

## Un dilema bioético para mejorar la argumentación sobre el diagnóstico genético preimplantacional en las aulas de secundaria postobligatoria

### A Bioethical Dilemma to Improve Argumentation on Preimplantation Genetic Diagnosis in Post-Compulsory High School Classrooms

Paula Durán Espín <sup>1</sup>, G. Enrique Ayuso Fernández <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. España <sup>2</sup> Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. España

<sup>1</sup> pauladuran\_8@hotmail.com - <sup>2</sup> ayuso@um.es

Recibido 26/08/2023 – Aceptado 06/07/2024

#### Para citar este artículo:

Durán, P. y Ayuso, G.E. (2024). Un dilema bioético para mejorar la argumentación sobre el diagnóstico genético preimplantacional en las aulas de secundaria postobligatoria. *Revista de Educación en Biología*, 27 (2). <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v27.n2.42331>

## Resumen

La formación educativa en genética y bioética reviste alta importancia debido a sus repercusiones en la vida cotidiana y los avances en salud, lo que justifica su inclusión en los planes educativos. De igual forma, en la Educación Secundaria es esencial formar en la capacidad argumentativa, ya que el alumnado se enfrentará a debates donde es necesario sustentar sus opiniones con evidencias. Para este fin, se ha diseñado, implementado y evaluado una propuesta educativa dirigida a un grupo de estudiantes de secundaria postobligatoria con la finalidad de mejorar su habilidad de argumentación sobre un dilema bioético relacionado con la genética básica, el diagnóstico genético preimplantacional. Los ensayos argumentativos realizados por el alumnado muestran la utilidad de la metodología empleada y apoyan seguir profundizando en esta perspectiva.

**Palabras clave:** Enseñanza de la genética; Propuesta educativa; Evaluación de la competencia de argumentación; Enseñanza Secundaria.

## Abstract

The educational training in genetics and bioethics holds significant importance due to its implications in daily life and advances in healthcare, which justifies its inclusion in educational curricula. Similarly, in Secondary Education, fostering argumentative skills is crucial, as students will encounter debates where substantiating their opinions with evidence is necessary. To this end, an educational proposal has been designed,

implemented, and evaluated, aimed at equipping a group of post-obligatory secondary students to enhance their argumentation abilities concerning a bioethical dilemma related to basic genetics, specifically Preimplantation Genetic Diagnosis. The favourable outcomes observed in argumentative essay composition provide support for further in-depth exploration of this theme.

**Keywords:** Genetics Education; Educational Proposal; Evaluation of Argumentative Competence; Secondary Education.

### Introducción

El conocimiento del genoma humano, las posibilidades de generar clones humanos u organismos genéticamente modificados, la aplicación del ADN en criminología para la identificación de sospechosos y en pruebas de paternidad, son ejemplos que ilustran la creciente presencia de aspectos genéticos en medios de comunicación, series y películas. Esta exposición constante ha contribuido a que la población se exponga a términos científicos complejos con naturalidad (Donovan y Venville, 2012). En este contexto, la genética se posiciona como una temática biológica de relevancia, capaz de generar un interés significativo entre el estudiantado, al ofrecer aplicaciones tangibles en sus vidas cotidianas (Íñiguez-Porras y Puigcerver-Oliván, 2013).

De este modo, resulta fundamental que el alumnado de nivel secundario reciba una formación en los principios fundamentales de la genética antes de completar su educación obligatoria. La sociedad actual está caracterizada por una profusión de información en el ámbito biológico, lo que demanda que los individuos estén preparados y posean habilidades de alfabetización científica que les facilite comprobar la veracidad de la información, noticias y opiniones que reciben de diversas fuentes. Desarrollar la capacidad de discernir de manera crítica y argumentada entre la información veraz y la errónea es fundamental para tomar decisiones informadas en el día a día, especialmente en temas socio-científicos que influyen directamente en la sociedad en su conjunto (Abril y Muela, 2013).

Sin embargo, su enseñanza sigue siendo uno de los temas que genera más dificultades al profesorado. La investigación educativa revela que este tema resulta complejo y abstracto (Duncan y Hmelo-Silver, 2009; Haskel-Ittah y Yarden, 2021), lo cual dificulta su comprensión, y además exige a los alumnos y alumnas abordar fenómenos en distintos niveles de organización biológica (moléculas/células/organismos) (Duncan y Reiser, 2007). Además, la forma en que se imparte la enseñanza provoca una comprensión fragmentada, en la que los contenidos relacionados con la ubicación y función de la información hereditaria (modelo molecular) o su transmisión (modelos meióticos y mendelianos) no están interconectados (Ruiz-González et al., 2017).

De acuerdo con lo expuesto, los problemas principales que aborda el presente trabajo se centran, por una parte, en dar respuesta a cómo abordar una controversia bioética vinculada con la genética (en este caso se ha elegido el diagnóstico genético preimplantacional) en un aula de secundaria postobligatoria de Ciencias (16-17 años); y, por otra parte, cómo mejorar la competencia de argumentación, sobre este mismo tema, en ese grupo de estudiantes.

## Referentes teóricos

### Inclusión de la bioética en los currículos escolares

Desde una perspectiva educativa, la enseñanza de la bioética brinda la oportunidad de desarrollar el pensamiento crítico y habilidades esenciales, como responsabilidad y respeto, en los alumnos y alumnas. Este enfoque es especialmente relevante para fortalecer competencias en la toma de decisiones, promoción de la salud y empoderamiento (Araújo et al., 2017). Cada vez es más aceptado que la bioética debe ser parte de la educación secundaria, ya que los estándares de alfabetización científica destacan no solo los contenidos y procesos científicos, sino también la importancia de involucrar a los y las estudiantes en situaciones contextualizadas que requieran decisiones personales y comunitarias (Sadler y Zeidler, 2009).

No obstante, a pesar de su importancia apenas se han elaborado propuestas educativas para su inclusión en el aula. Entre los factores que pueden explicar esta carencia cabe destacar la dificultad de la tarea, la inquietud del profesorado con respecto a la discusión de temas morales, la gestión de las polémicas en el aula o, incluso, la falta de confianza en sí mismos (Shepherd et al., 2015).

Por otra parte, los avances en genética y biotecnología tienen un impacto significativo en debates bioéticos diversos. Por lo tanto, se vuelve esencial brindar a alumnos y alumnas una educación en estos temas para comprender la gran cantidad de información presente en medios y redes sociales. Esto justifica la inclusión en el currículo de temas como el Genoma Humano, con un enfoque socio-científico que incluya la terminología técnica y la argumentación como elementos esenciales en la construcción del conocimiento (Ceballos Salazar y García Moreno, 2018).

### El diagnóstico genético preimplantacional como problema bioético

En este trabajo se ha considerado de interés profundizar en el planteamiento de un dilema ético y la mejora de la argumentación por parte del alumnado de bachillerato (secundaria postobligatoria) relacionado con el diagnóstico genético preimplantacional (DGP, en adelante). Se ha elegido este tema, que crea cierta controversia social, lo que puede facilitar la generación de debate en clase, haciendo que el alumnado intente argumentar las distintas opiniones.

El DGP es una técnica de prevención que se utiliza en reproducción asistida con la finalidad de detectar anomalías en el material genético de los embriones. Gracias al DGP, es posible evitar la transferencia de embriones con alteraciones génicas o cromosómicas y, de esta manera, aumentar la probabilidad de tener un hijo o hija sano (Martínez Moro et al., 2020).

Para la aplicación de esta técnica se extraen una o dos células de cada embrión para su análisis genético, lo que permite descartar embriones con anomalías que podrían provocar abortos tempranos o problemas de salud en el futuro hijo o hija. Esta técnica se lleva a cabo en el contexto de un ciclo de fecundación in vitro y tiene como objetivo evitar la transmisión de enfermedades genéticas hereditarias a la descendencia, asegurando así

una descendencia sana y previniendo la transmisión de enfermedades a generaciones futuras. En este punto, el embrión es redefinido como preembrión, haciendo referencia al producto de la concepción durante los primeros siete días previos a su implantación en el endometrio materno. Esta reclasificación se debe al inicio del proceso de implantación, el cual marca el inicio de su categoría como embrión (Corella y Ordovás, 2017). El proceso comienza en el tercer día de desarrollo del embrión, haciéndose la biopsia para extraer el material genético y analizarlo, implantándolo en su quinto día. Esto conlleva la exclusión de los embriones no seleccionados, que habitualmente se crioconservan, se usan para fines científicos o bien se inutilizan definitivamente (Martínez Moro et al., 2020). De este modo, para que los y las estudiantes de secundaria puedan comprender esta tecnología, algunos de los aspectos básicos de genética que se deben haber adquirido hacen referencia a la igual información genética de todas las células del embrión, la relación entre gen, cromosoma y ADN y entre gen y carácter, la relación básica entre información genética y expresión de la misma, entre otros aspectos.

Actualmente no existe una ley internacional que regule el DGP, al igual que no existe una legislación específica que lo regule en la mayoría de países, pero donde se encuentra regulado, quedan prohibidas las prácticas que no sean realizadas para fines médicos. Dentro de las prácticas autorizadas hay divergencias significativas en torno a tres supuestos principales: evitar la transmisión de una enfermedad genética grave o incurable, la de una enfermedad genética de aparición tardía o multifactorial, y la selección de embriones histocompatibles con un hermano o hermana ya nacido (Jiménez González, 2016).

En Europa se puede apreciar la disparidad en cuanto a su regulación, siendo Reino Unido el país de referencia donde un organismo administrativo independiente autoriza en exclusiva la práctica del DGP. Sin embargo, países como Letonia, Lituania, Malta e Italia prohíben su uso. En un caso intermedio encontramos a España que acepta su uso para los supuestos antes mencionados y para cualquier otra finalidad que no esté recogida en la ley mientras sea aprobada por la Comisión Nacional de Reproducción Humana Asistida (CNRHA).

Si la situación en el entorno europeo ya es bastante heterogénea, en el marco legislativo a nivel mundial aún mucho más. Así, en Estados Unidos no existe legislación específica respecto al DGP, y aunque la ASRM (American Society for Reproductive Medicine's) emite recomendaciones periódicamente, la elección de la técnica está sujeta al contrato que una pareja realiza con entidades privadas, salvo en los pocos estados en los que se encuentra regulado. En Latinoamérica no existen leyes regulatorias; no obstante, esa aparente situación ilegal permite la realización en muchos países de las técnicas de reproducción asistida. En Brasil no hay regulación, pero las directrices del Consejo Nacional de Medicina permiten su uso; y en México ese vacío legislativo ha permitido la realización del primer bebé nacido mediante donación mitocondrial (Jiménez González, 2016).

### **Características de las propuestas de enseñanza para el planteamiento de situaciones controvertidas y mejora de la argumentación**

En los últimos tiempos, cada vez más, los ciudadanos y ciudadanas participan de forma activa en ámbitos tanto sociales como políticos que pueden tener que ver con la

ciencia. Es por ello, que un objetivo educativo es una adecuada alfabetización científica que permita a la ciudadanía participar en debates y tomar decisiones fundamentadas en este ámbito. Por lo tanto, es necesario adoptar enfoques educativos que sitúen los desafíos cognitivos y el desarrollo de las habilidades científicas en contextos híbridos, donde la ciencia se entrelace con otros campos de conocimiento. Estos enfoques deben proporcionar marcos didácticos que presenten situaciones problemáticas, lo cual permitirá cultivar destrezas esenciales para la toma de decisiones, como la argumentación, el uso de pruebas, la modelización y la justificación, entre estudiantes (Jiménez-Aleixandre, 2010).

Así, en la educación científica, diversos expertos sugieren que se aborden en el aula controversias socio-científicas (abreviadas como CSC), donde el aprendizaje de la ciencia se desarrolle en un contexto auténtico que involucre la aplicación de modelos científicos a situaciones cotidianas y la toma de decisiones (Doménech-Casal, 2015a). En este enfoque, también se plantea la oportunidad de estandarizar la labor educativa y evaluar las actividades relacionadas con las CSC, dentro del contexto de prácticas comunicativas como la lectura, la comunicación oral y la escritura (Doménech-Casal, 2017; Doménech-Casal, 2019).

En este aspecto, la argumentación se convierte en una práctica científica que permite relacionar explicaciones y pruebas, usando éstas para evaluar enunciados, teorías o modelos, para de este modo, contribuir tanto a la alfabetización científica como a la educación ciudadana (Jiménez-Aleixandre y Puig, 2010). Para Cubero et al. (2017) existe una relación estrecha entre pensamiento y argumentación, de modo que es posible llegar a conocer la forma en la que pensamos a partir del análisis del modo en el que argumentamos. Teniendo en cuenta la importancia de la argumentación y su aporte en el desarrollo psicológico, es clave analizar su producción durante los procesos de enseñanza-aprendizaje en la escuela; sin embargo, su presencia se ha ido limitando casi exclusivamente a tareas en el área de Lengua (Campaner y De Longhi, 2007). De esta forma, la argumentación ha tenido una incorporación tardía en el currículo académico, apareciendo en el final de la escolaridad obligatoria y generalmente con resultados poco satisfactorios (Dolz y Pasquier, 2000).

### **Objetivos de la investigación**

A partir de lo expuesto, en el presente trabajo se propone la inclusión de la bioética en currículos escolares como una forma de fomentar habilidades críticas y éticas en estudiantes de secundaria. A pesar del consenso sobre esta idea, se pone de manifiesto la falta de propuestas educativas debido a la complejidad del tema y la reticencia docente al planteamiento de cuestiones morales. En este aspecto, la utilización de CSC, como las que genera el DGP, puede ser una oportunidad para la mejora de la argumentación de los escolares en contextos científicos y cotidianos. De este modo, el objetivo principal del trabajo es mejorar la habilidad de argumentación de estudiantes de secundaria en un problema bioético relacionado con la genética. Para lograrlo, se plantean los siguientes objetivos específicos:

Objetivo 1: Planificar y elaborar una propuesta de enseñanza que mejore la competencia de argumentación de un grupo de estudiantes de secundaria postobligatoria sobre un tema de bioética relacionado con la genética como es el DGP.

Objetivo 2: Poner en práctica y evaluar la competencia de argumentación lograda tras la aplicación de dicha propuesta didáctica en un grupo reducido de estudiantes de secundaria postobligatoria.

## Metodología

### Descripción de la población participante en el estudio

El alumnado participante en el estudio pertenecía a un curso de educación postobligatoria en España (1º de Bachillerato). El grupo estaba formado por 10 estudiantes, 7 chicas y 3 chicos, de edades comprendidas entre los 16 y 17 años. Todos pertenecen a la especialidad de Bachillerato de Ciencias y cursaron el año anterior la asignatura de Biología y Geología de 4º ESO relacionada con la genética. La intervención fue llevada a cabo por la profesora del grupo de estudiantes.

### Métodos e instrumentos para el desarrollo, aplicación y evaluación de una propuesta de enseñanza sobre la bioética del DGP

El estudio se realizó mediante una investigación cualitativa, donde se observó y analizó detalladamente el proceso de aprendizaje y las producciones de los estudiantes durante la implementación de la propuesta educativa. La propuesta educativa se ha construido siguiendo el enfoque de Domènech-Casal (2017), que resalta la importancia de transferir modelos científicos a situaciones reales y tomar decisiones dentro de un contexto de aprendizaje de ciencias. En este sentido, se trabaja con CSC, centrándose específicamente en un dilema ético relacionado con el DGP en el ámbito de las ciencias. En la Tabla 1 describimos la tipología de sesiones propuestas y los objetivos en cada caso.

Tabla 1. Descripción de las sesiones de enseñanza.

<b>Sesión inicial de planteamiento del dilema bioético</b>	Exposición previa para centrar el tema a tratar y revisar conocimientos relacionados. Posteriormente, presentación de la situación-dilema relacionado con el DGP, debate inicial y expresión por escrito de las opiniones iniciales.
<b>Sesiones de desarrollo</b>	Lectura, en parejas, de textos relacionados con la situación-dilema. Resumen en una primera ficha de cada texto destacando los puntos más importantes de cada lectura. Después de la lectura de cada texto, exposiciones en público y debates sobre los mismos.
<b>Sesión de elaboración del ensayo argumentativo</b>	Retorno a la situación dilema presentada. Debate en gran grupo, en el que se anima a los y las estudiantes a centrarse en recoger argumentos distintos basados en los textos leídos. Posteriormente, redacción individual del ensayo recogiendo argumentos a favor y en contra utilizando la plantilla entregada por el profesorado. Coevaluación por los compañeros del equipo. Lectura en gran grupo de los ensayos y redacción definitiva.

La propuesta de enseñanza se ha desarrollado a lo largo de 4 sesiones de una hora de duración cada una. El alumnado ha trabajado en grupos reducidos de 2 miembros cada uno. De forma esquemática, se resumen las actividades utilizadas.

## Selección de textos para fomentar el debate sobre el problema bioético del DGP e instrumento para facilitar el análisis de cada uno

Siguiendo con el modelo de Doménech-Casal (2017), se propone el uso de CSC como contexto educativo para la mejora de la capacidad de argumentación de los y las estudiantes. Así, en primer lugar, se plantea la situación problema/dilema relacionado con la bioética, a partir de una noticia que pudiese generar controversia y opiniones contrarias. En nuestro caso, el artículo de opinión titulado "La decisión de Marie y Antonio" (Marfany, 2022) que giran en torno a las posibilidades de diagnosticar genéticamente antes del nacimiento la anemia de Fanconi (enfermedad genética) y el Síndrome de Down (anomalía cromosómica).

Para la siguiente fase se planteó presentar una serie de textos que pudiesen estar a favor, en contra o que, por el contrario, fuesen más informativos y por tanto de carácter neutro (Tabla 2). Estos textos se han trabajado en parejas y, posteriormente, debatidos en el grupo de la clase.

Tabla 2. Selección de textos a analizar.

<b>Selección de textos informativos</b>	<p>Lectura 1. Texto para presentar de forma sencilla, aunque rigurosa las características de la técnica del DGP.</p> <p>Fuente: <a href="https://www.dexeus.com/fertility/tratamientos/dgp/">https://www.dexeus.com/fertility/tratamientos/dgp/</a></p> <p>Lectura 2. También textos normativos (convenientemente adaptados al nivel educativo de secundaria) sobre el marco normativo legal internacional y el conflicto ético del DGP. Fuente: Jiménez González, 2016.</p>
<b>Selección de textos favorables al DGP</b>	<p>Lectura 3. Entrevista a la presidenta de la Asociación Española de Genética Humana mostrando su potencial en el mundo de la salud.</p> <p>Fuente: <a href="https://www.consalud.es/pacientes/test-preimplantacional-maxima-expresion-medicina-preventiva_103530_102.html?utm_medium=Social&amp;utm_source=Twitter#Echobox=1633939446">https://www.consalud.es/pacientes/test-preimplantacional-maxima-expresion-medicina-preventiva_103530_102.html?utm_medium=Social&amp;utm_source=Twitter#Echobox=1633939446</a></p> <p>Lectura 4. Texto sobre el uso del DGP en el contexto de mujeres con predisposición a cáncer de mama y ovario que desean tener hijos.</p> <p>Fuente: <a href="https://www.consalud.es/autonomias/c-valenciana/comunidad-valenciana-amplia-reproduccion-asistida-mujeres-cancer_104689_102.html">https://www.consalud.es/autonomias/c-valenciana/comunidad-valenciana-amplia-reproduccion-asistida-mujeres-cancer_104689_102.html</a></p>
<b>Selección de textos contrarios al DGP</b>	<p>Lectura 5. Texto que expresa la desconfianza al DGP para el uso de esta técnica en casos de enfermedades no genéticas.</p> <p>Fuente: <a href="https://www.larazon.es/salud/20211222/m3uuys6bnzqd3eqbdtot3n4xm4.html">https://www.larazon.es/salud/20211222/m3uuys6bnzqd3eqbdtot3n4xm4.html</a></p> <p>Lectura 6. Texto que muestra la posición contraria de la Conferencia Episcopal Española.</p> <p>Fuente: <a href="https://www.elmundo.es/elmundo/2009/04/24/espana/1240582708.html#:~:text=La%20Iglesia%20carga%20contra%20la%20selecci%C3%B3n%20gen%C3%A9tica%20de%20embriones%2C%20aunque,ma%20radical%2C%20que%20es%20matar">https://www.elmundo.es/elmundo/2009/04/24/espana/1240582708.html#:~:text=La%20Iglesia%20carga%20contra%20la%20selecci%C3%B3n%20gen%C3%A9tica%20de%20embriones%2C%20aunque,ma%20radical%2C%20que%20es%20matar</a></p>

El alumnado analizó los textos y completar, para cada uno, una ficha preparada para cada uno de ellos (Tabla 3). En esta escribieron el título de cada lectura, en el apartado de léxico unas palabras clave para comprender el texto y, posteriormente, mostrar que



defiende el texto, si está a favor o en contra y a qué conclusiones llega. También los datos o argumentos que se puedan destacar del texto, es decir, como defienden su opinión, si hay información o datos que apoyen lo que están diciendo, si muestran argumentos que descarten las ideas contrarias, etc. Finalmente, si creen que es fiable la fuente y un por qué.

Tabla 3. Plantilla para comentar cada uno de los textos propuestos.

<b>Título</b>	Título del texto a analizar.
<b>Léxico</b>	Palabras clave para entender el texto.
<b>Rol</b>	¿Qué defiende el texto? ¿Está a favor, en contra? ¿Conclusiones?
<b>Datos argumentos</b>	¿Cómo defiende su posicionamiento? ¿Informaciones o datos apoyando? ¿Salen números o gráficos que permitan corroborar lo que se dice? ¿Con qué argumentos descarta las ideas contrarias?
<b>Fiabilidad</b>	¿Crees que es fiable? ¿por qué?

### Instrumentos para identificar los argumentos de los y las estudiantes sobre el dilema planteado y la evaluación de los mismos.

Con el fin de conocer los conocimientos previos acerca del problema/dilema planteado sobre el DGP, se ha pedido al alumnado que, una vez expuesto el dilema, escribiesen cuál era su opinión sobre ello, respondiendo de forma espontánea a la pregunta planteada al presentar el dilema. Posteriormente, se realizó una puesta en común, en la que pudieran expresar sus posicionamientos iniciales.

A lo largo del desarrollo de la actividad, el profesorado observó en el aula el desarrollo de las lecturas y del debate. La recogida de información, y con ello la evaluación de esta actividad, se realizó principalmente mediante el informe individual posicionándose respecto al dilema planteado. Para ayudar en la redacción de este informe, la profesora aportó una ficha: "Plantilla y estructura del ensayo" (Tabla 4).

Tabla 4. Plantilla y estructura del ensayo final a realizar por el alumnado.

<b>Título</b>	El título debe generar interés. Una idea es tomar la conclusión y reformularla como una pregunta, exclamación, una contradicción o un juego de palabras que atraiga la atención.
<b>Datos</b>	Descripción sobre la situación ante la que se quiere tomar posición. No debe haber ninguna opinión, solo datos explicando el conflicto. Se pueden poner ejemplos e incluir datos no científicos: "más del 50% de la población piensa que...".
<b>Opiniones</b>	Expresar nuestra opinión. "Considero que lo que hay que priorizar es... y por eso pienso que...". "Lo que valoro de todo esto es que... y por eso considero que...". Justificar la opinión que tenemos, como si intentáramos convencer a alguien. "Sólo hay que imaginar qué pasaría si..." "Por ejemplo, si esto se hiciera siempre así...". Usa conectores como: ya que, así pues, por tanto, en consecuencia, sin embargo, ...
<b>Argumentos en contra y respuesta</b>	Enunciar posibles argumentos contra nuestra opinión y hacer una breve réplica. "Aunque se podría considerar que ... en realidad esto no tiene ningún efecto porque ..." "Aunque alguien podría decir que...no tiene relación con el tema que tratamos porque...". No dedicar más tiempo y atención a los argumentos en contra que a favor. Usa conectores.
<b>Conclusión</b>	Expresar qué crees que debería decidirse en relación con la controversia, y si es conveniente, hacer una propuesta de actuación (calendario, quién debería aplicarlo, ...).



Además, la profesora aclara que podría ser conveniente diferenciar en distintos párrafos la descripción de la situación ante la que se quiere tomar posición; expresar y justificar la opinión que tuviesen (como si intentaran convencer a alguien); argumentos en contra de su opinión intentando realizar una breve réplica; y, finalmente, un último párrafo de conclusión en el que deberían expresar qué creen que debería decidirse en relación a la controversia.

Para evaluar los textos argumentativos creados por el alumnado, se ha diseñado una rúbrica fundamentada en las investigaciones previas de Domènech-Casal (2017). Esta rúbrica puede posibilitar una evaluación de las destrezas de argumentación tanto a nivel individual como grupal. En ella se analizan cinco dimensiones para evaluar los ensayos científicos, su argumentación, su estructura y léxico utilizado, el uso de datos (contexto) y los modelos científicos en su interpretación (Tabla 5).

Tabla 5. Dimensiones del análisis de los ensayos del alumnado.

Dimensiones del análisis	Objetivos
<b>Léxico</b>	Uso correcto de los principales términos clave del léxico específico del tema, haciendo que ayuden a una mejor comprensión del ensayo. También se deberán establecer relaciones entre ellos.
<b>Modelo</b>	Expresar explícitamente y relacionar con el dilema el modelo científico que sirve para interpretar las evidencias.
<b>Contextualización</b>	Se aportan ejemplos y situaciones concretas y reales para mostrar el dilema o su importancia.
<b>Argumentación</b>	Se usan los conectores gramaticales adecuados y los argumentos son coherentes entre sí. Se anticipa a posibles contraargumentos y los neutraliza.
<b>Estructura formal y cohesión</b>	La estructura formal es correcta (Título, Datos, Argumentación, Contra-Argumentación y Conclusiones) y cada sección cumple con su función en el discurso. No hay contradicciones internas.

Para las valoraciones de cada apartado, se utiliza una escala continua con puntuaciones entre 0 y 2 puntos como máximo, según el grado de corrección de la propuesta. Los investigadores llevaron a cabo el análisis de las actividades diseñadas. Inicialmente, cada uno de ellos realizó una evaluación individual y, posteriormente, se procedió a consensuar la codificación de las distintas dimensiones del análisis.

## Resultados de la aplicación de la propuesta de enseñanza sobre el DGP

### Resultados del desarrollo y puesta en práctica de la propuesta educativa

El registro de las posiciones de los y las estudiantes en el dilema inicial, pone de manifiesto que, mayoritariamente, el alumnado apoya el consentimiento para realizar el DGP en casos de anemia de Fanconi. Sin embargo, en situaciones de Síndrome de Down, muchos expresaron desacuerdo debido a la percepción de que esta enfermedad es menos grave y permite adaptación en la sociedad.

Además, con carácter general, el profesorado observa que los debates planteados tras la lectura de cada uno de los textos han puesto de manifiesto la comprensión de los contenidos de cada uno, así como la categorización correcta, por parte de los alumnos y alumnas, sobre si los textos eran informativos, favorables o contrarios. Las expresiones del

alumnado también ponen de manifiesto lo adecuado de la selección ya que han resaltado disponer de todo tipo de información. Es destacable la necesidad de la adaptación de todos los textos para conseguir que tanto la extensión como el lenguaje fueran asequibles por el alumnado.

*“Es difícil llegar a un consenso porque cada país es un mundo, distintas religiones, creencias, sociedades, etc.”* (Estudiante 5 tras la lectura 2).

*“Es muy distinto al texto anterior, totalmente contrario y es chocante que científicos estén en contra de avances científicos”* (Estudiante 4 tras la lectura 4).

Por otra parte, con respecto a la realización de un ensayo final en el que se les pedía argumentar su opinión intentando mejorar sus exposiciones iniciales, se ha observado una mejora significativa en las mismas al analizar las cinco dimensiones referidas (Tabla 5); si bien, el profesorado ha tenido que insistir, puesto que para la totalidad del estudiantado era la primera vez que realizaban esta tarea, en la estructura del ensayo y el significado de cada apartado.

### **Evaluación inicial sobre los conocimientos y posiciones iniciales del alumnado sobre el DGP**

Si bien el alumnado no conocía la existencia del DGP antes de la presentación de las actividades diseñadas en clase, los y las estudiantes en el debate inicial, y tras la presentación de la técnica, expusieron en el debate sus primeras aproximaciones a esta tecnología. Entre éstas se aprecia ciertas restricciones al avance:

*“No me parece del todo correcto que se permita el DGP para esos padres que han decidido tener el hijo a los 40 años con probabilidad de tener Síndrome de Down porque ha sido decisión suya esperarse a esa edad, si no es porque anteriormente hayan tenido problemas”* (Estudiante 6).

Así, en relación con la idea de “hijos a la carta”, varios de los alumnos y alumnas dejaron claro que ellos estaban de acuerdo respecto al DGP siempre y cuando sea para evitar enfermedades y no hasta el punto de elegir ciertas características que presentará el futuro hijo:

*“Si decides tener un hijo tienes que quererlo tal y como sea, con sus cosas buenas y sus cosas malas, pues si sale todo perfecto vaya aburrimiento”* (Estudiante 1).

En resumen, las transcripciones de las posiciones iniciales expresadas por el alumnado, y recogidas por la profesora, ponen de manifiesto que, de forma mayoritaria, están a favor del uso del DGP para prevenir enfermedades graves, como la anemia de Fanconi en el ejemplo planteado. Sin embargo, hubo una división en cuanto a usar el DGP para evitar enfermedades genéticas importantes, pero no mortales, como el Síndrome de Down. Algunos estuvieron de acuerdo en utilizarlo en casos de enfermedades, mientras que otros expresaron objeciones debido a la percepción de la calidad de vida. En definitiva, reconocieron que hay enfermedades de diferentes grados de gravedad y la aprobación del uso del DGP varió según la situación.

*“Pienso que todas las familias deben poder acceder al DGP siempre que sean enfermedades genéticas graves, si fueran otras enfermedades menos graves pensaría que no es justo, ya que esto se realiza en clínicas privadas, con un gran coste, supongo, y*

*llegará un momento en el que la gente adinerada podría aprovecharse de esto y colapsar las clínicas”* (Estudiante 6).

En este punto, el debate de los estudiantes coincide con la complejidad bioética que rodea la selección de embriones, destacando la importancia de considerar no solo los aspectos médicos, sino también los valores humanos y los derechos individuales en estos procesos (Abellán-García, 2007).

Por lo general, todas las demás opiniones se centraban en explicitar si estaban de acuerdo o no respecto a los dos dilemas, pero sin aportar datos o evidencias que les permitieran apoyar sus planteamientos.

### **Evaluación tras la puesta en práctica de la propuesta educativa**

Para evaluar esta propuesta educativa, se han recogido los ensayos finales realizados por el grupo de estudiantes y se ha leído y evaluado siguiendo la rúbrica expresada en la Tabla 5. Los resultados se exponen en la Tabla 6, en la que se refleja la puntuación otorgada por los investigadores a cada uno de los ensayos finales diferenciando: 1) el léxico, es decir, un correcto uso de los principales términos clave del léxico específico del tema; 2) el modelo, expresándolo explícitamente y relacionándolo con el dilema; 3) la contextualización, aportando situaciones y ejemplos concretos y reales; 4) la argumentación, anticipándose a posibles contraargumentos y por último, 5) la estructura formal y cohesión siguiendo el modelo aportado por la profesora del grupo.

Tabla 6. Evaluación de los ensayos finales escritos por el alumnado.

Alumno/a	Léxico	Modelo	Contextualización	Argumentación	Estructura formal y cohesión	Nota final
1	2	2	2	1	2	<b>9</b>
2	1	1	2	1	2	<b>7</b>
3	1	1	1	1	1	<b>5</b>
4	1	1	1	1	1	<b>5</b>
5	-	-	-	-	-	-
6	2	2	1	1	2	<b>8</b>
7	2	2	2	1	1.5	<b>8.5</b>
8	2	2	2	2	1	<b>9</b>
9	1	1.5	1	2	1.5	<b>6</b>
10	2	2	1	1	2	<b>8</b>
<b>Media</b>	<b>1,6</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>6,3</b>

Nota: Se recogen las puntuaciones consensuadas por apartado (escala continua entre 0 y 2). El estudiante 5 no asistió a la última sesión por lo que no realizó el ensayo.

Los resultados expresan una valoración satisfactoria de los ensayos redactados por el alumnado que ha conseguido redactar un ensayo final siguiendo las pautas del profesorado, en general, con suficiencia. Destacan más favorablemente el léxico empleado, el modelo explicitado en sus redacciones, así como la contextualización con ejemplos reales. En este aspecto, coincidimos con otras investigaciones que establecen que trabajar de manera explícita la competencia argumentativa en el aula muestra una mejora significativa en las producciones finales de los estudiantes en comparación con las iniciales (Revel Chion et al., 2014). Además, el trabajo con la información disponible para los estudiantes, ya sea

para organizarla, clasificarla o jerarquizarla, tiene un papel importante en el desarrollo de los conocimientos básicos que sustentarán sus ideas y argumentos (Sasseron y Carvalho, 2011).

No obstante, se aprecia que las mayores dificultades, aspecto en lo que habría que incidir en un futuro, están con la menor abundancia de contraargumentos, centrándose, por lo general en uno al que se considera principal, sin aumentar la riqueza de estos. Al mismo tiempo, se observa el rigor del alumnado completando todos los apartados solicitados para redactar sus ensayos argumentativos, aspecto que coincide con las valoraciones de otras propuestas educativas basadas en este modelo (Domènech-Casal, 2017).

## Conclusiones

La argumentación es un elemento clave en la enseñanza de las ciencias pudiendo contribuir a diversos objetivos de la enseñanza de las ciencias, como aprender a aprender, desarrollar el pensamiento crítico, lograr la alfabetización científica, evaluar el conocimiento científico y desarrollar el razonamiento (Jiménez Aleixandre y Erduran, 2007).

Por otra parte, la inclusión de problemas bioéticos en las aulas de secundaria y secundaria postobligatoria, abordados a través de enfoques como el CSC, son de gran importancia para promover el pensamiento crítico y la toma de decisiones, especialmente en temas de avances genéticos y biotecnológicos (Ceballos Salazar y García Moreno, 2018), como el análisis del DGP que se plantea en este trabajo. Estudiar dilemas éticos, vinculados a contenidos de Ciencias, genera diversas opiniones entre el estudiantado y la necesidad de respaldar sus puntos de vista con conocimientos adquiridos. La argumentación adquiere relevancia para respaldar con pruebas y datos, lo que resalta la importancia de enseñarla en la educación secundaria (Jiménez-Aleixandre y Puig, 2010).

En relación con el primero de los objetivos de la investigación, esto es la planificación y puesta en práctica de una propuesta que mejore la competencia de argumentación ante un problema de bioética, se ha apreciado la importancia de establecer una relación expresa entre el problema y los contenidos de genética trabajados previamente (especialmente los conocimientos y opiniones iniciales de los y las estudiantes). Al mismo tiempo, se ha comprobado el interés de plantear textos diversos, debidamente adaptados en vocabulario y extensión, así como de disponer de un instrumento de resumen de estos (Domènech-Casal, 2017). Además, también se ha considerado de importancia el disponer de tiempo suficiente para el análisis de los mismos, así como para los debates dentro de los grupos y en el gran grupo del aula.

Por otra parte, en relación con el segundo de los objetivos, la evaluación de los ensayos argumentativos del alumnado ha sido de gran importancia disponer de un instrumento de apoyo para la redacción de los ensayos; si bien, también se ha puesto de manifiesto la necesidad de utilizarlo con más frecuencia ante otras temáticas para mejorar las producciones de los y las estudiantes. El contraste entre las primeras valoraciones espontáneas del alumnado ante el dilema planteado y la riqueza de datos utilizados en los ensayos redactados en la última sesión apoya la conveniencia de seguir insistiendo en este método de trabajo. En este aspecto, estudiar la forma en que se construyen los argumentos en el aula y entender el ciclo a través del cual un argumento se vuelve más completo y

coherente, puede ayudar al docente a desencadenar y guiar discusiones más efectivas (Sasseron y Carvalho, 2011).

Finalmente, se debe destacar la escasa presencia de los contenidos bioéticos en los programas de las diferentes materias de secundaria en general y de las ciencias en particular (Sadler y Zeidler, 2009). Reducidos a un contenido anecdótico y prescindible como actividades auxiliares de final de texto en el mejor de los casos. También se deben superar las reticencias del profesorado a plantearlos, muy probablemente relacionado con la falta de una formación específica (Shepherd et al., 2015).

## Referencias Bibliográficas

- Abellán-García, F. (2007). Diagnóstico Genético embrionario y eugenesia: un reto para el derecho sanitario. *DS: Derecho y salud*, 15(1), 75-98.
- Abril, A.M. y Muela, F.J. (2013). La genética en el cine y los obstáculos para su aprendizaje formal. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas. IX Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias.*, 0, 2441-2446. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307890/397858>
- Araújo, J., Gomes, C. C., Jácomo, A. y Pereira, S. M. (2017). Teaching bioethics in high schools. *Health Education Journal*, 76(4), 507-513. <https://doi.org/10.1177/0017896917690566>
- 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. [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12\\_Vol6\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12_Vol6_N2.pdf)
- Ceballos Salazar, W.F. y García Moreno, C.A. (2018). La Bioética Como Alternativa Para El Aprendizaje Significativo de La Genética. *RECIE: Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa*, 4(1), 227-239. Recuperado a partir de <https://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/recie/article/view/324>
- Corella, D. y Ordovas, J.M. (2017). Conceptos básicos en biología molecular relacionados con la genética y la epigenética. *Revista Española de Cardiología*, 70(9), 744-753. <https://www.revespcardiol.org/es-conceptos-basicos-biologia-molecular-relacionados-articulo-S0300893217302221>
- Cubero, M., Santamaría, A. y Barragán, A. (2017). La argumentación en el aula: una propuesta analítica. *Aposta. Revista de Ciencias Sociales*, 72, 78-100, <http://apostadigital.com/revistav3/hemeroteca/mcubero.pdf>
- Dolz, J. y Pasquier, A. (2000). *Escribo mi opinión*. Gobierno de Navarra. Departamento de Educación y Cultura. <http://dpto.educacion.navarra.es/publicaciones/pdf/escribop.pdf>
- Domènech-Casal, J. (2015a). Aprendizaje basado en proyectos y competencia científica. Experiencias y propuestas para el método de estudios de caso. *Enseñanza de las Ciencias*, Nº extraordinario: 5177-5183. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/337691/428490>
- Domènech-Casal, J. (2015b). *Rúbrica McLeares de evaluación de ensayos científicos*. Pupitrelandia, ideas y recursos para la enseñanza de las ciencias. <https://blogcienciasnaturals.wordpress.com/2015/04/30/rubrica-mcleares-davaluacio-dassajos-cientifics/>

- Domènech-Casal, J. (2017). Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de Controversias Socio-Científicas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 601-620. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/19510>
- Domènech Casal, J. (2019). Estrategias lingüísticas para el tránsito a la competencia científica. Hablar y escribir para pensar en el aula de ciencias. *Investigación en la Escuela*, (97), 47-63. <https://doi.org/10.12795/IE.2019.i97.04>
- Donovan, J. y Venville, G. (2012). Exploring the influence of the mass media on primary students' conceptual understanding of genetics. Education 3-13. *International Journal of Primary, Elementary and Early Years Education*, 40(1), 75-95. <https://doi.org/10.1080/03004279.2012.635058>
- Duncan, R. G. y Reiser, B. J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: Students' understandings of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 938-959. <https://doi.org/10.1002/tea.20186>
- Duncan, R. G. y Hmelo-Silver, C. E. (2009). Learning progressions: Aligning curriculum, instruction, and assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 606-609. <https://doi.org/10.1002/tea.20316>
- Haskel-Ittah, M. y Yarden, A. (Eds.). (2021). *Genetics Education*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-86051-6>
- Íñiguez-Porras, F.J. y Puigcerver-Oliván, M. (2013). Una Propuesta Didáctica Para La Enseñanza de La Genética En La Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 307-327. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2844>
- Jiménez-Aleixandre, M.P. y Erduran, S. (2007). Argumentation in Science Education: An Overview. In: S. Erduran y M.P. Jiménez-Aleixandre (eds). *Argumentation in Science Education*. Science & Technology Education Library, vol 35. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_1)
- Jiménez-Aleixandre M.P. (2010). 10 Ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas. Editorial Graó.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. y Puig, B. (2010). Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. *Alambique*, 63, 11-18. [https://www.researchgate.net/profile/Blanca-Puig/publication/280076312\\_Argumentacion\\_y\\_evaluacion\\_de\\_explicaciones\\_causales\\_en\\_ciencias\\_el\\_caso\\_de\\_la\\_inteligencia/links/55a67c3608ae51639c572549/Argumentacion-y-evaluacion-de-explicaciones-causales-en-ciencias-el-caso-de-la-inteligencia.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Blanca-Puig/publication/280076312_Argumentacion_y_evaluacion_de_explicaciones_causales_en_ciencias_el_caso_de_la_inteligencia/links/55a67c3608ae51639c572549/Argumentacion-y-evaluacion-de-explicaciones-causales-en-ciencias-el-caso-de-la-inteligencia.pdf)
- Jiménez González, J. (2016). *Marco legal internacional y conflicto ético del diagnóstico genético preimplantacional y las nuevas técnicas de donación mitocondrial*. IUS ET SCIENTIA, 2(2), 204-214. <https://doi.org/10.12795/IETSCIENTIA.2016.i02.18>
- Lewis, J. y Wood-Robinson, C. (2000) Genes, Chromosomes, Cell Division and Inheritance—Do Students See Any Relationship? *International Journal of Science Education*, 22, 177-195. <http://dx.doi.org/10.1080/09500690210126793>
- Marfany, G. (26/03/2022). La decisión de Marie y Antonio. *El Nacional.cat*. [https://www.elnacional.cat/es/opinion/gemma-marfany-decision-marie-antonio\\_732147\\_102.html](https://www.elnacional.cat/es/opinion/gemma-marfany-decision-marie-antonio_732147_102.html)

- Martínez Moro, A., Alcaide Raya, A., Barrenetxea Ziarrusta, G., Martín, J., Hebles Duvison, M., Dolz Arroyo, M., Lin, X. y Salvador, Z. (24/07/2020). *¿Qué es el diagnóstico genético preimplantacional o DGP? Reproducción Asistida ORG.* <https://www.reproduccionasistida.org/diagnostico-genetico-preimplantacional-dgp/>
- Revel Chion, A.F., Meinardi, E., y Adúriz-Bravo, A. (2014). La argumentación científica escolar: contribución a la comprensión de un modelo complejo de salud y enfermedad. *Ciência & Educação*, 20, 987-1001. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000400014>
- Ruiz González C., Banet E. y López Banet L. (2017) Conocimientos de los estudiantes de secundaria sobre Herencia Biológica: implicaciones para su enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 550-569. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/19507>
- Sadler, T.D. y Zeidler, D.L. (2009). Scientific Literacy, PISA, and Socioscientific Discourse: Assessment for Progressive Aims of Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 909–21. <https://doi.org/10.1002/TEA.20327>
- Sasseron, L.H. y Carvalho, A.M.P.D. (2011). Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência & Educação*, 17, 97-114. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100007>
- Shepherd, J., Pickett, K., Dewhirst, S., Byrne, J., Speller, V., Grace, M., Almond, P. y Roderick, P. (2015). Initial Teacher Training to Promote Health and Well-Being in Schools – A Systematic Review of Effectiveness. *Barriers and Facilitators*, 75(6), 721- 735. <https://doi.org/10.1177/0017896915614>