

Los alimentos transgénicos a debate. Una actividad para desarrollar pensamiento crítico en estudiantes de ingenierías industriales.

María José Cano-Iglesias

Universidad de Málaga, España. mjcano@uma.es

María Jesús Martín-Sánchez

Universidad de Málaga, España. mjmartin@uma.es

Francisco F. Martín-Fernández

Universidad de Málaga, España. fdmartin@uma.es

Antonio Joaquín Franco-Mariscal

Universidad de Málaga, España. anjoa@uma.es

Resumen: El desarrollo de habilidades de argumentación y toma de decisiones es esencial en la formación universitaria de ingenieros industriales para que dispongan de un pensamiento crítico adecuado con el que afrontar problemas en los que la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad están presentes. Este trabajo presenta la actividad denominada *Microdebate* implementada con 33 estudiantes del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universidad de Málaga dentro de un programa formativo que fomenta este tipo de habilidades. Este trabajo discute los resultados de un debate de corta duración realizado sobre los alimentos transgénicos. Los principales resultados indican que los participantes inicialmente usaban argumentos incompletos en cuanto a los elementos que lo componen, y que, después de la actividad, mejoraron en cuanto a conclusiones, justificación y calidad, teniendo el *Microdebate* un efecto importante en el cambio de postura adoptada entre antes y después de realizar el debate.

Palabras clave: Microdebate; Pensamiento Crítico; Toma de decisiones; Ingenieros Industriales.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito universitario, la promoción del pensamiento crítico, entendida como el desarrollo de habilidades de razonamiento y argumentación tiene un

papel relevante en las competencias que deben adquirir las y los estudiantes (Mercier y Sperber, 2011) en su carrera profesional. Por esta razón, la educación superior tiene una responsabilidad ineludible en su promoción (Mouraz et al., 2014).

Centrándonos en el campo de la ingeniería, el desarrollo de estas habilidades, en particular las relacionadas con la argumentación y toma de decisiones no solo son esenciales para persuadir al interlocutor sobre la posición del ingeniero/a en torno a un problema o sobre la solución al mismo (Jonassen, y Kim, 2010), sino también para superar uno de los principales obstáculos detectados en la literatura: las dificultades en las habilidades comunicativas que encuentran los ingenieros al expresar los razonamientos formales sobre la solución de un problema y que también influyen en el entendimiento de los conceptos implicados (Nussbaum y Schraw, 2007; Campos, Tecpan y Zavala, 2021).

Se requieren de estrategias en la enseñanza de las ingenierías que fomenten el uso de estas habilidades si se desea disponer de una sociedad formada por una ciudadanía competente que sea capaz de realizar aportaciones a la misma. En este sentido, es importante que desde el aula se promuevan actividades que impulsen el desarrollo de habilidades de argumentación y toma de decisiones, tales como debates, juegos de rol sobre problemas científicos y tecnológicos (López, González y Franco-Mariscal, 2021), discusiones en torno a dilemas socio-científicos (Hierrezuelo, 2002), etc. En estos casos, esta argumentación y toma de decisiones debe realizarse en torno a problemas sociales donde ciencia y tecnología juegan un papel relevante.

Es, por ello, que el objetivo de este trabajo sea presentar los resultados de un debate en torno a alimentos transgénicos implementado con estudiantes españoles de ingenierías industriales para fomentar las habilidades citadas.

CONTEXTUALIZACIÓN TEÓRICA

El pensamiento crítico es un proceso complejo formado por un conjunto amplio de habilidades, entre las que destacan la argumentación y la toma de decisiones (Blanco, España y Franco-Mariscal, 2017).

La argumentación como práctica científica consiste en evaluar declaraciones basadas en pruebas e implica reconocer que, en la ciencia, las conclusiones y declaraciones deben estar justificadas o respaldadas por pruebas (Jiménez-Aleixandre, 2010). Además, la argumentación ayuda a mejorar el razonamiento

científico y promover la comprensión conceptual (Duschl y Osborne, 2002; Bogar, 2019). Al contrastar ideas, los estudiantes tienen la oportunidad de evaluar sus concepciones y construir otras nuevas.

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, Turkmen y Roychoudhury, 2010). La toma de decisiones está estrechamente relacionada con la argumentación y supone un entrenamiento previo de elaboración de argumentos en diferentes posiciones, así como 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).

Por su importancia, los estudios relacionados con los procesos de argumentación y toma de decisiones deben seguir investigándose en la enseñanza de las ciencias (Domènech y Márquez, 2014), lo que permitirá detectar dónde se encuentran los principales obstáculos del alumnado, y ayudarles a superarlos. Tiene interés, por tanto, conocer qué postura inicial adoptan las y los estudiantes ante un problema tecnocientífico sin disponer de información o accediendo a ella, qué tipo de argumentos emplean y qué calidad tienen, y cuáles son las justificaciones de las que hacen uso para apoyar la conclusión final.

Una estrategia didáctica para contribuir al desarrollo de la argumentación y toma de decisiones en problemas donde la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS) son importantes, es el debate (Bruguière, Tiberghien y Clément, 2014; Hamouda y Tarlochan, 2015), y no cabe duda de que disponer de una buena expresión oral para comunicar una idea o una opinión es fundamental en cualquier tipo de sociedad.

De acuerdo con Triana, Wilches y Vargas (2014), el debate es un acto propio de la comunicación que consiste en el desarrollo y discusión de forma argumentativa en torno a un tema o problema controvertido entre dos o más personas. Está guiado por un moderador o moderadora y los debatientes no solo deben sostener sus ideas sino también defenderlas. La calidad de un debate depende de las ideas expuestas y de su solidez en la argumentación. Otros aspectos claves para desarrollar un debate con éxito son que la comunicación sea clara mostrando un diálogo con respeto, y que se lleguen a unas conclusiones finales de una manera consensuada si es posible. Además, los debates ayudan también a reforzar y fomentar aprendizajes sobre ciertos problemas socio-científicos.

En definitiva, el debate permite que las y los estudiantes puedan organizar el pensamiento racional y afectivo ante la exposición de distintas posturas, ideologías y juicios (Carrillo y Nevado, 2017). Aplicados a la enseñanza de la ingeniería, permiten abordar de forma fundamentada, diferentes problemas CTS en los que como ciudadanos y ciudadanas deberían tener una posición definida.

Con estas ideas como punto de partida, se desarrolló un programa formativo sobre pensamiento crítico (Cano, Franco-Mariscal y Blanco, 2021) para fomentar estas habilidades a través de problemas CTS en estudiantes de ingenierías industriales, que incluía el debate como actividad.

Este trabajo presenta los resultados de un debate realizado en el aula sobre alimentos transgénicos, un tema que genera inquietudes en la sociedad en relación sobre si los científicos están modificando la naturaleza, los posibles daños ambientales y de salud, o la calidad de los alimentos que se obtienen (España y Prieto, 2005) y que, por estos motivos, se muestra apropiado para desarrollar habilidades de pensamiento crítico en temáticas CTS. El problema se seleccionó por su potencialidad mostrada en otros estudios como el llevado a cabo por Campaner y De Longui (2007) que encontraron mejoras significativas en la calidad de las producciones argumentativas de estudiantes argentinos de sexto año de nivel medio a la hora de tomar decisiones sobre este problema ambiental.

MÉTODO

Participantes

La muestra del estudio estuvo formada por 33 estudiantes (7 mujeres y 26 hombres) de edades comprendidas entre 19 y 22 años, pertenecientes al segundo año del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universidad de Málaga (Málaga, España) del curso 2021-2022.

Dichos estudiantes estaban participando en un programa formativo para mejorar sus habilidades de pensamiento crítico (Cano, Franco-Mariscal y Blanco, 2021), en el que habían recibido instrucción en argumentación.

Descripción de la actividad

La actividad que se presenta, titulada Microdebate, es una de las primeras actividades que se realizaron en dicho programa. Se trata de un debate de corta duración sobre un problema CTS, en este caso sobre los alimentos transgénicos. En el mismo intervienen tres estudiantes, uno de ellos ejerce el rol de presentador/a, y los otros dos defienden posturas a favor o en contra.

La actividad se estructuró en cuatro fases:

Fase 1: Toma de decisión inicial (pre-test) e instrucción en argumentación. Antes del desarrollo de la actividad, todos los participantes respondieron a una cuestión de carácter científico-tecnológico. Posteriormente, la profesora llevó a cabo una sesión formativa donde expuso cómo diferentes autores entienden la argumentación en el ámbito científico-tecnológico, haciendo hincapié en su importancia en la vida diaria, en la educación científica y en su contribución al pensamiento crítico. Se mostraron el modelo de argumentación de Toulmin (1958) y una adaptación simplificada del mismo (Jiménez-Aleixandre, 2010). Como actividades formativas previas al *Microdebate*, se realizaron algunos ejemplos sencillos en los que se pidió identificar los elementos esenciales de un buen argumento (pruebas, justificación y conclusión) para posteriormente elaborar y analizar argumentos completos y contraargumentos (Cebrián, Franco-Mariscal y Blanco, 2021). Se pretendía también que reconocieran la importancia de refutar argumentos y conocer las ideas científicas previas.

Fase 2: Preparación del debate. Una vez formados los grupos de tres estudiantes, se asignó a cada uno un problema científico-tecnológico a debatir y se fijó un rol a cada participante, de forma que un estudiante actuara de presentador/a, y los otros dos defendieran posturas opuestas. Previo al debate, se pidió a los participantes que entregaran un informe de preparación del debate en el plazo de una semana, incluyendo cinco argumentos a favor de su postura y otros cinco para defenderla. El presentador o presentadora debía introducir el problema empleando cinco argumentos y apoyándose en una presentación digital.

Fase 3: Realización del debate. Al inicio del debate se informó a los asistentes de su estructura: (a) Intervención del presentador/a, que expone el problema a debatir en tres minutos; (b) intervención breve de los estudiantes a favor y en contra del problema (1-2 minutos por persona); y (c) tiempo de debate entre ambas posiciones (5 minutos).

Fase 4: Toma de decisión final (post-test). Tras el debate, todo el alumnado, incluido los que no participaban en el debate, debían volver a tomar una decisión argumentada sobre el problema tratado.

El problema científico-tecnológico que se analiza en este trabajo se presentó con el enunciado: “¿Estarías a favor o en contra del consumo de alimentos transgénicos?” Este debate se realizó el segundo día, por lo que los participantes tuvieron la oportunidad de observar otros debates y desarrollar técnicas de argumentación adecuadas.

Instrumentos de recogida de datos

La toma de datos se realizó antes, durante y después de la actividad mediante diferentes instrumentos. La toma de decisiones y los argumentos escritos de los participantes para justificar su decisión se recogieron a través de la cuestión planteada a modo de pre-test (fase 1) y post-test (fase 4), que incluía también la recogida de aspectos demográficos de los participantes. Los argumentos escritos y orales empleados por los debatientes y el presentador se recogieron a través de los informes de preparación del debate (fase 2) y la grabación en audio del debate (fase 3), que posteriormente se transcribió para su análisis.

Análisis de datos

Se realizaron dos estudios, con carácter cualitativo:

- (a) Análisis de la toma de decisiones antes y después del debate y posibles cambios de opinión, y
- (b) Análisis de los argumentos dados por los participantes.

El primer estudio contabilizó la frecuencia y porcentajes de participantes a favor y en contra del consumo de alimentos transgénicos en los dos momentos y determinó cuántos mantenían o cambiaban de opinión.

En el segundo estudio, todos los argumentos, ya fueran escritos u orales, se analizaron atendiendo al modelo de Toulmin (1958) identificando en cada uno de ellos los diferentes elementos: pruebas (considerando número y tipo), justificaciones y conclusión. Para este análisis se utilizó una rúbrica (Tabla 1), que se estableció por consenso entre los investigadores (autores del trabajo).

Tabla 1. Rúbrica para el análisis de los elementos de los argumentos en el Microdebate.

CONCLUSIÓN				
0: No alcanza ninguna conclusión		1: Duda al alcanzar una conclusión	2: Proporciona una conclusión adecuada y precisa	
PRUEBAS				
Número de pruebas				
0 (No pruebas)	1 prueba	2 pruebas	3 pruebas	4 pruebas
Tipos de pruebas				
Tipo económico				
0 pruebas		1 pruebas	2 pruebas	
Tipo alimentario				
0 pruebas		1 pruebas	2 pruebas	
Tipo sanitario				
0 pruebas		1 pruebas	2 pruebas	
Tipo Ideas personales o experiencias vividas				
0: No emplea	1: Idea personal o experiencia vivida		2: Dos ideas personales o experiencias vividas	
JUSTIFICACIÓN				
0: No hace ninguna justificación		1: Hace una justificación que no relaciona pruebas con conclusión	2: Proporciona una justificación que relaciona las pruebas con la conclusión	

Adicionalmente, tomando como punto de partida el análisis según el modelo de Toulmin (1958) realizado, se categorizaron de nuevo los argumentos de acuerdo con los niveles argumentativos propuestos por Erduran et al. (2004) y Erduran (2008) (Tabla 2), que dan idea de la calidad de éstos.

Tabla 2. Rúbrica para el análisis de la calidad de los argumentos en el Microdebate (Erduran, 2008).

Niveles argumentativos	Características
Nivel 1	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia.
Nivel 2	Comprende argumentos en los que se identifican con claridad pruebas y una conclusión.

Niveles argumentativos	Características
Nivel 3	Comprende argumentos en los cuales se identifican con claridad pruebas, conclusiones y justificación.
Nivel 4	Comprende argumentos constituidos por pruebas, conclusiones y justificaciones, haciendo uso de cualificadores o respaldo teórico.
Nivel 5	Comprende argumentos en los que se identifican pruebas, conclusión(es), justificación(es), respaldo(s) teórico(s) y contraargumento(s).

Por último, para el caso de los participantes en el debate, se analizó también la calidad de las fuentes de información empleadas en su preparación recogidas en los informes cumplimentados. Para ello, se estableció un sistema de categorías (libros y revistas científicas, webs de divulgación científica, artículos en prensa y webs con fuentes no contrastadas) y se calculó el porcentaje de fuentes en cada una de ellas.

Análisis estadístico

Con idea de determinar la posible existencia de diferencias estadísticamente significativas en las tomas de decisiones se realizó en primer lugar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, al ser la muestra inferior a 50 datos, obteniéndose una probabilidad inferior a 0,05, lo que supone la aplicación de pruebas no paramétricas. Posteriormente, se estudiaron posibles diferencias estadísticamente significativas entre muestras relacionadas (decisiones y elementos de los argumentos dados por el mismo participante en pre-test y post-test) para las distintas variables, utilizándose la prueba bilateral de Wilcoxon al tratarse de variables ordinales. El software empleado fue el paquete estadístico SPSS 25.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan las decisiones adoptadas por los y las estudiantes y los argumentos empleados en cada caso en los diferentes momentos de la actividad.

Decisión inicial y argumentos empleados

Inicialmente, el 54,4% del alumnado estaba en contra del consumo de alimentos transgénicos, indicando argumentos como:

“Creo que son menos saludables, pierden muchas propiedades respecto a los naturales” (Alumna 27).

El 45,5% restante estaba a favor, como ilustra este ejemplo:

“La ciencia ha avanzado mucho y el procesar los alimentos puede ser beneficioso” (Alumno 10).

Como se aprecia en ambos ejemplos, que pueden ser extendidos al resto de alumnado, las conclusiones se justifican en base a pruebas relativas a aspectos científicos o alimenticios, pero en términos ambiguos y con escaso rigor científico.

La Tabla 3 recoge como valores medios los resultados relativos a los argumentos que emplearon los participantes para justificar su decisión antes (pre-test) y después (post-test) del debate, analizados con las rúbricas de las Tabla 1 y 2.

Tabla 3. Resultados de los argumentos dados por el alumnado para adoptar la decisión expresados como valores medios de los ítems de las Tablas 1 y 2.

	Pre-test	Post-test
Conclusión	1,85	2
Nº Pruebas	1,36	1,55
Pruebas tipo ideas personales	0,39	0,21
Pruebas tipo económicas	0,06	0,18
Pruebas tipo alimentarias	0,39	0,52
Pruebas tipo salud	0,52	0,64
Justificación	0,42	1,57
Calidad del argumento	1,97	2,78

Tal y como se aprecia (Tabla 3), la media del número de pruebas empleadas por el estudiantado en sus argumentos antes del *Microdebate* fue de 1,36 pruebas, siendo la mayoría de ellas de tipo sanitaria (16 de 44 pruebas totales), seguidas de aspectos relacionados con la alimentación e ideas personales

(13 de 44 pruebas totales para ambas). Los aspectos económicos apenas se emplearon en los argumentos iniciales.

Cabe destacar que la mayoría del alumnado no justificó sus conclusiones, solo expusieron las pruebas que consideraron oportunas. Respecto a la conclusión, aunque todos alcanzaron una, algunos alumnos y alumnas dudaron en sus decisiones, quedando esto reflejado en la media en este ítem (1,85 puntos).

El análisis de la calidad de estos argumentos de acuerdo con la rúbrica de la Tabla 2 mostró un valor medio de 1,97, que corresponde aproximadamente al nivel 2 (identificación de conclusión y pruebas, sin justificación).

Actividad de Microdebate

Este apartado presenta los resultados del análisis del debate. En primer lugar, se analiza la calidad de las fuentes de información en la preparación del debate, y posteriormente, se analizan los argumentos dados por los debatientes.

Análisis de la calidad de las fuentes de información en la preparación del debate

Previo al debate, los participantes cumplimentaron un informe en el que se solicitaba cinco argumentos y cinco contraargumentos para los debatientes y cinco pruebas justificadas para el presentador. En todos los casos, debían indicarse las fuentes consultadas.

Un análisis de las fuentes de información utilizadas por los debatientes y el presentador en la preparación de roles reveló el uso de páginas webs gubernamentales (Organización Mundial de la Salud), web de empresas productoras (tanto de productos biológicos como transgénicos), asociaciones sin ánimo de lucro (Greenpeace, etc.) o artículos publicados en revistas científicas (12/25, 48%), webs de divulgación científica o artículos en prensa nacional (4/25, 16%) y webs con fuentes no contrastadas (9/25, 36%). Como se observa, los participantes utilizaron un 52% de fuentes de calidad media-baja, que deberían evitarse ya que en ellas se pueden confundir opiniones con pruebas científicas e incluso ofrecer información errónea.

Análisis de los argumentos dados en el debate

A continuación, se indican las pruebas y argumentos que expusieron tanto el presentador como los debatientes.

El presentador expuso el tema del debate, definiendo qué es un alimento transgénico, sus ventajas e inconvenientes y expuso ejemplos de estos alimentos, mostrando algunas pruebas como:

“Existen centenares de alimentos transgénicos desarrollados en laboratorios [...] plantas que resisten el ataque de virus, bacterias, hongos o insectos. [...]” (Presentador).

“Muchísimos de los alimentos que consumimos diariamente están modificados genéticamente, como el trigo del pan [...]” (Presentador).

A continuación, el debatiente a favor defendió su postura, empleando argumentos basados en aspectos económicos, destacando las ventajas que ofrecen éstos respecto a los alimentos naturales. Estos argumentos quedan ilustrados en los siguientes ejemplos:

“A pesar de lo que la gente piensa, los alimentos transgénicos son saludables y menos contaminantes que los convencionales.” (Estudiante a favor).

“Crecen más rápido, lo que ayuda a hacer frente al constante incremento de la población [...] requieren menor cantidad de pesticidas y fertilizantes, ya que han sido diseñados específicamente con este fin.” (Estudiante a favor).

Por su parte, el debatiente en contra defendió su postura, empleando argumentos basados en aspectos relacionados con la salud, la biodiversidad, la economía, etc. Algunos ejemplos de los argumentos expuestos fueron:

“[...] pueden producir posibles efectos negativos en la salud a largo plazo. Esto significa que puede hacer que pierda parte de su concentración de nutrientes, provoque acumulación de líquidos...” (Estudiante en contra).

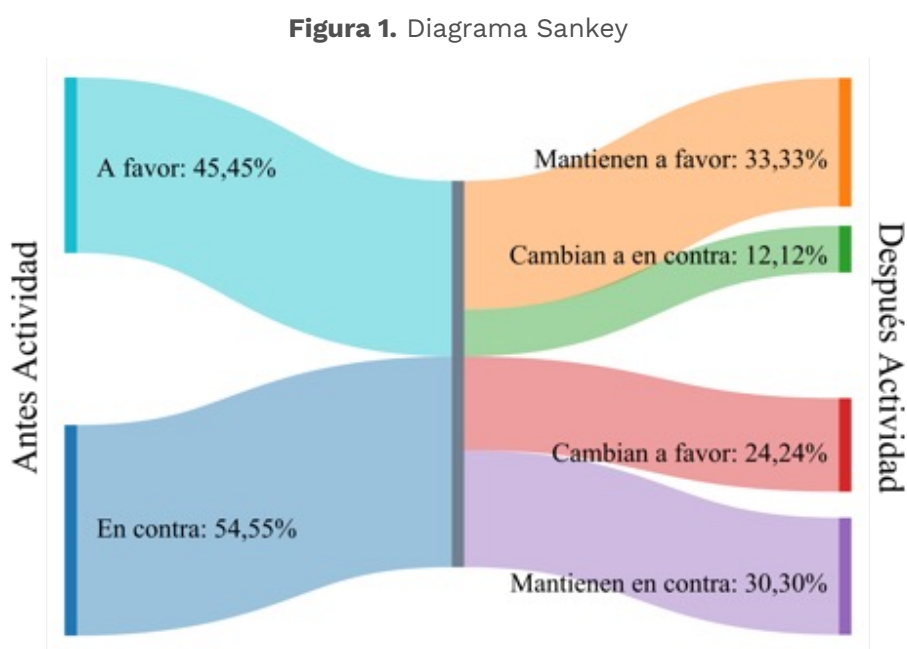
“[...] los científicos afirman que existe una relación entre el consumo de alimentos transgénicos y el desarrollo de alergias, intolerancias y enfermedades autoinmunes.” (Estudiante en contra).

Decisión final y argumentos empleados

El diagrama Sankey de la Figura 1 muestra los porcentajes de decisiones adoptadas antes y después del debate por las y los estudiantes, así como los cambios de decisión que tienen lugar.

Como se observa, tras el *Microdebate*, el porcentaje de estudiantes a favor del consumo de alimentos transgénicos aumentó notablemente, hasta el 57,58%, aunque solo el 33,33% de los que inicialmente estaban a favor mantuvo su decisión.

“Son más baratos y pasan controles de calidad para que no sean perjudiciales para la salud.” (Alumno 19, mantiene su postura a favor).



Por su parte, el alumnado en contra disminuyó hasta el 42,42%. Del alumnado inicialmente en contra, el 30,30% la mantuvo, como ilustran estos ejemplos de argumentos dados:

“Afecta a la salud pública, ya que pierde propiedades respecto a los naturales, que son los que verdaderamente son buenos para el ser humano y necesarios.” (Alumno 18, mantiene su postura en contra).

“Pese a que el compañero que exponía a favor casi me convence, pienso que la manipulación genética de alimentos puede no ser beneficiosa para el ser humano ni el medioambiente.” (Alumno 30, mantiene su postura en contra).

Sin embargo, un 36,36% cambió de postura después del debate. Estos cambios probablemente se debieron al impacto que tuvo el debate en los asistentes al mismo. Algunos ejemplos fueron:

“En contra porque las propiedades que se mejoran, por un lado, empeoran por otro. No se puede comparar el sabor, la duración ni calidad de los productos naturales a día de hoy (Alumno 24, cambio de opinión de a favor a en contra).

“Es mejor usar alimentos transgénicos porque son más económicos. Hay muchos estudios para que no contaminen y sean ecológicos” (Alumno 11, después de defender la postura a favor en el debate, cambió de opinión de en contra a favor).

Comparando los argumentos expuestos después de la actividad de *Microdebate* (Tabla 3), se aprecia, por un lado, que todo el estudiantado fue capaz de exponer una conclusión clara y precisa, justificándola con pruebas de tipo alimenticia y de salud, principalmente. Además, también mejoraron significativamente las justificaciones respecto a los argumentos iniciales (media de 1,57 puntos frente a 0,42).

Todos estos avances quedan reflejados en el aumento de la calidad de los argumentos, alcanzándose una media de 2,78, valor comprendido entre el nivel 2 y 3 de la propuesta de Erduran (2008) (Tabla 2). En este sentido, debemos indicar que ningún estudiante expuso cualificadores o respaldo teórico (nivel 4) en sus argumentos, ni pruebas favorables para la opción no elegida para poder exponer contraargumentos y refutaciones a su propia conclusión (nivel 5).

A nivel estadístico, la actividad planteada tuvo un impacto importante en la mejora de elaboración de argumentos en los participantes, al detectarse en la prueba de Wilcoxon (Tabla 4) diferencias significativas en los tres elementos del argumento, en todos los casos a favor del post-test. Las mejoras se producen en la conclusión emitida, la justificación y la calidad del argumento de acuerdo con los niveles argumentativos de Erduran (2008). No se detectaron diferencias estadísticamente significativas en los distintos tipos de pruebas mostradas.

Tabla 4. Prueba bilateral de Wilcoxon para los distintos elementos del argumento, previo y posterior al Microdebate.

	Prueba de Wilcoxon ^a		
	Z	p	Significatividad
Conclusión	-2,236 ^b	0,025	A favor de post-test
Justificación	-4,146 ^b	0,000	A favor de post-test
Número de pruebas	-1,604 ^b	0,109	NS
Pruebas tipo ideas personales	-1,732 ^c	0,083	NS
Pruebas tipo económicas	-1,633 ^b	0,102	NS
Pruebas tipo alimentarias	-1,000 ^b	0,317	NS
Pruebas tipo salud	-1,155 ^b	0,248	NS
Calidad del argumento	-4,354 ^b	0,000	A favor de post-test

a Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b Se basa en rangos negativos.

c Se basa en rangos positivos.

NS: Diferencias estadísticamente no significativas

CONCLUSIONES

La actividad *Microdebate* se presenta de utilidad para abordar problemas CTS con ingenieros industriales al permitir desarrollar habilidades de argumentación y toma de decisiones, fundamentales en el pensamiento crítico de los ciudadanos y ciudadanas.

Los resultados indican avances destacados en los argumentos empleados por el alumnado, reflejándose especialmente en la conclusión y justificaciones dadas. Aun así, se requiere seguir desarrollando este tipo de actividades en el aula, por una parte, para que los argumentos lleguen a incluir un mayor número de pruebas y con una amplia tipología, de forma que aborden el problema teniendo en cuenta todos los factores implicados (ambientales, sanitarios, sociales, económicos, etc.) y, por otra parte, para mejorar la calidad de los argumentos dados. En este sentido, la calidad de los argumentos construidos por el estudiantado se considera media-baja por exponer un reducido número de pruebas, sin cualificadores o respaldo teórico ni contraargumentos o pruebas relativas a la opción no elegida.

Para facilitar a las y los estudiantes la construcción de argumentos de mayor calidad con los que se pueda alcanzar los niveles más altos de la propuesta

de Erduran (2008) se propone analizar de forma crítica en el aula algunos de los argumentos dados y hacer propuestas para enriquecerlos.

Respecto a la toma de decisiones, se observa la importancia de disponer de información contrastada. Asimismo, se aprecia que algunos argumentos surgidos en el debate promovieron la reflexión del problema y en muchas ocasiones también un cambio de postura.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i del Plan Nacional, referencia PID2019-105765GA-I00, titulado “*Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias*”, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España en 2019.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acar, O., Turkmen, L., y 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.

Blanco, A., España, E., y Franco-Mariscal, A.J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice, Revista de Educación Científica*, 1(1), 107-115.

Bogar, Y. (2019). Synthesis study on argumentation in science education. *International Education Studies*, 12(9), 1-14.

Bruguière, C., Tiberghien, A., y Clément, P. (Eds.) (2014). *Topics and Trends in Current Science Education. 9th ESERA Conference Selected Contributions. Contributions from Science Education Research Volume 1*. Springer.

Campaner, G., y De Longui, A. L. (2007). La argumentación en educación ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 442-456.

Campos, E., Tecpan, S., y Zavala, G. (2021). Argumentación en la enseñanza de circuitos eléctricos aplicando aprendizaje activo. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 43, e20200463.

Cano, M. J., Franco-Mariscal, A. J., y Blanco, A. (2021). Secuencia de actividades de argumentación para estudiantes de ingenierías industriales. En D. Cebrián, A. J. Franco-Mariscal, 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., y 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.

Cebrián, D., Franco-Mariscal, A. J., y 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. *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 40, 149-168.

Domènech, A. M., y Márquez, C. (2014). Which Perspectives Are Referred in Students' Arguments About a Socio-scientific Issue? The Case of Bears' Reintroduction in the Pyrenees. In C. Bruguière, A. Tiberghien & P. Clément (Eds.), *Topics and Trends in Current Science Education, 9th ESERA Conference Selected Contributions* (pp. 71-84). Springer.

Duschl, R. A., y Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72.

Erduran, S. (2008). Methodological foundations in the study of argumentation in science classroom. In: M. P. Jiménez-Alexandre y S. Erduran (Eds.), *Argumentation in Science Education. Perspectives from classroom-based research* (pp. 47-69). Springer.

Erduran, S., Simon, S., y Osborne, J. (2004). Tapping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915- 933.

España, E., y Prieto, T. (2005). Controversia sobre los alimentos transgénicos: ¿La llevarías a tu clase? *Kikirikí*, 78, 71-75.

Hamouda, A. M. S., y Tarlochan, F. (2015). Engaging Engineering Students in Active Learning and Critical Thinking through Class Debates. *Procedia, Social and Behavioral Sciences*, 191, 990-995.

Hierrezuelo, J. M. (2022). Dilemas socio-científicos como estrategia didáctica para desarrollar el pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias en la formación inicial del profesorado. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga.

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas* (Vol. 12). Barcelona: Graó.

Jonassen, D. H., y Kim, B. (2010). Arguing to learn and learning to argue design justifications and guidelines. *Educational Technology Research and Development*, 4(58), 439-457.

López, M. M., González, F., y Franco-Mariscal, A. J. (2021). Should We Ban Single-Use Plastics? A Role-Playing Game to Argue and Make Decisions in a Grade-8 School Chemistry Class. *Journal of Chemical Education*, 98, 3947-3956.

Mouraz, A., Leite, C., Trindade, R., Martins, J. M., Faustino, A. M., y Villate, J. (2014). Argumentative skills in higher education: A comparative approach. *Journal of Education & Human Development*, 3(1), 279-299.

Nussbaum, E. M., y Schraw, G. (2007). Promoting argument-counterargument integration in students' writing. *The Journal of Experimental Education*, 76(1), 59-92.

Sadler, T. D., 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.

Toulmin, S. E (1958). *The uses of argument* (2003, 3rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Triana, P.K., Wilches, L. M., y Vargas, M. C. (2014). *El debate como estrategia didáctica para el mejoramiento de la expresión oral*. Universidad Libre de Colombia. Trabajo de Grado para optar al Título de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Humanidades e Idiomas. Bogotá.