

Los conflictos bioéticos para trabajar la argumentación a través del uso de controversias sociocientíficas en 1º de Bachillerato

Bioethical conflicts to work on argumentation through the use of socioscientific controversies in 11th grade

Sergio Calavia Lombardo*, Beatriz Mazas Gil* y Beatriz Bravo Torija**

*Universidad de Zaragoza (España)

**Universidad Autónoma de Madrid (España)

Resumen

La bioética forma parte de controversias sociocientíficas sobre salud, como el uso de animales y seres humanos en la experimentación con nuevos fármacos, y estas controversias son de gran utilidad para el desarrollo de las destrezas argumentativas en el alumnado; sin embargo, apenas se encuentran ejemplos de secuencias de enseñanza-aprendizaje que integren ambas. Partiendo de esta situación, se formulan dos objetivos para este trabajo: analizar la calidad de los argumentos iniciales de 45 estudiantes de 1º de bachillerato sobre la posibilidad de autorizar la implicación de un familiar en un estudio experimental para detener su enfermedad degenerativa; y elaborar una secuencia didáctica para mejorar la competencia argumentativa, a partir de las dificultades encontradas en sus respuestas. Los resultados del argumento inicial muestran diferencias entre el tipo y el número de dimensiones utilizadas para justificar la decisión, predominando la personal frente a otras como la científica. Además, se presentan un menor número de refutaciones que de conclusiones, siendo escaso el número de combinaciones entre dimensiones. Estos resultados, junto con la literatura sobre el desarrollo de destrezas argumentativas, sirven como base para el diseño de una secuencia de seis actividades, incluyendo una evaluación inicial y una final, que presentan situaciones de aprendizaje sobre dilemas bioéticos de salud actuales, trabajando, a su vez, aspectos como la evaluación de la solidez de un argumento en base a los datos disponibles o su construcción.

Palabras clave: argumentación, bioética, controversia sociocientífica, cultura científica.

Abstract

Bioethics is part of socio-scientific controversies in health such as the use of animals and human beings in experimentation with new drugs. Besides, the use of controversies is very useful for students' development of argumentation skills. However, there are hardly any examples of teaching sequences that integrate both. Starting from this situation, two objectives are formulated: to analyze the quality of the initial argument of 45 11th grade students about the possibility of authorizing the participation of a family member in an experimental study to stop their degenerative disease. From the difficulties encountered in students' argumentation, a didactic sequence is designed to improve their argumentative competence. The results regarding their initial arguments show differences among the type and number of dimensions used to justify their decision, with the personal dimension predominating over others such as the scientific one. Furthermore, a smaller number of refutations than conclusions are presented, and the number of combinations among dimensions is small. These results, together with the literature on students' development of argumentative skills, serve as a basis for the design of a teaching sequence of six activities, including an initial and a final evaluation, that presents learning situations focused on bioethical health dilemmas, working, at the same time, on the evaluations of the assessment the strength of an argument, based on the available data or its construction.

Keywords: argumentation, bioethics, socio-scientific controversy, scientific culture.

CONTEXTUALIZACIÓN

La bioética es considerada una disciplina científica y entre sus objetivos se encuentra la reflexión sobre los fenómenos de la vida y la salud, aportando tanto en la prevención de enfermedades como en la promoción y protección de la salud poblacional. A lo anterior, Gaete (2022) añade la relevancia de integrar la educación en bioética en las escuelas, dado que responde a la necesidad de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, pudiendo acercarlas y conectarlas con las humanidades. Para Tomás (2016) la educación puede llegar a determinar decisiones de las personas sobre la vida, llegando a restaurar o paliar problemáticas como los ensayos clínicos con animales o con seres humanos. Este hecho se ha acentuado todavía más desde la pandemia del COVID-19, ya que se ha visto la necesidad de concienciar a la población sobre la importancia de preservar la salud planetaria (Gómez y Burrutia, 2022).

Algunos de los trabajos encontrados en los que se abordan dilemas bioéticos se conectan con el desarrollo de la argumentación como práctica científica, aunque la mayoría han tratado temáticas como la clonación o la terapia celular, dirigiéndose principalmente a la etapa universitaria, y en concreto, a Medicina y Enfermería (García-Vilanova y Pérez, 2020). Sin embargo, en Educación Secundaria y Bachillerato, son escasas las experiencias realizadas sobre estos dilemas. Apenas aparecen secuencias de enseñanza y aprendizaje (en adelante SEA) que conecten los dilemas bioéticos con las Ciencias Experimentales (Brocos y Jiménez-Aleixandre, 2020), y en particular con las ciencias de la salud. Dos de las excepciones son los trabajos de Gordillo (2005) que propone una controversia sobre los problemas éticos que genera la autorización de una vacuna contra el SIDA; y De Dios y García (2015), quienes presentan una propuesta donde alumnos de 4º de ESO analizan tres casos biomédicos desde la perspectiva de un comité de ética asistencial.

Por esta razón, en este trabajo se discute el diseño de una SEA cuyo objetivo es integrar el desarrollo de las destrezas argumentativas con el tratamiento de problemas bioéticos relacionados con la salud. Esta SEA está dirigida a alumnado de 1º de Bachillerato que cursa Cultura Científica, ya que, por las características de la asignatura, y por su heterogeneidad, permite abordar las Ciencias Experimentales desde una perspectiva social, donde los dilemas bioéticos sobre salud tienen un encaje adecuado.

Seguendo a Guisasola et al. (2021), independientemente del tipo de SEAs diseñadas, estas comparten elementos en común, entre ellos destacamos la necesidad de estar apoyadas por la investigación educativa y por la evidencia empírica. Considerando estos elementos, en primer lugar, se aborda cómo se trabaja la argumentación en cuestiones sociocientíficas (CSC) analizando los resultados de aprendizaje encontrados en la literatura científica; y en segundo, se plantea una actividad de argumentación inicial al alumnado que participará en la SEA para identificar qué limitaciones y dificultades encuentra el alumnado al defender una postura respecto a un CSCs con un dilema bioético sobre salud. En base a los resultados encontrados en estos dos elementos se diseña la SEA.

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Las CSCs tratan dilemas o controversias sociales que tienen en su base nociones científicas (Jiménez-Aleixandre, 2010). Por tanto, implican el uso deliberado de temas científicos, para lo que se requiere que los estudiantes participen en el diálogo y la discusión. Generalmente, estas problemáticas son de naturaleza controvertida y necesitan de la evaluación de asuntos éticos en su toma de decisiones (Tang et al., 2023).

Sadler et al. (2019) demuestran que la enseñanza de las CSCs apoya el aprendizaje de los estudiantes y promueve nociones progresivas de alfabetización científica, al permitirles involucrarse en la toma de decisiones sobre temas relacionados con la ciencia. Por tanto, las CSCs se convierten en un contexto idóneo para trabajar la bioética debido a que se requiere integrar tanto conocimientos científicos como éticos, sociales o políticos, que resultan imprescindibles para la formación de una ciudadanía crítica y responsable (Gómez et. al, 2022).

Además, las CSCs ayudan a desarrollar las destrezas científicas necesarias para desarrollar una adecuada alfabetización científica en la población. Para la OECD las destrezas científicas son habilidades que capacitan a una persona: a explicar fenómenos construyendo, interpretando y evaluando modelos (modelización); a planificar investigaciones (indagación); y a utilizar la información científica para tomar decisiones fundamentadas (argumentación) (OECD, 2023). Para ser capaz de tomar decisiones es crucial poner en juego distintas destrezas argumentativas, entre las que se encuentran: la identificación de información relevante a partir de un conjunto de datos, el establecimiento de relaciones entre estos datos, su integración con el conocimiento sobre la problemática, el establecimiento de conclusiones o toma de decisiones, y la evaluación del resto de posibilidades. Abordar el aprendizaje de ciencias implicando al alumnado en CSCs promueve el desarrollo de estas destrezas (Calavia et al., 2024; Puig y Evagorou, 2023).

Además, en las CSCs, dado que suelen existir distintas opciones consideradas como aceptables, la toma de decisiones implica hacer referencias no solo a las pruebas y conocimientos científicos aportados, sino también valores personales y sociales (Brocos y Jiménez-Aleixandre, 2020). Esto hace que se creen ambientes adecuados para valorar como docentes la calidad argumentativa del alumnado, identificando sus fortalezas y limitaciones, y pudiendo trabajar en base a ellas (Calavia et al, 2024). Al mismo tiempo, ayuda a mejorar el rendimiento científico de los estudiantes, y favorece su interés hacia la disciplina (Sadler et al., 2019). Este hecho ha quedado demostrado en estudios realizados con alumnado de Educación Secundaria que aborda CSCs centradas en problemas biotecnológicos o de gestión de recursos (Casas-Quiroga y Crujeiras-Pérez, 2022; Suwono et al., 2021). En menor número hemos encontrado estudios que aborden CSCs centradas en la salud, humana, animal y ambiental. Esta situación nos lleva a considerar la necesidad de diseñar e implementar en el aula la propuesta de una SEA específica para abordar estas CSCs.

Según Jiménez-Aleixandre (2010) un argumento es la relación que existe entre una explicación y las pruebas que la apoyan, y está constituido por tres elementos: conclusión, datos y justificación. En situaciones de CSC se añade que se han de integrar justificaciones que se basen en pruebas procedentes no solo de la dimensión científica, sino también de otras de corte social, político, ético, etc. (Brocos y Jiménez-Aleixandre, 2020). Por ello, en este trabajo, para determinar la calidad de un argumento, no solo se considera su estructura, en concreto el número de justificaciones y refutaciones dadas por el alumnado, sino también a qué dimensiones se hace referencia, teniendo en cuenta la procedencia del dato proporcionado para apoyarlas. En esta línea, se considera que el argumento de mayor calidad es aquel que tiene el mayor número de justificaciones y refutaciones posibles, así como la mayor diversidad de dimensiones para respaldar la opción escogida. Se determina medir de esta manera la calidad argumentativa ya que como han mostrado algunos estudios (Brocos y Jiménez-Aleixandre, 2020; Casas-Quiroga y Crujeiras-Pérez, 2022) el alumnado que mejor argumenta sobre CSCs con dilemas bioéticos es el que combinaba mayor número de dimensiones para justificar sus opciones.

OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo son:

- Analizar la calidad de los argumentos del alumnado durante la toma de decisiones sobre un problema bioético en torno a un ensayo clínico con un paciente no autónomo, identificando sus fortalezas y limitaciones.
- Diseñar, en base a los resultados obtenidos y la literatura existente, una secuencia de Enseñanza-Aprendizaje que promueva una mejora en las destrezas argumentativas del alumnado al tomar decisiones sobre CSC del ámbito de la salud con implicaciones bioéticas.

DESCRIPCIÓN, SECUENCIA Y RESULTADOS

Para responder al primer objetivo

Análisis de la calidad de los argumentos del alumnado, identificación de fortalezas y limitaciones

Contexto y participantes

Se planteó la realización una actividad inicial para valorar la capacidad del alumnado para argumentar una decisión, considerando la calidad de sus argumentos y las dificultades que encontraba. Esta actividad forma parte de la SEA completa que se describe para el segundo objetivo.

Los participantes son 45 alumnos (19 chicas y 26 chicos de 16 a 18 años) de dos clases 1º de bachillerato que cursaban la asignatura de Cultura Científica en un centro concertado de Aragón. En ambas clases el nivel académico del alumnado atendiendo al género era el mismo, por lo que no se establecen diferencias entre ellos. En cada clase se encontraba alumnado procedente de los distintos bachilleratos (humanístico, tecnológico y sanitario) por lo que su conocimiento sobre ciencias era diferente. Este estudiantado, durante su escolarización, no había recibido formación sobre argumentación o sobre bioética, y en el centro no había ningún proyecto de aprendizaje específico que lo abordara, de ahí la necesidad de trabajarlo desde una asignatura como Cultura Científica, porque es el último contacto que muchos tendrán con el conocimiento científico y su implicación en la sociedad.

Esta situación supone que sea la primera vez que el alumnado se enfrente a resolver problemáticas de este tipo, así como a evaluar diferentes opciones y a escoger una de ellas integrando su conocimiento con la información proporcionada en la tarea. Esta realidad es clave, ya que es lo que nos permitió identificar su capacidad inicial para elaborar argumentos.

Actividad inicial: ¿Autorizarías un fármaco experimental a tu hijo/a si no pudiera decidir por sí mismo?

Se presenta un dilema bioético donde se preguntó al alumnado si estaría de acuerdo o no en suministrar un tratamiento experimental a un paciente que no puede decidir por sí mismo ya que tiene una enfermedad degenerativa (imagen 1). La situación ficticia formaba parte de una información de bioética de la UNESCO, aunque el diseño de la actividad fue elaborado ad hoc por los autores.

Imagen 1. Dilema bioético planteado al alumno en la actividad inicial (Fuente: Programa de base de estudios sobre bioética de la UNESCO, parte 2. Página 39. [Enlace al programa](#))



Imagina que eres padre o madre de un muchacho de 18 años de edad (JS) que padece una variante de la enfermedad de Creutzfeld Jakob (ECJ). Ha pasado de ser un adolescente normal lleno de energía, a ser inválido e indefenso, confinado en una cama y con una severa limitación a su capacidad de disfrutar de la vida.

Lo cuidas en tu casa, invirtiendo gran dedicación, proporcionándole un elevado estándar de cuidado. Los expertos coinciden respecto del estado de la enfermedad y de su resultado inevitable para el joven, ya que no existe ningún tratamiento.

No existe una cura, y hasta el día de hoy ninguna droga efectiva ha sido capaz de prolongar la vida de los pacientes o detener el avance del deterioro neurológico. Se sabe que JS va a morir. Una vez que los síntomas aparecen, el paciente medio vive por otros 14 meses. Los síntomas de JS aparecieron hace 15 meses. El hecho de que el joven se encuentre aún con vida es un reconocimiento de los cuidados excepcionales que recibe en su hogar.

El nuevo tratamiento que se propone, P., aún no ha sido probado en seres humanos. Tú, como su padre/madre estás bien informado sobre la enfermedad y sobre el tratamiento propuesto, incluyendo sus riesgos y posibles beneficios. En dosis altas, P. es tóxico, por lo que debe alcanzarse un equilibrio entre efectividad y potencial toxicidad. La dosis modelada que se sugiere en el protocolo de ensayo clínico de P. hace suponer que el riesgo no es elevado, a pesar de que, por supuesto, los efectos en seres humanos son desconocidos. Los beneficios que se podrían obtener son menos tangibles y más difíciles de determinar. Es posible que no haya ningún beneficio evidente, o incluso, absolutamente ningún beneficio. En el mejor de los casos, podría haber alguna mejora. Otra posibilidad es que se logre detener el deterioro inevitable de las células nerviosas. La tercera posibilidad sería la prolongación de la vida del paciente en su estado actual. JS es incapaz de tomar una decisión sobre este tratamiento.

El alumnado, tras leer el dilema, debía elaborar un informe considerando si autorizaría o no el tratamiento, aportando las razones que apoyaran su decisión. Nuestro objetivo era identificar la capacidad que tenía el alumnado para construir un argumento a partir de la controversia planteada. En concreto, determinar si era capaz de justificar la opción escogida y refutar la otra en base a las informaciones aportadas y a su conocimiento. Además, se tenía en cuenta a qué dimensión de conocimiento hacía referencia, si solo a la científica, por considerar que estaban en una “asignatura de ciencias”, o bien, si integraban otras dimensiones.

Dado que era su primera vez construyendo argumentos, y considerando la necesidad de facilitar andamiajes al alumnado que favorezcan el uso e interpretación de datos y su integración en sus justificaciones (Berland y Reiser, 2010), se plantearon unas preguntas que les demandaban practicar estas destrezas (Tabla 1).

Tabla 1. Relación de preguntas relacionadas con el caso y sus objetivos

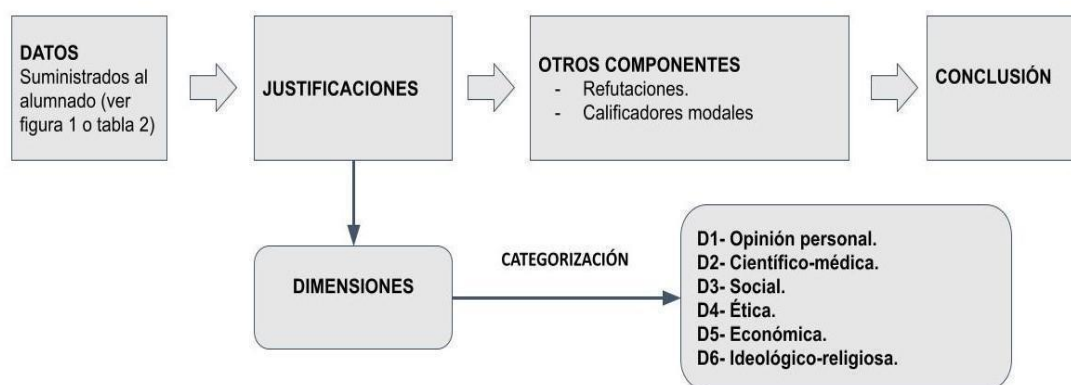
N.º	Pregunta	Objetivo
1. Conclusión	¿Autorizarías como padre/madre el tratamiento a tu hijo/a JS?	Dar una conclusión (Sí autorizo/No autorizo), introduciendo elementos como calificadores modales
2. Datos	¿Cuáles son los motivos que te llevan a tomar dicha decisión?	Utilizar datos suministrados en el caso (se facilitan solo los que incluye el texto) e integrarlos en sus justificaciones, considerando distintas dimensiones
3. Justificaciones	¿Qué dudas o inconvenientes encuentras en dicho dilema?	Refutar su decisión empleando justificaciones basadas en datos

Recogida y análisis de datos

Se registraron las respuestas escritas de los 45 estudiantes. Estas fueron codificadas en base a la clase de la que formaba parte el o la participante, A o B, y por un número, quedando la respuesta del alumno 1 del grupo A como A1.

Para determinar la calidad de sus argumentos, considerando los criterios abordados en la justificación (número de justificaciones y refutaciones, dimensiones abordados y combinaciones entre ellas) se realizó un análisis recurrente de contenido (Dey, 2005) y se identificaron los elementos estructurales de sus argumentos (imagen 2). En concreto las justificaciones y refutaciones dadas, considerando el tipo de prueba que se integraba en ellas y la dimensión a la que pertenecía. Para esta identificación, se empleó como referencia el modelo de argumento de Toulmin (1958). Se consideró el posicionamiento (a favor/en contra), el número y tipo de justificaciones, y las condiciones de refutación. Al igual que García-Milá et al. (2013), entendemos las refutaciones como circunstancias donde las justificaciones no son ciertas, incluyendo el reconocimiento a las dudas o los inconvenientes de la opción escogida.

Imagen 2. Ejemplo de elementos de análisis en el argumento (respuesta del alumnado)



Una vez identificadas las justificaciones y las refutaciones en cada respuesta, se considera el tipo de dato y conocimiento empleado para apoyarlo. Estos pertenecían a diferentes dimensiones, por lo que consideramos de interés analizar a qué hacían referencia. Para ello, se emplean las propuestas por Brocos y Jiménez-Aleixandre (2020) como marco de referencia: nutricional, ambiental, económica, ética y cultural-personal. Esta categorización se contrasta con las respuestas de los estudiantes, y se realizan las siguientes modificaciones:

- 1) Se elimina la nutricional y ambiental, dado que, por el tema tratado en el dilema planteado, no se aportan justificaciones en estas dimensiones.
- 2) Se mantienen la económica y ética, y se incorporan las dimensiones científico-médica, social e ideológico-religiosa.
- 3) La dimensión cultural-personal es sustituida por la de opinión personal, ya que en ambas se aportan opiniones no apoyadas en pruebas, pero en el caso del dilema bioético de este estudio no tiene el componente cultural presente en Brocos y Jiménez-Aleixandre (2020).

La herramienta de análisis incluye las categorías presentes en la imagen 2. Todas ellas cumplen los criterios de exhaustividad y exclusividad (Dey, 2005). Para identificarlas en las respuestas del alumnado, a cada dimensión se le asigna una D seguido de un número (imagen 2).

Para determinar a qué dimensiones hace referencia el alumnado en sus respuestas, se escoge como unidad de análisis el fragmento de respuesta que integra una prueba y un conocimiento que responde a una de las dimensiones analizadas.

Una vez identificadas las unidades de análisis, la respuesta se fragmenta en todas sus unidades: primero se identifica si las unidades de análisis son justificación o refutación, y posteriormente se le asigna a la dimensión a la que hacen referencia. Esto hace que el número de justificaciones y refutaciones que se incluyen en una respuesta pueda ser uno, ya que la respuesta completa es la unidad de análisis; o varios, ya que esta se fragmenta en dos, tres, cuatro... unidades de análisis. Lo cual nos lleva a que el número de justificaciones y refutaciones es mayor al número de respuestas analizadas. En concreto, se identifican 96 justificaciones y 60 refutaciones (imagen 3). Este número nos permitió identificar la frecuencia en la que aparece cada dimensión. Además, se estudia cómo se combinan las dimensiones en una misma respuesta.

El análisis se realizó de forma independiente por los tres autores del trabajo en dos ciclos de análisis. El primero para construir la herramienta, y el segundo, para evaluarla. Se consiguió precisar la caracterización de aquellas dimensiones que presentaban ambigüedades y se discutieron las discrepancias encontradas hasta llegar a un acuerdo final.

Para responder al segundo objetivo

Diseño de una secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA)

Meheut y Psillos (2004) definen el término Secuencias de Enseñanza/Aprendizaje como "*una actividad de investigación intervencionista (...) que incluye actividades de enseñanza-aprendizaje bien investigadas y adaptadas al razonamiento de los estudiantes*". Al mismo tiempo, 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). Guisasola et al. (2021) plantean que independientemente del enfoque empleado para el diseño de SEAs, todos comparten elementos en común.

Para el diseño de la SEA hemos considerado principalmente dos elementos:

- 1) *Ser intervencionista*, es decir, que pueda ser desarrollada en un contexto real de aula. La SEA diseñada se dirige a un grupo de alumnos de 1º de bachillerato, aunque podría adaptarse a otros contextos.
- 2) *Estar orientada por la investigación educativa y la evidencia empírica*. Nos hemos basado en la literatura sobre CSC sobre dilemas bioéticos y su conexión con el desarrollo de la competencia argumentativa del alumnado, y en los resultados obtenidos de la actividad inicial sobre argumentación en torno a este tipo de dilemas, ya que el desempeño del alumnado nos permite determinar su capacidad para argumentar, identificando las limitaciones que presenta.

A partir del estudio de estos elementos, se definen los objetivos de aprendizaje del alumnado, la temporalización, así como las actividades a realizar, integrando el desarrollo de las destrezas argumentativas en escenarios-problema sobre dilemas bioéticos en el campo de la salud.

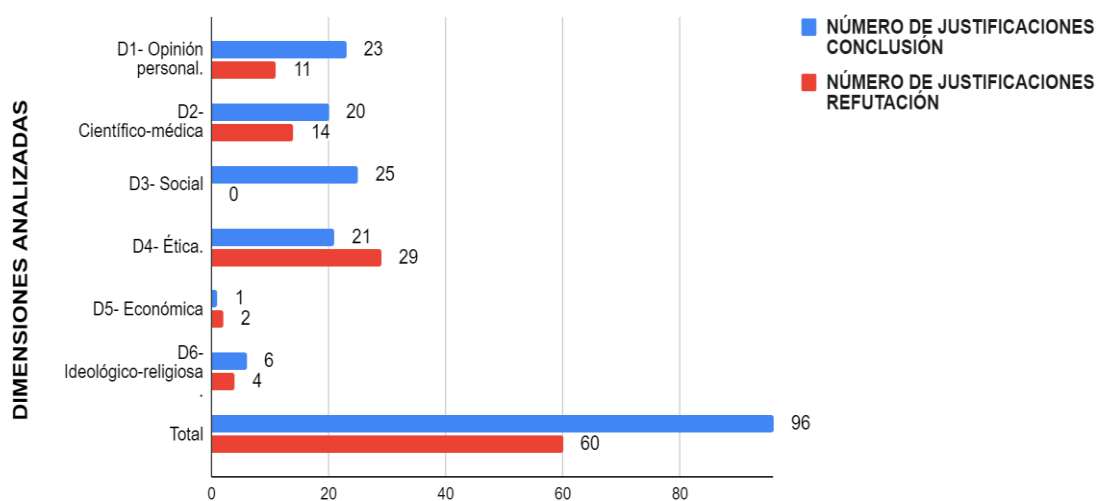
Resultados y discusión

Resultados del análisis de los argumentos dados en la actividad inicial

En esta sección se describen los resultados obtenidos para el primer objetivo de investigación. En primer lugar, se consideran cuántos participantes autorizan el tratamiento y cuántos no, para luego identificar a qué dimensiones hacen referencia al justificar su decisión y qué dificultades encuentran. 39 de los 45 participantes autorizarían el tratamiento y seis de ellos, no. En cuanto a las justificaciones son un total de 96, frente a un 60 de refutaciones (imagen 3). Este mayor empleo de justificaciones frente a refutaciones no es de extrañar ya que evaluar diferentes opciones apoyando unas y oponiéndose al resto resulta una de las destrezas argumentativas más complejas (Puig y Evagorou, 2023).

Por ello, y teniendo en cuenta que en problemas CSCs sobre dilemas bioéticos cobra tanta relevancia la capacidad de justificar un argumento como de refutarlo, consideramos que trabajar esta importancia es un aspecto clave en la SEA que se describe a continuación. Para conseguirlo es necesario trabajar de forma explícita cuestiones relacionadas con qué es un argumento, qué función cumple en el discurso de una persona, qué elementos lo constituyen y qué papel cumple cada elemento en el argumento. Por ello, en la SEA se destinarán sesiones específicas para trabajar este conocimiento. Pero, para integrarlo es clave llevarlo a la práctica (Sadler et al., 2019), por lo que, en el resto de las sesiones, el alumnado tendrá que enfrentarse a distintos dilemas CSCs bioéticos del ámbito de la salud, en los que se demande la evaluación de posturas opuestas, y la toma de decisiones en base a datos en distintos formatos.

Imagen 3. Número total de justificaciones y refutaciones clasificadas por la naturaleza de la dimensión



En cuanto a qué dimensiones hace referencia el alumnado y cómo las integra, se muestran, en la imagen 3, que las dimensiones más utilizadas en las justificaciones son la social (D3), la ética (D4), la científico-médica (D2), y la opinión personal (D1), mientras que la ideológica-religiosa (D6) y la económica (D5) apenas aparecen. Algunos ejemplos de justificaciones incluidas en las dimensiones más frecuentes son:

D3-Social: “a largo plazo podría llegar a encontrarse una cura definitiva que en el futuro salvaría millones de vidas” (B4).

D1-Opinión personal: “Si hay una pequeña posibilidad de que sobreviva, se cure o vaya a mejor, voy a apostar por esa posibilidad” (A7).

D4-Ética: “Si este tratamiento actúa de manera maligna para mi hijo acortara su sufrimiento, porque tal y como está mi hijo el solo sufre...” (B3).

La tendencia encontrada en estos datos es similar a la que se presentan en estudios como el de Crujeiras-Pérez et al. (2020), donde el alumnado prestaba especial atención al componente social y a su opinión personal al tratar temas de su contexto cotidiano. Encontramos 21 justificaciones que abordan la dimensión ética, lo cual es razonable considerando que el contexto planteado es la incapacidad de decidir del paciente. Lo que cobra relevancia en este resultado es el amplio uso de la dimensión científica, aparece en 20 justificaciones, siendo capaz el alumnado de integrar datos presentes en el texto en sus justificaciones con el conocimiento en relación con la posible eficacia del tratamiento y lo que esto supondría para la comunidad científica como ocurre con A9: “...en el caso de que salga bien no solo ayudaría a JS sino que también sería un avance en cuanto a ciencia”. La dimensión ideológico-religiosa presenta un bajo número de justificaciones (6) y la económica apenas se indica, pudiendo ser debido a que no aparecían datos con relación al coste económico del tratamiento, por lo que el alumnado no se lo planteó.

En cuanto a las refutaciones, la dimensión más empleada es la D4. En segundo y tercer lugar se encuentran D2 y D1 respectivamente, mientras que D5 y D6 apenas se emplean, y D3 no aparece. A continuación, se muestran ejemplos de la D4 y la D2:

D4- Ética: “El inconveniente que más dudas me causa sobre si aceptar o no es la posibilidad de que mi hijo sufriera más con el tratamiento. Que este pudiera ocasionar dolores ...” (B4).

D2-Científico-médica: “...esto para la ciencia es desconcertante, porque genera muchas más dudas en cuál habrá sido la reacción de la medicación... (A13)”

En el caso de las refutaciones, la dimensión ética es la más frecuente, ya que el alumnado se preocupa por el sufrimiento que podría ocasionar el tratamiento al paciente, y esto les limita la aceptación total de su aplicación. En cuanto a la D2, la perspectiva cambia, mientras que en las justificaciones se apoyan en el avance de la ciencia, en las refutaciones consideran sus limitaciones e inconvenientes. Este aspecto es de interés ya que actividades como la realizada por el alumnado favorecen no solo un aprendizaje de ciencias, sino también sobre aspectos de la naturaleza de la ciencia como cuáles son sus fines y si estos son iguales para todos. Adquirir este conocimiento sobre ciencia es clave ya que favorece la generación de un escepticismo científico necesario en una ciudadanía crítica, aspecto mucho menos trabajado en las aulas (Calavia et al., 2024). Es por ello que en la SEA que se describe a continuación, todos los casos expuestos presentan una ciencia que no busca una verdad absoluta o el bien de la humanidad, sino una ciencia con intereses propios, con expertos que interpretan la misma realidad en base a sus creencias y cómo todo ello influye en la sociedad, con sus perjuicios y beneficios, que en la mayoría de las ocasiones no son iguales para todos.

Además, en base a las dimensiones que el alumnado integra en sus respuestas, se encuentra que 31 de los 45 combinan como máximo tres dimensiones, las que aparecen con mayor frecuencia. No hay ningún alumno o alumna que combine las seis dimensiones. Esta limitación nos lleva a considerar, que, junto con las sesiones dedicadas a la construcción de un argumento, es clave que en los problemas que se presenten se proporcionen informaciones de todos los sectores, tanto sociales, como políticos, técnicos, etc., en función de la problemática a resolver. Además, dado que curricularmente se insta a que el alumnado tenga la capacidad de manejar información en distintos formatos, y que la diversidad de estudiantado que se puede encontrar en un aula es muy amplia, se presentan datos en múltiple formatos, escrito, gráfico o visual.

Por último, dado el objetivo de la actividad que era conocer cómo argumentaba de forma individual el alumnado, no se ha dado la oportunidad de trabajar en grupo, aunque la investigación educativa nos señala la importancia de incorporar discusiones colaborativas al trabajar la argumentación en el aula de ciencias, ya que no se puede obviar la naturaleza social de la evaluación del conocimiento científico (Puig y Evagorou, 2023). Por esta razón, junto con actividades individuales, en el diseño de la SEA se incorporan dos actividades grupales para favorecer las destrezas que conlleva evaluar distintas opciones en base a la información proporcionada y la toma de una decisión final grupal fundamentada.

Para trabajar la argumentación con CSCs **Diseño de una secuencia didáctica (SEA)**

Contexto curricular

La SEA se enmarca en el contexto de la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo y es diseñada para abordar el contenido del bloque III “Avances en biomedicina” y la “...necesidad de argumentación razonada y en los conflictos de intereses entre diversos colectivos (industria farmacéutica, biomédica...)”. En cuanto a los objetivos generales del currículo nos centramos en el Obj.CCI.4: “Argumentar, debatir y evaluar propuestas y aplicaciones de los conocimientos científicos de interés social relativos a la salud...”. En esta propuesta este objetivo curricular se concreta en los siguientes objetivos específicos:

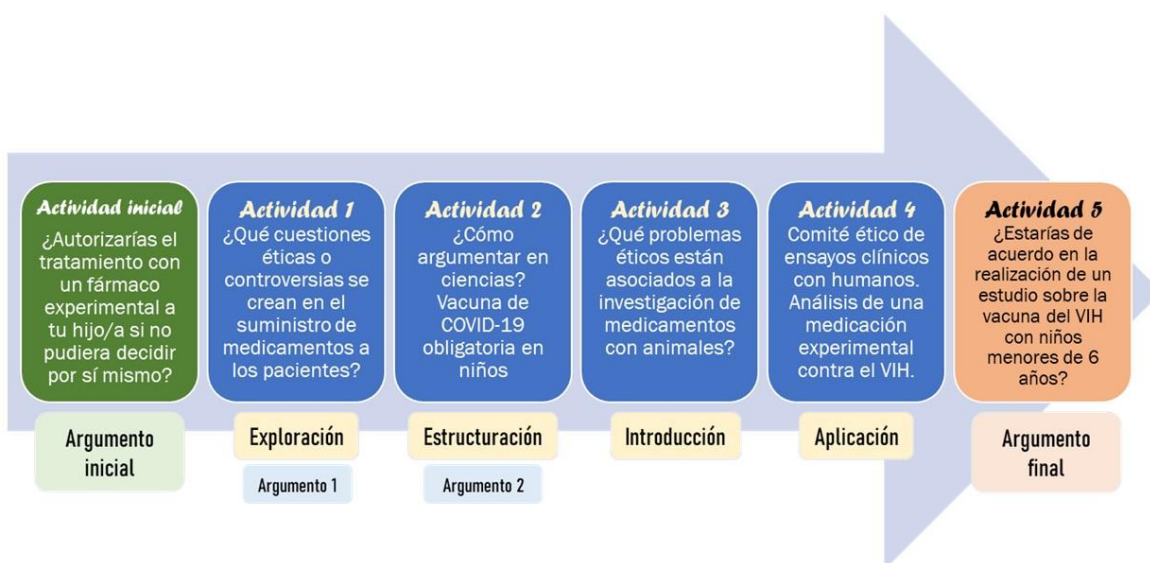
- Reflexionar sobre la complejidad sobre problemas relacionados con la salud que presentan dilemas bioéticos importantes.
- Considerar las otras dimensiones de conocimiento implicadas en la toma de decisiones sobre los problemas planteados, social, política, ambiental, etc., además de la científica.
- Reconocer el papel de la ciencia en la sociedad, identificando tanto sus fortalezas como sus debilidades.
- Identificar información relevante a partir de un conjunto de datos en distintos formatos.
- Construir argumentos basados en pruebas para apoyar justificadamente su postura en relación con la controversia que aborden en cada problema.
- Evaluar los argumentos de otros compañeros, refutándolos en base a pruebas.

Actualmente no se oferta la asignatura de Cultura Científica en 1º de bachillerato al haberse implantado el currículo de la Ley educativa (LOMLOE). En este contexto, esta SEA se podría implementar en la asignatura optativa de Anatomía Aplicada, en Biología y Geología o en Ciencias Ambientales, ya que las características del currículo lo permiten (Orden ECD/1173/2022, de 3 de agosto).

Temporalización

La SEA que se propone incluye, además de la actividad de evaluación inicial descrita más arriba, otras cinco actividades distribuidas en ocho sesiones de 50 minutos. La estructura de la secuencia se adapta de Ibacache y Merino (2021) (imagen 4).

Imagen 4. Estructura de las actividades de la SEA



Actividad 1: ¿Podrían servir los productos homeopáticos como medicamentos?

Los objetivos de esta actividad son: reflexionar sobre la complejidad del proceso de fabricación de un medicamento y los problemas éticos asociados; y argumentar justificadamente su postura en relación con la controversia que crean los productos homeopáticos. Para introducirla se solicita la lectura de un artículo que explica el proceso de desarrollo de un fármaco titulado “¿Cuánto tarda en desarrollarse un medicamento?”. Posteriormente, para favorecer la construcción del argumento por el alumnado se plantean las siguientes preguntas:

- *¿Hasta qué punto han contribuido los medicamentos al aumento de la esperanza de vida?*
- *¿Qué opinas del coste económico que conlleva la producción de un medicamento? ¿Qué razones crees que existen para que encontremos diferencias en cuanto a quién se beneficia de los nuevos medicamentos?*
- *La fase preclínica necesita en muchos casos de experimentar con seres vivos. ¿Qué tipos de inconvenientes o problemáticas asociadas a ello podrías comentar?*
- *En la fase de investigación clínica se trabaja con voluntarios/as que son pacientes enfermos y población sana. ¿Qué inconvenientes encuentras? ¿Cómo se debería informar a los voluntarios? ¿Qué crees que debería ser prioritario?*

Con estas cuatro preguntas se espera que el alumnado reflexione sobre qué procesos hay implicados en la fabricación de medicamentos, cuál es el papel del ser humano en ellos, así como el que juegan otros seres vivos, promoviendo que al justificar considere distintas dimensiones de conocimiento, entre ellas la dimensión económica o la ambiental (Brocos y Jiménez-Aleixandre, 2020). Además, se favorece que cuestione la visión de la ciencia, reconociendo que la experimentación sobre cualquier producto no está exenta de problemas.

Dada la importancia que se le otorga en la SEA a que el alumnado sea capaz de evaluar en base a pruebas, las distintas perspectivas que pueden abordarse en un problema concreto, se les aporta información extra sobre el uso de productos homeopáticos como alternativas de tratamiento. Por una parte, les proporciona conocimientos sobre qué es un producto homeopático, y por otra, sobre qué pruebas emplean aquellos que están a favor y en contra de su uso.

La información proporcionada es el artículo: [*“la homeopatía como medicina: argumentos a favor y en contra”*](#). Además, se proyectan dos fragmentos de un debate entre dos médicos con opiniones contrapuestas ([vídeo 1](#) y [vídeo 2](#)).

Como andamiaje para ayudarles a poner en práctica las destrezas argumentativas anteriores, se les realizan las siguientes preguntas:

- *¿Como padre/madre ¿usarías la homeopatía para tratar enfermedades o dolencias de tu hijo/a?*
- *¿Cuáles son los motivos que te llevan a tomar dicha decisión?*
- *¿Qué dudas o inconvenientes encuentras en dicho dilema?*

La primera favorece el establecimiento de una conclusión, la segunda y la tercera demandan la necesidad de justificar y refutar su conclusión, integrando la información facilitada. Los argumentos dados por el alumnado en su respuesta nos servirían como argumento 1, tras el argumento inicial, para evaluar si el alumnado es capaz de valorar las dos alternativas, justificando en base a informaciones de dimensión económica, social, personal o científica, su opción y refutando la otra, en base a datos de esas mismas dimensiones.

Actividad 2: Aprendemos a construir argumentos

En estas actividades se trabaja el papel de la argumentación en la evaluación del conocimiento científico, y la estructura que tiene un argumento, para que el alumnado pueda entender la función que cumple cada uno de los elementos del argumento en el proceso de evaluación (papel de la justificación y la refutación). En concreto, el objetivo es que los alumnos empleen los elementos que componen un argumento para analizar una CSC que plantea un dilema ético. Se propone comenzar la sesión con una explicación sobre cómo argumentar en ciencias, basándose en un esquema que incluye los elementos de un argumento y las particularidades al argumentar sobre CSC (Jiménez- Aleixandre, 2010). A continuación, se presenta un ejemplo del esquema que se proporcionaría al alumnado para facilitar la comprensión sobre la estructura de un argumento.

Imagen 5. Esquema Toulmin del ejemplo ficticio sobre clonación humana utilizado en el aula. En azul dimensión científica, en amarillo (dimensión ética); en verde (dimensión social); en naranja (dimensión económica); en gris (dimensión medioambiental); y en rojo (dimensión política- legal)



El ejemplo empleado se enmarca en la problemática de la ética que tiene crear clones humanos, abordando la posibilidad de poder realizarlo en España. Al alumnado se le presenta el problema, y se le facilita el argumento ejemplo (imagen 5). Se le pide que identifique los elementos que considera que tiene el argumento y qué función cumplen. Para ello, también se les facilita los nombres de los distintos elementos de un argumento y una descripción. De esta forma se establecen conexiones entre los elementos, su función y cómo se concreta en el ejemplo, en el que ya aparece una refutación "...aunque hay estudios e intentos científicos relevantes con animales como la clonación de la oveja Dolly".

Además, se resuelve con ellos a qué dimensión hace referencia cada una de las informaciones empleadas en las justificaciones, reconociendo que todas ellas son diferentes, pero imprescindibles para construir un argumento de mayor solidez.

Para identificar cómo el alumnado es capaz de poner en práctica lo tratado al inicio de la actividad, se propone la siguiente cuestión: *¿Debería ser obligatoria la vacunación contra la COVID-19 en niños pequeños?* Para introducirla se utiliza el siguiente reportaje ["El reto de la vacunación obligatoria"](#).

Para apoyarse en datos, además de los facilitados en el reportaje, se les proporcionan dos documentos más, uno procedente del Centro de control de enfermedades, que incorpora argumentos a favor de obligatoriedad de la vacunación, y una noticia de prensa donde se defiende la no obligatoriedad a vacunar. Con estos recursos, se enfrenta de nuevo al alumnado a planteamientos con distintos puntos de vista, continuando con el desarrollo de las destrezas asociadas a identificar datos relevantes y que se base en información fiable, y no en opiniones.

En esta actividad, se retiran las preguntas de andamiaje, para identificar si ya son capaces de poner en práctica de forma autónoma las destrezas argumentativas trabajadas. Lo que sí que se le proporciona es el esquema de argumento sobre el que trabajan al inicio de la sesión (imagen 5), de forma que tenga como base un argumento con todos sus componentes y puedan establecer comparaciones con el que están construyendo para responder a la actividad.

Actividad 3: ¿En qué medida es ético el uso de animales en la investigación?

En esta actividad, el foco se centra en seguir trabajando la necesidad de incluir datos de distintas dimensiones en sus justificaciones. Además, se abordan, a través del trabajo con audiovisuales, conceptos de bioética como su finalidad, con la intención de que el alumnado comience a integrarlos en sus argumentos.

Para ello se presenta una nueva CSC centrada en el uso de animales en la investigación: *¿Qué problemas éticos están asociados a la investigación de medicamentos con animales? Justifícalo utilizando la información proporcionada.* La actividad comenzaría proyectando dos vídeos ([vídeo 3](#) y [vídeo 4](#)) donde se explican los principales aspectos éticos a considerar cuando se investiga con animales. Para comprobar que el alumnado comprende los conceptos explicados se realizan las siguientes cuestiones:

- ¿Qué opinas de la experimentación con animales?
- ¿Te ha llamado la atención el procedimiento que se sigue en la experimentación con animales?
- ¿Qué es la ética de responsabilidad?, ¿Y el balance riesgo-beneficio?
- ¿Quiénes son los animalistas y los anti-proteccionistas?
- ¿Cuál es el principio de las tres erres?

A continuación se presentan dos lecturas con posturas enfrentadas sobre la experimentación animal y un texto donde se muestran algunos animales que han sido claves en la historia de la investigación (recursos [disponibles en Google Drive](#)). Con ellos se pretende que el alumnado se cuestione dónde está el límite ético al utilizar animales para conseguir avances científicos, reflexionando sobre la complejidad de la problemática, y que tome una postura fundamentada respecto a este dilema, considerando las consecuencias que el desarrollo científico y tecnológico puede tener para otros organismos.

Actividad 4: El experimento Tuskegee

El objetivo de la actividad es seguir profundizando en el desempeño de destrezas argumentativas como la interpretación e identificación de datos relevantes y su integración, a las que se une la evaluación de argumentos dados por otros, ya que tendrán que considerar distintas posturas dentro de un mismo grupo, y la toma de una decisión conjunta. Ya que no podemos olvidar que la argumentación tiene un componente social, y que en la evaluación y validación del conocimiento científico es clave que intervenga la comunidad. Para llevar a cabo esta tarea se plantea la metodología rompecabezas o puzle (Pujolás, 2003), pues favorece tanto el trabajo en equipo, como la adquisición de responsabilidades individuales. Se proponen grupos de cinco personas que conforman un “comité bioético”. A cada uno de los componentes del grupo se le asigna un rol de “experto/a” de diferentes disciplinas (imagen 6).

Imagen 6. Descripción y roles del comité bioético



En concreto, en la actividad se propone un juego de rol sobre un ensayo clínico con humanos que plantea un dilema ético, el “experimento Tuskegee”. Un caso clínico realizado entre 1932 y 1972 en la ciudad de Tuskegee por el Servicio de Sanidad Pública de Estados Unidos en el que 600 aparceros afroestadounidenses, muchos analfabetos, fueron estudiados para conocer cómo era la progresión natural de la sífilis en una población no tratada. El alumnado debe decidir si realizaría o no en la actualidad una investigación similar. En concreto, la situación de aprendizaje que enmarca la tarea es una situación ficticia titulada “Ensayos clínicos con Tenofovir en Camboya”. El conflicto principal que plantea es la decisión de realizar o no un ensayo con un nuevo fármaco experimental contra el VIH en un grupo de trabajadoras sexuales (Fuente: [Programa de base de estudios sobre bioética de la UNESCO](#)). Los expertos tienen que decidir en base a los datos recogidos en su dossier para luego trasladarlo a sus comités bioéticos.

- a) *Toma de decisión y realización del informe en los grupos de expertos.* Cada experto dispone de documentación propia que le sirve como apoyo para tomar su decisión sobre si debería realizar el ensayo clínico (enlace a la [información proporcionada](#)). Para poder construir de forma adecuada el informe del comité de bioética, el experto de cada campo primero tiene que reunirse con sus compañeros y compañeras y elaborar el informe de experto, con esta información regresa a su comité bioético correspondiente y contrasta su informe con el resto del comité, elaborando por cada comité un informe final. Cada comité de expertos debe elaborar un informe que responda a la siguiente cuestión: *¿Debería llevarse a cabo el ensayo clínico en dichas condiciones? Argumenta tu respuesta. Recuerda utilizar los elementos que debe incluir un argumento como conclusión, justificaciones y pruebas/datos en los que apoyarte*”.

Trabajar de esta forma sigue reforzando la necesidad de considerar cómo los distintos sectores de la sociedad intervienen en este tipo de problemáticas y esto hace que se tengan que considerar conocimientos de dimensiones muy diversas. Dividir al alumnado en grupos de expertos permite poder manejar un mayor número de datos, con lo que aumenta la riqueza y la complejidad de estos.

- b) *Resolución del caso práctico en los comités bioéticos a partir de la evaluación de los informes de expertos y el consenso alcanzado.* Cada En esta parte del trabajo, una vez reunido el comité bioético deberá elaborar un informe final argumentando el dilema desde los distintos puntos de vista. Para ello, se tienen que evaluar los informes procedentes de los distintos grupos de expertos, tomar las decisiones basándose en los datos aportados y elaborar un informe final que será donde se indicará si se está a favor o en contra de realizar experimentos como el del caso Tuskegee. Para conseguirlo, es necesario escuchar y evaluar las justificaciones dadas por otros, considerando la validez y limitación de la propia.

Actividad 5: Estudios fase III vacuna del VIH en población infantil

El objetivo principal de la actividad final es comprobar si el alumnado, de forma individual, es capaz de argumentar utilizando los elementos necesarios y apoyándose en el mayor número de dimensiones posibles. Para ello, se les propone un caso (imagen 7) cuyos datos se complementan con la información proporcionada (Ver anexo 1). Las fuentes de información de los enlaces web eran de directorios especializados o confeccionadas por especialistas como centros de documentación o páginas realizadas de expertos en la materia.

En esta actividad solo se le proporciona al alumnado la pregunta a responder: *“¿Estarías de acuerdo en realizar el estudio? Justifica tu respuesta”*. No se les da el andamiaje de la actividad inicial, dado que es importante evaluar en qué medida ha integrado toda la información sobre argumentación trabajada en la secuencia. En concreto, la relevancia de justificar su opción y refutar la alternativa, integrando pruebas procedentes de diferentes dimensiones y relacionándolas entre ellas.

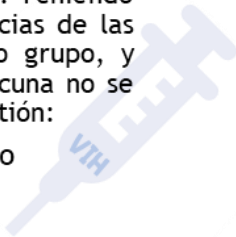
Imagen 7. Dilema bioético planteado al alumno en la actividad final



Imagina que formas parte del comité ético del estudio de la fase III de la vacuna contra el VIH. En un momento concreto se presentan unos resultados prometedores en relación con el estudio presentado en una noticia de prensa con los voluntarios, y se plantea la posibilidad de incluir a un grupo de niños y niñas menores de 6 años en el estudio. Teniendo en cuenta que hasta ahora no se tienen evidencias de las consecuencias de la potencial vacuna en dicho grupo, y suponiendo que sin este estudio con niños la vacuna no se puede llegar a comercializar, se plantea una cuestión:

¿darías luz verde e iniciarías el estudio con niños?

Argumenta tu respuesta.



CRITERIOS Y HERRAMIENTAS DE OBSERVACIÓN

Dado que el objetivo de la secuencia de aprendizaje es que el alumnado mejore en la puesta en práctica de las destrezas argumentativas de justificar y refutar en base a pruebas, construyendo argumentos científicos al resolver CSCs que empleen dilemas bioéticos en el campo de la salud, se consideran cuatro criterios de evaluación:

- Realizar el máximo número de justificaciones y refutaciones, basadas en informaciones aportadas en las actividades, y coherentes con la conclusión dada en sus respuestas.
- Integrar en sus justificaciones pruebas, no opiniones sin fundamentar, y su conocimiento sobre bioética.
- Hacer referencia a las distintas dimensiones, tanto en sus justificaciones, como en sus refutaciones, llegando a combinar las seis trabajadas.
- Evolucionar en la complejidad en la construcción de sus argumentos.

Tabla 2. Herramienta de evaluación para conocer la evolución en el desempeño argumentativo

Argumentos	N.º Justificaciones (J)	N.º refutaciones (R)	N.º dimensiones a las que hacen referencia		N.º dimensiones que combinan	
			J	R	J	R
Argumento inicial						
Argumento primera actividad						
Argumentos segunda actividad						
Argumento final						

Para poder evaluar estos ítems, se propone recoger las respuestas individuales dadas en la actividad inicial y en la primera, segunda y última actividad, evaluándolas, considerando el contenido de sus argumentos en base a los criterios dados. Para ello se debe realizar un análisis de las respuestas idéntico al empleado en el estudio del argumento inicial.

Además, para conocer la evolución en el desempeño en las destrezas argumentativas, el docente ha de comparar cómo se han construido los cuatro argumentos, identificando si desde el inicial hasta el final se ha producido un aumento en el número de justificaciones y refutaciones apoyadas en pruebas, en el número de dimensiones y en su combinación. Toda la información para realizar la evaluación se puede recoger en la herramienta propuesta en la Tabla 2. Esta misma herramienta se podría utilizar para conocer la evolución de la clase, ya que solo hay que sumar todos los resultados individuales y obtener un total.

Por último, para identificar cómo el alumnado argumenta al trabajar en grupo, se propone emplear la lista de cotejo que aparece en el anexo 2. Realizar una observación del trabajo, tanto de los grupos de expertos como de los grupos base empleando esta lista de cotejo, servirá para identificar si el alumnado en el proceso de toma de decisiones en los grupos base ha considerado los datos procedentes de todos los grupos de expertos, ha evaluado en base a estas las distintas opciones posibles y ha tomado una decisión fundamentada integrando datos de todas las dimensiones o, en su lugar, ha ignorado aquellos datos que no encajaban con la opción que definían desde el inicio. Realizar esta observación es clave para poder valorar la co-construcción de argumentos en grupo, ya que el argumento final de los grupos puede estar más limitado que el desarrollado a lo largo de la discusión grupal, dado que es durante el proceso de resolución cuando hay una mayor demanda de evaluar las distintas opciones y de defender la postura individual que cuando se proporciona la respuesta final.

CONCLUSIONES

El análisis del argumento inicial permite concluir que en una CSC sobre un ensayo clínico el alumnado ha utilizado dimensiones variadas apoyándose, inicialmente, en su opinión personal y en el bien común para justificarlo, y en la dimensión ética para expresar algunos inconvenientes en su refutación, siendo inferior el número de refutaciones realizadas. Además, la capacidad para combinar datos procedentes de distintas dimensiones es baja, dado que más de la mitad del alumnado solo llegó a combinar tres dimensiones, siendo siete el máximo.

Todo ello, junto con las dificultades en la argumentación encontradas en la literatura, llevó al diseño de una SEA que permitiera desarrollar la argumentación, abordando diferentes dilemas bioéticos relevantes para la ciudadanía actual como la investigación con seres humanos y animales en el desarrollo y la administración de fármacos. Esta SEA está compuesta por seis actividades: la de evaluación inicial, que permite identificar la capacidad argumentativa de partida del alumnado; cuatro sesiones de trabajo sobre argumentación; y una de evaluación final, que permite ver la evolución en el desarrollo de destrezas argumentativas clave como la identificación de datos relevantes, su interpretación e integración en justificaciones y refutaciones, considerando los argumentos propios y evaluando los ajenos, y la toma de una decisión final fundamentada.

Estas destrezas argumentativas están presentes como competencias específicas en la ley educativa actual, en concreto en la asignatura de Biología aparece como *“Interpretar y transmitir información y datos científicos, argumentando sobre ellos y utilizando diferentes formatos, para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas”*.

Por ello, se espera que los materiales aquí presentados sean de utilidad para los docentes en el desarrollo de la argumentación como práctica científica en el aula. Dado que estas destrezas han de trabajarse curricularmente, se considera oportuno el planteamiento de situaciones de aprendizaje contextualizadas en problemáticas sociales que se pueden encontrar en su día a día, potenciando así la toma de decisiones con espíritu crítico.

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 que han participado en el estudio y a los revisores, que han hecho que el trabajo haya mejorado con sus comentarios y sugerencias.

REFERENCIAS

- Berland, L. K. y Reiser, B. J. (2010). Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation. *Science Education*, 95(2), 191-216. <https://doi.org/10.1002/sce.20420>
- 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>
- Calavia, S., Bravo-Torija, B. y Mazas-Gil, B. (2024). Percepciones en el alumnado de 1º de bachillerato sobre dilemas bioéticos en salud: influencia en sus destrezas en argumentación y pensamiento crítico. *Ápice*, 8(1). <https://doi.org/10.17979/arec.2024.8.1.10191>
- Casas-Quiroga, L. y Crujeiras-Pérez, B. (2022). Trabajando la respuesta ante enfermedades de origen alimentario a través del juego de rol. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(1), 221-241. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3327>
- 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>
- De Dios, R. y García, E. (2015). Bioética en las Aulas o cómo acercar los Comités de Ética Asistencial a la Comunidad". *RqR. Enfermería Comunitaria*, 3(1), 7-24.
- Dey, I. (2005). *Qualitative Data Analysis. A user-friendly Guide for Social Scientific*. Taylor y Francis e-Library.
- Gaete, L. (2022). *Bioética en el aula un desafío formativo transversal y permanente* [Tesis de doctorado, Universidad del Desarrollo]. Repositorio UDD. <http://hdl.handle.net/11447/5785>
- 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>
- García-Vilanova, M. y Pérez, J. (2020). Enseñanza de la bioética en estudios de ciencias de la salud: los grados de biología y ciencias biomédicas de las universidades españolas. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 23(6), 311-316. <https://dx.doi.org/10.33588/fem.236.1091>
- Gómez, M. T. y Burrutia, O. (2022). ¿Ha cambiado la pandemia del COVID-19 la percepción de las niñas y niños de Educación Primaria sobre la "salud" y "enfermedad"? *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 42, 137-154. <https://doi.org/10.7203/dces.42.21398>

- Gómiz, M., Aragón, M. y Oliva, J. M. (2022). Los modelos de inmunidad y vacunas en los libros de texto de la enseñanza obligatoria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 42, 155-174. <https://doi.org/10.7203/dces.42.21899>
- Gordillo, M. (2005). Las decisiones científicas y la participación ciudadana. Un caso CTS sobre investigación biomédica". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(1), 38-55. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2005.v2.i1.05
- 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.
- Ibacache, M. y Merino, C. (2021). Una propuesta de secuencia basada en el contexto, para la promoción de la argumentación científica en el aprendizaje de las reacciones químicas con estudiantes de educación media técnico profesional. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1105.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas* (Vol. 12). Graó.
- Meheut, M. y Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: Aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-652.
- OECD (2023). *Pisa 2023 Science Framework* (Second Draft). OECD.
- Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Puig, B. y Evagorou, M. (2023). COVID-19: A Context to Promote Critical Thinking and Argumentation in Secondary and University Students. *Brain, Decision Making and Mental Health. Integrated Science*, 12, 219-236. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15959-6_12
- Pujolàs, P. (2003). *El aprendizaje cooperativo: algunas ideas prácticas*. Universidad de Vic.
- Sadler, T. D., Friedrichsen, P. y Zangori, L. (2019). A framework for teaching for socio-scientific issue and model based learning (SIMBL). *Educação e Fronteiras/Education and Borders*, 9(25), 8-26.
- Suwono, H., Rofi'Ah, N.L., Saefi, M. y Fachrunnisa, R. (2021). Interactive socio-scientific Inquiry for Promoting Scientific Literacy, Enhancing Biological Knowledge, and Developing Critical Thinking. *Journal of Biological Education*, 1-16. 10.1080/00219266.2021.
- Tang, K.-Y., Lin, T.-C. y Hsu, Y.-S. (2023). Status and trends of socioscientific issues in educational literature: insights and extensions from a co-word analysis. *International Journal of Science Education*, 1-25. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2272603>
- 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
- Tomás, L. (2016). Reflexiones sobre la complementariedad entre la educación y la bioética. *Opción*, 32(12), 768-783. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31048903036>
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

CÓMO CITAR: Calavia-Lombardo, S., Mazas-Gil, B. y Bravo-Torija, B. (2025). Los conflictos bioéticos para trabajar la argumentación a través del uso de controversias sociocientíficas en 1º de Bachillerato. *Revista Pensadero: Conocimiento Docente*, vol. 3, p. 29-48. En <https://revistapensadero.org/>

ANEXOS

Anexo 1

Fuentes de información suministradas al alumnado en la actividad final

Descripción	Fuente
Conceptos básicos del VIH	https://hivinfo.nih.gov/es/understanding-hiv/fact-sheets/vih-y-el-sida-conceptos-basicos
Convenio de Oviedo (art. 16 y 17).	https://www.coe.int/t/dg3/healthbioethic/texts_and_documents/ETS164Spanish.pdf
Investigación con menores (Parlamento europeo): artículo 4.	https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2001:121:0034:0044:ES:PDF
Asociación española de pediatría	https://enfamilia.aeped.es/vida-sana/ensayos-clinicos-en-ninos
Fases de un ensayo clínico (ver III)	https://blog.fpmaragall.org/fases-ensayo-clinico?gclid=EAlaQobChMIqtaru4j99wIVhvdRCh3_UQxqEAAAYAiA_AEgIMPvD_BwE
Datos del SIDA en el mundo	https://www.unaids.org/es/resources/fact-sheet

Anexo 2

Lista de cotejo para evaluación de destrezas argumentativas en grupos de trabajo

Ítems a valorar	Observaciones
Identifican los datos relevantes a partir del conjunto de toda la información facilitada	
Reconocen de los datos seleccionados como relevantes cuáles son fiables y cuáles son meras opiniones	
Establecen relaciones entre los datos, reconociendo pautas en común	
Combinan datos procedentes de distintas dimensiones, social, política, científica, ambiental etc.	
Establecen las posibles opciones, integrando los datos y el conocimiento de diferentes dimensiones	
Discuten las diferentes opciones entre los expertos que conforman el grupo, considerando los datos aportados por cada uno de ellos	
Establecen una opción final, apoyada en datos y conocimiento de las distintas dimensiones, y refutando las posibles alternativas	

