



Desarrollo de destrezas argumentativas en la resolución de dilemas bioéticos sobre salud

Developing Argumentative Skills through Resolving Bioethical Dilemmas Regarding Health

Beatriz Bravo-Torija

Departamento de Didácticas Específicas, Universidad Autónoma de Madrid

beatriz.bravo@uam.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6236-6807>

Beatriz Mazas-Gil

Área Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Zaragoza

bmazas@unizar.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1127-6160>

Sergio Calavia

Colegio «La Salle Gran Vía» Zaragoza

431627@unizar.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0424-3264>

RESUMEN • En este estudio se examina el desarrollo de las destrezas argumentativas de 45 estudiantes de 1.º de Bachillerato que realizan una secuencia de aprendizaje sobre dilemas bioéticos. En concreto, se comparan las respuestas escritas a dos dilemas que implicaban tratamientos experimentales con población vulnerable. Este trabajo busca identificar las diferencias entre los argumentos iniciales y finales atendiendo al número de justificaciones y refutaciones empleadas, las dimensiones que consideran y cómo las combinan. Para ello, se realiza un análisis de contenido de 599 fragmentos. Los resultados muestran mejoras significativas en el número, la diversidad y la calidad de los elementos argumentativos, al integrar y combinar un mayor número de dimensiones, promoviendo así la alfabetización en salud y el desarrollo de destrezas argumentativas clave.

PALABRAS CLAVE: Alfabetización en salud; Argumentación; Bachillerato; Cuestiones sociocientíficas; Prácticas científicas.

ABSTRACT • This study examines the development of argumentative skills in forty-five upper secondary students through a teaching-learning sequence about health-related bioethical dilemmas. In particular, it compares students' written responses to two dilemmas involving experimental treatments in vulnerable populations. This work seeks to identify differences between students' initial and final arguments in terms of the number of justifications and rebuttals, the dimensions to which they refer and how they combine them. A content analysis of 599 fragments was carried out. The results show significant improvements in the number, diversity and quality of argumentative elements, including greater integration and combination of multiple dimensions, thereby enhancing health literacy and supporting the development of key argumentative skills.

KEYWORDS: Health literacy; Argumentation; Upper secondary education; Socioscientific issues; Scientific practices.

Recepción: diciembre 2025 • Aceptación: abril 2026 • Publicación: junio 2026

Bravo-Torija, B., Mazas-Gil, B. y Calavia, S. (2026). Desarrollo de destrezas argumentativas en la resolución de dilemas bioéticos sobre salud. *Enseñanza de las Ciencias*, 44(2), 131-150.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6590>

INTRODUCCIÓN

La salud –tanto física como mental– sigue siendo una preocupación importante para una parte significativa de la población (INE, 2023). Comprender situaciones problemáticas relacionadas con ella, y saber cómo tratarlas, forma parte de los «Grandes Desafíos y Oportunidades para el siglo XXI» (Aznar y Puig, 2016). Por ello, conseguir una sociedad alfabetizada en salud se convierte en algo crucial, ya que se requiere una ciudadanía que tenga el conocimiento, la motivación y las competencias suficientes para comprender y aplicar la información científica al tomar decisiones relacionadas con la salud individual y colectiva (Gavidia et al., 2019). Entre las temáticas planteadas, desde inicios de los 2000, encontramos trabajos como el de Martín (2006) sobre los dilemas éticos, económicos o científicos que plantea el desarrollo de una vacuna contra el sida; Carvajal y Martínez (2014), quienes abordan la conveniencia de los implantes estéticos en la sociedad actual; Domènech et al. (2015) y Pelayo y Martínez (2016), quienes trabajan los beneficios y prejuicios de la automedicación; Simonneaux y Lipp (2017), que tratan la situación de los animales en las granjas industriales; Pons y de Soto (2020), quienes demandan al alumnado evaluar el papel que los comités bioéticos tienen en el desarrollo de las investigaciones biomédicas; o Florido-Moreno y Lupión-Cobos (2024), que abordan los dilemas éticos implicados en las decisiones entorno a la vacunación. En la etapa de bachillerato, que es en la que se contextualiza nuestro estudio, su número es mucho más limitado. Entre ellos, destacamos el de Ruíz et al. (2021), donde un grupo de alumnos de 2.º valoraba las implicaciones de la biofarmacología en la medicina, identificando la necesidad de disponer de límites éticos para asegurar el bienestar humano y animal.

El estudio que se desarrolla en este artículo se enmarca en el aula de Cultura Científica de 1.º de Bachillerato, asignatura actualmente extinta en su curso. Entre sus objetivos se pretendía reconocer la influencia recíproca entre el desarrollo científico-tecnológico y otros contextos como el económico o el social, abordando las implicaciones bioéticas en contextos como los ensayos clínicos, la experimentación animal o el uso de células embrionarias (Luque, 2010). Esto hacía posible que se pudieran promover ambientes de aprendizaje donde se trabajaran cuestiones sociocientíficas que implicaban tanto conocimientos de ciencias como aspectos éticos, políticos, económicos o medioambientales (Fernández-González, 2008).

En este trabajo, utilizando casos que tengan que ver con la salud, como la viabilidad de la experimentación animal y humana, el uso de productos homeopáticos como medicamentos o los criterios empleados en la aplicación de la vacunación ante enfermedades como la COVID-19, se diseña e implementa una secuencia de enseñanza-aprendizaje (en adelante, SEA) con un doble objetivo. Por un lado, ayudar al alumnado a comprender el conocimiento científico necesario para entender y discutir sobre estas cuestiones; y, por otro, promover el desarrollo de destrezas argumentativas como: 1) identificar los datos relevantes para dar respuesta al problema; 2) establecer relaciones entre ellos, reconocer pautas en su comportamiento y conectarlos entre sí y con su conocimiento; y 3) tomar decisiones argumentadas (Calavia et al., 2025). Para conocer el progreso del alumnado en la puesta en práctica del conocimiento y las destrezas argumentativas al dar respuestas a estas problemáticas, se analizan los argumentos dados en la actividad inicial y en la actividad final. Consideramos, al igual que Brocos y Jiménez-Aleixandre (2020), que el argumento de mayor calidad será aquel que tenga el mayor número de justificaciones y refutaciones, y que estas hagan referencia a todas las dimensiones posibles, social, ambiental, científica, etc., combinándolas entre sí. Por ello, para identificar la mejora en la calidad de los argumentos del estudiantado, se compara el número de justificaciones y refutaciones que son capaces de proporcionar en ambos argumentos (inicial y final), las dimensiones en que se encuentran las pruebas a las que hacen referencia (social, ética, personal o científica, entre otras) y la combinación entre ellas. Así, las preguntas de investigación son:

- P1: ¿Qué diferencias se encuentran entre el argumento inicial y el final del alumnado respecto al número de justificaciones y refutaciones ofrecidas al apoyar su respuesta?
- P2: ¿A qué dimensiones sociocientíficas hace referencia el alumnado en sus justificaciones y refutaciones en el argumento final frente al inicial?
- P3: ¿Qué dimensiones sociocientíficas combinan, y cómo lo hacen, en el argumento final frente al inicial?

MARCO TEÓRICO

La bioética es el estudio formal de los juicios éticos relativos a los avances y aplicaciones de la biología, la medicina y las tecnologías (Tornini et al., 2023). El término *bioética*, con un sentido ecológico y poblacional, rápidamente se aplicó a los problemas de la salud pública y las investigaciones biomédicas, de manera que incluyó el campo de estudios de la educación médica y lo trascendió a su proyección social (Navarro et al., 1999). En el presente siglo hay una conciencia creciente de estas cuestiones entre el público y los medios de comunicación (Bryant y Bagott, 2003). Esta realidad también se ha trasladado a las aulas universitarias, donde Willmott (2015) destaca la relevancia de tratar temas bioéticos con el alumnado a través de casos clínicos, generando un mayor interés por las materias de ciencias y una mejora en su comprensión. A pesar de ello, siguen existiendo muchas carencias en esta formación. Por ello, Torres et al. (2023) proponen la inclusión de actividades en las que se trabajen asuntos biomédicos que puedan tener repercusión directa en la vida de las personas. Partiendo de esta consideración, concordamos con Johansen y Harris (2000) en que el conocimiento y la discusión sobre bioética debería trasladarse a las aulas de secundaria. Algunos trabajos han ido ya en esta línea, entre el alumnado (Pons y de Soto, 2020) y entre el profesorado (Basagni y González-García, 2022). Pero, a pesar de ello, sigue existiendo una carencia de propuestas que analicen y confirmen la utilidad que tiene abordar estas problemáticas en el aula en el desarrollo de las destrezas argumentativas en el alumnado (Martínez-Pena et al., 2024).

Para evitar que el alumnado tome decisiones sobre dilemas bioéticos basándose solo en sus creencias, resulta útil trabajar la bioética en el marco de las controversias sociocientíficas (CSC), entendidas como aquellos problemas o cuestiones sociales que emergen de manera frecuente en la sociedad y que tienen implicaciones científicas o tecnológicas (Romero-Ariza et al., 2014).

En este marco, y en particular en problemáticas relacionadas con la salud, tanto humana, como animal o ambiental, consideramos, al igual que Martínez-Pena et al. (2024), que la alfabetización del alumnado es fundamental por la implicación que estas cuestiones tienen en sus vidas. Además, no solo se han de abordar desde una perspectiva científica, sino considerando el papel que juegan aspectos sociales, políticos, económicos o éticos en sus posibles soluciones (Bencze et al., 2020).

La necesidad de integrar todas estas dimensiones en CSC queda patente en trabajos como el de Mun et al. (2022), quienes propusieron un dilema sobre el uso de vehículos autónomos para decidir si podían o no podían ser una alternativa a los vehículos actuales. Se identificó que, en el proceso de toma de decisión, el alumnado exploraba múltiples perspectivas para elaborar su conclusión, discutiéndolas hasta llegar a una decisión. Otros, como Simonneaux y Lipp (2017), trabajaron con 44 estudiantes de secundaria sobre el bienestar animal en las granjas. Los estudiantes tuvieron que tomar una decisión, individual y colectiva, sobre la idoneidad o no de descornar al ganado, considerando sus implicaciones para los animales (dolor y sufrimiento). Se evidenció que la perspectiva emocional cobraba igual o mayor relevancia que su conocimiento al tomar su decisión. Los resultados de estos estudios muestran que si bien el alumnado es capaz de integrar distintas dimensiones al justificar la toma de decisiones, entre ellas la científica, y basarlas en pruebas, este proceso no es sencillo, ya que siguen otorgando mayor credibilidad a las fuentes que apoyan sus ideas, sus valores o sus creencias (Lundstrom et al., 2012). Es por ello por lo que resulta primordial seguir trabajando en esta línea.

En este contexto, estamos de acuerdo con Brocos y Jiménez-Aleixandre (2020) en que, para poder abordar de forma efectiva CSC que llevan asociadas la toma de decisiones, es imprescindible que el alumnado ponga en práctica las destrezas implicadas en la construcción, evaluación y legitimación del conocimiento en el marco de la ciencia (Kelly, 2008). Entre ellas se encuentran las relacionadas con la argumentación, entendida como la evaluación del conocimiento coordinando las pruebas disponibles con la teoría relevante (Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2008).

Investigadores como Fang et al. (2018) proponen un marco para la toma de decisiones en CSC que requiere de tres fases: 1) determinar el contexto; 2) establecer una estrategia; y 3) reflexionar sobre el proceso de decisión. En todas ellas, pero sobre todo en la segunda y en la tercera fases, es imprescindible evaluar la información aportada y considerar el conocimiento que se tiene sobre la problemática tratada, integrándola para establecer su respuesta.

Para conocer la capacidad que tiene el alumnado de evaluar la información, integrando esta con su conocimiento científico, se puede analizar la calidad de los argumentos al tomar decisiones frente a situaciones concretas. Autores como Erduran et al. (2004) o Felton et al. (2009) valoran la calidad, considerando la referencia que se hace a los datos, las justificaciones y las refutaciones en un argumento. En el caso de las cuestiones CSC, además de la cantidad de los elementos empleados en un argumento, Brocos y Jiménez-Aleixandre (2020) o Esquivel et al. (2023) consideran la capacidad del alumnado para emplear datos y conocimientos no solo desde una perspectiva científica, sino también desde otras como la ética, la social o la ambiental, lo que hace aumentar la complejidad del argumento y su calidad. Siguiendo el hilo de las propuestas comentadas, en este trabajo se mide la calidad de los argumentos considerando tanto el número de justificaciones y refutaciones dadas por el alumnado en sus respuestas, como las dimensiones a las que hace referencia y su combinación. De esta forma, se entiende que un argumento de calidad presentará tanto justificaciones como refutaciones, integrando y relacionando pruebas pertenecientes a distintas dimensiones.

METODOLOGÍA

Contexto y tarea

La implementación de la SEA se realizó en un aula de Cultura Científica de 1.º de Bachillerato con 45 alumnos (19 chicas y 26 chicos). Estos procedían de las tres ramas de conocimiento (humanística, tecnológica y sanitaria) que ofertaba el colegio concertado-privado en el que se realizó el estudio. El estudiantado no había recibido formación previa sobre argumentación ni sobre bioética, pero el profesor responsable sí tenía conocimiento sobre ambos.

Implementación de las SEA para trabajar la argumentación en las CSC: descripción de actividades

En la actualidad existe un acuerdo en entender la SEA como una herramienta que utilizan los docentes para planificar el proceso de enseñanza y aprendizaje de un conocimiento concreto (Tena y Couso, 2023). Estas SEA, independientemente del enfoque empleado, deberían compartir dos elementos en común: 1) que esté orientada por la investigación educativa y la evidencia empírica; y 2) que sea intervencionista, es decir, que haya sido desarrollada en un contexto real de aula (Guisasola et al., 2021). Estos elementos se corresponden con los aplicados en este estudio.

La SEA implementada estaba formada por seis actividades enmarcadas en la toma de decisiones sobre dilemas bioéticos en CSC del ámbito de la salud. Para determinar las temáticas que deben trabajarse en el aula nos basamos, en primer lugar, en la literatura comentada en la introducción y

el marco teórico, y, en segundo lugar, en el currículo estatal y de Aragón (LOE, 2006; Orden ECD 494/2016), en los libros de texto de Cultura Científica y en el conocimiento sobre cómo el profesorado en activo aborda la asignatura en sus clases (Calavia et al., 2022). Respecto a la argumentación en CSC que implica la valoración del problema desde distintas perspectivas, se encontró qué destrezas argumentativas era necesario desarrollar en el alumnado, y qué dificultades y limitaciones encontraban (Brocos y Jiménez-Aleixandre, 2020). Con toda esta información se diseñó la secuencia completa que se encuentra en Calavia et al. (2025). Esta secuencia está integrada por seis actividades, y en cada una de ellas se muestra una situación de aprendizaje enmarcada en un dilema bioético en salud diferente (figura 1). Desde la primera, en la que se aborda la posibilidad de administrar un tratamiento experimental a un paciente con ELA que no puede decidir por sí mismo, hasta la última, en la que se considera aplicar un medicamento experimental para el sida en menores de 6 años. En las intermedias se abordan problemáticas como el empleo de homeopatía o las consecuencias de los ensayos clínicos en animales. En cada una de ellas, junto a formación en bioética, el alumnado aborda qué es la argumentación (actividad 1) y cómo se construye un argumento, considerando qué papel tiene cada uno de sus elementos (actividad 2). Para ello, se emplea ejemplos de controversias como la clonación humana, mostrando argumentos concretos, y solicitando al alumnado analizar sus componentes para reconocer en qué contribuyen a la conclusión alcanzada. Además, aparte de los argumentos individuales solicitados en las evaluaciones inicial y final, y las actividades 1, 2 y 3, en la cuarta actividad se les requiere argumentos grupales. En esta actividad se solicita al alumnado actuar como un comité ético formado por distintos expertos, los cuales tiene que tomar la decisión de si se aprueba, o no, realizar ensayos clínicos con humanos. Empleando la metodología puzzle, tiene que elaborar dos argumentos grupales, uno procedente de los grupos de expertos y otros del grupo base (el comité ético). Se introduce en esta actividad de aplicación la argumentación grupal, tras haber trabajado previamente la individual, ya que, como muestran Autora y colaboradora (2018), la construcción grupal de un argumento favorece la evaluación de diferentes opciones y la contraargumentación.

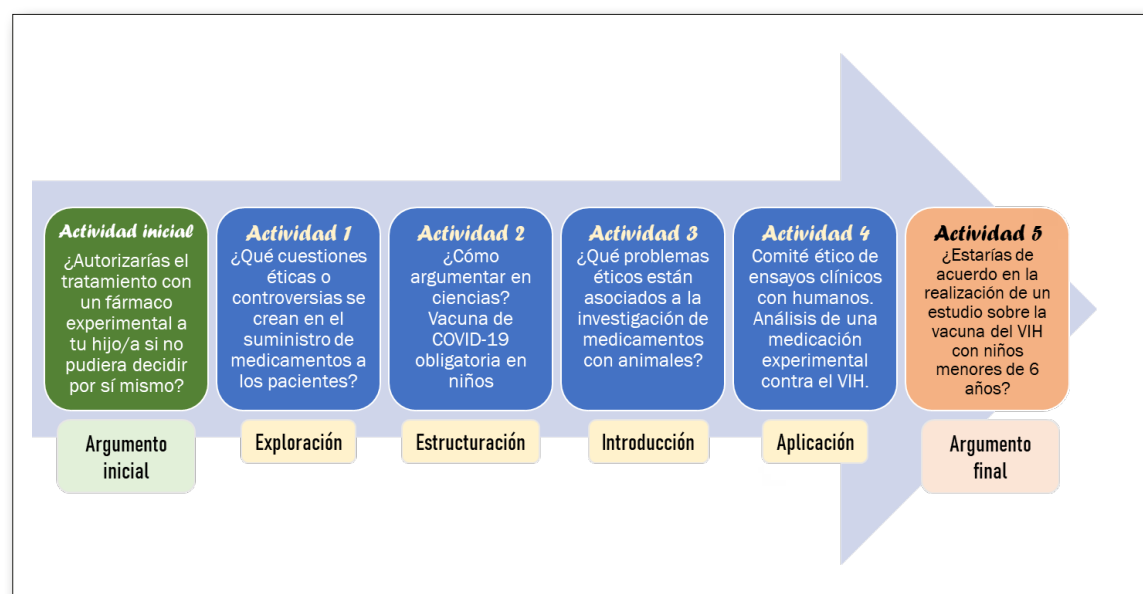


Fig. 1. Resumen de la SEA implementada en el estudio. *Nota:* Extraído de Calavia et al. (2025).

Recogida y análisis de datos

Se registraron las respuestas escritas de los 45 estudiantes, tanto en el argumento inicial como en el final. Estas fueron identificadas con la letra inicial del grupo del que formaban parte y un número (ejemplo: A1, B1...). Para analizar su calidad, en primer lugar, se consideraron el número de justificaciones y de refutaciones dadas por los participantes en ambas respuestas. A continuación, se examinó la dimensión a la que hacían referencia distinguiendo entre científica, político-económica, ética, ideológico-religiosa, medioambiental, sociocultural y opinión personal (Calavia et al., 2024). Tras este paso, se consideró la frecuencia con la que aparecían las justificaciones y refutaciones que hacían referencia a la misma dimensión, de qué tipo eran las dimensiones y cuántas dimensiones se combinaban en un mismo argumento. Se compararon los resultados para identificar las diferencias en su desempeño en el argumento final frente al inicial.

Para determinar la dimensión o dimensiones a las que hacían referencia en sus justificaciones y refutaciones, se realizó un análisis recurrente de contenido (Krippendorff, 1990). La unidad de análisis es la justificación o la refutación que integra pruebas que hacen referencia a alguna de las dimensiones estudiadas (Gee, 2005).

Para identificar el número de unidades de análisis, se fragmentaban los argumentos en el número de justificaciones y refutaciones que daba el estudiantado para apoyar su conclusión. Se encontró que en un mismo argumento el número de unidades de análisis podía ser una, si solo tenían una justificación o una refutación en una misma dimensión, o varias. De tal forma que el número de unidades de análisis ($n = 156$ en el argumento inicial y $n = 443$ en el final) superó, tanto en el análisis del argumento inicial como en el del final, el número de argumentos dados por los participantes ($N = 45$ en el argumento inicial y $N = 45$ en el argumento final). Después, se determinaba a qué dimensión hacían referencia sobre la base del contenido del fragmento (tabla 1).

Para la validación de la herramienta se realizaron dos ciclos de análisis de forma independiente por los tres investigadores implicados. Tras cada ciclo, se pusieron en común los resultados con el propósito de identificar las discrepancias y revisar conjuntamente las categorías y su caracterización. Este proceso iterativo permitió refinar el sistema de codificación y fortalecer la fiabilidad del análisis (Bardin, 2002; Miles y Huberman, 1994).

En el primer ciclo de análisis se aplica la herramienta empleada en Calavia et al. (2024). Esta estaba compuesta por siete categorías de análisis, la cuales hacían referencia a distintas dimensiones, en concreto se encontraban la dimensión científica, la político-económica, la ética, la ideológico-religiosa, la ambiental, la social-cultural y la opinión personal. Al contrastar esta herramienta con los fragmentos analizados, se encontró que, en este caso, el alumnado hacía referencia en sus justificaciones a datos legales, por lo que fue incluida para este estudio la dimensión legal. Tras el segundo ciclo se encontró que el número de discrepancias era muy bajo, con una coincidencia de un 90 %, por lo que se revisó cada uno de los fragmentos analizados no coincidentes hasta llegar a un acuerdo entre los investigadores. En la tabla 1 se presentan las categorías de análisis y un ejemplo de justificación a favor de emplear un tratamiento experimental en niños con sida.

Tabla 1.
Dimensiones y ejemplos de justificaciones utilizadas por el alumnado en la actividad final

<i>Dimensión</i>	<i>Ejemplos de justificación a favor</i>
D1-Opinión personal	«No dar luz verde a este estudio me parecería perder una oportunidad increíble de poder aumentar la esperanza de vida de esta enfermedad» (A14)
D2-Científico-médica	«La medicación está en fase 3, por lo que la probabilidad de enfermar es muy reducida» (A7)
D3- Social	«...ya que los beneficios que puede traer pueden ser claves en la población y medicina mundial» (A2)
D4- Ética	«También opino que cumple con los cuatro principios de la bioética pues es beneficioso, busca el bien común, no es maleficente pues no causa males mayores al estar tan controlado, respeta la autonomía individual de cada familia y de los propios niños» (B4)
D5-Económica	«En un ámbito económico la vacuna del VIH ahorrará muchos gastos de atención médica y sobre todo permitirá que el gobierno no tenga que invertir camas de hospitales y servicios a estas personas» (B2)
D6-Ideológico-religiosa	«La Iglesia quiere el bien común para todas las personas de este mundo, no solo para los cristianos sino también para la gente no cristiana» (A18)
D7- Legal	«Este ensayo cumpliría las pautas expuestas en los artículos 16 y 17 del convenio de Oviedo ya que no habría otra forma de poder comercializar la vacuna» (B11)
D8-Ambiental	«Ante esto, también hay que tener en cuenta el factor ambiental, que el gasto de medicamentos y producción de estos se reducirá a 0» (A7)

Dado el número de argumentos comparados (90) y el número de fragmentos analizados (599), se completa el estudio con un análisis estadístico que permite determinar si las diferencias encontradas son significativas. Para ello, se aplica la prueba *t-student* para datos relacionados o pareados, comparando las medias de dos variables en un solo grupo (Berlanga y Rubio, 2012) en los resultados relacionados con el número de justificaciones y refutaciones empleadas en el argumento final frente al inicial, y también en el empleo de estos en sus distintas dimensiones. Para identificar si hay diferencias significativas en cuanto al número de dimensiones combinadas, entre el argumento final y el inicial se aplica chi-cuadrado. Para todo ello se emplea el programa estadístico SPSS.29.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados del análisis del argumento final

Se presentan en primer lugar los resultados obtenidos en el argumento final, dado que aquellos referidos al argumento inicial se encuentran publicados en Calavia et al. (2025).

Con respecto a la toma de decisión en el dilema planteado en la actividad final, 32 de 45 alumnos escogieron la opción de autorizar el ensayo clínico con niños menores de 6 años. En cuanto al número de fragmentos analizados, estos fueron 443 (357 justificaciones y 86 refutaciones). Esta diferencia entre el número de justificaciones y el número de refutaciones no es de extrañar, dado que el empleo de refutaciones es una de las destrezas argumentativas más complicadas para el alumnado (García-Milá et al., 2013).

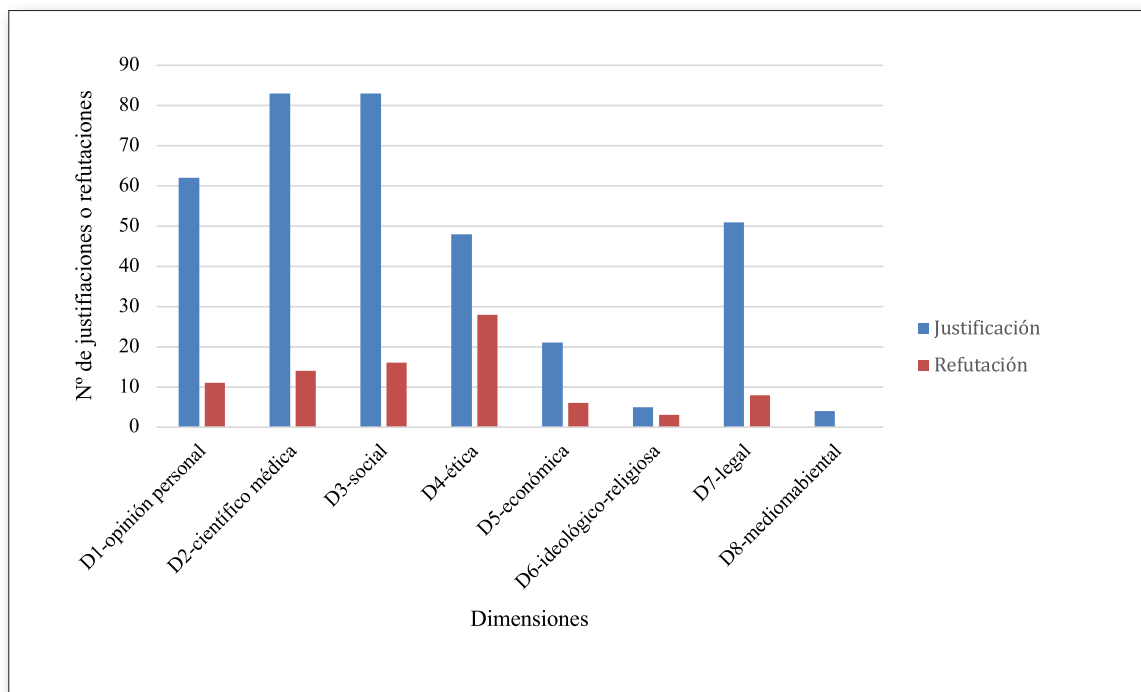


Fig. 2. Número total de justificaciones y refutaciones en base a la dimensión a la que hacen referencia en el argumento final.

En cuanto a las dimensiones más empleadas en sus justificaciones, encontramos la social (D3) y la científico-médica (D2), ambas con 83 justificaciones, seguidas de las dimensiones opinión personal (D1), legal (D7) y ética (D4), con 62, 51 y 48, respectivamente. En quinto lugar se encuentra la dimensión económica (D5), con 21 justificaciones, y con 5, o menos, la ideológico-religiosa (D6) y la ambiental (D8) (figura 2). Estos resultados coinciden con trabajos como los de Crujeiras-Pérez et al. (2020) y Rodríguez-Losada et al. (2021).

En relación con la ética (D4), una frecuencia alta de justificaciones tiene sentido, considerando el contexto en el que se enmarca, que incluye elementos especialmente sensibles al realizar los ensayos clínicos en niños de corta edad (Molina Montoya, 2018). En este tipo de situaciones, las decisiones basadas en criterios bioéticos son fundamentales, como también muestran Ruíz et al. (2021), donde un grupo de alumnos de 2.º de Bachillerato valoraban las implicaciones de la biofarmacología en la medicina, para concluir que existía una necesidad de disponer de límites éticos para asegurar el bienestar humano y animal.

Respecto al uso de la dimensión económica (D5), su frecuencia es mayor que en estudios similares, a pesar de que en estos se abordaran temas como las ventajas e inconvenientes del uso de un coche autónomo (Moreno-Fontiveros et al., 2022) o la elección del mejor material para comprar una bicicleta (Bernal-Herrera et al., 2023). Esto nos lleva a considerar que el alumnado ha ido más allá en su razonamiento, al considerar la implicación que tiene el uso de la vacuna en la disminución del gasto en medicamentos a escala global.

Las dimensiones menos abordadas son medio ambiente (D8) e ideología-religiosa (D6). Este resultado también se ha encontrado en estudios como los de Brocos y Jiménez-Aleixandre (2020) y Krell et al. (2024). A pesar de ello, en cuanto a la dimensión ambiental, que el alumnado haya sido capaz de relacionar las consecuencias que la medicación del VIH tiene para el medio ambiente creemos que es un punto de partida para trabajar la perspectiva de «salud única» o *One Health*, que engloba una estrategia mundial para incrementar la colaboración interdisciplinar en el cuidado de la salud de las

personas, los animales y el medio ambiente, diseñando y desarrollando programas, políticas y leyes para favorecer la mejora de la salud pública (Martín-Otero, 2022).

Atendiendo a sus refutaciones, la dimensión ética (D4) es la más utilizada, siendo 28 de los 86 fragmentos analizados (figura 2). Tras esta se encuentran la social (D3), la científico-médica (D2) y la opinión-personal (D1). La legal (D7) y la económica (D5) apenas se emplean, y la ambiental (D8) no aparece. El cambio en el empleo del tipo de dimensiones según se realice un posicionamiento u otro se ha encontrado también en Chung Lee y Grace (2010) y Evagorou et al. (2012). En concreto, en el caso de la dimensión legal (D7), su brusca disminución puede deberse a que, a pesar de que la Ley 14/2007 de Investigación Biomédica permite utilizar a niños como sujetos de investigación clínica, una parte del alumnado, al refutar la opción escogida, ignora estos datos, considerando solo los inconvenientes de la participación de menores en la investigación clínica. Lo que explica, a su vez, el aumento de la dimensión ética, ya señalada. Entre los aspectos que indican se encuentran la falta de capacidad para dar su consentimiento y la asimetría de sus relaciones con los adultos (Lynch et al., 2007). En cuanto a la disminución en la dimensión económica, que pasa de 21 justificaciones para apoyar su opción a 6, puede deberse al hecho de que el alumnado ha identificado el gasto que conlleva el desarrollo de un fármaco, dado que el precio de los fármacos está relacionado con los costes de investigación (Gómez et al., 2021).

Comparación de resultados del análisis del argumento inicial/final

Para dar respuesta a la P1, se comparan y se identifican las diferencias encontradas en el número de justificaciones y refutaciones empleadas en la actividad final frente a la inicial, y se considera si existen diferencias significativas en el desempeño de los estudiantes en este punto, discutiendo en su caso a qué pueden ser debidas.

En cuanto al número total de justificaciones, en el argumento final se identifica un claro incremento frente al inicial (357 fragmentos frente a 96). En cuanto a las refutaciones, el aumento es de 86 frente a 60. Para identificar si estas diferencias llegan a considerarse estadísticamente significativas se realiza la *prueba t Student* para muestras pareadas, y se detecta un valor de significación de $p = 0,000$, lo que nos indica que el alumnado mejora significativamente en el empleo de justificaciones y refutaciones, al construir sus argumentos tras realizar la secuencia.

Para dar respuesta a la P2, una vez determinado que la mejora en el empleo general de justificaciones y refutaciones en los argumentos del alumnado es significativa, se identifica qué ocurre en cada una de las dimensiones, separando el empleo realizado en las justificaciones y en las refutaciones. Se encuentra que se incrementa el desempeño del alumnado al emplear pruebas en distintas dimensiones tras la SEA (figura 4). Para identificar si estos cambios llegan a ser significativos en cada una de las dimensiones, se emplea el mismo estadístico que en el caso anterior. En cuanto al empleo de las dimensiones en las justificaciones, los resultados muestran que se obtiene un valor de significación $p = 0,000$ en todas ellas, excepto D1 (opinión personal) y D6 (ideológico religiosa). Respecto a las refutaciones, solo hay diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones 3 (social) y 7 (legal).

Dado que hay argumentos en los que para una misma dimensión presentan más de una justificación, como ocurre en el argumento final del alumno B6 (figura 5), a continuación, para profundizar en el análisis del desempeño del alumnado, se describen y discuten los resultados encontrados en los 599 fragmentos analizados, distinguiendo entre justificaciones y refutaciones.

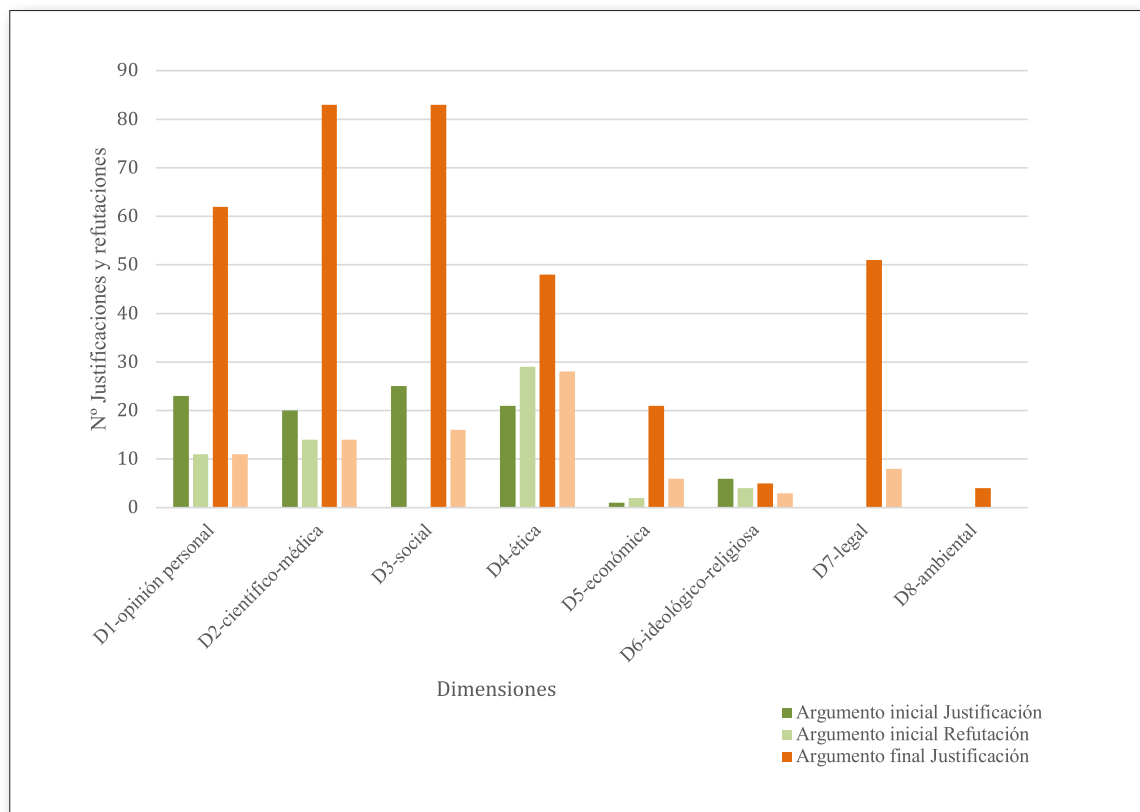


Fig. 3. Dimensiones utilizadas en las justificaciones y en las refutaciones del argumento inicial/final.

En la dimensión de opinión personal (D1), prácticamente se triplica en número las justificaciones empleadas por el alumnado, aunque su presencia proporcionalmente es menor en el final (figura 3). Esta persistencia en su uso, a pesar del trabajo desarrollado en la SEA, también se ha encontrado en Albe (2008) y Calavia et al. (2022).

En cuanto a la D2, la dimensión científico-médica en ambos argumentos es una de las más empleadas, junto a la dimensión social (D3), siendo su uso muy superior en el final (figura 4). En cuanto a las refutaciones, mientras que en el argumento final se encuentra presencia de la D2 tanto al inicio como al final, esto no ocurre con la D3, que solo aparece en las refutaciones del argumento final. Lo que demuestra que, a pesar de que desde el inicio se han considerado las consecuencias que las CSC planteadas tienen para la sociedad, el uso de datos para apoyar o refutar sus decisiones ha sido más amplio en su argumento final.

En relación con la D4, dimensión ética, su presencia varía en las justificaciones y refutaciones del argumento inicial frente al final, mientras que en el inicial su número es mayor en las refutaciones que en las justificaciones (aunque siendo muy similar en número en las refutaciones), en el final su presencia es mayor en las justificaciones. Esta presencia desde el inicio se considera que es debido a la naturaleza de las cuestiones planteadas, ya que en ambos casos los sujetos implicados en los estudios eran poblaciones vulnerables, personas dependientes y menores, y esta circunstancia es reconocida por los participantes.

La dimensión económica (D5) y la ideológico-religiosa (D6) son dos de las que tienen una menor presencia, tanto al inicio como al final. A pesar de ello, aparecen tanto en sus justificaciones como en sus refutaciones, teniendo mayor presencia en las justificaciones del argumento final. Con relación a

la dimensión económica, uno de los motivos podría estar vinculado al impacto ambiental que genera la producción acelerada de vacunas, y su relación con el coste económico que supone (Silva y Bonora, 2014). En los argumentos finales ya se incluyen respuestas en las que ambas dimensiones se encuentran combinadas, lo que no ocurría al inicio. En el caso de la ideológico-religiosa, su ligera presencia parece estar relacionada con que en estos tiempos los hechos y las pruebas tienen menos influencia que las referencias a emociones y creencias personales (Puig et al., 2023).

Respecto a la dimensión legal (D7), al inicio no se emplea, mientras que al final aparece en 51 justificaciones y 8 refutaciones. Este incremento es de gran interés, ya que demuestra cómo el alumnado ha sido capaz de identificar como relevantes los datos aportados en los convenios relacionados con la bioética y la protección del paciente, integrándolos en sus argumentos. Lo mismo ocurre con la información proporcionada en la dimensión ambiental (D8), que no aparece en los argumentos iniciales, pero sí que se integra en las justificaciones del argumento final.

Por lo tanto, los resultados en relación con el uso de dimensiones muestran una mejora en el desempeño del alumnado en el argumento final frente al inicial, indicando que adquiere una visión más compleja del problema, considerando una mayor cantidad de datos y en más dimensiones que al inicio.

Por último, para dar respuesta a la P3, por un lado, se identifican y analizan las combinaciones encontradas en sus argumentos atendiendo a las dimensiones a las que hacen referencia; y, por otro, se presentan dos casos para terminar de responder a cómo se combinan.

En la figura 4 se puede observar que al final de la SEA mejora la capacidad de argumentar del alumnado, al ser capaz de integrar un mayor número de dimensiones en un mismo argumento. Mientras que al inicio ninguno de los estudiantes fue capaz de combinar más de cinco dimensiones, al final hay 13 que sí que lo hacen. Incluso uno de ellos combina las ocho.

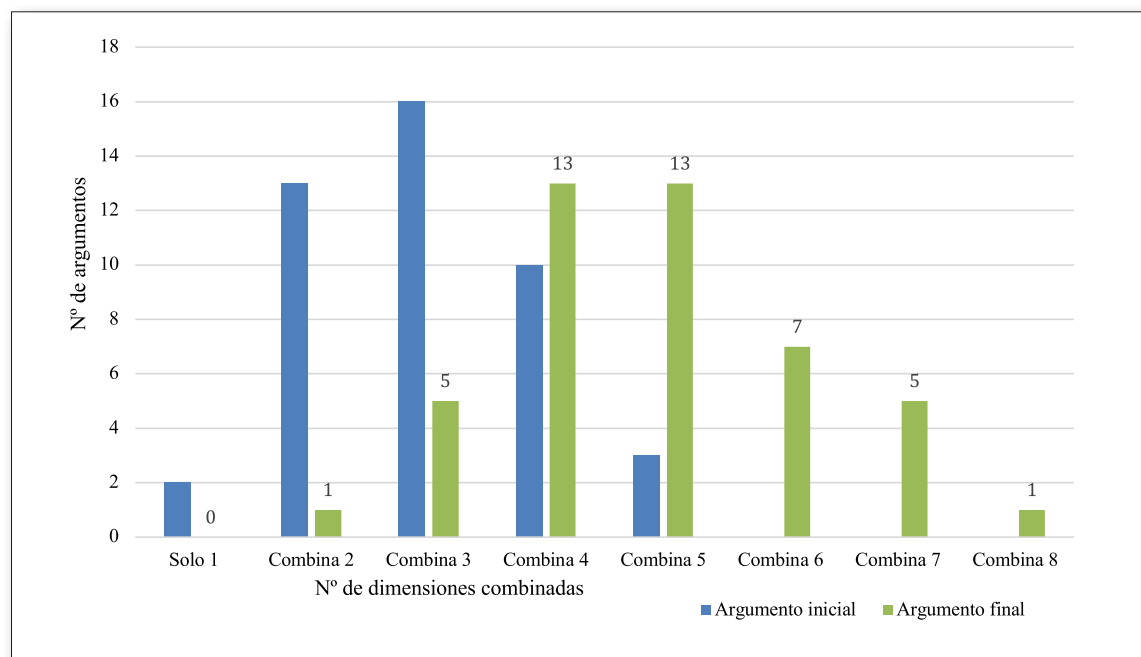


Fig. 4. Dimensiones que combina el alumnado en sus argumentos inicial/final.

En la figura 5 se presenta el caso del alumno B6, quien consigue combinar las ocho dimensiones en el argumento final, incluso incluyendo una refutación. En concreto, podemos observar como la dimensión económica aparece como una restricción por el coste que supone desarrollar una vacuna

(R5), y al mismo tiempo una oportunidad de gasto en otros medicamentos que actualmente toman las personas seropositivas (D5), siendo capaz el alumno de señalar el papel que tienen la justificación y la refutación en la robustez argumental.

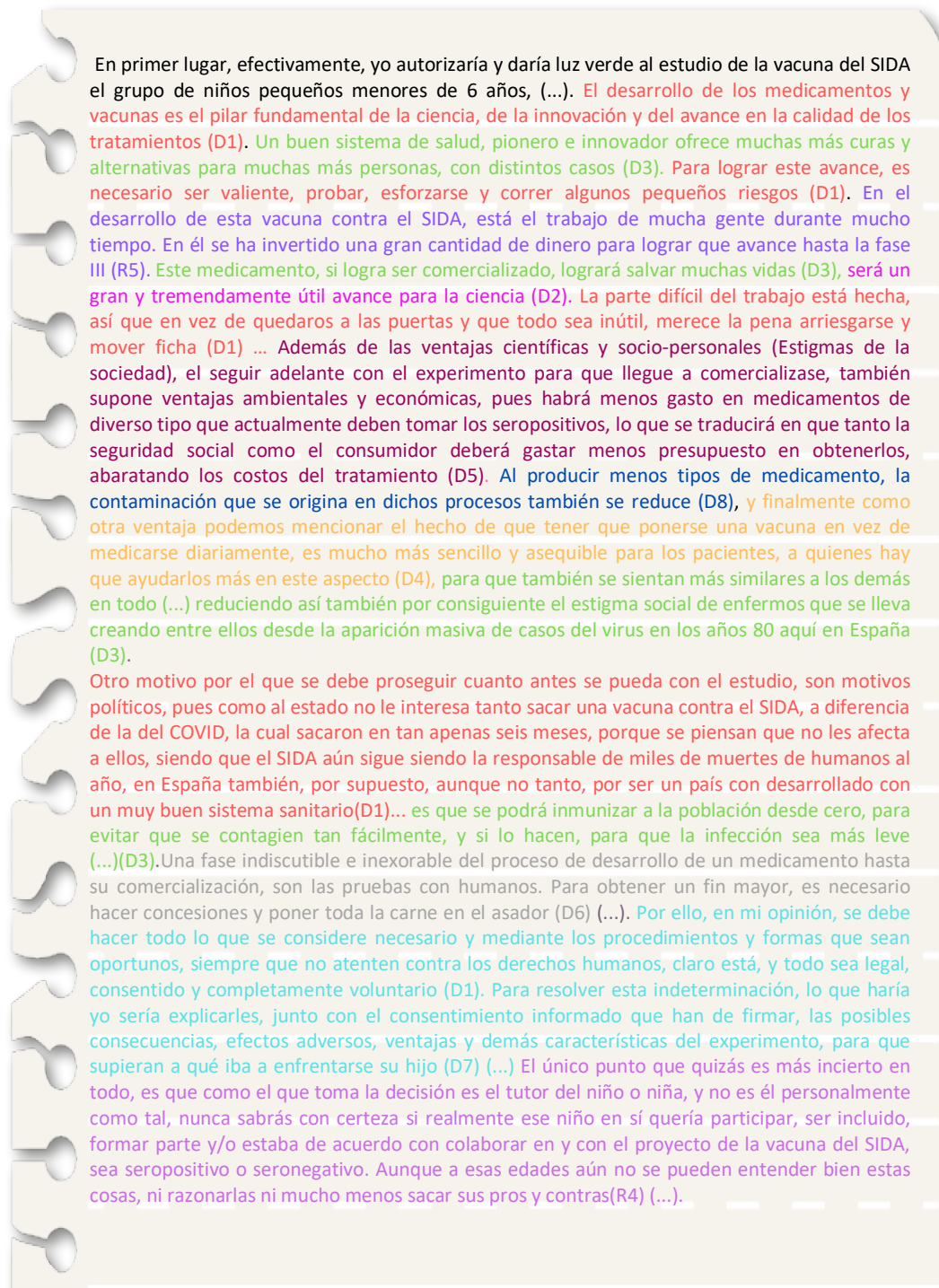


Fig. 5. Ejemplo de argumento combinando las ocho dimensiones (alumno B6).

El segundo caso ejemplifica el cambio experimentado por el participante A5 a lo largo de la unidad al comparar el desempeño en sus argumentos inicial y final. Se muestra una mejora evidente en la calidad de sus argumentos (figura 6).

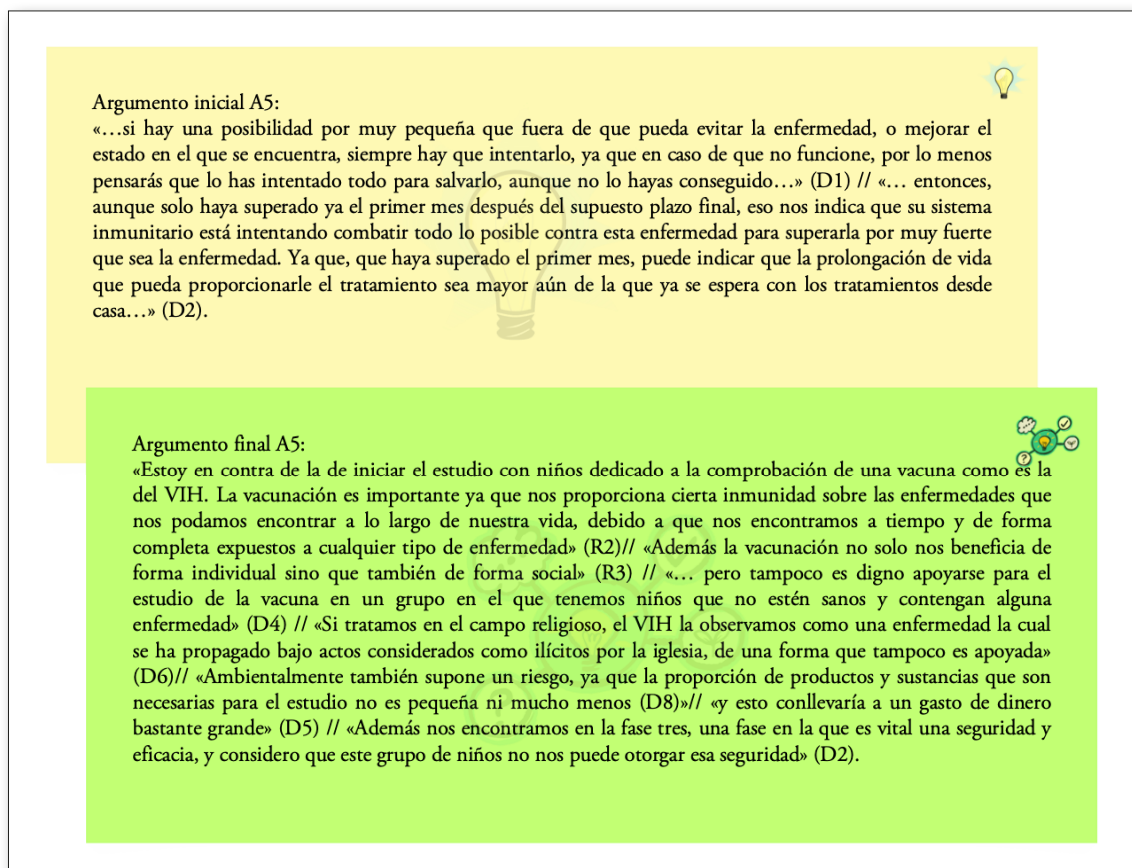


Fig. 6. Ejemplo de progresión desde el argumento inicial al final (alumno A5).

En los argumentos elaborados por el alumno A5, podemos ver que al principio solo apoya la opción escogida combinando dos justificaciones en dos dimensiones diferentes (D1-opinión personal y D2-científico-médica), mientras que al final aumenta el número de justificaciones empleadas, y las dimensiones a las que hace referencia (D4-ética, D6-ideológico-religiosa, D8-ambiental, D5-económica y D2-científico-médica), conectándolo con dos refutaciones, en dos dimensiones (R2-científico-médica y R3-social). En concreto, llega a ser capaz de incluir una justificación científica para defender su posicionamiento, al poner en duda la seguridad de una de las fases de desarrollo de una vacuna y, al mismo tiempo, utilizar una refutación asociada a la misma dimensión, destacando el hecho probado de la importancia de la vacunación, ya que refuerza el sistema inmune. Este uso de argumento-contrargumento (Sanmartí et al., 2009), o refutación en la misma dimensión, es un indicio de calidad argumentativa (Erduran et al., 2004; García-Milá et al., 2013). Además, en el argumento final emplea dimensiones como la ideológico-religiosa y la económica, que, aunque las podría haber utilizado en el inicial, considerando, por ejemplo, los motivos de inclusión en el ensayo clínico del enfermo dependiente por creencias religiosas (Puig et al., 2023) o la inversión económica en investigación científica, no lo hace. Al final, también es capaz de incorporar la dimensión ambiental señalando el posible impacto que genera en el ambiente la realización de ensayos clínicos, debido a los residuos que generan los ensayos de ecotoxicidad (Cuñat y Ruíz, 2016).

Este ejemplo indica una mejoría, al combinar diferentes dimensiones tras la implementación de la SEA, lo que parece demostrar que la secuencia ha sido efectiva para mejorar esta destreza argumentativa (siendo además estadísticamente significativo: $p = 0,000$).

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

A la vista de los resultados podemos concluir que se ha evidenciado una mejora en el desempeño de las destrezas argumentativas después de la implantación de SEA, tanto desde el punto de vista del aumento del número de justificaciones para defender la conclusión y refutarla, como del empleo de justificaciones en diferentes dimensiones y su capacidad para combinarlas. En concreto, respecto al incremento en el número de justificaciones a favor de su opción y de refutaciones, muestran que el alumnado mejora significativamente en su capacidad para evaluar distintas opciones, considerando los beneficios y las limitaciones de cada una de ellas. Ser capaz de evaluar las distintas opciones no es sencillo para el alumnado (Brocos y Jiménez-Aleixandre, 2020), pero como muestran los resultados alcanzados en las actividades desarrolladas en esta SEA, se puede conseguir.

En cuanto al empleo de justificaciones en diferentes dimensiones, hay que destacar que, al solicitar al alumnado analizar estas situaciones desde diferentes puntos de vista, se favorece que comiencen a integrar diferentes dimensiones (Domènech et al., 2015). En concreto, en este trabajo encontramos que, además de la dimensión científica o su opinión personal, se reconocen e integran informaciones de otras dimensiones, como la legal o la económica. Además, se encuentra un uso extendido de la dimensión ética, cuestionando los beneficios y riesgos de actividades científicas, como la experimentación animal o la humana (Gutiérrez, 2015). Junto a lo anterior, el estudiantado también reconoce que en la toma de decisiones sobre CSC las consecuencias derivadas de sus actuaciones pueden ser tanto individuales como colectivas, afectándoles no solo a ellos, sino también al medio ambiente en el que se encuentran.

Finalmente, al analizar la capacidad para combinar dimensiones antes y después de la SEA, los resultados obtenidos ponen de manifiesto una mejoría significativa en el desempeño del alumnado al combinar diferentes dimensiones. Este hecho demuestra que la SEA ha resultado ser efectiva para mejorar las destrezas argumentativas.

Aunque encontramos otros trabajos donde se ha implementado una secuencia de actividades enmarcándolas en CSC, midiendo antes y después la argumentación en el alumnado (Casas-Quiroga y Crujeiras-Pérez, 2019; Crujeiras-Pérez et al., 2020; Martín, 2006; Palma-Jiménez et al., 2024), en la mayoría los contextos empleados no se situaban en dilemas bioéticos en el ámbito de la salud, o en el caso de hacerlo, como Uskola (2016) o Domenéch et al. (2015), se centraban en un único contexto. Además, en cuanto al análisis de la calidad argumental, mientras que en este trabajo se combina la consideración de la complejidad estructural del argumento con el empleo de múltiples perspectivas y la combinación entre ellas, en otros, como Brocos y Jiménez-Aleixandre (2020), Carvajal y Martínez (2014), Christenson et al. (2012) o Martínez y Gallo (2021), solo se hace referencia a uno de ellos.

En cuanto a las limitaciones del estudio, una de ellas se encuentra en la determinación de qué actividades han podido influir más en la mejora de la argumentación por parte del alumnado, dado que solo hemos analizado por el momento su desempeño inicial y final. Para conocerlo, sería necesario analizar las respuestas dadas en las actividades intermedias y analizarlas siguiendo los mismos criterios. Junto a esto, también sería de interés conocer la percepción de los estudiantes sobre la utilidad de la propuesta en su aprendizaje y las dificultades que han encontrado, ya que se podría conectar lo que ellos y ellas identifican con los objetivos de aprendizaje propuestos por los investigadores, identificando si existe coherencia entre ambos. Con los resultados que obtuviéramos podríamos llegar a identificar en

qué actividad concreta se producen las mejoras, relacionando la demanda de la tarea con el producto de los estudiantes.

A pesar de las limitaciones señaladas, creemos que las conclusiones expuestas muestran que, si queremos educar a la ciudadanía en general, y al alumnado en particular, no solo para que esté informada, sino también para tener un pensamiento crítico al abordar situaciones en las que se requiere tomar decisiones cotidianas en el campo de las ciencias de la salud, será necesario enfrentarlos en el aula a problemáticas similares a las empleadas en la SEA utilizada en este estudio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento al proyecto PID2021-123615OA-I00, al Grupo BEAGLE Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (DGA) (BMG) y al grupo GIECMES (BBT), al IUCA (Instituto Universitario Ciencias Ambientales de Aragón) (BMG), a los estudiantes participantes en el estudio y a los revisores.

Sugerencias: L. K. Berland & B. J. Reiser (2010). *Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation*.

REFERENCIAS

- Albe, V. (2008). Students' positions and considerations of scientific evidence about a controversial socioscientific issue. *Science & Education*, 17, 805-827.
- Aznar, V. y Puig, B. (2016). ¿Qué conocimientos movilizan un grupo de futuros docentes para elaborar el modelo de infección por tuberculosis? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 264-278. <http://hdl.handle.net/10498/18288>
- Bardin, L. (2002). *El análisis de contenido* (3.ª ed.). Ediciones Akal.
- Basagni, D. y González-García, F. (2022). Bioética, una temática transversal para la Educación Secundaria, un estudio en docentes. *Revista Internacional de Humanidades*, 11 (Monográfico), 1-22. <https://doi.org/10.37467/revhuman.v11.3824>
- Bencze, L., Pouliot, C., Pedretti, E., Simonneaux, L., Simonneaux, J. y Zeidler, D. (2020). SAQ, SSI and STSE education: defending and extending «science-in-context. *Cultural Studies of Science Education*, 15(3), 825-851. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09962-7>
- Berlanga, V. y Rubio, M.J. (2012). Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 5(2), 101-113. <http://www.ub.edu/ice/reire.htm>
- 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>
- Brocos, P. y Jiménez Aleixandre, M.P. (2020). El impacto ambiental de la alimentación: argumentos de alumnado de Magisterio y Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(1), 127-145. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2802>
- Bryant, J. A. y Baggott la Velle, L. (2003). A bioethics course for biology and science education students. *Journal of Biological Education*, 37(2), 91-95.

- Calavia, S., Bravo-Torija, B., y Mazas, B. (2024). Which socio-scientific dimensions do 11th graders refer to when deciding whether to be vaccinated against COVID-19? *Journal of Biological Education*, 58(4), 829-842. <https://doi.org/10.1080/00219266.2022.2118354>
- Calavia, S., Mazas, B., y Bravo-Torija, B. (2022). ¿Qué contenidos vinculados a la bioética abordan los libros de Cultura Científica de 1º de Bachillerato? ¿Cómo los trabajan los docentes en sus aulas? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 19(2), 2103. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2103
- Calavia, S., Mazas, B., y Bravo-Torija, B. (2025). Los conflictos bioéticos para trabajar la argumentación a través del uso de controversias sociocientíficas en 1.º de Bachillerato. *Revista Pensadero*, 3, 29-48.
- Carvajal, I. y Martínez, L. (2014). Enculturación científica a partir de la argumentación: una cuestión sociocientífica (CSC) sobre implantes estéticos. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 9(1), 96-102.
- Casas-Quiroga, L. y Crujeiras-Pérez, B. (2019). Una experiencia sobre seguridad alimentaria para trabajar la argumentación en el aula de educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 2201. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2201
- Christenson, N., Chang Rundgren, S. y Höglund, H. (2012). Using the SEE-SEP model to analyze upper secondary students' use of supporting reasons in arguing socioscientific issues. *Journal of Science Education and Technology*, 21(3), 342-352. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9328-x>
- Chung Lee, Y. y Grace, M. (2010). Students' reasoning processes in making decisions about an authentic, local socio-scientific issue: bat conservation. *Journal of Biological Education*, 44(4), 156-165. <https://doi.org/10.1080/00219266.2010.9656216>
- Crujeiras-Pérez, B., Martín-Gámez, C., Díaz-Moreno, N. y Fernández-Oliveras, A. (2020). Trabajar la argumentación a través de un juego de rol: ¿Debemos instalar el cementerio nuclear? *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 125-142 <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2888>
- Cuñat, A. y Ruíz, M.J. (2016). Ensayos de ecotoxicidad de los fármacos y efectos tóxicos en el medio ambiente: Revisión. *Revista de Toxicología*, 33(2), 108-119.
- Domènech, A. M., Márquez, C., Roca, M. y Marbà, A. (2015) La medicalización de la sociedad, un contexto para promover el desarrollo y uso de conocimientos científicos sobre el cuerpo humano. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 101-125. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1358>
- 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, 915- 933. <https://doi.org/10.1002/sc.20012>
- Erduran, S. y Jiménez-Aleixandre, M.P. (2008). *Argumentation in science education. Perspectives from classroom-based research*. Springer.
- Esquivel-Martín, T., Pérez-Martín, J. M. y Bravo-Torija, B. (2023). Does Pollution Only Affect Human Health? A Scenario for Argumentation in the Framework of One Health Education. *Sustainability*, 15(8), 6984.
- Evagorou, M., Jiménez-Aleixandre, M. P. y Osborne, J. (2012). 'Should We Kill the Grey Squirrels?' A Study Exploring Students' Justifications and Decision-Making, *International Journal of Science Education*, 34(3), 401-428. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.619211>
- Fang, S.C., Hsu, Y.S. y Lin, S.S. (2018). Conceptualizing Socioscientific Decision Making from a Review of Research in Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17, 427-448. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9890-2>

- Felton, M., García-Milá, M. y Gilabert, S. (2009). Deliberation versus dispute: The impact of argumentative discourse goals on learning and reasoning in the science classroom. *Informal Logic*, 29(4), 417-446. <https://doi.org/10.22329/il.v29i4.2907>
- Fernández-González, M. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas. *Revista Eureka de Enseñanza y divulgación de las ciencias*, 5(2), 185-199.
- Florido-Moreno, P. y Lupión-Cobos, T. (2023). «Tranquilo, es solo un pinchazo»: una propuesta de enseñanza en 4º de ESO sobre el uso de vacunas frente al SARS-CoV-2. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 7(2), 31-53. <https://doi.org/10.17979/arec.2023.7.2.9362>
- García-Milá, M., Gilabert, S., Erduran, S. y Felton, M. (2013). The effect of argumentative task goal on the quality of argumentative discourse. *Science Education*, 97(4), 497-523. <https://doi.org/10.1002/sce.21057>
- Gavidia, V., Garzón, A., Talavera, M., Sendra, C. y Mayoral, O. (2019). Alfabetización en salud a través de las competencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 107-126. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2628>
- Gee, J. P. (2005). *An introduction to discourse analysis: Theory and method* (2nd ed.). Routledge.
- Gómez, T., Matarín, E. y García, F. (2021). La sostenibilidad del sistema de salud y el mercado farmacéutico: Una interacción permanente entre el costo de los medicamentos, el sistema de patentes y la atención a las enfermedades. *Salud colectiva*, 16, e2897. <https://doi.org/10.18294/sc.2020.2897>
- Guisasola J., Ametller J. y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1801-18. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Gutiérrez, S. B. (2015). Integrating Socio-Scientific Issues to Enhance the Bioethical Decision-Making Skills of High School Students. *International Education Studies*, 8(1), 142-151. 10.5539/ies.v8n1p142
- INE (2023). Encuesta de Salud de España. <https://ine.es/dyngs/Prensa/ESdE2023.htm>
- Johansen, C. y Harris, D.E. (2000). Teaching the ethics of biology. *The American biology teacher*, 62(5), 352-358. <https://doi.org/10.2307/4450918>
- Kelly, G. J. (2008). Inquiry, activity and epistemic practice. En R. A. Duschl y R. E. Grandy (Eds.), *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for research and implementation* (pp. 99-117). Sense Publishers.
- Krell, M., Garrecht, C. y Minkley, N. (2024). Preservice Biology Teachers' Socioscientific Argumentation: Analyzing Structural and Content Complexity in the Context of a Mandatory COVID-19 Vaccination. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22, 121-141. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10364-z>
- Krippendorff, K. (1990). *Metodología del análisis de contenido. Teoría y Práctica*. Paidós Ibérica, SA.
- LOE (2006). Ley Orgánica de Educación de 4 de mayo de 2006. *Boletín Oficial del Estado*, 106.
- Lundström, M., Ekborg M. y Ideland, M. (2012). To vaccinate or not to vaccinate: how teenagers justified their decision. *Cultural Studies of Science Education*, 7, 193-221. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9384-4>
- Luque, N. (2010). Ciencias para el Mundo Contemporáneo: una oportunidad para desarrollar la cultura científica ciudadana en el aula. *Encuentros en la Biología*, 3(130), 45.
- Lynch, D., Muracciole, B., Kundson, P., Stepansky, N. y Del Valle, M. (2007). Investigación en pediatría: un desafío ético. *Revista del Hospital de Niños de Buenos aires*, 50(226), 44-53.
- Martín, M. J. (2006). Los fármacos, imprescindibles para la salud e indicadores de las diferencias Norte-Sur. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 49, 81-92.

- Martín-Otero, L. E. (2022). Estrategia y respuesta One Health. *Cuadernos de Estrategia*, 217, 383-406.
- Martínez, L. y Gallo, D. (2021). Argumentación de futuros profesores de química sobre la anorexia tratada como cuestión sociocientífica. *Praxis & Saber*, 12(30), 11847.
<https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n30.2021.11847>
- Martínez-Pena I, Puig, B. y Uskola, A. (2024). One Health education for criticality on vaccination in teacher training. *Frontiers of Public Health*, 12, 1408965.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1408965>
- Miles, M. B. y Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2.ª ed.). Sage.
- Molina-Montoya, N. P. (2018). Aspectos éticos en la investigación con niños. *Ciencia, Tecnología y Salud Visual y Ocular*, 16(1), 75-87. <https://doi.org/10.19052/sv.4348>
- Moreno-Fontiveros, G., Cebrián-Robles, D., Blanco-López, A. y España-Ramos, E. (2022). Decisiones de estudiantes de 14/15 años en una propuesta didáctica sobre la compra de un coche. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(1), 199-219. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3292>
- Mun, J., Kim, M. y Kim, S.W. (2022). How Seventh-Grade Students Experience the Complexity of Socioscientific Issues Through Decision Making on the Autonomous Vehicle Issue. *Asia-Pacific Science Education*, 8(1), 43-71. <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10040>
- Navarro, V., Colás, M., y Alonso, M. (1999). Algunas reflexiones de la Bioética en las Ciencias Médicas. *Educación Médica Superior*, 13(1), 15-8.
- Orden ECD/494, de 3 de junio de 2016, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. *Boletín Oficial de Aragón*, 106.
- Palma-Jiménez, M., Cebrián-Robles, D. y Blanco-López, Á. (2024). Razonamiento de profesorado de Educación Primaria en Formación Inicial sobre la controversia sociocientífica «leche materna versus leche de fórmula». Influencia de una propuesta formativa. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 21(1), 1601-1601.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i1.1601
- Pelayo, D. y Martínez, L. (2016). Argumentación en estudiantes de educación media a partir del abordaje sociocientífico de la medicación. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 12(2), 57-82.
- Pons, L. y de Soto, I.S. (2020). Evaluación de una propuesta de aprendizaje basado en juegos de rol llevada a cabo en la asignatura de Cultura Científica de Bachillerato. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 19(39), 123-144. <http://dx.doi.org/10.21703/rexe.20201939pons7>
- Puig, B., Blanco, P. y Mosquera, I. (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), 3301. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3301
- Rodríguez-Losada, N., Puig, B., Cebrián-Robles, D. y Blanco-López, A. (2021). La toma de decisiones responsables frente a la vacuna de la COVID-19. Conocimientos y posiciones de futuros docentes. *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática*, 2, 1-15.
<https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/410>
- Romero-Ariza, M., Abril, A., Quesada, A. y García, F. (2014). *Conectar el aprendizaje por investigación con controversias socio-científicas*. [Presentación de comunicación]. Contribuciones del proyecto europeo PARRISE. XXVI en Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Huelva, España.
- Ruíz, C., López-Banet, L. y Ayuso, E. (2021). Conocimientos y valoraciones de estudiantes de Bachillerato sobre la utilización de aplicaciones biotecnológicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1102.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1102

- Sanmartí, N., Pipitone, C. y Sardà, A. (2009). Argumentación en clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, n°. Extra, 1709-1714, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/294086>
- Silva, F. y Bonora, G. (2014). Impacto ambiental de los medicamentos y su regulación en Brasil. *Revista Cubana de Salud Pública*, 40, 268-273.
- Simonneaux, L. y Lipp, A. (2017). *Emotions, values and knowledge in students' argumentation about farm animal welfare*. Presentation at the semi-annual conference of the European Science Education Research Association, Dublín.
- Tena, E. y Couso, D. (2023). ¿Cómo sé si mi secuencia didáctica es de calidad? Propuesta de un marco de evaluación desde la perspectiva de Investigación basada en el diseño. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(2), 101-115. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2801
- Tornini, V. A., Peregalli, S., Bruce, L. y Latham, S. R. (2023). Maximizing biomedical research impacts through bioethical considerations. *Disease Models & Mechanisms*, 16(4), dmm050046. <https://doi.org/10.1242/dmm.050046>
- Torres, N. Y., Pedreros, E. Y. y Valderrama, D. A. (2023). Abordaje de cuestiones sociocientíficas en Colombia: Una revisión sistemática 2010-2020. *Zona Próxima*, 39, 5-33. <https://doi.org/10.14482/zp.39.611.456>
- Uskola, A. (2016). ¿Los productos homeopáticos pueden ser considerados medicamentos?: Creencias de maestras/os en formación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 574-587. <http://hdl.handle.net/10498/18498>
- Willmott, C. (2015). Headline Bioethics: Engagement with Bioethics in the News. *Bioscience Education*, 21(1), 3-6. <https://doi.org/10.11120/beej.2013.00017>

Developing Argumentative Skills through Resolving Bioethical Dilemmas Regarding Health

Beatriz Bravo-Torija
Departamento de Didácticas específicas,
Universidad Autónoma de Madrid
beatriz.bravo@uam.es
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6236-6807>

Beatriz Mazas
Área Didáctica de las Ciencias Experimentales,
Universidad de Zaragoza
bmazas@unizar.es
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1127-6160>

Sergio Calavia
Colegio «La Salle Gran Vía» Zaragoza
431627@unizar.es
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0424-3264>

This study analyses the development of argumentative skills in forty-five first-year upper secondary students through a learning sequence that was focused on bioethical dilemmas related to health. The main objective was to compare students' initial and final written arguments when addressing dilemmas involving experimental treatments in vulnerable populations. The analysis focuses on the number of justifications and refutations, the socioscientific dimensions considered (scientific, ethical, social, economic and legal, etc.) and how these dimensions were combined.

The research stems from the need to promote health literacy and critical decision-making in contemporary societies, where individuals must evaluate complex socioscientific issues. Bioethics is presented as a key framework for addressing such problems, especially when integrated into classroom practice through controversial, real-world scenarios. The study emphasises that effective argumentation requires not only scientific knowledge but also the ability to incorporate multiple perspectives, including ethical, social and political factors.

A teaching-learning sequence, consisting of six activities, was implemented in a real classroom context. These activities addressed different bioethical dilemmas, such as experimental treatments, animal testing, homeopathy and vaccination. Students were progressively introduced to the structure of arguments and engaged in both individual and group argumentation tasks. Data were collected through students' written responses before and after the intervention, which resulted in 599 excerpts that were subjected to content analysis.

The results show a significant improvement in students' argumentative performance. The number of justifications increased notably (from 96 to 357) and the number of refutations also increased (from 60 to 86), with statistically significant differences between pre- and post-tests. In addition, students expanded the range of dimensions considered in their arguments. While initial responses relied primarily on personal opinions and basic scientific reasoning, final arguments incorporated a broader range of dimensions, such as social, scientific-medical, ethical and legal aspects.

The findings also reveal that students became more capable of integrating multiple dimensions within individual arguments. While, initially, no student integrated more than five dimensions, in the final task, some students combined up to eight dimensions. This result indicates a more complex and nuanced understanding of the issues involved. In particular, ethical reasoning remained especially prominent, reflecting the sensitive nature of the dilemmas that were discussed, while environmental and ideological dimensions appeared less frequently but were still incorporated in final arguments.

Overall, the study demonstrates that structured instructional sequences based on socioscientific issues can significantly enhance students' argumentative skills. Students not only increased the quantity of their arguments but also improved their quality by integrating diverse perspectives and engaging in counter-argumentation. These improvements suggest that such approaches are effective in fostering critical thinking and informed decision-making in the context of health-related issues.

Despite its contributions, the study acknowledges its limitations, such as the lack of detailed analysis of intermediate activities and students' feedback about the learning process. Future research could explore these aspects to better understand which elements of the sequence are most effective.

In conclusion, this study highlights the importance of incorporating bioethical dilemmas into science education to develop students' argumentation skills and promote a more informed, critical and responsible citizenry.