEMA SOCIAL PARA TRABAJAR LA EDUCACIÓN CRÍTICA DESDE LA ARGUMENTACIÓN, EL ANÁLISIS CRÍTICO DE LA INFORMACIÓN Y LA TOMA DE DECISIONES

María José Cano-Iglesias

Antonio Joaquín Franco-Mariscal

Universidad de Málaga

mjcano@uma.es

PALABRAS CLAVE

Pensamiento crítico, ingenieros industriales, argumentación, análisis crítico de la información, toma de decisiones.

RESUMEN

En la etapa universitaria, el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico como la argumentación, el análisis crítico de la información y la toma de decisiones se vuelve imprescindible cuando los futuros profesionales deben resolver problemas reales, caso de los estudiantes de ingenierías industriales. Con idea de promover estas habilidades, este trabajo presenta una actividad denominada *Microdebate*, un debate de corta duración, donde un estudiante presenta un problema social relacionado con la ciencia y la tecnología, y otros dos estudiantes, uno a favor y otro en contra, lo debaten en el aula, implementada con 33 estudiantes del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universidad de Málaga. Se presenta y discute los resultados de un debate sobre la idoneidad de instalar una central nuclear próxima a una localidad, encontrándose que, aunque usan argumentos poco precisos científicamente y de carácter ambiguo, estos estudiantes, después de la actividad, mejoran en el número de pruebas y justificaciones en el que basan sus conclusiones. Además, producen un efecto destacado en el cambio de decisión, puesto que inicialmente no hubo una postura definitiva y tras el debate, aumentó el porcentaje de estudiantes que estaba a favor de vivir cerca de una central nuclear.

1. INTRODUCCIÓN

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fueron adoptados por las Naciones Unidas en 2015 (United Nations, 2015) como un llamamiento universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar a través de la Agenda 2030 que todas las personas disfruten de

paz y prosperidad. Se plantearon 17 ODS que están integrados entre sí con idea de que la acción en un área afectará los resultados en otras áreas de manera que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad social, económica y ambiental. En concreto, el objetivo 7 indica garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

El tema energético y el uso de recursos está adquiriendo cada vez más atención por parte de la ciudadanía. Algunos ejemplos recientes son la dependencia del gas tras la guerra de Ucrania o la propuesta de la Comisión Europea para convertir la energía nuclear como energía verde, al menos, hasta 2045, al considerarla como una fuente de energía necesaria para una transición hacia una generación sin emisiones de dióxido de carbono. El debate sobre la energía está abierto y se ha convertido en un problema social que requiere soluciones para el bien común.

Es aquí, donde la educación superior juega un papel importante, ya que debe fomentar una educación crítica a los ciudadanos (Mouraz et al., 2014). En este sentido, la argumentación se convierte en una herramienta fundamental para que los estudiantes puedan tomar decisiones fundamentadas sobre temas sociales como el planteado, y ambas habilidades forman parte del pensamiento crítico de los ciudadanos (Blanco et al., 2017). La argumentación como práctica científica supone evaluar declaraciones basadas en pruebas e implica reconocer que, en la ciencia, las conclusiones y declaraciones deben estar respaldadas por pruebas (Jiménez-Alexandre, 2010). Además, la argumentación permite mejorar el razonamiento científico y promover la comprensión conceptual (Bogar, 2019), a la vez que desarrolla competencias en los estudiantes (Mercier y Sperber, 2011). En este sentido, Li et al. (2022) enfatizan que la argumentación científica tiene potencial para mejorar el cambio conceptual ofreciendo oportunidades para el aprendizaje cognitivo, ontológico e intencional. La toma de decisiones supone identificar diferentes opciones disponibles a partir de datos, utilizando pruebas adecuadas y un conocimiento científico para apoyar una opción y rechazar las demás (Acar et al., 2010). Supone un entrenamiento previo de elaboración de argumentos en diferentes posiciones y ser capaces de expresar opiniones basadas en conocimientos científicos, demostrar patrones lógicos de razonamiento y apoyar los argumentos en pruebas científicas sólidas (Sadler y Zeidler, 2005).

Las habilidades de argumentación y toma de decisiones están estrechamente relacionadas con una tercera habilidad del pensamiento crítico, el análisis crítico de la información. Esta habilidad es especialmente importante en la actualidad, donde el ciudadano tiene acceso a un gran volumen de información en muy poco tiempo, y es importante distinguir entre esta sobreabundancia de información o infodemia (Harari, 2020) la calidad que presenta cada una

de las fuentes. De no ser así, simples opiniones se puedan transformar en hechos verdaderos casi sin darnos cuenta.

En el ámbito de la ingeniería, argumentar, tomar decisiones y analizar la información de forma crítica es imprescindible por varias razones. Una de ellas es para persuadir al interlocutor sobre la posición del ingeniero ante un problema o su solución (Jonassen y Kim, 2010). Otra es para mejorar las habilidades comunicativas que tienen los ingenieros al expresar los razonamientos formales sobre la solución de un problema (Nussbaum y Schraw, 2007). Se requiere, por tanto, que en la formación superior con ingenieros se realicen actividades que contribuyan a desarrollar dichas habilidades, siendo el debate una estrategia muy apropiada para ello (Hamouda y Tarlochan, 2015).

A través del debate, los ingenieros pueden tratar diferentes problemas sociales donde la ciencia y la tecnología están implicadas, como el caso de las centrales nucleares que aquí se presenta, permitiéndoles organizar su pensamiento racional, pero también afectivo, a través de la exposición de diferentes posturas o ideologías ante el problema tratado (Carrillo y Nevado, 2017).

El análisis crítico de la información que deben buscar los ingenieros es esencial para la preparación del debate, la argumentación oral es relevante durante su desarrollo ya que deben intentar convencer con pruebas justificadas a los asistentes, y en la parte final, todo debe conducir a una toma de decisiones adecuada.

2. OBJETIVOS / HIPÓTESIS

El objetivo de este trabajo es presentar las posibilidades educativas de una actividad denominada *Microdebate* diseñada expresamente para que estudiantes de ingenierías industriales puedan argumentar, analizar información de forma crítica y tomar decisiones sobre problemas sociales en los que la ciencia y tecnología está presente, promoviendo de esta forma la educación crítica para el bien común.

Este trabajo presenta los resultados de un debate realizado en el aula en torno a las centrales nucleares. La hipótesis de partida es que la actividad *Microdebate* contribuye a mejorar la argumentación, el análisis crítico de la información y la toma de decisiones de estudiantes de ingenierías industriales.

3. METODOLOGÍA

Los participantes de este estudio fueron 33 estudiantes (7 mujeres y 26 hombres) de la asignatura de Ingeniería de Fabricación, que se imparte en el primer cuatrimestre del segundo curso del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universidad de Málaga, durante el curso académico 2021/22. Los contenidos de ingeniería que se trabajan en esta asignatura tienen carácter generalista, no estudiándose los aspectos teóricos de la actividad que se expone en este estudio. Las asignaturas relacionadas con producción energética se imparten a partir del tercer curso de este grado.

La actividad *Microdebate* se plantea en el marco de un programa formativo más amplio sobre pensamiento crítico (Cano-Iglesias et al., 2021) y tiene por objetivo instruir y mejorar a estos estudiantes en las habilidades de argumentación, análisis crítico de la información y toma de decisiones, bien a través de su participación activa en un debate sobre un problema científico de carácter social o bien, como oyente del mismo. Los participantes de esta actividad son tres estudiantes (presentador/a y dos debatientes, uno a favor y otro en contra del problema) y el resto de estudiantes que actúan como asistentes.

3.1. Descripción de la actividad

Esta actividad formó parte de la evaluación de la asignatura y se destinaron las suficientes sesiones en su desarrollo, para que todos los estudiantes tuvieran la oportunidad de participar como debatientes. La profesora (primera autora) fijó a cada grupo de estudiantes un día para la realización de la actividad informándole del problema socio-científico asignado con una semana de antelación. La actividad se estructuró en 3 fases (Figura 1).

Fase inicial. Se presentó el problema socio-científico al alumnado y se pidió que tomaran una decisión inicial argumentada sin acceder a información. En esta fase, se asignaron los roles de presentador/a y debatientes a favor y en contra del problema, disponiendo de una semana para la búsqueda de información. Los tres roles debían cumplimentar una ficha con la información y argumentos (al menos cinco) que utilizarían en el debate. Además, los debatientes debían incluir contraargumentos para la refutación, y el presentador una noticia falsa. Para ello, se permitió buscar información en cualquier fuente escrita o audiovisual con rigor científico, indicando las fuentes empleadas.

Figura 1.

Estructura de la actividad Microdebate



Nota. Elaboración propia.

Entre la fase inicial y fase de debate, los estudiantes recibieron una instrucción de 3 horas donde se presentó cómo diferentes autores entendían el pensamiento crítico y las habilidades de argumentación, análisis crítico de la información y toma de decisiones. Esta formación incluyó el enfoque de pensamiento crítico de Blanco et al. (2017) y los modelos de argumentación de Toulmin (1958), la adaptación de Jiménez-Aleixandre (2010) y el modelo de Osborne et al. (2016). Se realizaron también algunas tareas sencillas de análisis crítico de información y de argumentación (Cebrián et al., 2021). Esta sesión formativa solo se impartió una vez, al principio de la asignatura después de la presentación de los primeros problemas socio-científicos.

Fase de debate. Se estructuró de esta forma: exposición del problema en tres minutos por el presentador/a apoyándose en una presentación digital, un minuto inicial para cada debatiente para argumentar su posición, cinco minutos para el debate propiamente dicho, y una intervención final de un minuto para cada debatiente para convencer de su postura.

Fase final. Tras el debate, todos los estudiantes cumplieron un cuestionario que incluía una toma de decisión final que pretende valorar posibles cambios de postura producidos por la influencia de los argumentos dados en el debate. Se incluyeron también otros ítems sobre sus percepciones en aspectos relacionados con el debate. Concretamente, debían valorar de 0 a 5 puntos quién había ganado el debate desde su punto de vista, la calidad de los argumentos mostrados por los debatientes y de la información suministrada por el presentador/a, incluyendo la identificación de la noticia falsa.

Los problemas socio-científicos planteados como *Microdebates* a lo largo del programa fueron: (1) Instalación o no de una central nuclear cerca de tu localidad, (2) prohibición o no de plásticos de un solo uso, (3) compra de una bicicleta de acero o de aluminio, (4) fabricación de una escoba con materiales más duraderos con una vida útil mayor o materiales más amigables con el medioambiente sacrificando durabilidad, (5) fabricación manual o en serie, (6) sustitución o no del hombre por robots en tareas, (7) uso o no de alimentos transgénicos, (8) localización o globalización en la producción, (9) innovación o investigación aplicada a la fabricación, (10) inteligencia artificial o no en la vida diaria, (11) carácter saludable o no de una dieta vegana, y (12) consumo de agua de grifo o agua embotellada.

Este estudio se centra en el primer *Microdebate* que abordaba el problema de la energía desde las centrales nucleares, presentado con el enunciado “¿Estarías a favor o en contra de la instalación de una central nuclear cerca de tu localidad?”. Al tratarse del primer debate, los participantes no tuvieron la oportunidad de observar otros, ni pudieron desarrollar una técnica de argumentación adecuada en base a la observación de otros grupos.

3.2. Instrumentos para la Recogida de Datos y Análisis

Esta actividad se evaluó tanto cualitativa como cuantitativamente utilizando diferentes instrumentos: grabaciones de audio del debate, producciones escritas de los estudiantes en la preparación del debate y cuestionarios de toma de decisiones y percepciones. El análisis se realizó en cuatro ámbitos: análisis crítico de la información, argumentación, toma de decisiones y percepciones.

Para evaluar el análisis crítico de la información se utilizaron las fichas cumplimentadas por los estudiantes en la preparación del debate. En primer lugar, se identificó si cada una de las fuentes de información utilizadas atendía a los siguientes criterios: (a) identificación del autor, valorándose más la información procedente de responsables colectivos que de un individuo, y dentro de éstos los de mayor cualificación profesional, (b) inteligibilidad del mensaje, valorándose positivamente redacciones adecuadas y la distinción entre información y opinión, (c) independencia del mensaje, donde se valora especialmente la separación de la información de posibles mensajes publicitarios, o (d) uso de referencias bibliográficas. A partir de este primer análisis se establecieron para este debate las siguientes categorías de fuentes, ordenadas de mayor a menor calidad: páginas web de instituciones nacionales o internacionales, páginas webs de empresas productoras de energía, artículos publicados en prensa nacional y páginas webs con fuentes no contrastadas.

Los argumentos dados en las distintas partes del debate se evaluaron empleando el modelo TAP (Toulmin's Argument Pattern) (Toulmin, 1958) estableciendo si incluían los diferentes elementos de un buen argumento (pruebas, justificación, conclusión y refutación).

La toma de decisiones inicial y final se estudió analizando el porcentaje de estudiantes que optó por cada postura (a favor o en contra) en los dos momentos de la intervención. Se examinaron también posibles cambios de postura, así como los argumentos que fundamentan dichos cambios y la influencia que el debate pudo tener en ellos. Para el análisis de estos argumentos se empleó la rúbrica de la Tabla 1 que atiende a los diferentes elementos de un argumento y que fue consensuada por los investigadores. En el caso concreto de las pruebas, se consideraron el número de pruebas aportadas, su tipo y calidad en cuanto al nivel de adecuación y precisión al conocimiento científico-tecnológico implicado en el problema.

Respecto a esta rúbrica, los distintos niveles de todos los ítems se han definido con una graduación creciente, excepto el ítem *Tipo de pruebas*, en el que no hay prevalencia entre los distintos tipos de pruebas.

Con idea de determinar la posible existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los distintos elementos de los argumentos utilizados para la toma de decisiones antes y después del *Microdebate* se empleó la prueba bilateral de Wilcoxon utilizando el paquete de software estadístico SPSS 25.0.

Finalmente, las percepciones mostradas se analizaron de forma cuantitativa, estableciendo la media de las puntuaciones dadas para el ganador del debate y la calidad de las pruebas/argumentos de cada rol. También se calculó el porcentaje de estudiantes que identificó la noticia falsa.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este apartado presenta y analiza los resultados obtenidos en los ámbitos ya mencionados: análisis crítico de la información, argumentación, toma de decisiones y percepciones.

Tabla 1.

Rúbrica empleada para evaluar argumentos

Conclusiones		
0	1	2
No se plantea conclusión alguna	Conclusión inadecuada para la cuestión planteada	Conclusión adecuada y precisa desde el punto de vista científico-tecnológico

Pruebas				
Número de pruebas				
0	1	2	3	4
No proporciona pruebas	Proporciona una prueba	Proporciona dos pruebas	Proporciona tres pruebas	Proporciona cuatro o más pruebas
Tipo de pruebas				
Económicas	Aspectos energéticos	Legislación y seguridad	Riesgos para la salud	Riesgos ambientales
Calidad de las pruebas				
0	1	2	3	4
Inapropiadas	Algunas inapropiadas	Apropiadas pero ambiguas	Apropiadas y algunas ambiguas	Apropiadas y precisas

Justificación			
0	1	2	3
No hace ninguna justificación	Hace una justificación que no relaciona las pruebas con la conclusión	Proporciona una justificación que relaciona las pruebas con la conclusión. Repite la/s prueba/s y/o incluye algunas ideas científicas-tecnológicas, pero no son suficientes	Proporciona una justificación que relaciona la conclusión con las pruebas. Incluye ideas científicas-tecnológicas apropiadas y suficientes

Nota. Adaptada de Cebrián et al. (2018).

4.1. Resultados sobre Análisis Crítico de la Información

Una revisión de las fuentes de información utilizadas por los debatientes y el presentador en la preparación de roles (fase inicial, figura 1) reveló el uso de páginas web de instituciones nacionales o internacionales (11/25, 44%), webs de empresas productoras de energía (6/25, 24%), artículos publicados en prensa nacional (2/25, 8%) y webs con fuentes no contrastadas (6/25, 24%). En la búsqueda de información, ninguno de los tres participantes empleó artículos publicados en revistas científicas. Como se observa, los participantes utilizaron un 32% de fuentes de calidad media-baja puesto que en ellas se pueden confundir opiniones con pruebas científicas, por lo que el alumnado debería evitar utilizarlas.

4.2. Resultados sobre Argumentación

A continuación, se muestran algunos argumentos empleados por los diferentes roles en los dos momentos del debate.

4.2.1. Fase de presentación y argumentación inicial de cada debatiente

El presentador expuso como pruebas, la definición de energía nuclear, la forma de obtención de este tipo de energía y los residuos que genera, los riesgos derivados de esta energía, y las ventajas e inconvenientes de vivir cerca de una central nuclear.

En su minuto inicial, el estudiante a favor de vivir cerca de una central nuclear empleó argumentos basados en los aspectos económicos en torno a la generación de energía en función de las distintas fuentes, la creación de puestos de trabajo próximos a estas centrales, las medidas de seguridad para evitar accidentes y sus consecuencias, y las posibilidades futuras de gestión de residuos, entre otros.

El estudiante encargado de defender la postura en contra usó, en su primer minuto, argumentos basados en los riesgos que supone la energía nuclear, la descripción de los accidentes producidos a lo largo de la historia relacionados con estas centrales, el aumento limitado de puestos de trabajo en la zona al tener que ser muy especializados o el impacto visual que produciría la central en la ciudad.

La Tabla 2 recoge algunos ejemplos de argumentos dados por cada rol.

Tabla 2.

Ejemplos de argumentos dados por los distintos roles

Rol	Argumento
Presentador	<i>“Mediante la fisión nuclear del uranio se libera una gran cantidad de energía que calienta el agua transformándolo en vapor que mueve las turbinas generando así energía eléctrica”.</i> <i>“Todas las centrales cuentan con medidas de seguridad muy estrictas, tanto para acceder como en casos de incidencias de riesgo [...]”.</i> <i>“El principal problema de las centrales no es el riesgo de accidentes sino donde guardar los residuos que éstas generan ya que son muy contaminantes y tardan miles de años en degradarse”.</i> <i>“Algunas ventajas de vivir cerca de una central nuclear es que causan un impacto positivo en la economía del lugar [...]. El efecto negativo es el miedo de la sociedad a que ocurran escapes de radiación o se contamine la zona, aunque la probabilidad es realmente baja”.</i>

Tabla 2.

(Continuación)

Rol	Argumento
Estudiante a favor	<i>“La generación de esta energía tiene un coste muy bajo en comparación con otras [...]. La energía nuclear es casi tan limpia como las renovables, a excepción de la pequeña cantidad de residuos radiactivos que produce, y, por tanto, fácil de controlar [...]”.</i>

Estudiante en contra	<p><i>“Incluso las energías renovables como las centrales eólicas tienen mayor impacto negativo en el medioambiente ocupando grandes parcelas y destrozando zonas naturales”.</i></p> <p><i>“Una central nuclear necesita de cientos de trabajadores, generando así un impacto enorme en la economía del lugar”.</i></p> <p><i>“Las centrales nucleares cuentan con edificios de contención por si ocurre alguna catástrofe, preparados para éstas [...]. Los desechos radioactivos son bastante caros de almacenar actualmente, pero el espacio no es problema [...] y podrá tener varias soluciones en el futuro”.</i></p> <p><i>“El riesgo de contaminación o escape de radiación nuclear, de agua contaminada, por bajo que sea, siempre está en la mente de quien vive cerca”.</i></p> <p><i>“Aunque el número de muertes es muy bajo durante la producción, en caso de que se produzca un error grave, podría desembocar en una catástrofe enorme. Existen antecedentes de accidentes recientes, como Chernóbil o Fukushima”.</i></p> <p><i>“Existe impacto visual al estar cerca de núcleos urbanos. Además, podría ser objetivo vulnerable a actos terroristas”.</i></p> <p><i>“No genera empleo en el núcleo urbano, ya que este tipo de centrales requiere en su mayoría personal cualificado por lo que este efecto será casi despreciable”.</i></p>
-----------------------------	---

Nota. Elaboración propia.

4.2.2. Fase de debate

Una vez expuestas las posturas de los debatientes, éstos establecieron un diálogo, el cual fue fluido, en donde se fueron ofreciendo argumentos, contraargumentos y refutaciones a los mismos. Al tratarse del primer debate, los estudiantes mostraron su falta de entrenamiento y, en ocasiones, volvían a utilizar argumentos ya planteados con anterioridad.

Como ejemplo del dialogo establecido por los debatientes, se presenta el siguiente extracto:

Estudiante a favor: *“El coste de generación de energía que tiene una central nuclear en comparación con otras es bastante bajo y si trabaja las 24 horas al día, todos los días del año, es la más rentable dentro de su sector”.*

Contraargumento del estudiante en contra: *“Tengo que darte la razón ya que, por su precio, es un pilar fundamental en el consumo de energía en nuestro país, pero si hay algún problema, cuanto más lejos esté el núcleo urbano, menor es la probabilidad de riesgo”.*

Refutación del estudiante a favor: *“Los problemas que se han presentado a lo largo de la historia están asociados a instalaciones viejas o a error humano. Hoy día, la tecnología y la formación de personal está más controlado [...]”.*

Como se aprecia en los ejemplos mostrados en esta sección, los tres estudiantes fueron capaces de establecer una conclusión basando sus justificaciones en pruebas de diferente naturaleza relacionadas con aspectos económicos, impacto visual, de seguridad, etc. No obstante, como se ha indicado en el análisis crítico de la información, estas pruebas no eran todas de igual calidad. Los argumentos que se utilizaron en el minuto final de síntesis fueron similares a los que se usaron durante todo el debate.

4.3. Resultados sobre la Toma de Decisiones

En esta sección se presenta, por un lado, la toma de decisiones en los dos momentos de la actividad, inicial y final, así como el cambio de decisiones de estos estudiantes. También se muestra el análisis de los argumentos expuestos, relativo a número y tipo, así como el análisis estadístico para identificar si hay diferencias estadísticamente significativas en estos argumentos.

4.3.1. Toma de decisiones y cambio de postura

Inicialmente, los estudiantes estaban divididos por igual en su elección. Así, el 51,52% de los estudiantes estaba en contra de la instalación de una central nuclear próxima a su localidad, usando argumentos como:

“Por los grandes peligros que hay para las personas si se produce un accidente en dicha central.” (Alumna 26)

“Estoy en contra debido a las emisiones altamente contaminantes que provocan.” (Alumno 33).

El otro 48,48% estaba a favor, como ilustran estos ejemplos:

“Producen empleo, son seguras y generan mucha energía”. (Alumno 22)

“Siempre que se cumpla con las normas de seguridad adecuadas, no debería suponer ningún problema, son centrales que se usan cada vez más en los países.” (Alumno 28).

Como se aprecia en los ejemplos, que pueden extenderse al resto de alumnado, las conclusiones se justifican en base a pruebas sobre aspectos ambientales y de salud en caso de los estudiantes en contra y en aspectos económicos, energéticos y de seguridad para los que están a favor, aunque todos ellos en términos muy ambiguos y sin carácter científico-tecnológico. Además, hay que añadir, que, en el caso de los estudiantes a favor, muchos no llegaron a una conclusión firme, sino que la supeditaron al cumplimiento de una serie de condiciones ambientales y de salud (como los que estaban en contra).

Tras el *Microdebate*, se utilizaron argumentos más claros y precisos para mostrar la conclusión. En la Figura 2 se muestra el diagrama Sankey de cambio de decisiones.

Como se aprecia en esta figura, tras la actividad aumentó el porcentaje de estudiantes a favor notablemente (63,64%). De los estudiantes que inicialmente estaban en contra, un 21,21% cambió de postura después del debate. Algunos argumentos dados para el cambio de decisión fueron:

“Es la mejor energía actualmente, tiene muchas ventajas [...] estaba equivocado con este tipo de central” (Alumno 9) o

“Crea trabajo, genera mucha energía y con la crisis energética que estamos sufriendo son muy necesarias, y son seguras” (Alumna 24).

Por su parte, el alumnado en contra de la instalación de la central nuclear disminuyó hasta el 36,36%. De los que inicialmente estaban a favor, un 30,30% mantuvo su postura, mientras que un 6,1% procedía de un cambio de decisión de a favor a en contra. Algunos ejemplos utilizados fueron:

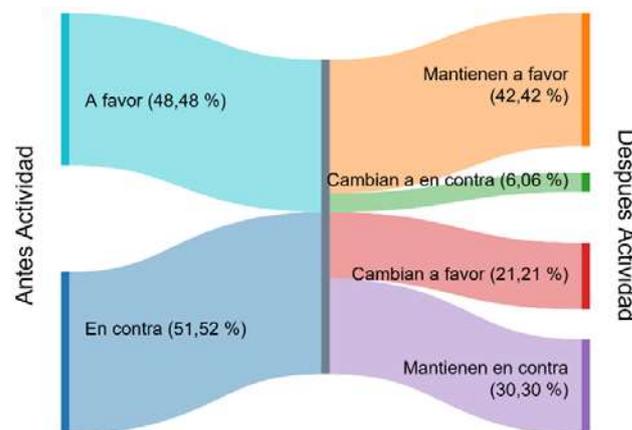
“[...] puede haber accidentes nucleares peligrosos que nos puedan afectar debido a su cercanía” (Alumna 7).

“[...] por los problemas psicológicos que se pueden presentar en los habitantes por miedo a posibles accidentes nucleares” (Alumno 16).

Tal y como se aprecia en estos ejemplos, los estudiantes empiezan a hacer suyas las pruebas presentadas por sus compañeros en el *Microdebate*, tanto a favor como en contra.

Figura 2.

Diagrama Sankey ilustrando toma de decisiones antes y después de la actividad



Nota. Elaboración propia.

4.3.2. Análisis de argumentos en la toma de decisiones

Previo al debate, para la toma de decisiones se emplearon un total de 46 pruebas, siendo la media por estudiante de 1,39 pruebas. Desglosando en función de los estudiantes que estaban a favor o en contra, los primeros emplearon una media de 1,44 pruebas mientras que la media de los segundos fue 1,24 pruebas. La media de la calidad de las pruebas presentadas fue 2,58 por estudiante.

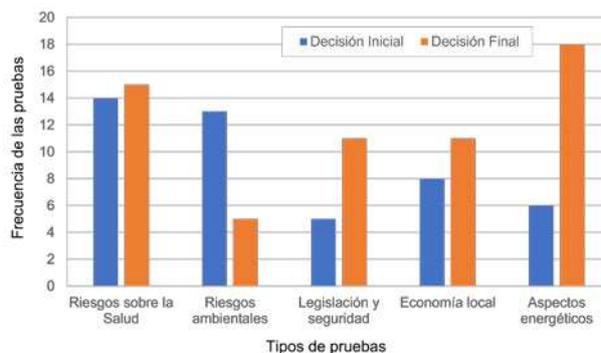
En la toma de decisiones final se emplearon un total de 60 pruebas, siendo la media por estudiante 1,82 pruebas. Para los estudiantes que estaban a favor la media ascendió a 2,05 pruebas y respecto a los que estaban en contra, ascendió a 1,33 pruebas. En todos los casos se emplearon los mismos tipos de pruebas que en la decisión inicial. La media de la calidad de las pruebas presentadas fue 2,73.

Analizando en detalle las pruebas expuestas según la rúbrica (Tabla 1), muestra en la Figura 3 la frecuencia para cada tipo de prueba en los dos momentos de la toma de decisiones. Como se observa, antes del debate las pruebas mayoritarias en la toma de decisiones estaban relacionadas con los riesgos sobre salud y ambientales. Sin embargo, después del debate aparecen como pruebas mayoritarias los aspectos energéticos y riesgos sobre salud.

Asimismo, la Tabla 3 recoge el análisis estadístico de los resultados obtenidos de la aplicación de la rúbrica, a las tomas de decisiones, inicial y final, relativo a número de pruebas y calidad, justificación y conclusiones alcanzadas. En esta tabla se han considerado los valores de Media (Md) en cada elemento con carácter cuantitativo del argumento y el desempeño general en la argumentación. También se incluyen los resultados de la prueba bilateral de Wilcoxon (estadístico Z y probabilidad p).

Figura 3.

Frecuencia de los tipos de pruebas en la toma de decisiones inicial y final



Nota. Elaboración propia.

Tabla 3.

Resultados de la toma de decisiones

	Decisión inicial	Decisión final	Prueba bilateral de Wilcoxon	
	Md	Md	Z	p
Número de pruebas	1,39	1,82	-2,382	0,017
Calidad de pruebas	2,58	2,72	-,903	0,366
Justificación	0,88	1,64	-2,855	0,004
Conclusión	2	2	0,000	1

Nota. Elaboración propia.

Como se muestra en la Tabla 3, se aprecian diferencias estadísticamente significativas en el número de pruebas usadas ($Z=-2,382$, $p<0,05$), así como en las justificaciones ($Z=-2,855$, $p<0,05$), a favor de los argumentos expuestos después del Microdebate. Si bien es cierto que la adquisición de pruebas podría haberse conseguido mediante otras metodologías de enseñanza, esta junto con la mejora en las justificaciones refuerza la utilidad de los *Microdebates* en la formación en argumentación, y por ende, análisis crítico y toma de decisiones.

Tanto en la toma de decisiones inicial como final, todos los estudiantes mostraron una conclusión adecuada y precisa, justificándola en base a las pruebas que consideraron, tanto a favor como en contra.

4.4. Resultados sobre percepciones

El 57,57% de los asistentes consideró que había ganado el debate el estudiante a favor, mientras que el 33,33% opinaba que había ganado el oponente. El 9% de los oyentes creía que había habido un empate. Relativo a la calidad de los argumentos empleados, los oyentes consideraron que la calidad de los argumentos del rol a favor (8,8 puntos sobre 10) era superior a la del estudiante en contra (8,4/10). Asimismo, la mayoría de los oyentes resaltaron que el estudiante a favor había utilizado mayor número de pruebas y sus argumentos habían sido más convincentes.

Relativo al papel del presentador, los asistentes consideraron que la calidad de la información dada por el presentador era elevada (8,6/10). En relación a la noticia falsa sobre un accidente nuclear que había tenido lugar en Cantabria en 1985, diez estudiantes fueron capaces de identificarla (30,3% de oyentes), lo que pone de manifiesto la dificultad para reconocer este tipo de noticias entre un conjunto de ellas si no se realiza una indagación posterior.

5. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

Este trabajo ha presentado la actividad *Microdebate* para estudiantes de ingenierías industriales, un debate de corta duración que fomenta las habilidades de argumentación y toma de decisiones para educar críticamente desde la etapa universitaria. Debatir sobre problemas sociales donde la ciencia y la tecnología juegan un papel relevante se muestra como una ocasión ideal para reflexionar críticamente sobre problemas de la vida diaria de los estudiantes que aparecen con frecuencia en los medios de comunicación, como es el caso de la energía. Queremos insistir que, aunque esta actividad fue desarrollada con estudiantes de ingenierías, es extensible a cualquier otra titulación universitaria o etapa educativa ya que pretende promover la educación crítica para el bien común.

A pesar de la potencialidad de la actividad presentada, los resultados revelan que los estudiantes de ingeniería deben mejorar su argumentación al enfrentarse a problemas sociales como el debatido, puesto que algunos argumentos expuestos, tanto por los participantes como los oyentes, tenían escasa precisión científica y eran ambiguos. Aun así, en la toma de decisiones final se ha apreciado diferencias en el número de pruebas expuestas y justificaciones respecto a la inicial, pudiéndose concluir que mediante actividades como la presentada en este estudio favorece la habilidad de argumentación, de análisis crítico y toma de decisiones, confirmándose la hipótesis planteada.

Otro resultado de interés es que los argumentos dados en el debate, aunque fueron de calidad media, fueron capaces de producir cambios de decisión en algunos estudiantes, por lo que la actividad se convierte en idónea para que conozcan diferentes puntos de vista sobre un mismo problema.

Como propuesta de mejora para futuros debates, se incluirá en la actividad el análisis de algunos de los argumentos utilizados, con idea de que identifiquen, en gran grupo, cuáles son las pruebas presentadas, las justificaciones y la conclusión. Esto ayudará a que, poco a poco, vayan siendo capaces de construir argumentos más elaborados con los que poder defender su propia opinión.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i «Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias» (PID2019-105765GA-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acar, O., Turkmen, L., & Roychoudhury, A. (2010). Student difficulties in socio-scientific argumentation and decision making research findings: Crossing the borders of two research lines. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1191–1206. <https://doi.org/10.1080/09500690902991805>.
- Blanco, A., España, E., & Franco-Mariscal, A.J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice*, 1(1), 107-115. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004>.
- Bogar, Y. (2019). Synthesis study on argumentation in science education. *International Education Studies*, 12(9), 1-14. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n9p1>.
- Cano-Iglesias, M.J., Franco-Mariscal, A.J., & Blanco, A. (2021). Secuencia de actividades de argumentación para estudiantes de ingenierías industriales. En D. Cebrián, A.J. Franco, T. Lupión, M.C. Acebal y A. Blanco (Coords.), *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía. Transferencia al aula* (pp. 153-172). Graó.
- Carrillo, S., & Nevado, K. (2017). El debate académico como estrategia didáctica para la formación de competencias argumentativas y la aproximación al diálogo científico. *Rastros Rostros*, 34(19), 18-30. <https://doi.org/10.16925/ra.v19i34.2145>.
- Cebrián, D., Franco-Mariscal, A.J., & Blanco, A. (2018). Preservice elementary science teachers' argumentation competence: impact of a training programme. *Instructional Science*, 46(5), 789-817. <https://doi.org/10.1007/s11251-018-9446-4>.
- Cebrián, D., Franco-Mariscal, A.J., & Blanco, A. (2021). Secuencia de tareas para enseñar argumentación en ciencias a profesorado en formación inicial a través de CoRubric. Ejemplificación en una actividad sobre una central salina. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 40, 149-168. <https://doi.org/10.7203/dces.40.18178>.
- Hamouda, A.M.S., & Tarlochan, F. (2015). Engaging Engineering Students in Active Learning and Critical Thinking through Class Debates. *Procedia, Social and Behavioral Sciences*, 191, 990-995. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.379>.
- Harari, Y.N. (2020). *21 lecciones para el siglo XXI*. Editorial Debate.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Jonassen, D.H., & Kim, B. (2010). Arguing to learn and learning to argue design justifications and guidelines. *Educational Technology Research and Development*, 4(58), 439-457. <https://doi.org/10.1007/s11423-009-9143-8>.

- Li, X., Wang, W., & Li, Y. (2022). Systematically reviewing the potential of scientific argumentation to promote multidimensional conceptual change in science education. *International Journal of Science Education*, 44(7), 1165-1185. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2070787>.
- Mercier, H., & Sperber, D. (2011). Why do humans reason? Arguments for an argumentative theory. *Behavioral and Brain Sciences*, 34, 57-11. <https://doi.org/10.1017/S0140525X10000968>.
- Mouraz, A., Leite, C., Trindade, R., Martins, J. M., Faustino, A. M., & Villate, J. (2014). Argumentative skills in higher education: A comparative approach. *Journal of Education & Human Development*, 3(1), 279-299.
- Nussbaum, E.M., & Schraw, G. (2007). Promoting argument-counterargument integration in students' writing. *The Journal of Experimental Education*, 76(1), 59-92. <https://doi.org/10.3200/JEXE.76.1.59-92>.
- Osborne, J.F., Henderson, J.B., MacPherson, A., Szu, E., Wild, A., & Yao, S. (2016). The development and validation of a learning progression for argumentation in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(6), 821-846. <https://doi.org/10.1002/tea.21316>.
- Sadler, T.D., & 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>.
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument* (2003, 3rd ed.). Cambridge University Press.
- United Nations (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development* (No. A/RES/70/1). United Nations.