



Percepciones en el alumnado de 1º de bachillerato sobre dilemas bioéticos en salud: influencia en sus destrezas en argumentación y pensamiento crítico

Sergio Calavia¹, Beatriz Bravo-Torija², Beatriz Mazas¹

¹Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España.

²Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.

[Recibido el 21 de diciembre de 2023, aceptado el 17 de febrero de 2024]

Resumen: Este trabajo presenta los resultados del análisis de contenido de una entrevista realizada a seis alumnos de 1º de bachillerato tras realizar una secuencia de enseñanza-aprendizaje para trabajar la argumentación y el pensamiento crítico a través de controversias sociocientíficas sobre salud con componente bioético. El objetivo es identificar la percepción de los alumnos sobre la utilidad y las dificultades de la propuesta a nivel de adquisición de destrezas argumentativas, desarrollo de pensamiento crítico y conocimiento bioético. Los resultados muestran que valoran la utilidad de los conocimientos científicos para mejorar la argumentación científica y el pensamiento crítico. Además, destaca la oportunidad de construir sus propios argumentos, integrando los datos con contenido cercano a su realidad. Al mismo tiempo, señalan las dificultades encontradas para identificar los datos relevantes a partir de distintas fuentes de información y seleccionar las pruebas adecuadas para respaldar sus decisiones.

Palabras clave: argumentación; bioética; controversias sociocientíficas; cultura científica; entrevistas.

Perceptions of first-year senior cycle high school students about bioethical health dilemmas and their influence on argumentation and critical thinking skills

Abstract: The aim of this article is to assess the usefulness and difficulties of a learning sequence from the point of view of the students involved in terms of the development of argumentation skills, critical thinking and bioethical knowledge. Interviews were conducted with six first-year senior cycle high school students following an argumentation and critical thinking learning sequence based on a discussion of bioethical health issues. The interviews showed that students consider scientific knowledge a useful way to improve scientific argumentation and critical thinking, and that the sequence gave them the opportunity to construct their own arguments based on content related to their reality. However, the students also reported difficulties in identifying relevant data from different information sources and selecting appropriate evidence to support their decisions.

Keywords: argumentation; bioethics; socio-scientific issues; scientific culture; interviews.

Para citar el artículo. Calavia, S., Bravo-Torija, B., Mazas, 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. Revista de Educación Científica*, 8(1), 55-71. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2024.8.1.10191>

Contacto: 431627@unizar.es, beatriz.bravo@uam.es; bmazas@unizar.es

Introducción y marco teórico ¹

La ciencia avanza vertiginosamente, en especial en el área de la salud. Ahora podemos combatir enfermedades emergentes o mejorar tratamientos gracias a la bioingeniería. Esto, a su vez, genera conflictos, no concebidos en la práctica de la ética médica tradicional, al incluir dimensiones de naturaleza diversa (medioambiental, ética, política, legal, social) (Del Castillo y Nereida, 2018). La pandemia de la COVID-19 es una muestra de ello, con la salida a los mercados de vacunas de distintas compañías farmacéuticas en poco más de un año. Decidir a quién vacunar, y cómo, requirió tomar decisiones respecto a: ¿deberían ser obligatorias las vacunas en la población?, ¿a quién vacunamos primero?, ¿por qué? Las respuestas a estas preguntas y las acciones tomadas no estuvieron exentas de polémica.

Cuestiones, como las presentadas en el párrafo anterior, exigen decisiones que conllevan consecuencias. Para que la población pueda comprenderlas, incluso participar en el proceso, es imprescindible una adecuada alfabetización científica. Además, en problemáticas relacionadas con el ámbito sanitario, como los conflictos éticos que surgen en la investigación con animales o humanos, es necesario también una adecuada alfabetización en salud, estando ambas conectadas (García-Ruiz et al., 2022). Ello significa que los ciudadanos deberían poder emplear los conocimientos relacionados con la salud para emitir juicios y tomar decisiones fundamentadas en situaciones como la vacunación (Sørensen et al., 2012).

Además, junto a esta perspectiva de cómo trabajar las ciencias, es necesario también promover el desarrollo de prácticas científicas (Duschl y Grandy, 2008), entendiéndolas como las utilizadas por la comunidad científica para establecer, extender y refinar su conocimiento (NRC, 2012), en concreto la práctica de evaluar enunciados a la luz de las pruebas, lo que Erduran y Jiménez Aleixandre (2008) consideran como argumentar. Coincidimos con Archila (2012) en que su desarrollo es esencial al favorecer la adquisición del conocimiento científico y su integración en argumentos para poder tomar decisiones, sobre todo en problemas que implican dilemas bioéticos. Pero, para ser capaz de evaluar el conocimiento, es crucial desarrollar un adecuado pensamiento crítico (en adelante PC) entendido como el pensamiento racional y reflexivo enfocado a decidir qué creer, o hacer, ante una información o situación determinada (Cobo et al., 2012), ya que el PC ayuda al alumnado a cuestionar la validez de los argumentos y detectar falacias e imprecisiones (Blanco et al., 2017; Hierrezuelo-Osorio et al., 2020). Por ello, al igual que Solbes y Torres (2012), consideramos que el PC y la argumentación deben estar conectadas, en especial en el entorno escolar.

Trabajarlas conjuntamente promueve que los estudiantes puedan manejar con sentido crítico situaciones conectadas con las ciencias, estableciendo discusiones sobre posibles soluciones y alcanzando acuerdos como qué dieta es más adecuada elegir desde el punto de vista de la eficiencia ecológica (Brocos y Jiménez-Aleixandre, 2022), o siendo capaces de identificar, en base a la información aportada, si una noticia relacionada con la pandemia del COVID-19 era real o falsa (Puig et al., 2021). Torres y Solbes (2016) encontraron que al trabajar el PC y la argumentación en cuestiones sociocientíficas (en adelante CSC), entendidas como dilemas sociales que tienen su base en nociones científicas y que se relacionan con campos sociales, éticos o ambientales (Jiménez-Aleixandre, 2010), el alumnado emitía argumentos valorando tanto el potencial de los avances científicos en la

1 Nota de los AA.: En el escrito se ha intentado utilizar un lenguaje inclusivo en la medida de lo posible; no obstante, con el objetivo de facilitar la lectura, en ocasiones no se utiliza la duplicidad de género. Aunque los sustantivos como niño, alumno y docente se refieren también a las niñas, alumnas y a las docentes.

mejora de la vida, como su impacto, de forma similar a lo que se demanda en la propuesta didáctica valorada en este trabajo.

González-García y Basagni (2018) señalan el notable interés que despiertan los temas relacionados con la bioética en campos como la medicina, la neurociencia o la alimentación. Por otro lado, Cambra y Lorenzo (2018) consideran que en educación incorporar aspectos éticos en la enseñanza proporciona herramientas para la toma de decisiones en procesos científicos que involucren al conjunto de la sociedad. Además, la bioética puede ser considerada como un nexo entre “Ciencias” y “Letras” (Basagni y González-García, 2022), ya que interpretar desde la visión de la bioética los avances científicos requiere manejar no solo contenidos de disciplinas científicas, sino también los conocimientos y destrezas que proporcionan la Filosofía, la Antropología o la Sociología.

Si dirigimos nuestra atención al currículo, la bioética es un contenido descrito en el currículo para la materia de Biología y Geología de 4ºESO (Real Decreto 217/2022), siendo este uno de los estándares de aprendizaje: “Analiza las implicaciones éticas, sociales y medioambientales de la Ingeniería Genética”. Así mismo también tuvo cabida en la extinguida Cultura Científica de 1º bachillerato, en la que uno de los objetivos era “desarrollar una cultura para la participación ciudadana a través de cuestiones científicas cotidianas y de repercusión social”. Dicha asignatura permitía trabajar contenidos de forma transversal, realizándose propuestas didácticas como la de Pons y De Soto (2020). En esta propuesta el alumnado realizaba un juego de rol y se ponía en el lugar de un investigador, un revisor de artículos científicos y un miembro de un comité bioético, y debía juzgar si el artículo presentado era adecuado para la publicación, argumentando su decisión en base a cómo se había realizado la experimentación. Otro tipo de estrategias que también se emplean son los debates, donde Campaner y De Longhi (2007) abordaban las implicaciones que tienen diversos campos del conocimiento en una problemática ambiental, considerando aspectos científicos, sociales, políticos y económicos para defender las posturas presentadas.

En cuanto al enfoque empleado en los temas a tratar, Jarman y Mc Clune (2007) destacan la necesidad de que el alumnado desarrolle las competencias necesarias para analizar las CSC utilizando conocimientos sobre ciencia y tecnología dentro de un contexto ético. El término bioética ha ido evolucionando desde sus principios, ya que estuvo originalmente ligado a cuestiones éticas relacionadas con la Medicina y la Biología (considerándose solo dimensiones sociales y jurídicas), pero algunos asuntos actuales como las preocupaciones biotecnológicas, los derechos de los animales y los problemas medioambientales han promovido la incorporación de otro tipo de dimensiones, de tal forma que la bioética se contempla desde una perspectiva multidisciplinar (Basagni y González-García, 2022). Es por ello por lo que investigadores y educadores han abogado por mejorar el razonamiento moral en las aulas de ciencias a través de discusiones sobre CSC (Calavia et al., 2022). Algunas CSCs que incluyen dilemas éticos han sido trabajadas para tratar temáticas como la polémica sobre la obligatoriedad en la vacunación o la problemática del sufrimiento animal asociado a su uso en el trabajo de laboratorio (Gordillo, 2005; Grilli, 2018; Uskola et al., 2021). En trabajos como el de Kumnuanek et al. (2022) se empleó una CSC en biotecnología para abordar cuestiones éticas, encontrando que los alumnos desarrollaban argumentos fundamentados en conocimientos bioéticos.

Para emplear las cuestiones bioéticas en el aula utilizando las CSC es fundamental la formación del profesorado. Chen y Wing (2017) trabajaron el razonamiento y principios éticos utilizando tres CSC de modificación genética, terapia génica y reproducción asistida con profesores en formación. Los resultados mostraron que dedicar tiempo a estas cuestiones mejoraba sus habilidades de razonamiento, así como su percepción sobre la importancia de trasladar estas problemáticas a sus aulas.

En este marco se propone a un grupo de 45 estudiantes de 1º de bachillerato una secuencia de enseñanza y aprendizaje enmarcada en la asignatura Cultura Científica (bloque 3), "Avances en biomedicina". Se plantearon diferentes "escenarios-problema" que enfrentan al alumnado a dilemas bioéticos actuales, como la investigación con animales y con nuevos fármacos, y la vacunación en niños (Calavia et al., en prensa). Se escogen estos escenarios y se solicita al alumnado tener que evaluar opciones y elegir la más adecuada en base a la información aportada, ya que realizar estas actividades favorece que los alumnos movilicen su conocimiento científico al tomar de decisiones que afectan a la salud individual y colectiva (Gavidia et al., 2021; Zeidler, 2014). La enseñanza y aprendizaje de la bioética es algo complejo ya que puede realizarse desde distintos enfoques: multidisciplinar, práctico y laico (Castro-Moreno, 2021). En nuestro caso las actividades se planificaron teniendo en cuenta el enfoque práctico; este se aplica a cuestiones de la vida "real" que sirven de referencia al tomar decisiones sobre situaciones que deben afrontarse individual o colectivamente (Singer, 2009).

Tras la realización de la secuencia se realizaron entrevistas a seis de ellos para conocer su percepción sobre la utilidad que tuvo realizar la secuencia y las dificultades que encontraron sobre: a) el desarrollo de su pensamiento crítico y la mejora en sus destrezas argumentativas, y b) la adquisición de conocimientos bioéticos. Consideramos de interés este trabajo, dado que la mayoría de los encontrados abordan el desempeño de los estudiantes durante la realización de las actividades (Jiménez-Tenorio et al., 2020; Hierrezuelo-Osorio et al., 2020), y un menor número considera la percepción que tienen sobre el aprendizaje adquirido al realizarlas (Arranz et al., 2014; Muñoz-Campos et al., 2020). Por ello, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

P1: ¿Qué utilidad identifican los estudiantes que tiene la secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre el desarrollo de su pensamiento crítico, la mejora en sus destrezas argumentativas y la adquisición de conocimientos bioéticos?

P2: ¿Qué dificultades identifican tras el desarrollo de la secuencia?

Metodología

El estudio realizado se incluye dentro de un marco de investigación cualitativa, dado que el énfasis se encuentra en la búsqueda de interpretaciones y significados dentro de un contexto particular (Bryman, 2004).

Contexto y participantes

Se realizó una entrevista estructurada a un grupo de seis alumnos que participaron en la propuesta didáctica realizada en la asignatura de Cultura Científica de 1º bachillerato durante el curso 21/22 en un colegio concertado de la zona Centro de una de las principales ciudades españolas. Para la selección de los participantes se tuvieron en cuenta criterios muestrales de naturaleza práctica, no probabilístico y de tipo intencional y opinático (Basagni, 2023), teniendo en cuenta el interés y participación mostrada durante el desarrollo de la secuencia. Además, son los más accesibles socialmente, están informados y dispuestos a informar. Entendemos que estos factores ayudarían a profundizar en las respuestas, y, por tanto, enriquecer los datos. También se buscó que existiera un equilibrio por género y modalidad de bachillerato cursada. Por todo lo anterior, los participantes seleccionados fueron dos alumnos (hombre y mujer) de cada una de las especialidades de bachillerato ofertadas por el centro (Tecnológico, Sanitario, y Ciencias Sociales y Humanidades). El alumnado no había trabajado previamente argumentación científica en el aula.

Secuencia de enseñanza y aprendizaje

La secuencia didáctica fue diseñada por los investigadores considerando, por un lado, los estudios mencionados en el marco teórico, y por otro, los resultados del análisis de una actividad inicial en la que el alumnado argumentaba si estaría de acuerdo o no en suministrar un tratamiento experimental a un paciente cuya enfermedad no le permitía decidir por sí mismo. Los resultados mostraron que el alumnado se apoyaba principalmente en su opinión y en el bien común para justificar su decisión, y en la dimensión ética para expresar inconvenientes en su refutación. Sin embargo, encontraron algunas dificultades para justificar sus refutaciones en base a la información proporcionada (Calavia et al., en prensa), lo que nos llevó a seguir trabajando sobre ello en una secuencia más amplia. Esta incluyó cinco actividades más que presentaban “escenarios-problemas” a los que el alumnado debía dar respuesta. La secuencia completa se realizó en siete sesiones de 50 minutos.

Los dilemas bioéticos presentados versaban sobre la investigación con modelos animales y la vacunación obligatoria en niños (tabla 1). Cada actividad se registraba con las producciones del alumnado en forma de argumentos individuales o grupales. Los argumentos recogidos se numeraron correlativamente correspondiendo con el número de actividad y teniendo en cuenta que el argumento final sirvió como cierre de secuencia (pudiéndose medir para comprobar la adquisición de habilidades argumentativas) y el argumento inicial como apertura antes de la intervención didáctica. Los argumentos intermedios (1, 2, 3 y 4) nos sirven para valorar la progresión de los estudiantes en la elaboración de sus argumentos.

Estamos de acuerdo con Moreno et al. (2010) en que uno de los objetivos de la alfabetización científica es desarrollar destrezas argumentativas como: interpretación y evaluación de un conjunto de datos, construcción de argumentos integrando correctamente todos sus elementos, o integración de su conocimiento con los datos recogidos para obtener conclusiones. Atendiendo a lo anterior, el objetivo general de la secuencia perseguía trabajar la mejora de las destrezas argumentativas y las dimensiones que llevan asociadas las CSCs. Para ello, y antes de iniciar la segunda actividad, el docente dedicó unos minutos a explicar qué elementos debe incluir un argumento, basándose en la estructura propuesta por Toulmin (2003) y cómo se argumentan cuestiones socio-científicas considerando el trabajo de Jiménez-Aleixandre (2010). También se facilitó un ejemplo de controversia sociocientífica similar al utilizado en el trabajo de Calavia et al. (2022), en el que el alumnado identificaba los distintos elementos del argumento y el papel que cumplían en él.

Tabla 1. Resumen de la secuencia de aprendizaje, sesiones y breve descripción de las actividades y la información recogida.

Sesión	Actividad (Act.)	Descripción de las actividades e información recogida del alumnado
1	Act. 1 ¿Qué cuestiones éticas o controversias se crean en el suministro de medicamentos a los pacientes?	Tras la lectura de un artículo de prensa, en el que se detallaba el proceso de elaboración de un fármaco y los problemas éticos que conlleva, se pidió que argumentaran si los productos homeopáticos podían ser considerados, o no, medicamentos a partir de datos procedentes de artículos de periódico que señalaban las ventajas e inconvenientes que ocasionan. Se recogen los argumentos iniciales, considerando cómo son construidos y las dimensiones a las que el alumnado hacen referencia (argumento inicial).

Tabla 1. Resumen de la secuencia de aprendizaje, sesiones y breve descripción de las actividades y la información recogida. Continuación

Sesión	Actividad (Act.)	Descripción de las actividades e información recogida del alumnado
2-3	Act. 2 ¿Cómo argumentar en ciencias? Caso analizado: Vacuna COVID-19 obligatoria en niños.	En primer lugar, se proyectó un audiovisual de una noticia de prensa “El reto de la vacunación obligatoria” y posteriormente se realizó la lectura de dos artículos de prensa con posturas opuestas sobre la vacunación. Tras esto, se requirió, en grupos de trabajo, tomar una postura a favor, o en contra, de una “ficticia” vacunación obligatoria de la COVID en niños, apoyándola con las informaciones proporcionadas, considerando distintas dimensiones, no solo la científica. Se recoge el argumento grupal para su evaluación, considerando las pruebas que el alumnado es capaz de aportar y las dimensiones a las que como grupo hacen referencia (argumento intermedio 1).
4	Act 3 ¿Qué problemas éticos están asociados a la investigación con medicamentos? Ética de la investigación con animales.	En primer lugar, se visionan dos vídeos dónde se explican los inconvenientes éticos de la investigación animal y posteriormente a través de dos lecturas de prensa con posturas enfrentadas se exponen los pros y contras de experimentar con animales en el diseño de algunos fármacos. Como actividad se pide al alumnado que argumente de forma individual e indique su conclusión a favor o en contra de trabajar con animales en el laboratorio. El informe intermedio individual 2 es recogido para valorar la evolución del alumnado en cuanto a su capacidad para identificar información relevante e integrarla en sus justificaciones al apoyar su opción.
5-6	Act 4 Caso analizado: Medicamento experimental contra el VIH.	La cuarta actividad corresponde a un juego de rol, empleando la técnica puzzle (Pujolás, 2003). En primer lugar, se establecen los grupos base, conformados por cinco expertos, médico, abogado, filósofo, ciudadano y jurista, y se les indica que conforman un “comité de bioética” y que deben elaborar un informe argumentando su postura a favor, o en contra, de un ensayo clínico con un fármaco contra el VIH en un grupo de trabajadoras sexuales. Dada la complejidad de la problemática, y para poder manejar distintas fuentes de información, los expertos de cada grupo se dirigen a su grupo de expertos y se les proporciona un dossier con datos relacionados con el sector que representan. Trabajan en grupos de expertos durante la primera sesión, y elaboran un documento sobre la postura argumentada que tomarían como sector. En la segunda sesión cada experto vuelve a su grupo base “comité de bioética” para contrastar sus posturas y tomar, en base a las pruebas facilitadas por cada experto, una decisión final. Tanto el informe de cada grupo de expertos, como el informe final son recogidos por el docente (argumento intermedio 3 y 4)
7	Act 5 Dilema ético de una investigación con seres humanos: Prueba de una nueva vacuna contra el VIH en niños menores de seis años.	En la actividad final se vuelve a solicitar al alumnado, a partir de facilitarles un dossier de información (noticia de prensa, datos conceptuales del VIH, principios de bioética, legislación) la postura que tendría sobre realizar pruebas experimentales con niños menores de seis años para comprobar la validez de una nueva vacuna contra el VIH dirigida a la población infantil. Tras leer la información facilitada, han de tomar una postura sobre su decisión, justificándola. Se recoge el argumento final y se compara con los anteriores, considerando las modificaciones realizadas en la estructura del argumento, así como los datos empleados, las fuentes de procedencia y las dimensiones a las que hacen referencia, observando su evolución.

Recogida datos: diseño e implementación de la entrevista

Los datos fueron recogidos a partir de una entrevista estructurada e individual, dado que permite obtener información de forma oral y personalizada sobre acontecimientos, experiencias u opiniones (Folgueiras, 2016). En la tabla 2 se presentan las preguntas realizadas, junto con su objetivo, y las preguntas de investigación a las que se asocian.

Tabla 2. Preguntas realizadas al alumnado, objetivo y pregunta de investigación asociada (PI)

Preguntas	Objetivo	PI
1- ¿Para qué piensas que te ha servido haber trabajado contenidos bioéticos en la asignatura de cultura científica?	Valorar la opinión del estudiante sobre el aprendizaje y las aplicaciones de la bioética al trabajar este tipo de contenidos.	P1
2- ¿Para qué piensas que te ha servido haber trabajado la argumentación sobre temas de ciencias en el aula?	Valorar la opinión del estudiante sobre el aprendizaje y las aplicaciones de la argumentación en ciencias.	P1
3- ¿Qué tipo de dificultades encontraste al tener que incluir dimensiones diversas para argumentar en los casos bioéticos planteados? (ejemplo: científicas, económicas, políticas, ideológicas, etc....)	Conocer qué problemas encontraron a la hora de incluir otras dimensiones enriquecedoras de los argumentos con respecto a las controversias sociocientíficas.	P2
4- ¿Qué dificultades te encontraste al tener que incluir los componentes principales de un argumento en los casos bioéticos planteados?	Conocer las dificultades/es encontradas al considerar los componentes principales de los argumentos que se utilizaron en las controversias sociocientíficas.	P2
5- ¿Qué estrategias de las que se trabajaron en clase te resultaron más útiles al desarrollar un argumento?	Conocer qué estrategias vistas en clase utiliza el alumnado para hacer sus argumentos a lo largo de la secuencia.	P1
6- Comenta qué te aportó la experiencia de grupos de expertos en el desarrollo de tus habilidades argumentativas con respecto a la toma de decisión grupal.	Considerar qué papel tiene la toma de decisiones grupales planteando una actividad de grupo de expertos	P1
7- ¿Cómo crees que han evolucionado tus habilidades para argumentar al realizar los casos prácticos de bioética?	Conocer la opinión del alumnado sobre el desarrollo de sus habilidades argumentativas a lo largo de la secuencia	P1

Antes de realizar la entrevista se suministró una hoja de consentimiento informado al alumnado y sus familias describiendo su propósito y asegurando su anonimato (codificándolos como A1, A2... A6). Previamente a su realización, se recordó cuáles fueron las actividades desarrolladas en el contexto de la propuesta. Las entrevistas tuvieron una duración aproximada de 10-15 minutos. El registro se realizó mediante grabaciones en audio, transcritas posteriormente.

Análisis de los datos

Las transcripciones de las entrevistas fueron sometidas a un análisis de contenido inductivo, emergiendo *a posteriori* las categorías de análisis (Arley y Gómez, 2014). La unidad de registro utilizada fue el tema, que es útil para estudios de motivaciones, opiniones, actitudes, etc., entendiendo por tema las frases o conjunto de palabras más elementales de cada una de las respuestas obtenidas y separando como recomienda Bardin (2002)

los elementos más significativos que puedan dar cuenta del texto completo. De esa manera las respuestas similares fueron agrupadas por temas al nombrar ideas comunes. Posteriormente se obtuvo un sistema de categorías y subcategorías que emergieron de las respuestas individuales al cuestionario (Arley y Gómez, 2014).

El análisis de las respuestas de los estudiantes se realizó en dos etapas:

Primero se realizó un análisis individual por parte de los tres autores del artículo. Tras este proceso se pusieron en común las categorías y subcategorías, su caracterización y se redefinieron aquellas en las que se encontraban desacuerdos.

Después se volvieron a analizar las respuestas considerando el sistema de categorías y subcategorías construido. Tras ello se realizó una puesta en común definiendo de forma definitiva las categorías y subcategorías de análisis. Se distinguen tres categorías principales: desarrollo del pensamiento crítico, adquisición de conocimientos y desarrollo de destrezas argumentativas, que son comunes en la percepción sobre la utilidad de la secuencia y en las dificultades y limitaciones encontradas. Cada una de estas categorías incluyen entre dos y cuatro subcategorías emergentes que son diferentes si se refieren a la utilidad o a la dificultad, ya que en sus respuestas los participantes hacían referencia a aspectos diferentes. Estas categorías y subcategorías se muestran en las tablas 3 y 4.

Resultados y discusión

Este apartado se estructura en dos secciones que dan respuesta a la primera y a la segunda pregunta de investigación, respectivamente.

En cuanto a la primera pregunta de investigación, en la primera y segunda columna de la tabla 3 se muestran las categorías de análisis, y, en la tercera y cuarta, el número de alumnos que considera cada una de ellas, tanto por especialidad de bachillerato, como en total.

Tabla 3. Resumen de resultados en las subcategorías señaladas por el alumnado en relación a la utilidad de la propuesta

Categorías	Subcategorías	Alumnado entrevistado						Total
		Sanitario		Tecnológico		Humanístico		
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	
Desarrollo de Pensamiento Crítico	Elaborar opiniones en base a pruebas	X	X				X	3
	Razonar críticamente			X	X			2
Adquisición de conocimientos	Adquirir un conocimiento	X	X	X	X	X	X	6
	Aplicar el conocimiento en otros contextos		X	X	X			3
Desarrollo de destrezas argumentativas	Conocer los elementos que conforman los argumentos y saber construirlos		X				X	2
	Defender con datos tus argumentos	X	X			X	X	4
	Considerar y evaluar distintas opciones	X		X	X	X		4
	Tomar decisiones integrando conocimiento científico y pruebas				X			1

Los resultados muestran que cinco de los seis alumnos consideran que realizar la secuencia didáctica les ha ayudado a desarrollar un mayor pensamiento crítico (tabla 3), dado que, tal como indica A4: "...soy más crítica al leer información por redes o al oír información de boca en boca...basarme más en fundamentos científicos que en ideologías varias ...". También identifican la importancia de construir sus opiniones en base a pruebas y conocimiento científico, como muestra A2: "Me ha forzado un poco a mí a generarme una opinión sobre muchos temas... el tema de que sea de ciencias pues me potencia en el sentido de cómo las estudio...". Estos resultados apoyan lo indicado por Torres y Solbes (2016), quienes apuntaban que trabajar el PC en controversias sociocientíficas ayudaba a que los estudiantes cuestionaran de forma crítica la información procedente de distintas fuentes, integrándola en sus argumentos.

En cuanto al desarrollo de destrezas argumentativas, cuatro de los seis alumnos (tabla 3) reconocen la utilidad de la secuencia para aprender a defender con datos sus argumentos, como A1: "yo creo que es fácil dejarte llevar un poco por la subjetividad de cómo piensas y en ciertos temas como por ejemplo en el biológico buscar más pruebas científicas" y para considerar y evaluar distintas opciones: "cuando vas ejercitando y vas trabajando... utilizar diferentes puntos de vista para trabajar la argumentación...ya tienes ciertas bases y cierta forma de pensar te inclinas por una cosa u por otra (...)". Resultados similares fueron encontrados por Muñoz-Campos et al. (2020), quienes mostraron que, tras la implementación de una secuencia cuya finalidad era el desarrollo de prácticas argumentativas en el contexto de la elaboración de yogur, los estudiantes valoraban la utilidad de trabajar la argumentación para ayudarles a "contrastar diferentes puntos de vista" o "poder reflexionar juntos".

Sólo un entrevistado nombra la importancia de la toma de decisiones integrando conocimiento científico y pruebas, en concreto A4, quien indica que: "de cara a un futuro en el que yo tenga que enfrentarme a hacer esas propias decisiones para mi propia salud o la de mis hijos...tomar esas decisiones de una forma razonada y con una base científica apropiada", y dos la de conocer los elementos que conforman un argumento, como A2: "...pienso que saber argumentar tus ideas es algo muy importante para que te tengan en cuenta...". Lo que nos lleva a considerar que sería necesario replantear las actividades para hacer mayor énfasis en estos aspectos de la argumentación.

En relación con la adquisición de conocimientos (tabla 3), todos los entrevistados consideran que la secuencia les ha ayudado a adquirir y afianzar conocimientos científicos, como A3 quien señala que "[la secuencia] me ha servido mucho para adquirir conocimientos de bioética". Trabajos como el de Basagni (2023) destacan el interés del alumnado de cursos superiores por la bioética, principalmente en temas de salud general, aunque no hubo diferencias en cuanto al género. Tres de ellos, además, reconocen que el conocimiento adquirido les puede servir en otros contextos, como A2: "Eran casos en los que te puedes ver envuelto en un futuro te dediques a lo que te dediques... tendrás que tomar una decisión... puedo usar argumentos que ya he preparado de cara al futuro...". La adquisición de conocimientos forma parte de la alfabetización científica y en este trabajo se muestra cómo los alumnos también son capaces de identificarlo. Resultados que contrastan con los encontrados por Balastegui et al. (2020), quienes valoraban como bajo el grado de alfabetización científica de dos grupos de alumnado de 1º de bachillerato, ya que los alumnos no reconocían la importancia de la educación científica para el ámbito cotidiano. En Schmidt (2019) se vio la importancia que tenía el conocimiento interdisciplinario en la mejora del desarrollo y conexión de ideas al argumentar sobre dilemas bioéticos.

Como síntesis de ambas, si nos fijamos en el tipo de bachillerato cursado por cada participante, no se encuentran diferencias notables entre ellos. Todos coinciden en considerar

que la secuencia les ha ayudado a adquirir conocimiento y la mayoría (4 de 6) en la importancia de defender sus argumentos con datos, evaluando diferentes opciones en base a pruebas. Sin embargo, sólo uno reconoce la utilidad de integrar conocimiento científico con pruebas al tomar decisiones, lo que no es de extrañar ya que es una de las dificultades principales en la argumentación científica (Bravo-Torija y Jiménez-Aleixandre, 2018).

En cuanto a las dificultades encontradas, la tabla 4 muestra las categorías y subcategorías de análisis y los resultados obtenidos.

Tabla 4. Resumen de resultados, donde se presentan las subcategorías en relación a la dificultad de la propuesta por tipo de bachillerato y en total.

Categorías	Subcategorías	Alumnado entrevistado						Total
		Sanitario		Tecnológico		Humanístico		
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	
Desarrollo de Pensamiento Crítico	Distinguir entre qué es una opinión y qué no	X						1
Adquisición de conocimientos	Tener un mayor conocimiento para mejorar su argumentación	X	X	X	X			4
Desarrollo de destrezas argumentativas	Buscar, identificar y seleccionar datos relevantes para el problema	X		X				2
	Interpretar y evaluar datos de un conjunto de datos				X		X	2
	Construir argumento integrando correctamente todos sus elementos					X		1
	Integrar conocimiento con los datos recogidos para obtener conclusiones		X					1

Con relación al desarrollo del pensamiento crítico, sólo un alumno identifica que ha tenido dificultades para distinguir lo que es una opinión y lo que es una prueba en base a la información apartada. En concreto, A1 indica que "... lo difícil que es no dejarte llevar por la subjetividad al encontrarte con distintas personas que cada uno exponga sus puntos de vista, creo que es más fácil encontrar una uniformidad en cuanto a ser más objetivo". Para ser capaz de distinguirlo es necesario identificar qué características hacen que una prueba sea fiable, como su fuente de procedencia; sin embargo, la mayoría de los estudiantes ante temas como los tratados en este trabajo tienen dificultades para hacer esta distinción. Por ejemplo, Uskola (2016) identifica que, en un tema controvertido como la evidencia científica de productos homeopáticos, algunos alumnos seguían manteniendo su opinión inicial apoyándose en datos procedentes de sus propias experiencias o de testimonios personales, ignorando las pruebas científicas proporcionadas.

En cuanto a la adquisición de conocimientos, A3 reconoce que una de las limitaciones que ha experimentado es la de no tener el suficiente conocimiento para poder argumentar o

tomar decisiones sobre las problemáticas planteadas. En concreto indica que “no estamos tan cualificados en tantos ámbitos a mucho nivel por lo que no teníamos tantos estudios y era difícil argumentar algunos casos”. Esta percepción de falta de los conocimientos necesarios para argumentar también aparece en el trabajo de Domènech et al. (2015) sobre la automedicación con alumnado de 3º ESO y 1º bachillerato. En él, algunos alumnos confieren más importancia a su experiencia previa y creencias que a los conocimientos científicos que avalaban las consecuencias de la automedicación. Es de destacar que ninguno de los dos alumnos del bachillerato humanístico mencione la necesidad de adquirir conocimientos para argumentar mejor. En otros trabajos, como Balastegui et al. (2020), se observó mejores resultados en el grupo de alumnos del bachillerato humanístico ya que tenían una visión más crítica de la actividad científica, defendiendo una responsabilidad ética por parte de los científicos. Atendiendo al género, el alumnado de humanidades mostró una mayor comprensión en habilidades para el razonamiento bioético en mujeres que en hombres y, aunque los datos de nuestro estudio no son extrapolables, no habiendo tenido en cuenta diferencias entre sexos debido al pequeño tamaño muestral, consideramos que es algo a tener en cuenta de cara a futuros diseños experimentales y concuerda con estudios como el Khan (2013).

Finalmente, en relación al desarrollo de destrezas argumentativas, dos de los estudiantes muestran su limitación en la búsqueda, identificación y selección de datos. A3 comenta: “me parecía difícil identificar los datos objetivos como datos precisos de personas o números que se sacan de investigaciones científicas que había que implementar en el argumento”. Otros dos alumnos identifican dificultades al interpretar y evaluar datos, en concreto A4 considera que: “el saber interpretar bien los datos que encontraba ya fuera información de internet o lo que se nos daba en clase, y saber interpretarlos enfocados a que tengo que dar una conclusión”. Estas dificultades en el uso de datos o pruebas en CSC pueden evidenciarse en trabajos como Albe (2008).

Con relación a construir el argumento integrando todos sus elementos, A5 opina que: “a nivel de la organización el saber dónde poner cada cosa, poder organizarlo bien...”. Estos resultados son razonables teniendo en cuenta el número limitado de sesiones, lo que nos lleva a considerar la necesidad de dedicar más tiempo al trabajo de estas destrezas argumentativas, tal y como plantean también Buty y Plantin (2008).

Por último, en vista a los resultados, hay que indicar que el número de limitaciones y dificultades encontradas por el alumnado es inferior al de utilidades, por lo que podríamos considerar que los alumnos perciben los beneficios de la secuencia para trabajar de forma argumentada problemas bioéticos como los presentados en las actividades.

Conclusiones e implicaciones educativas

En este trabajo se pretendía conocer la utilidad y dificultades encontradas por un grupo de seis alumnos de 1º bachillerato que cursan la asignatura de Cultura Científica, y con los que se llevó a cabo una secuencia de aprendizaje donde se trabajó la argumentación en CSC del ámbito de la salud.

En cuanto a qué utilidad han encontrado a la secuencia, se concluye que valoran que han desarrollado su pensamiento crítico, destacando la importancia de construir opiniones y evaluar las de otros en base a pruebas. Han adquirido conocimientos científicos, en este caso del campo de la bioética, en contextos cercanos a su realidad como la lectura de noticias científicas de actualidad, incorporando saberes que podrían ser de utilidad en su futuro profesional. En cuanto a la adquisición de destrezas argumentativas, destacan la mejora en su capacidad de defender sus argumentos utilizando datos.

Con respecto a las dificultades, hacen referencia a la falta de conocimiento y cómo les condiciona al defender sus posturas, en especial a aquellos que tienen menor conocimiento científico. Esto coincide con lo indicado por Uskola (2016), que es necesario una comprensión de conceptos básicos de ciencias para poder elaborar argumentos de calidad donde se identifiquen informaciones relacionadas con las pseudociencias y otros contenidos no científicos. Por ello sería recomendable profundizar en algunos contenidos de conocimiento científico, que es la base de la alfabetización científica, siendo incomprendible que en la LOMLOE se haya suprimido la asignatura obligatoria de Cultura científica en 1º bachillerato, aunque se haya mantenido como optativa en 4º ESO. Sugerimos que sería interesante volver a incluirla en sucesivas leyes educativas, ya que permite un acercamiento a la ciencia de estudiantes de ramas no científicas, favoreciendo la formación de una ciudadanía más crítica ante los avances de la ciencia.

Otras limitaciones encontradas fueron los obstáculos que surgían en la elección de los datos o pruebas adecuadas y la búsqueda de información fundamentada. Estas destrezas son muy relevantes, dada la gran cantidad de información a la que accede el alumnado, más aún si se trata de CSCs, donde los bulos y falacias son comunes. Como se muestra en este trabajo, los alumnos identifican que es en estas CSC donde encuentran dificultades y por tanto nos lleva a considerar que sigue siendo necesario diseñar actividades específicas para trabajarlas. En concreto, propuestas que hagan al alumnado considerar qué característica ha de tener una fuente o una información para ser fiable, haciendo hincapié en qué es una prueba y qué características ha de cumplir para considerarse válida.

Con respecto al desarrollo de actividades y tareas que incluyan la bioética para trabajar la argumentación en las CSC pensamos que sería adecuado el planteamiento de casos donde la toma de decisiones juegue un papel fundamental, teniendo en cuenta no solo su opción propia, sino considerando y evaluando la de otros. Al mismo tiempo, aunque la toma de decisiones en los dilemas bioéticos es un marco ideal para trabajar la argumentación, entendemos que existen otros enfoques para estudiar los argumentos de los alumnos, como analizar la argumentación desde el método deliberativo (Rabadán y Tripodoro, 2017). Además, el desarrollo de la bioética en la enseñanza secundaria permite no caer en los reduccionismos tecnocientíficos habituales al afrontar los problemas morales de la ciencia, considerando otras dimensiones como la ambiental, la social, política o económica (Basagni, 2023).

Como han mostrado los resultados de este estudio, los alumnos han identificado su utilidad, reconociendo que son capaces de realizarlo. Lo que indica que secuencias como la presentada en este trabajo son necesarias para que el alumnado pueda desarrollar esta destreza argumentativa.

Esto nos plantea la necesidad de seguir diseñando y evaluando propuestas de aprendizaje con el alumnado donde se trabaje la argumentación en CSC en casos bioéticos, y que al mismo tiempo tengan en cuenta el conocimiento científico. También sería interesante seguir desarrollando tareas específicas para trabajar el pensamiento crítico, teniendo en cuenta que este necesita de tiempo y práctica para poder desarrollarse de forma adecuada y no es posible solo con acciones puntuales como la presentada en este trabajo.

Para futuras investigaciones sería interesante emplear otras técnicas de recogida de información, como los grupos focales, ya que nos permitirían obtener mayor número de los estudiantes como en el realizado por Cuellar y Marzábal (2020), aspectos que se están considerando para evaluar la utilidad de la implementación de otras secuencias de aprendizaje en esta línea. Otro campo para profundizar consistiría en contrastar, por un lado, lo que indican los estudiantes en sus entrevistas, y por otro, su desempeño al realizar las actividades, para ver si existe una coherencia entre las destrezas desarrolladas y la

autopercepción del alumnado. Al mismo tiempo también sería de interés considerar otros elementos como circunstancias familiares y experiencias personales, como, por ejemplo, el impacto de pandemia, ya que podrían haber condicionado la percepción de los participantes entrevistados. Todo ello se tendrá en cuenta al seguir con esta línea de trabajo.

Agradecimientos

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) y a la Cátedra Unesco de Educación para la Justicia Social (BBT). 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 bibliográficas

- Albe V. (2008). Students' positions and considerations of scientific evidence about a controversial socioscientific issue. *Science & Education*, 17, 805-827. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9086-6>
- Archila, P. (2012). La investigación en argumentación y sus implicaciones en la formación inicial de profesores de ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9(3), 361-375. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2012.v9.i3.05
- Arranz, M., Vallés, C. y Vázquez-Alonso, Á. (2014). Implementación en el aula de una secuencia de enseñanza-aprendizaje para trabajar los conceptos epistemológicos: hipótesis-teoría-ley. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 11(2), 231-244. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i2.08
- Arley, W. y Gómez, R. (2014). Preguntas abiertas en encuestas. ¿Cómo realizar su análisis? *Comunicaciones en Estadística*, 7(2), 139-156. DOI: <https://doi.org/10.15332/s2027-3355.2014.0002.02>
- Balastegui M., Palomar R. y Solbes J. (2020). ¿En qué aspectos es más deficiente la alfabetización científica del alumnado de Bachillerato? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3302. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3302
- Bardin, L. (2002). *El análisis de contenido*. 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*, 13(2), 2-11. DOI: <https://doi.org/10.37467/revhuman.v11.3824>
- Basagni, D. (2023). *Bioética: perspectivas generales en el marco educativo. Un estudio en Italia y España*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- Blanco, A., España, E. y Franco-Mariscal, A.J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 107-115. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004>
- Bravo-Torija, B y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2018). Developing an initial learning progression for the use of evidence in decision-making contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(4), 619–638. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9803-9>

- Brocos, P. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2022). Social responsibility and critical disposition for considering and acting upon conflicting evidence in argumentation about sustainable diets. En: B. Puig y M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Critical Thinking in Biology and Environmental Education: Facing Challenges in a Post-Truth World* (pp. 221-227). Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-92006-7_12
- Bryman, A. (2004). *Social research methods*. Oxford University Press.
- Buty, C. y Plantin, C. (2008). *Argumenter en classe de sciences. Du débat à l'apprentissage*. Institut National de Recherche Pédagogique. DOI: <https://doi.org/10.7202/1006262ar>
- Calavia, S., Bravo-Torija, B. y Mazas, B. (en prensa). Los conflictos bioéticos para trabajar la argumentación científica mediante el uso de controversias sociocientíficas en 1º bachillerato.
- Calavia, S., Bravo-Torija, B. y Mazas, B. (2022). Which socio-scientific dimensions do 11th graders refer to when deciding whether to be vaccinated against COVID-19? *Journal of Biological Education (online)*. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.2022.2118354>
- Cambra, I. y Lorenzo, M. G. (2018). Entrelazando la Ética con las Ciencias Experimentales: una propuesta didáctica para la capacitación de profesores con la serie Breaking Bad. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 34, 105-122. DOI: <https://doi.org/10.7203/dces.34.11478>
- Campaner, G. y De Longhi, A.L. (2007). La argumentación en Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 442-456. Recuperado de: <https://studylib.es/doc/8561842/la-argumentaci%C3%B3n-en-educaci%C3%B3n-ambiental.-una-estrategia>
- Castro-Moreno, J. A. (2021). La bioética como un pilar de la formación de profesores de Biología. *Revista Colombiana de Bioética*, 16(2), 44-69. DOI: <https://doi.org/10.18270/rcb.v16i2.3199>
- Chen, Y. y Wing, W. (2017). An investigation of mainland China high school biology teachers' attitudes toward and ethical reasoning of three controversial bioethics issues. *Asia-Pacific Science Education*, 3(1), 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41029-016-0012-6>
- Cobo, C., Abril, A. M. y Romero, M. (2018). Investigando sobre el origen de los seres vivos para facilitar la comprensión de la naturaleza de la ciencia y el desarrollo del pensamiento crítico. En: C. Martínez y S. García-Barros (Eds.), *28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el cambio educativo*. A Coruña: Universidad de da Coruña.
- Cuellar, L. y Marzábal, A. (2020). Visiones de estudiantes de secundaria sobre Naturaleza de la Ciencia en ambientes de discusión, cuando se incorporan biografías a la clase de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3102. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020v17.i3.3102
- Del Castillo, D. y Nereida, T. (2018). La ética de la investigación científica y su inclusión en las ciencias de la salud. *Acta Médica del Centro*, 12(2), 213-227.
- 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. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1358>

- Duschl, R. A. y Grandy, R. E. (2008). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: Framing the debates. En: R. A. Duschl y R. E. Grandy (Eds.) *Teaching scientific inquiry* (pp. 1-37). Brill. DOI: https://doi.org/10.1163/9789460911453_002
- Erduran, S. y Jiménez-Aleixandre, M.P. (2008). *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2>
- Folgueiras, P. (2016). *La entrevista*. Universidad de Barcelona.
- González-García, F. y Basagni, D. (2018). Aproximación a la fundamentación teórica de la Bioética en el currículo de la Educación Secundaria. En: C. Martínez y S. García (Eds.). *Iluminando el cambio educativo: encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1401-1405). Servicio de Publicaciones de la Universidad de A Coruña.
- García-Ruiz, C., Torres-Blanco, V. y Lupión-Cobos, T. (2022). Analizando la alfabetización en salud sobre COVID-19 del profesorado en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(3), 301-319. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3603
- Gavidia, V., Álvaro, N., Reig, J., Ponz, A., Carrasquer, B., Cubero, J. y Mayoral, O. (2021). Enseñanza de las ciencias en tiempos de COVID-19. De la investigación Didáctica al Aula. En: A. A. Abril, A. Blanco y A. J. Franco (Eds.) *¿Cómo ser competente ante la COVID-19?* (pp. 35-46). Graó.
- 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. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2005.v2.i1.05
- Grilli, J. (2018). El material natural en la Biología escolar. Consideraciones éticas y didáctica sobre las actividades prácticas de laboratorio. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1-19. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1104
- Hierrezuelo-Osorio, J., Brero, V. y Franco-Mariscal, A.J. (2020). ¿Es saludable una dieta vegana? Un dilema para desarrollar el pensamiento crítico a través de la argumentación y la toma de decisiones en la formación inicial de maestros. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 73-88. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6525>
- Jarman, R. y McClune, B. (2007). *Developing Scientific Literacy. Using News Media in the Classroom*. McGraw-Hill.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas* (Vol. 12). Graó.
- Jiménez-Tenorio, N., Vicente-Martorell, J. J., Aragón, L. y Oliva-Martínez, J. M. (2020). Fomentar la argumentación en clase de ciencias a través de una controversia sociocientífica en futuros docentes. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(1), 79-86. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.4639>
- Khan, M. (2013). An Experience of Teaching Bioethics at Secondary Schools in Karachi. *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan*, 23(1), 90-92. Recuperado de: <https://jcpssp.pk/archive/2013/Jan2013/20.pdf>

- Kumnuanek, O., Aranyawat, U. y Pongsopon, P. (2022). Study of students' moral reasoning on modern biotechnology applications using bioethics for informed decision modules. *Journal of Turkish Science Education*, 19(2), 511-524.
- Moreno, M. J., Benítez, D. y Cercadillo, L. (Comps.) (2010). *Ciencias en PISA. Pruebas liberadas*. Ministerio de Educación.
- Muñoz-Campos, V., Franco-Mariscal A.J. y Blanco-López, A. (2020). Integración de prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en un contexto de la vida diaria. Valoraciones de estudiantes de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3201. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3201
- National Research Council (NRC) (2012). *A framework for K12 Science Education: practices, crosscutting concepts and core ideas*. National Academy Press.
- 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., Blanco, P. y Pérez-Maceira, I. (2021). "Fake News" or Real Science? Critical Thinking to Assess Information on COVID-19. *Frontiers in Education*, 6, 646909. DOI: <https://doi.org/10.3389/educ.2021.646909>
- Pons, L. y de Soto, I. (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. DOI: <https://doi.org/10.21703/rexe.20201939pons7>
- Pujolás, P. (2003). El aprendizaje cooperativo: algunas ideas prácticas. Universidad de Vic.
- Rabadán, A. y Tripodoro, V. (2017). ¿Cuándo acudir al comité de bioética institucional?: El método deliberativo para resolver posibles dilemas. *Medicina (Buenos Aires)*, 77(6), 486-490. Recuperado de: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0025-76802017000600007&lng=es&tlng=es
- Singer, P. (2009). *Ética práctica*. Akal.
- Schmidt, H. (2019). Is knowledge in various domains needed to understand bioethical issues? *Journal of Biological Education*, 53(4), 431-440. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1490801>
- Solbes, J. y Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 26, 247-269. DOI: <https://doi.org/10.7203/dces.26.1928>
- Sørensen, K., van den Broucke, S., Fullam, J., Doyle, G., Pelikan J., Slonska, Z. y Brand, H. (2012). Health literacy and public health: a systematic review and integration of definitions and models. *BMC Public Health*, 12(80), 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-80>.
- Torres, N. y Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(2), 43-65. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1638>
- Toulmin, S.E. (2003). *The Uses of Argument*. Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511840005>

- 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. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i3.05
- Uskola A., Burgoa B. y Maguregi G. (2021). Integración del conocimiento científico en la argumentación sobre temas científicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1101. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1101
- Zeidler, D. L. (2014). Socio-scientific Issues as a Curriculum Emphasis: Theory, Research and Practice. En: N. G. Lederman and S. K. Abell (Eds.) *Handbook of Research on Science Education*, Volume II, (pp. 697-726). Routledge.