



TRABAJO FIN DE MÁSTER

**El cine de ciencia ficción
como impulsor de un debate
sobre bioética en Bachillerato**



Estudiante: María de los Ángeles Novella Navarro
Especialidad: Biología y Geología
Tutor: Pedro Robles Ramos
Curso académico: 2023-24

ÍNDICE

1. Resumen y palabras clave	3
2. Introducción	4
2.1. ¿Qué es el cine y el lenguaje cinematográfico?	4
2.2. El uso del cine como herramienta didáctica	4
2.3. La ciencia ficción como promotora del interés por las ciencias en educación	5
3. Revisión bibliográfica.....	6
3.1. Metodología y películas para ilustrar la ciencia y, en particular, la biología	6
3.2. La bioética y su papel esencial en el ámbito educativo	10
3.3. Legislación nacional de interés y la aportación de la UNESCO.....	11
4. Propuesta	12
4.1. Contextualización.....	12
4.2. Objetivos de la etapa	13
4.3. Competencias.....	14
4.3.1. Competencias clave	14
4.3.2. Competencias específicas	14
4.4. Relación con los ODS	15
4.5. Desarrollo de la actividad: “Biocine: Genética en debate”	16
4.7. Metodología	18
4.8. Inclusión de la propuesta al estudiantado con necesidades especiales de aprendizaje	19
4.9. Criterios de evaluación	20
5. Conclusiones	21
6. Referencias	21
7. Anexos.....	24
Anexo I. Infografía película GATTACA para la actividad "Biocine: Genética en debate".....	24
Anexo II. Infografía película Splice: experimento mortal para la actividad "Biocine: Genética en debate".....	25
Anexo III. Infografía película Morgan para la actividad "Biocine: Genética en debate".....	26
Anexo IV. Infografía película La vida inmortal de Henrietta Lacks para la actividad "Biocine: Genética en debate".....	27

1. Resumen y palabras clave

En un contexto donde los medios de comunicación han evolucionado notablemente, el lenguaje audiovisual se vuelve esencial en entornos educativos. En este trabajo se plantea el uso de películas de ciencia ficción como herramienta para promover la reflexión crítica sobre valores bioéticos relacionados con la ingeniería genética. En concreto, se han seleccionado las películas: *GATTACA*, *Splice: experimento mortal*, *Morgan* y *La vida inmortal de Henrietta Lacks* para abordar dilemas éticos y sociales relacionados con los avances científicos de análisis y manipulación genética. El objetivo es estimular un diálogo profundo y reflexivo en los estudiantes, explorando cuestiones éticas complejas y fomentando un pensamiento crítico en el ámbito científico y social. Para ello, se ha desarrollado una actividad estructurada en tres pasos: planteamiento de cuestiones previas, visionado de películas y trabajo final con ficha didáctica. El alumnado, en grupos heterogéneos, analiza y discute los dilemas éticos presentados en las películas, proponiendo soluciones fundamentadas en principios éticos, leyes y consideraciones bioéticas. Además, esta actividad promueve la reflexión crítica y la comprensión de complejidades sociales. Esta propuesta pedagógica busca no solo ampliar el conocimiento científico, sino también cultivar la conciencia ética y el pensamiento crítico en los estudiantes de bachillerato.

Palabras clave: Biología, enseñanza de la ciencia, filmografía, ingeniería genética, recurso didáctico, metodología, pensamiento crítico.

Abstract

In the current context, where the media have evolved significantly, audiovisual language has become essential in educational environments. This work proposes the use of science fiction films as a tool to promote critical reflection on bioethical values related to genetic engineering. Specifically, the films *GATTACA*, *Splice*, *Morgan* and *The Immortal Life of Henrietta Lacks* have been selected to approach ethical and social dilemmas related to scientific advances in genetic analysis and manipulation. The main objective is to stimulate an extensive and thoughtful dialogue in students, investigating complex ethical issues and fostering critical thinking in the scientific and social field. For this purpose, an activity structured in three steps has been developed: raising preliminary questions, film visualization and final work with a didactic sheet. Students, in heterogeneous groups, will analyze and discuss the ethical dilemmas presented in the films, proposing solutions based on ethical principles, laws and bioethical considerations. In addition, this activity promotes critical reflection and understanding of social complexities. This pedagogical proposal seeks not only to broaden scientific knowledge, but also to promote ethical awareness and critical thinking in students in last degree of high school.

Keywords: Biology, science teaching, filmography, genetic engineering, didactic resource, methodology, critical thinking.

2. Introducción

2.1. ¿Qué es el cine y el lenguaje cinematográfico?

El cine es una expresión artística que emplea imágenes en movimiento, sonido y narrativa con el propósito de relatar historias o comunicar ideas. Además de ser arte, el cine es ocio y espectáculo; es un factor importantísimo en el desarrollo ideológico y cultural de las personas. Así como su principal objetivo es la comunicación, el cine conecta con cada persona de forma distinta y se establece como una herramienta motivacional, que puede crear curiosidad y pasión en el espectador. El lenguaje cinematográfico incorpora elementos tales como el encuadre, la composición visual, el montaje, la música y el sonido, los cuales convergen para configurar una experiencia única (Racionero, 2008; Pérez Pajero, 2009).

Existen multitud de opciones para acceder a contenidos cinematográficos, como la televisión, el alquiler de películas y las plataformas de visionado en línea disponibles a través de Internet, que son las grandes triunfadoras de los últimos años. Todo ello, ha hecho que el cine sea una presencia cotidiana en nuestras vidas siendo cada vez más accesible por la digitalización de nuestra era (Grilli, 2016).

2.2. El uso del cine como herramienta didáctica.

En los tiempos que corren, los medios de comunicación han alcanzado un nivel de desarrollo tan grande que el lenguaje audiovisual se convierte en un componente esencial en los entornos educativos (Gurpegui y Gallego, 2006). En el siglo XXI, se observa un aumento en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las cuales en el ámbito de la educación tienen como objetivo la evolución desde una sociedad de la información a una sociedad del conocimiento. Este cambio se refleja en el ámbito sociocultural y educativo, donde la digitalización de la información y el desarrollo de habilidades digitales son predominantes (Sotelino *et al.*, 2022).

En este contexto, los/las niños/as, adolescentes y jóvenes están inmersos en la producción cinematográfica y expuestos a diversos estímulos a través de los “medios de masas”, como la televisión, el cine en internet. Es por ello que el cine emerge como un medio educativo idóneo, brindando a los estudiantes la oportunidad de analizar, valorar y criticar los elementos presentes en una película, siempre bajo la orientación didáctica del profesorado. El uso de películas para un fin didáctico es una valiosa herramienta de trabajo, estimulando no solo a los alumnos, sino también facilitando a los educadores la integración curricular de los objetivos educativos (Gurpegui y Gallego, 2006).

El cine se consolida como una herramienta para sensibilizar y motivar en la adquisición de valores y competencias sociales, teniendo en cuenta que, para lograr un desarrollo competencial óptimo, el material cinematográfico debe complementarse con actividades adicionales que permitan a los estudiantes reflexionar y consolidar cambios actitudinales. Incluso se ha observado su influencia positiva sobre la percepción de la diversidad funcional y la inclusión (Sotelino *et al.*, 2022). El uso didáctico del cine como recurso se ha utilizado incluso para los problemas de salud en la adolescencia, destacando aspectos como el componente actitudinal, la clarificación de valores y el desarrollo de

habilidades personales. En los últimos años, el cine ha comenzado a desempeñar un papel crucial como apoyo didáctico en la educación en valores, la resolución de conflictos y la incorporación de temas transversales (Gurpegui y Gallego, 2006).

En España, diversas instituciones públicas y no gubernamentales han respondido a este fenómeno ofreciendo recursos didácticos que emplean el cine como herramienta para abordar temas y problemas de relevancia social en el ámbito educativo. Este enfoque innovador no solo enriquece el proceso educativo, sino que también promueve la reflexión crítica, la empatía y la comprensión de las complejidades sociales a través del poder narrativo y visual del cine (Gurpegui y Gallego, 2006). Cuando se utiliza el cine para fortalecer el conocimiento, analizarlo, descubrirlo o aplicarlo críticamente, el estudiante debe poseer ciertos conocimientos mínimos o un marco de referencia. Sin embargo, si se emplea el cine como introducción al tema o para identificar el conocimiento del alumnado, no parecen ser necesarios requisitos preliminares (García Borrás, 2009).

Se pueden utilizar diversas estrategias para aprovechar este recurso. Una opción es realizar el visionado completo de una película que aborde una problemática específica que deseamos analizar en el aula. Otra alternativa es mostrar fragmentos que ilustren nuestra explicación o sean útiles para iniciar el debate en clase. La primera opción planteada puede resultar poco práctica al trabajar con estudiantes de secundaria, ya que mantener su atención durante un periodo prolongado puede ser difícil. Por otro lado, la segunda opción presenta la ventaja de poder alternar la explicación con el visionado, la realización de actividades y el debate dentro de una misma sesión, lo que permite dinamizar considerablemente la clase (Guerra, 2004). La introducción del cine en el aula no solo contribuye a la adquisición de conocimientos, el cine como agente educativo da lugar a la estimulación de reacciones profundas y despierta emociones en el alumnado, generando así una experiencia educativa enriquecedora (Grilli, 2016).

2.3. La ciencia ficción como promotora del interés por las ciencias en educación.

En el ámbito que nos abarca en este trabajo, el de las ciencias, la preocupación por los educadores ha crecido en los últimos años. Los alumnos cada vez cursan menos las modalidades científico-técnicas en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato. Algunas causas se atribuyen a la imagen social de la ciencia, concebida como de gran dificultad, sólo alcanzable para personas con alta inteligencia o incluso aburrida desde el punto de vista de los estudiantes (Petit y Solbes, 2012). Ante esta problemática, se propone el uso del género cinematográfico de ciencia ficción por ser de un atractivo particular para la audiencia adolescente. La ciencia ficción tiene la capacidad para sorprender y emocionar al espectador y su uso como recurso didáctico es una herramienta valiosa para fomentar actitudes emocionales positivas, necesarias para un aprendizaje colaborativo y enriquecedor. Este séptimo arte se erige como un componente fundamental dentro del ámbito educativo, al cual la enseñanza de las ciencias no puede permanecer ajena (Grilli, 2016). Llama la

atención que en estudios de la percepción que tienen los alumnos de las ciencias, la mayoría no hallan una correlación entre las películas de ciencia ficción, que tanto consumen, y los descubrimientos de la historia humana en ciencia y tecnología (Petit y Solbes, 2012).

Otros estudios, como el de Oliva y Acevedo en 2005 ya analizaron la tríada Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) y su pobre representación en la educación secundaria, a pesar de ser esencial para una formación científica ciudadana. Destacaron la importancia de acercar los contenidos educativos a las recomendaciones de una educación científica orientada hacia la ciudadanía, utilizando enfoques transversales y CTS como pilares fundamentales. Esto, afirman, garantizará una educación científica básica acorde con las necesidades del ciudadano del siglo XXI (Oliva y Acevedo, 2005). Por lo tanto, el cine de ciencia ficción podría desempeñar el papel de un "puente transversal" tanto en el ámbito general de la didáctica como en el específico ámbito científico-tecnológico.

Dada la naturaleza subjetiva de la creación cinematográfica, encontramos diversas definiciones en la literatura para el género de ciencia ficción. Destaca la ofrecida por la Enciclopedia de Ciencia Ficción de John Clute y Peter Nicholls (1995), proporcionada por Asimov: *"la ciencia ficción es la rama de la literatura que trata de la respuesta humana a los cambios en el nivel de la ciencia y la tecnología"*. Es importante destacar que la mayoría de las definiciones comparten dos elementos en común: el futuro y los descubrimientos o invenciones con algún fundamento científico (Petit y Solbes, 2012). En este género son escasos los títulos que abordan la ciencia con alta rigurosidad. Sin embargo, la ciencia ficción puede ser nuestra mejor aliada, a pesar de que a veces maltrate el contenido científico a base de fantasía. Podemos considerar este último factor a nuestro favor dando pie al debate, a la resolución de enigmas e hipótesis y a la reflexión sobre discernir realidad de ficción (García Borrás, 2006). El cine se considera una expresión cultural que, en el caso de la ciencia ficción, influye en la percepción de la ciencia, los científicos y el papel de la ciencia en el futuro (Petit *et al.*, 2021).

Finalmente, el objetivo del presente trabajo es enfocarnos en promover la reflexión crítica sobre los valores bioéticos vinculados a la ingeniería genética, empleando películas de ciencia ficción como herramienta de debate y análisis. Esta iniciativa busca estimular un diálogo profundo y reflexivo en los estudiantes, utilizando el cine como medio para explorar cuestiones éticas complejas y fomentar un pensamiento crítico en el ámbito científico y social.

3. Revisión bibliográfica

3.1. Metodología y películas para ilustrar la ciencia y, en particular, la biología.

La falta de comprensión sobre la ciencia en la sociedad actual resalta la necesidad de una formación científica para todos. Se debe abordar la distorsión de la imagen de la ciencia y promover la comprensión de conceptos clave, como la observación, la experimentación y el papel de la hipótesis en la investigación. También es crucial discutir cómo factores externos y corrientes sociales influyen

en la ciencia. En este contexto, se destaca la importancia de utilizar el cine como herramienta educativa en la enseñanza de las ciencias, como la biología, ya que uno de los retos actuales de la educación es propiciar una formación científica y tecnológica para todos (Guerra, 2004).

Según Guerra (2004), el uso de material fílmico en las aulas requiere de una gran labor y trabajo previo por parte del docente, no basta con la proyección de la película o de un fragmento de esta, sino que se ha de encuadrar en una actividad global donde se trabajen las siguientes facetas:

- Justificación de la selección y uso del material audiovisual.
- Integración en el currículo.
- Definición de conceptos, procedimientos y actitudes.
- Contenidos.
- Actividades.
- Temporalización.
- Materiales de apoyo.
- Evaluación.

Este autor propone la película *En el filo de la duda* (Roger Spottiswoode, 1993) como recurso para impartir en las aulas el método científico. La película, sin pertenecer al género de ciencia ficción, trata sobre un médico y las dificultades político-sociales que se le presentan en su investigación contra el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH). A través de este recurso se pueden abordar aspectos del trabajo científico como: el uso de la hipótesis científica como guía en el proceso de investigación, las dificultades y obstáculos que llevan a la toma de decisiones y cambios en la investigación y la importancia del trabajo en equipo. En segundo plano, se propone esta película para desmitificar la figura de los grandes científicos, que en realidad siempre tienen un equipo detrás, y la gran influencia política y social sobre los trabajos de investigación y la ética de los investigadores.

La actividad se plantea en tres pasos: unas cuestiones previas al visionado de la película, el visionado mismo de la película y un trabajo final con una ficha didáctica. Esta parte final contiene material de apoyo sobre la película con su ficha técnica y la sinopsis argumental a través de la cual el alumno responde preguntas objetivas, de opinión y realiza un trabajo de investigación. También se apoya la idea de seleccionar pequeños fragmentos de la película, en vez del largometraje completo, para afianzar los conocimientos teóricos impartidos o incluso, para desmentir escenas demasiado ficticias y poco veraces a raíz de la teoría ya vista en el aula (Guerra, 2004).

Por otro lado, García Borrás (2006) aporta otro enfoque a través de la ciencia ficción, la cual considera que ofrece una plataforma única para explorar concepciones pseudocientíficas. Afirma que la literatura y el cine de este género tienen la capacidad de estimular preguntas y liberar ideas, siendo el cine posiblemente el medio más poderoso para ello. A través de obras de ciencia ficción, aborda temas complejos y genera reflexiones éticas en los alumnos. A la hora de organizar la actividad, propone una división: la exposición de hipótesis y teorías y la reflexión sobre implicaciones éticas relacionadas. Aboga también por la realización de críticas a raíz de dicha reflexión ética.

En estudios posteriores, García Borrás (2009) presenta material más específico. Para el ámbito de la asignatura de Biología propone el uso de escenas cortas que dan lugar a analogías para el mejor entendimiento del contenido. Por ejemplo, comenta una escena de la película *El aceite de la vida* (George Miller, 1992) donde se hace uso de una analogía para explicar cómo se forma una cadena de un ácido graso mediante el uso de clips, y otra escena de la película *Los cuatro fantásticos y Silver Surfer* (Tim Store, 2007) donde Mr. Fantástico explica el Big Bang con sus dedos elásticos.

Este autor establece unas pautas para la selección del material cinematográfico, recomendando la creación de fichas y resaltando como esenciales los siguientes puntos para su elección: la disponibilidad, la calidad cinematográfica (aunque el aspecto pedagógico debe tener prioridad sobre este), y la capacidad de despertar interés. A la hora de abordar la proyección del material, se proponen tres momentos dentro de la unidad didáctica: al inicio, en el medio y al final. La elección de cuándo presentar la escena en cada situación depende del objetivo que se busque alcanzar con dicha escena. La proyección inicial de una escena cinematográfica puede funcionar como elemento motivador, introductor y también como detector de preconcepciones en los alumnos, similar al uso de imágenes estáticas en cuestionarios típicos. La proyección intermedia es útil para un análisis crítico desde la perspectiva científica, requiriendo un marco referencial previo. Puede ser realizado por el profesor o el alumno, pudiendo convertirse en un trabajo de investigación. La proyección al finalizar una unidad didáctica sirve como cierre y busca aclarar los temas presentados, acompañada de una recopilación de conclusiones por parte del profesor o los alumnos que puede dar lugar a un debate enriquecedor.

Finalmente, una evaluación formativa sería la más apropiada para medir el progreso alcanzado mediante el uso del cine en la educación. Un portafolio específico o el cuaderno del estudiante podrían ser instrumentos efectivos para evaluar los logros de los objetivos y la formación del alumno, así como validar la utilidad del recurso cinematográfico. Estos instrumentos deben reflejar el trabajo diario, los avances y mejoras en el aprendizaje, e incluir actividades iniciales para identificar los modelos de pensamiento de los alumnos, actividades de desarrollo individuales o colectivas, y actividades de conclusión para determinar el nivel de adquisición del conocimiento, que podrían incluir controles o exámenes (García Borrás, 2009).

Basándose en estas metodologías y pautas previas, Petit y Solbes (2015) realizan una propuesta didáctica muy interesante sobre “la ciencia y el futuro” enfocada al desarrollo sostenible y apta para todos los niveles de secundaria. Los autores se basan en películas antiguas cuya ficción acontece en nuestros días, en un futuro próximo o inminente para los alumnos. Proponen una presentación con enlaces a escenas breves, como el visionado de la introducción de *Mad Max II* (George Miller, 1982) donde se muestra un futuro sin petróleo y sin más solución que la de recurrir a los científicos. Tras el visionado, siempre plantean dos o tres preguntas breves fomentando la reflexión en los alumnos sobre si las situaciones se podrían dar en la realidad. Seguidamente proponen el visionado de una escena de *Cuando el destino nos alcance* (Richard Fleischer, 1974) que está ambientada en un año 2022 distópico, donde los combustibles

fósiles se han sobreexplotado, la contaminación, la acumulación de residuos y la superpoblación llevan a una falta de alimentos y a la necesidad de buscar sustitutos que únicamente la ciencia puede aportar. Alude, por tanto, al desarrollo sostenible y a la toma de conciencia. Finalmente, hacen uso de un documental para subrayar la importancia de estos problemas, que sucedían en el pasado y suceden en la actualidad; y hacen una comparativa estableciendo un debate en el aula sobre la importancia de la ciencia para un futuro sostenible y la acción individual. En esta línea de contenido, estudios más recientes proponen un fragmento de la película *El día del mañana* (Ronald Emmerich, 2004) para abordar el cambio climático y promover el pensamiento crítico del alumnado en cuanto a qué pueden hacer para conseguir un futuro sostenible (Petit *et al.*, 2021). Esta película trata sobre un científico, un climatólogo, que se enfrenta a las autoridades estatales defendiendo su hipótesis del advenimiento de una catástrofe mundial por el calentamiento global. El científico expone hechos, exagerados en la película, pero existentes en menor escala hoy en día por el cambio climático. Un punto común a todas las actividades que plantean para distintas disciplinas es la implicación emocional del alumnado buscando así una mejora de actitud hacia las ciencias (Petit y Solbes, 2015).

Los estudios de Petit y Solbes (2012), se basan en una clasificación de su autoría que consiste en once categorías dentro de la ciencia ficción aportando varios ejemplos. Algunas categorías de interés son “Experimentación con humanos” o “Ingeniería genética y clones”. La selección de las películas que contienen se realizó por popularidad, aludiendo a que más alumnos podrían conocerlas y, por tanto, más interés generarían. Excluyen el género de fantasía y magia por considerarse “anticientífico”. Con relación a estas categorías, proponen actividades para fomentar el pensamiento crítico en el aula a través del cine de ciencia ficción y las cuestiones sociocientíficas que plantea. Consideran esencial el pensamiento crítico para capacitar a los estudiantes a cuestionar, evaluar y tomar decisiones sobre argumentos, preparándolos para no ser influenciados por información no confiable y participar activamente en la resolución de conflictos. La enseñanza de las ciencias se considera de gran importancia al abordar aspectos sociales, éticos, culturales, políticos y ambientales, promoviendo la comprensión de cómo la ciencia y la tecnología se relacionan con la sociedad y capacitando a los estudiantes para cuestionar ideas dominantes y pensar de manera independiente.

Las actividades se basan en fragmentos para los cuales los autores analizan la base argumental, imágenes y diálogos generando un contexto en el que no es necesario la visualización de la película en cuestión. En esta línea, usan como fundamento la metodología planteada por Guerra (2004) descrita previamente. La película propuesta para la asignatura de Biología es *GATTACA* (Andrew Niccol, 1997) que trata la ingeniería genética y la biotecnología en un mundo distópico. Los autores destacan la utilidad del largometraje para tratar cuestiones bioéticas. En esta misma línea plantean la película *Blade Runner* (Ridley Scott, 1982), como base para un debate bioético sobre la ingeniería genética y la inteligencia artificial (Petit *et al.*, 2021).

3.2. La bioética y su papel esencial en el ámbito educativo

La bioética es una disciplina relativamente reciente. Surge en EE. UU. a raíz de los cambios sociales, científicos, tecnológicos y medioambientales ocurridos en la segunda mitad del siglo XX. Algunos factores determinantes para su origen fueron el gran desarrollo de la biología, la toma de conciencia de los riesgos de la investigación científica y las nuevas tecnologías de aplicación en biomedicina, entre otros. Su origen etimológico procede del griego: *bios*, vida y *éthos*, ética; una “ética de la vida” que se concibió como nexo entre las ciencias biológicas y la ética de los valores, llevando implícita una reflexión moral. Fue el oncólogo estadounidense Van Renssenlaer Potter, en 1970, quien usó este término por primera vez en su obra “Bioética: un puente para el futuro” uniendo la ciencia y la filosofía con el fin de evitar que la ciencia avanzara de forma deshumanizada (Gracia y De Abajo, 2007). Una de las primeras definiciones para esta disciplina se recoge en la primera Enciclopedia de Bioética publicada en 1978 por la Universidad de Georgetown. Dicho término ha sido modificado y ampliado hasta que, en 1995, en esta misma Enciclopedia se definió la bioética como: “El estudio sistemático de las dimensiones morales, incluyendo visión, decisión, comportamiento y normas morales, de las ciencias de la vida y la salud, utilizando una variedad de metodologías éticas en un contexto interdisciplinar”.

En general, esta definición está ampliamente aceptada en el mundo académico hoy en día (Reicht, 1995). La bioética se origina con dilemas sobre las acciones permisibles para el ser humano frente a los avances y tecnologías emergentes. En la actualidad, la sociedad se halla en un punto crítico en relación con los progresos científicos y tecnológicos en el ámbito humano. Es esencial discernir entre lo que es factible técnicamente y lo que es éticamente aceptable; punto que representa el núcleo del dilema ético. Los dilemas bioéticos surgen en situaciones difíciles relacionadas con la vida humana, las cuales se vuelven cada vez más complejas debido a las implicaciones científicas, éticas, políticas, médicas, y económicas (Gracia y De Abajo, 2007).

Una de las metas fundamentales del sistema educativo es brindar una formación integral que promueva el desarrollo pleno de cada individuo, para lo que es imprescindible incorporar un conjunto de valores que fomenten este propósito. Por lo tanto, abordar una serie de cuestiones que ayuden a ofrecer una educación verdadera y adaptar las enseñanzas a las demandas de la realidad contemporánea es de gran interés para los docentes. Los Reales Decretos que establecen los planes de estudio de las nuevas enseñanzas indican la importancia de incluir temas transversales. Además, los reglamentos de los nuevos centros educativos, aprobados en estos decretos, especifican que los planes de estudio deben incluir orientaciones sobre cómo integrar estos temas. Muchos de estos temas están relacionados con la bioética. La bioética estudia cuestiones que afectan la vida humana desde una perspectiva de comportamiento y además se encuentra contenida en múltiples disciplinas educativas (Pardo y Nozal, 1999). En educación, abordar cuestiones de bioética influye en el proceso de maduración y autonomía personal de los estudiantes, llevándolos a reflexionar sobre la autonomía individual y la asunción de responsabilidades. Presentar problemas bioéticos fomenta la reflexión y la toma de decisiones responsables y libres, en un ambiente abierto y dialogante donde

son clave el respeto, la escucha, la tolerancia y la humildad intelectual (Gracia y De Abajo, 2007).

En relación con la Agenda 2030 y sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), podemos destacar la frase "que nadie se quede atrás", proporcionada por las Naciones Unidas aludiendo a un llamado de equidad y ética. A su vez, la Agenda 2030 y sus 17 ODS representan una oportunidad para ampliar el alcance de la bioética. Esta expansión lleva su enfoque más allá de la preocupación por el individuo y su entorno inmediato (bioética individual), hacia la consideración del contexto social más amplio en el que ese individuo está inmerso (bioética social). Finalmente, la bioética se extiende hacia la comprensión del sujeto como parte integral de un sistema complejo e interdependiente, donde interactúa, convive y se desarrolla en una relación simbiótica tanto presente como futura. Esta perspectiva, denominada bioética global, requiere la implementación de medidas de contención y protección ante los posibles impactos generados por la acción humana (Bórquez y Lopicich, 2017).

3.3. Legislación nacional de interés y la aportación de la UNESCO

El cine de ciencia ficción nos abre un universo de posibilidades ilimitadas, pudiendo dar lugar a imaginar un futuro donde la ciencia puede alcanzar lo inimaginable. Sin embargo, en la realidad, los avances científicos no solo están sujetos a las limitaciones técnicas actuales, sino que también están sujetos a la legislación vigente, la cual está firmemente guiada por principios de bioética. En el contexto de la legislación vigente en España, de particular interés en este ámbito se encuentra la Ley 14/2006, de 26 de mayo, sobre técnicas de reproducción humana asistida. Esta normativa regula meticulosamente las prácticas relacionadas con la reproducción asistida, asegurando el respeto a los derechos fundamentales de las personas y estableciendo directrices para su aplicación ética y responsable. La ley sienta las bases éticas y legales que deben guiar la reproducción asistida, incluyendo el respeto a la dignidad humana, la libertad de procrear y la prohibición de discriminación por razones genéticas. Asimismo, especifica los requisitos para la obtención del consentimiento informado de quienes se someten a estas técnicas, así como las condiciones en las que dicho consentimiento debe obtenerse. La normativa también regula aspectos vinculados a la donación de gametos y embriones, así como a la gestación por sustitución, estableciendo requisitos y limitaciones claras. Adicionalmente, impone la creación de comités de ética en reproducción humana asistida en los centros donde se llevan a cabo estas prácticas, con el propósito de garantizar el cumplimiento de los principios éticos establecidos (BOE, 2006). Por otro lado, la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica, se encarga de regular la investigación en el ámbito biomédico, asegurando el respeto a la dignidad e integridad de las personas participantes, así como la protección de sus derechos y libertades, y promoviendo el avance científico. En esta ley se establecen los principios éticos que deben regir la investigación biomédica, como el respeto a la autonomía, la no maleficencia, la beneficencia y la justicia. También se regula el procedimiento del consentimiento informado, garantizando que los participantes en la investigación estén debidamente

informados sobre los objetivos, riesgos y beneficios de esta, y otorguen su consentimiento de manera libre y voluntaria. Se implementan medidas para salvaguardar la confidencialidad y protección de los datos personales de los participantes en la investigación, así como requisitos y procedimientos para la realización de investigación con seres humanos, incluyendo la evaluación ética por parte de comités de ética de la investigación. La ley también regula la investigación con embriones humanos, estableciendo condiciones y límites para su realización, así como los procedimientos de autorización y control correspondientes (BOE, 2007).

A nivel internacional y adentrándonos en el ámbito de la educación, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) es el organismo que, en 1997 a través de la Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos, en su artículo 20 establece lo siguiente: “Los Estados tomarán las medidas adecuadas para fomentar los principios establecidos en la Declaración, a través de la educación y otros medios pertinentes, y en particular, entre otras cosas, la investigación y formación en campos interdisciplinarios y el fomento de la educación en materia de bioética, en todos los niveles” (UNESCO, 1997). Más adelante, en 2003 este mismo organismo a través de la Declaración Internacional sobre los Datos Genéticos Humanos establece en el artículo 23 que “Los Estados deberían adoptar todas las medidas oportunas, ya sean de carácter legislativo, administrativo o de otra índole [...] Esas medidas deberían estar secundadas por otras en los terrenos de la educación, la formación y la información al público” (UNESCO, 2003).

Tan solo dos años después, en 2005, se publica la Declaración Universal de Bioética y Derechos Humanos de la UNESCO, cuyo apartado número 1 establece la siguiente definición: “El término ‘bioética’ se refiere al estudio sistemático, pluralista e interdisciplinario y a la resolución de las cuestiones éticas planteadas por la medicina, las ciencias de la vida y las ciencias sociales cuando se aplican a los seres humanos y su relación con la biosfera, incluida las cuestiones relativas a la disponibilidad y accesibilidad de los avances científicos y tecnológicos y sus aplicaciones” (UNESCO, 2005). Esta labor por parte de la UNESCO para apoyar la formación en bioética se materializa en Programa de Educación Ética (EEP), que desde 2004, pretende crear y promover programas de enseñanza de bioética y ética en instituciones de enseñanza superior. Este programa proporciona material didáctico y cursos de formación, tanto a docentes como a estudiantes, de forma gratuita en los ámbitos de ética de la ciencia de la vida y tecnología y bioética (UNESCO, 2007).

4. Propuesta

4.1. Contextualización

En el contexto actual de la educación, resulta imperativo comprender y adaptarse a los cambios legislativos que delinean el rumbo de la enseñanza. La promulgación de la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, LOMLOE, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación, LOE, ha marcado un hito significativo en el sistema educativo español. Esta ley define un marco normativo que busca potenciar la equidad, la inclusión y la excelencia educativa. La propuesta planteada en este trabajo busca diseñar un entorno de

aprendizaje dinámico y estimulante que atienda a las necesidades específicas del nivel educativo en cuestión y promover el desarrollo integral de los estudiantes, potenciando sus habilidades cognitivas, sociales y emocionales. De acuerdo con ello y con el Anexo II del Decreto 108/2022, de 5 de agosto, del Consell, por el que se establecen la ordenación y el currículo de Bachillerato, se propone una actividad enmarcada en la asignatura de Biología para el nivel de 2º de Bachillerato. Esta asignatura es de carácter obligatorio en la modalidad de Bachillerato de Ciencia y Tecnología.

Siendo los saberes básicos los conocimientos, destrezas y actitudes que constituyen los contenidos propios de una materia, cuyo aprendizaje es necesario para adquirir las competencias específicas, que serán mencionadas más adelante, la actividad propuesta se engloba dentro del bloque de saberes básicos F: “Genética molecular”, que incluye:

- La replicación del ADN.
- Expresión génica. Regulación. Importancia en la diferenciación celular. Tipos de ARN. El código genético.
- Resolución de problemas de síntesis de proteínas.
- Las mutaciones: su relación con la replicación del ADN, la evolución, la biodiversidad y el cáncer.
- **Técnicas de ingeniería genética y aplicaciones. Implicaciones sociales y éticas.**

Esta propuesta trabaja positivamente los saberes básicos del último epígrafe resaltado, constituyendo así la parte final de la situación de aprendizaje sobre Genética

4.2. Objetivos de la etapa

Según lo establecido en el Decreto 108/2022. El Bachillerato tiene como finalidad proporcionar al alumnado formación, madurez intelectual y humana, conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan desarrollar funciones sociales e incorporarse a la vida activa con responsabilidad y aptitud. Debe, asimismo, facilitar la adquisición y el logro de las competencias indispensables para su futuro formativo y profesional, y capacitarlo para el acceso a la educación superior. El Bachillerato tiene que preparar para el itinerario académico-profesional posterior, proporcionar una sólida cultura integral y aportar interés por el conocimiento, por el trabajo y por el aprendizaje y rigor en el trabajo.

Siendo los objetivos los logros que se espera que el alumnado haya conseguido al finalizar la etapa y cuya consecución está vinculada a la adquisición de las competencias clave, y de acuerdo con los de la etapa de Bachillerato que establece el artículo 7 del Real Decreto (RD) 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato, se abarcan los siguientes en esta propuesta:

- Objetivo 2: consolidar una madurez personal, afectiva sexual y social que le permita actuar de manera respetuosa, responsable y autónoma y desarrollar el espíritu crítico. Prever, detectar y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales, así como las posibles situaciones de violencia.

- Objetivo 7: utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
- Objetivo 9: acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
- Objetivo 10: comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de manera crítica la contribución de la ciencia y la tecnología al cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.
- Objetivo 11: afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.

Es importante destacar, en cuanto a los objetivos señalados, el trabajo sobre el pensamiento crítico en el ámbito de la biología. El pensamiento crítico se entiende como la capacidad de las personas para desarrollar un pensamiento propio que les permita discernir la veracidad de los argumentos, adoptar posturas ante situaciones sociales y participar activamente en decisiones culturales y científicas desde una perspectiva de responsabilidad social (Petit *et al.*, 2021).

4.3. Competencias

4.3.1. Competencias clave

De acuerdo con el artículo 2 del RD 243/2022, las competencias clave (CC) son los desempeños que se consideran imprescindibles para que el alumnado pueda progresar con garantías de éxito en su itinerario formativo, y afrontar los principales retos y desafíos globales y locales. Son la adaptación al sistema educativo español de las competencias clave establecidas en la Recomendación del Consejo de la Unión Europea de 22 de mayo de 2018, relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente.

Las competencias clave que abarca esta propuesta son:

- La competencia en comunicación lingüística (CCL).
- La competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM).
- La competencia digital (CD).
- La competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA).
- La competencia en conciencia y expresión culturales (CCEC).

4.3.2. Competencias específicas

Las competencias específicas (CE) en la asignatura de Biología para el nivel en cuestión se definen en el Anexo II del RD 243/2022. Las CE constituyen un elemento de conexión entre, por una parte, las competencias clave y, por otra, los saberes básicos de las materias y los criterios de evaluación.

En la siguiente propuesta se abarcarán:

- CE1: explicar fenómenos y resolver problemas relacionados con las ciencias biológicas, utilizando metodologías propias del trabajo científico.

- CE2: resolver preguntas relacionadas con las ciencias biológicas buscando y seleccionando información procedente de diferentes fuentes, analizándola críticamente.
- CE3: Comunicar información y datos, sobre cuestiones de naturaleza biológica, argumentando con precisión y aplicando diferentes formatos.
- CE4: identificar y explicar las características de los seres vivos a partir del análisis de sus componentes moleculares y microscópicos, de los mecanismos de intercambio de materia y energía a nivel celular y de la transmisión de los caracteres hereditarios.

4.4. Relación con los ODS

La LOMLOE tiene como fin adaptar el sistema educativo a los retos y los desafíos del siglo XXI de acuerdo con los objetivos fijados por la Unión Europea y la UNESCO para la década 2020-2030. Estos objetivos son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), una serie de metas globales destinadas a erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar la prosperidad para todos. A continuación, se presenta una breve descripción de cómo se trabajan algunos de estos ODS dentro de la propuesta:

- ODS 3: Salud y bienestar. Al explorar técnicas de ingeniería genética y aplicaciones, se puede abordar su impacto en la salud humana, como el desarrollo de terapias génicas para tratar enfermedades genéticas.
- ODS 9: Industria, innovación e infraestructura. Se discute cómo la ingeniería genética contribuye a la innovación en la industria biotecnológica y a la creación de nuevas tecnologías para mejorar la salud y el bienestar humano.
- ODS 10: Reducción de las desigualdades. Al considerar las implicaciones sociales y éticas de la ingeniería genética, se abordan preocupaciones relacionadas con la equidad en el acceso a la atención médica y a los avances tecnológicos en genética.
- ODS 16: Paz, justicia e instituciones sólidas. Se analizan las implicaciones éticas de la ingeniería genética, como los dilemas éticos relacionados con la modificación genética de embriones humanos y la necesidad de regulaciones y políticas que garanticen el uso responsable de estas tecnologías.
- ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos. Se pretende destacar la importancia de la colaboración entre científicos, profesionales de la salud, responsables políticos y la sociedad en general para abordar los desafíos éticos y sociales relacionados con la ingeniería genética.

Tal y como señalan Bórquez y Lopicich (2017), los ODS se centran en la equidad y la inclusión social para reducir las desigualdades. Estos autores proponen la bioética, protagonista en esta propuesta, para abordar los avances y las nuevas realidades que cambian nuestras interacciones con los demás y el entorno. Para ello, sirve como instrumento de deliberación democrática, facilitando el diálogo y la participación para encontrar soluciones prudentes y razonables a los desafíos del desarrollo sostenible.

4.5. Desarrollo de la actividad: “Biocine: Genética en debate”

En primer lugar, se han seleccionado cuatro películas de ciencia ficción que abordan la ingeniería genética y plantean cuestiones éticas, como son: *GATTACA* (Andrew Niccol, 1997, género: ciencia ficción/suspense), *Splice: experimento mortal* (Vicenzo Natali, 2009, género: ciencia ficción/terror), *Morgan* (Luker Scott, 2016, género: ciencia ficción/suspense) y *La vida inmortal de Henrietta Lacks* (George C. Wolfe, 2017, género: drama/biografía). Una de las películas, *GATTACA*, ha sido seleccionada en base a Petit *et al.* (2021), mientras que las demás se han escogido por ser más contemporáneas y relevantes para la actividad propuesta, introduciendo así un enfoque novedoso, aunque carezcan de respaldo bibliográfico previo.

La actividad se desarrollará durante tres sesiones. En la primera sesión se abordará el contenido correspondiente a las técnicas de ingeniería genética, sus aplicaciones e implicaciones sociales y éticas. Los alumnos deberán realizar una investigación previa sobre los conceptos bioéticos fundamentales como tarea para la segunda sesión, como la privacidad genética, la igualdad, la discriminación y el consentimiento informado; así como las limitaciones de la experimentación en ciencia. Para dicha investigación se les pedirá que obtengan la información de fuentes fiables, proporcionándoles los enlaces web a las leyes nacionales sobre Técnicas de Reproducción Humana Asistida y sobre Investigación Biomédica, así como a las declaraciones de la UNESCO al respecto (BOE 2006, 2007; UNESCO 1997, 2003, 2005, 2007). Esta investigación se apoya en el flujo de trabajo propuesto por Guerra (2004), en el que previamente a la visualización de cualquier contenido audiovisual se plantean unas cuestiones previas.

En la segunda sesión en el aula, se presentará una escena clave de la película *Splice: Experimento Mortal* (00:10:25-00:12:14), la cual puede ser visualizada en el siguiente enlace: https://www.youtube.com/watch?v=O_Kc2B9sJ64. En esta escena, uno de los científicos protagonistas inicia la clonación de una criatura híbrida humano-animal en contra de la voluntad de su compañero. Cuando éste le advierte sobre la ilegalidad de la clonación humana, la científica responde: “La clonación humana es ilegal. No será humano, no del todo”. La científica afirma que sólo quiere hacerlo por saber si surgiría un embrión viable, que nadie tiene por qué enterarse y que luego lo destruirán. Sin embargo, su compañero no está convencido y tienen el siguiente diálogo:

- “No es tan fácil, hay consideraciones morales”
- “Millones de personas sufren y mueren sin esperanza, quizá tengamos la clave para salvarlas ¿de qué consideraciones hablas?”

Finalmente lo convence y se observa la escena en la que se realiza la microinyección del óvulo, la implantación del embrión y las primeras divisiones de este. La proyección de este fragmento al inicio de la segunda sesión, cuando aún no se ha planteado la actividad central, está basada en el trabajo y enfoque de García Borrás (2009). Este autor proponía una proyección inicial para despertar interés, motivar e incluso detectar ideas preconcebidas del alumnado. Con este fin, se abre la segunda sesión con la proyección del fragmento de una

de las películas a tratar, captando la atención del alumnado y promoviendo el inicio de un breve debate. El fragmento se analizará a nivel grupal, asegurándose que los alumnos estén atentos a los aspectos éticos y bioéticos que surgen y discutiéndolos. En esta misma sesión, tras haber investigado conceptos clave y legislación, y visionado el fragmento señalado se formarán grupos heterogéneos de entre 5-8 alumnos aproximadamente. A cada grupo se le asignará una de las cuatro películas proporcionándoles la infografía correspondiente (**Anexos I, II, III y IV**). Estas infografías han sido creadas para la elaboración de la presente propuesta. Cada película corresponde a una situación específica y plantea distintos dilemas éticos relacionados con la ingeniería genética. En el aula se les proporcionarán las directrices para la elaboración de la reflexión escrita. Cada infografía contiene además preguntas clave y las instrucciones para guiarlos en la elaboración de la tarea. Utilizarán la información de la infografía, así como los conocimientos adquiridos durante su investigación. Los grupos trabajarán juntos para proponer posibles soluciones o acciones éticas para abordar los dilemas tratados en cada película. Deberán fundamentar sus propuestas en principios éticos y consideraciones bioéticas apoyándose en la investigación inicial.

En la tercera y última sesión, los grupos presentarán sus análisis de dilemas éticos y propuestas de soluciones ante la clase. Se fomentará el debate y la discusión sobre las diferentes perspectivas éticas presentadas por cada grupo. Se pedirá a los alumnos que reflexionen individualmente sobre las implicaciones éticas y cómo podrían afectar a la sociedad actual y futura y qué medidas podrían tomarse para abordar los desafíos. Luego, se llevará a cabo un breve debate grupal sobre estas reflexiones.

De forma excepcional, aunque recomendada, las películas podrán ser visionadas por los alumnos en casa, aunque el visionado de estas no es requisito necesario para la realización de la actividad.

4.6. Temporalización

Esta propuesta se desarrollará en 3 sesiones, de 55 minutos cada una, descritas en la Tabla 1.

Tabla 1. Temporalización por sesiones de la actividad "Biocine: Genética en debate".

Sesión	Actividades	Duración
1	- Introducción al contenido sobre técnicas de ingeniería genética, sus aplicaciones y las implicaciones sociales y éticas.	30 min
	- Introducción a la tarea de investigación individual sobre conceptos bioéticos fundamentales.	10 min
	- Indicaciones sobre las fuentes y recursos a utilizar para la investigación.	15 min

2	- Presentación del fragmento de la película <i>Splice: Experimento Mortal</i> .	5 min
	- Análisis grupal del fragmento, enfocándonos en los aspectos éticos y bioéticos.	15 min
	- Formación de grupos heterogéneos y asignación de películas y sus infografías correspondientes.	10 min
	- Explicación de la tarea a realizar por los grupos.	5 min
	- Trabajo en grupo para identificar dilemas éticos y proponer soluciones éticas.	15 min
	- Cierre y resolución de dudas sobre la preparación de la tarea para la próxima sesión.	5 min
3	- Presentación de los análisis de dilemas éticos y propuestas de soluciones por grupos ante la clase.	25 min
	- Fomento del debate y discusión sobre las diferentes perspectivas éticas presentadas. Reflexión sobre el impacto de las cuestiones éticas en la sociedad actual y futura.	15 min
	- Debate grupal sobre las reflexiones individuales y posibles medidas para abordar los desafíos éticos. Cierre de la actividad.	15 min

4.7. Metodología

La metodología didáctica empleada se fundamenta en el enfoque del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), con el objetivo de garantizar equidad y diversidad en el proceso educativo, adaptándose a las necesidades individuales de todos los estudiantes desde el inicio del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En este contexto, se implementa el modelo de clase invertida, también conocido como *flipped classroom*, el cual implica una reorganización del tiempo de aprendizaje tanto dentro como fuera del aula. Esta metodología se implementa al inicio de la actividad propuesta. Antes de la segunda sesión, los alumnos deben llevar a cabo una investigación individual fuera del aula sobre los aspectos bioéticos asociados a la ingeniería genética. Durante la primera sesión, se planifica el contenido a abordar y se preparan los materiales necesarios, incluyendo los enlaces a recursos en línea, como las leyes del BOE y los tratados de la UNESCO. Los estudiantes revisan estos materiales en casa y realizan la tarea asignada para fortalecer su comprensión sobre los conceptos clave relacionados con la bioética y la ingeniería genética.

Durante las dos sesiones restantes en el aula, se llevan a cabo actividades diseñadas para profundizar en los conceptos previamente revisados, resolver dudas y fomentar el trabajo colaborativo. La metodología de aprendizaje colaborativo promueve la interacción entre los estudiantes, tanto entre pares como consigo mismos. Los estudiantes trabajarán en grupos pequeños y cada

miembro del grupo aporta sus habilidades y conocimientos para realizar la tarea con la que tendrán que identificar los dilemas y proponer soluciones. Por otro lado, los debates, las discusiones y las actividades en equipo enriquecen el proceso educativo, alentando a los estudiantes a reflexionar sobre los dilemas éticos planteados en las películas analizadas.

Se busca que los estudiantes asuman un papel activo en su desarrollo educativo, promoviendo el aprendizaje autónomo y la aplicación de conocimientos en situaciones reales. La metodología de aprendizaje colaborativo fomenta la discusión, el intercambio de ideas y la resolución conjunta de problemas. Además, se fomentan pequeños debates grupales para discutir los temas éticos y bioéticos planteados en las películas. Estos debates permiten a los estudiantes intercambiar puntos de vista, argumentar sus opiniones y enriquecer su comprensión a través del diálogo con sus compañeros. En las dos últimas sesiones, se asigna tiempo para que los alumnos realicen una reflexión individual sobre las implicaciones éticas y sociales de los temas discutidos durante los debates y la expresión de opiniones en el aula. Esta reflexión individual les brinda la oportunidad de consolidar sus ideas. Es importante destacar que se requiere un ambiente de respeto mutuo y valoración de la diversidad, y esta propuesta promueve la libre expresión de ideas y opiniones, fomentando así un espacio inclusivo donde cada estudiante se sienta seguro para contribuir con su perspectiva única al diálogo y al aprendizaje compartido.

4.8. Inclusión de la propuesta al estudiantado con necesidades especiales de aprendizaje

Según la legislación referente a la organización de la respuesta educativa para la inclusión del alumnado en los centros docentes y ante la necesidad de asegurar una educación inclusiva y equitativa, que sea capaz de hacer frente a cualquier forma de exclusión o marginación, se tomarán todas aquellas medidas que sean necesarias para atender a la diversidad, siempre cumpliendo los objetivos y las competencias establecidas.

La actividad propuesta está diseñada con el objetivo de asegurar la inclusión de todos los estudiantes, como por ejemplo aquellos con TDA (Trastorno por Déficit de Atención), TDAH (Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad) o TEA (Trastorno del Espectro Autista). Se promueve el trabajo en grupo y la metodología de aprendizaje colaborativo, como herramientas clave para fomentar la colaboración y el apoyo mutuo entre el alumnado, lo que proporciona un entorno donde cada estudiante puede contribuir con sus habilidades únicas.

Además, se han previsto medidas para adaptar los materiales y el entorno de aprendizaje a las necesidades específicas de estos estudiantes. Se brindará apoyo adicional para aquellos que lo necesiten, como pautas claras y estructuradas, tiempos de trabajo definidos y estrategias para gestionar la atención y la concentración. Asimismo, se fomentará la participación activa, y se proporcionarán herramientas de comunicación alternativas, como pictogramas o sistemas de comunicación aumentativa y alternativa (CAA), para facilitar la interacción y el entendimiento dentro del grupo. Además, se han previsto

medidas para adaptar los materiales de la actividad a las necesidades específicas de los estudiantes con discapacidad visual o auditiva, como la disponibilidad de subtítulos a la hora de la proyección del fragmento de la película *Splice:experimento mortal*. En el caso de los estudiantes con discapacidad visual, se ofrecerá la posibilidad de adaptar las infografías en braille o mediante otros sistemas de lectura táctil. Para los estudiantes con discapacidad auditiva, se proporcionarán recursos adicionales, como sistemas de voz o intérpretes, para garantizar su plena participación en las discusiones y actividades grupales.

De esta manera, se busca crear un ambiente inclusivo donde todos los estudiantes se sientan valorados y apoyados, y donde tengan la oportunidad de desarrollar sus habilidades sociales y cognitivas en un contexto colaborativo y enriquecedor.

4.9. Criterios de evaluación

De acuerdo con el artículo 2 del RD 243/2022, los criterios de evaluación son los referentes que indican los niveles de desempeño esperados en el alumnado en las situaciones o actividades de aprendizaje que requieren el despliegue de las competencias específicas de cada materia en un momento determinado de su proceso de aprendizaje.

En relación con las CE 1, 2 y 3 se abordarán los siguientes criterios de evaluación:

- 1, 2, 3.4 - Seleccionar y utilizar las fuentes adecuadas de información para resolver preguntas relacionadas con las ciencias.
- 1, 2, 3.5 - Contrastar y justificar la veracidad de información relacionada con la materia en base al conocimiento científico, adoptando una actitud crítica y escéptica hacia informaciones sin una base científica.
- 1, 2, 3.6 - Seleccionar e interpretar información, y comunicarla utilizando diferentes formatos (textos, vídeos, gráficos, tablas, diagramas, esquemas, aplicaciones y otros formatos digitales).
- 1, 2, 3.8 - Comunicar información y datos, argumentando sobre aspectos relacionados con los saberes de la materia, considerando los puntos fuertes y débiles de diferentes posturas de forma razonada y con una actitud abierta, flexible, receptiva y respetuosa ante la opinión de los demás.

En relación con la CE4, de mayor peso en la presente propuesta, el criterio de evaluación a seguir será:

- **4.7 - Valorar las implicaciones sociales y éticas asociadas a los avances en las herramientas y aplicaciones biotecnológicas.**

Es importante señalar el uso del cine para promover la reflexión crítica (Gurpegui y Gallego, 2006) y la relevancia de una buena documentación y fuentes de alta fiabilidad a la hora de abordar la investigación previa y la realización de la tarea grupal, además de los debates en las sesiones 2 y 3.

5. Conclusiones

En este Trabajo Fin de Máster (TFM) se propone una actividad innovadora para explorar cuestiones bioéticas a través del cine de ciencia ficción en el contexto educativo del Bachillerato y la asignatura de Biología. Respecto a la revisión bibliográfica realizada, Gurpegui y Gallego (2006) ya destacaban el papel crucial del cine como herramienta educativa, facilitando la integración de objetivos curriculares y motivando tanto a estudiantes como a educadores. El uso del cine de ciencia ficción para promover el interés por las ciencias entre los estudiantes es un enfoque respaldado por Petit y Solbes (2012), quienes argumentan que este género puede atraer a la audiencia juvenil, facilitando actitudes emocionales positivas hacia el aprendizaje científico. Además, el uso del cine para abordar temas bioéticos, como se discute en los estudios de García Borrás (2006) y Petit *et al.* (2021), apoya la efectividad de esta metodología para fomentar el pensamiento crítico y la reflexión ética. Por ello, podemos concluir que el cine es un recurso habitualmente utilizado en las aulas para promover el pensamiento crítico. Respecto a la actividad propuesta en el presente trabajo, el uso de las películas propuestas puede ser una herramienta efectiva para promover la reflexión ética y el pensamiento crítico entre los estudiantes. Sin embargo, también reconocemos algunas limitaciones, como el acceso limitado al material cinematográfico, que en muchos casos está sujeto a suscripciones de pago en plataformas de *streaming*. Por otro lado, la actividad se propone en el nivel de 2º de Bachillerato, caracterizado por una gran limitación de tiempo para impartir todos los contenidos de cara a las pruebas de acceso a la universidad. Para futuros trabajos, recomendamos incluir una mayor diversidad de películas y fragmentos para cubrir una gama más amplia de temas científicos y éticos; como también sería favorable desarrollar programas de formación específicos para educadores sobre el uso efectivo del cine en la enseñanza de ciencias y ética.

En conclusión, el cine, especialmente el de ciencia ficción, ofrece un potencial significativo como herramienta educativa. Con una implementación adecuada y un enfoque crítico, puede enriquecer la educación científica y ética, fomentando una comprensión más profunda y reflexiva en los estudiantes.

6. Referencias

- Bórquez Polloni, B., y Lopicich Catalán, B. (2017). La dimensión bioética de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). *Revista de bioética y derecho*, 41, 121-139.
- Clute, J. y Nicholls, P. (1995). *The Encyclopedia of Science Fiction*. Londres: Orbit.
- García Borrás F. (2006) Cuando los mundos chocan. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 3 (2), 268-286.
- García Borrás F. (2009) Bienvenido místico cine a la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 6 (1), 79-91.
- Generalitat Valenciana. (2022). Anexos de Bachillerato. <https://portal.edu.gva.es/noucurrículum/es/anexos-bachillerato/>

- Gracia, D., y De Abajo, F. J. (2007). *La bioética en la educación secundaria*. Instituto Superior de Formación del Profesorado, Ministerio de Educación.
- Grilli Silva, J. (2016). Science fiction films and education of the sciences. Two parallel schools that should meet in the classrooms. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13, 137-148.
- Guerra Retamosa, C. (2004). Laboratorio y batas blancas en el cine. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 52-63. En línea: <http://www.apac-eureka.org/revista>.
- Gurpegui, J., y Gallego, J. (2006). Programa "Cine y Salud". *Comunicar* 27, 187-191. <https://doi.org/10.3916/C27-2006-28>
- Ley 14/2006, de 26 de mayo, sobre técnicas de reproducción humana asistida. Boletín Oficial del Estado (BOE), número 126, de 27 de mayo de 2006. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-9292>
- Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica, Boletín Oficial del Estado (BOE), número 157, del 4 de julio de 2007. <https://www.boe.es/eli/es/l/2007/07/03/14>
- Oliva, J. M., y Acevedo, J. A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 2(2), 241-250. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3923>
- Pardo Diéguez, J. C., y Nozal Canterero, P. (1999). La bioética en la enseñanza secundaria. *Cuadernos de Bioética*, 1.
- Pérez Pajero, R. (2009). Cine y Educación: explotación didáctica y algunas experiencias educativas. *II Congrès Int. Didact.* 1-6.
- Petit Pérez, M. F., y Solbes Matarredona, J. (2012). La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 30(2), 55-72.
- Petit Pérez, M. F., y Solbes Matarredona, J. (2015). El cine de ciencia ficción en las clases de ciencias de enseñanza secundaria (I). *Propuesta didáctica*. 12(2), 311-327.
- Petit, M. F., Solbes, J., y Torres, N. Y. (2021). El cine de ciencia ficción para desarrollar cuestiones sociocientíficas y el pensamiento crítico. *Praxis & Saber*, 12(29). <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n29.2021.11550>
- Racionero, A. (2008). *El lenguaje cinematográfico*. Editorial UOC.
- Reicht, W. T. (1995). *Encyclopedia of Bioethics. (Revised Edition)* vol. 5. Ed. Simon & Schuster MacMillian: New York. P.XIX.
- Sotelino Losada, A., Gutiérrez Moar, M. del C., y Alonso Ruido, P. (2022). Pedagogía y cine: dos pilares para desarrollar la inclusión educativa. *Aula Abierta*, 51(1), 85-92. <https://doi.org/10.17811/rifie.51.1.2022.85-92>
- UNESCO (1997). Universal Declaration on the Human Genome and Human Rights. <https://www.ohchr.org/es/instruments-mechanisms/instruments/universal-declaration-human-genome-and-human-rights>
- UNESCO (2003). Declaración Internacional sobre los Datos Genéticos. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000136112_spa
- UNESCO (2005). Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos. Paris. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000146180_ind



UNESCO (2007). Division of Ethics of Science and Technology UNESCO, Ethics Education Program. <https://www.unesco.org/en/ethics-science-technology/education>



7. Anexos

Anexo I. Infografía película *GATTACA* para la actividad "Biocine: Genética en debate".

Biocine: Genética en debate

GATTACA
Andrew Niccol, 1997

En un futuro distópico donde la genética determina el destino de las personas y los cigotos son seleccionados por su "calidad genética", Vincent Freeman nace de forma natural y sin manipulación genética. A pesar de ser considerado "inválido" en una sociedad obsesionada con la perfección genética, Vincent lucha por alcanzar su sueño de viajar al espacio, asumiendo la identidad de Jerome Morrow, un hombre genéticamente superior.

- ¿Cuáles podrían ser los riesgos y beneficios de utilizar la ingeniería genética para "diseñar bebés" con características específicas?
- ¿Qué implicaciones éticas surgen cuando se discrimina a las personas en función de su código genético?
- ¿Hasta qué punto es ético modificar genéticamente a los individuos para mejorar la especie?

¡Bienvenidos al desafío de la crítica de cine bioética!
En esta actividad, tu grupo tendrá la emocionante tarea de analizar esta película relacionada con la ingeniería genética. Utilizando la infografía proporcionada, identifica las situaciones específicas y plantea dilemas éticos que surjan en la trama. Os podéis ayudar contestando las preguntas planteadas. Luego, elaborad una crítica (máximo 2 folios) que destaque y analice estos aspectos éticos. Asegúrate de trabajar en equipo, expresar tus opiniones de manera clara y respetuosa, y ¡disfrutar del proceso de reflexión y debate!

Puedes disfrutarla con tu equipo bajo la supervisión de un adulto en:

FILMIN

Anexo II. Infografía película *Splice: experimento mortal* para la actividad "Biocine: Genética en debate".

Biocine: Genética en debate

Splice: Experimento Mortal
Vincenzo Natali, 2009

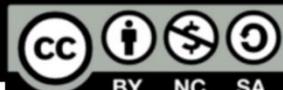
Dos científicos, Clive y Elsa, crean una criatura híbrida humano-animal llamada Dren en un laboratorio secreto. A medida que Dren crece, desarrolla habilidades peligrosas y comportamientos impredecibles, desafiando la moralidad y ética de sus creadores y planteando preguntas sobre la naturaleza de la vida y la responsabilidad científica. Además, una de las científicas se encariña de la criatura y está dispuesta a hacer cualquier cosa para protegerla.

- ¿Es ético manipular genéticamente a seres vivos para crear criaturas híbridas?
- ¿Cuáles son las responsabilidades éticas de los científicos cuando experimentan con la vida artificial?
- ¿Qué consideraciones éticas podrían surgir al tratar a seres sintéticos con capacidades humanas?

¡Bienvenidos al desafío de la crítica de cine bioética!

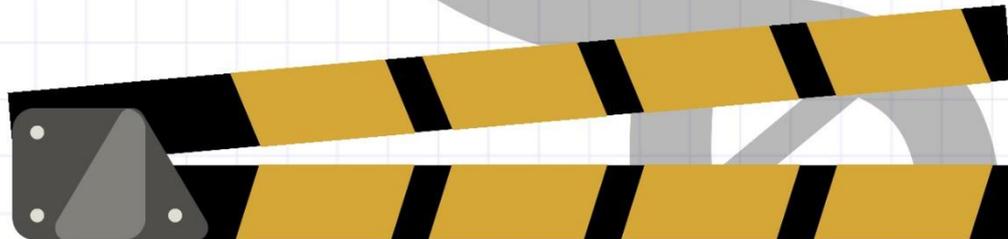
En esta actividad, tu grupo tendrá la emocionante tarea de analizar esta película relacionada con la ingeniería genética. Utilizando la infografía proporcionada, identifica las situaciones específicas y plantea dilemas éticos que surjan en la trama. Os podéis ayudar contestando las preguntas planteadas. Luego, elaborad una crítica (máximo 2 folios) que destaque y analice estos aspectos éticos. Asegurate de trabajar en equipo, expresar tus opiniones de manera clara y respetuosa, y ¡disfrutar del proceso de reflexión y debate!

Puedes disfrutarla con tu equipo bajo la supervisión de un adulto en:



Anexo III. Infografía película *Morgan* para la actividad "Biocine: Genética en debate".

Biocine: Genética en debate



Morgan

Luke Scott, 2016

Después de un experimento genético que sale mal, una joven artificialmente creada llamada Morgan desarrolla habilidades peligrosas y violentas. Una consultora de riesgos llamada Lee Weathers se encarga de evaluar la situación, lo que la lleva a cuestionar la ética detrás del proyecto y la humanidad de Morgan. Morgan no tiene género ni derechos, en cambio si muestra sentimientos. Ha sido criada aislada del mundo exterior, hasta que una psicóloga le muestra la naturaleza. Cuando la vuelven a encerrar Morgan se rebela



- ¿Para qué finalidades sería ético crear seres sintéticos con capacidades humanas?
- ¿Cuál es la responsabilidad ética de los científicos y las empresas en el desarrollo y control de la inteligencia artificial?
- ¿Sería ético sacrificar un supuesto ser artificial por el bien de la humanidad?

¡Bienvenidos al desafío de la crítica de cine bioética!

En esta actividad, tu grupo tendrá la emocionante tarea de analizar esta película relacionada con la ingeniería genética. Utilizando la infografía proporcionada, identifica las situaciones específicas y plantea dilemas éticos que surjan en la trama. Os podéis ayudar contestando las preguntas planteadas. Luego, elaborad una crítica (máximo 2 folios) que destaque y analice estos aspectos éticos. Asegúrate de trabajar en equipo, expresar tus opiniones de manera clara y respetuosa, y ¡disfrutar del proceso de reflexión y debate!

Puedes disfrutarla con tu equipo bajo la supervisión de un adulto en:



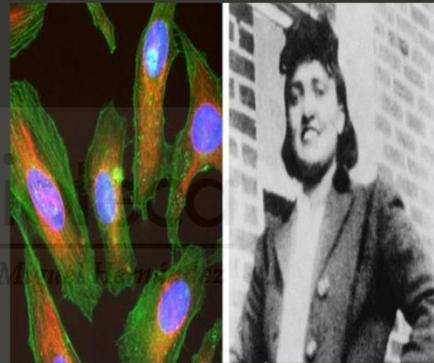
Anexo IV. Infografía película *La vida inmortal de Henrietta Lacks* para la actividad "Biocine: Genética en debate".

Biocine: Genética en debate

La vida inmortal de Henrietta Lacks

George C. Wolfe, 2017

Basada en hechos reales, la película narra la historia de Henrietta Lacks, cuyas células cancerígenas fueron tomadas sin su consentimiento y supusieron importantes avances médicos, las células HeLa son utilizadas a diario en laboratorios de todo el mundo. La película se centra en la privacidad genética y el consentimiento informado, y cómo afectó a la familia Lacks que no fue tomada en cuenta en ningún momento. A raíz del descubrimiento de estas células muchas empresas se han enriquecido económicamente, Henrietta venía de una población empobrecida y afroamericana.



¿Cuáles son los derechos del individuo sobre sus propias células y material genético?

- ¿Qué deberes tienen los investigadores y las instituciones médicas hacia los donantes de muestras biológicas?
- ¿Cómo se pueden proteger los derechos de privacidad y autonomía de los pacientes en el contexto de la investigación médica y científica?

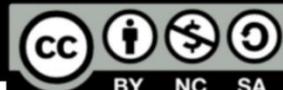
¡Bienvenidos al desafío de la crítica de cine bioética!

En esta actividad, tu grupo tendrá la emocionante tarea de analizar esta película relacionada con la ingeniería genética. Utilizando la infografía proporcionada, identifica las situaciones específicas y plantea dilemas éticos que surjan en la trama. Os podéis ayudar contestando las preguntas planteadas. Luego, elaborad una crítica (máximo 2 folios) que destaque y analice estos aspectos éticos. Asegúrate de trabajar en equipo, expresar tus opiniones de manera clara y respetuosa, y ¡disfrutar del proceso de reflexión y debate!

Puedes disfrutarla con tu equipo
bajo la supervisión de un adulto

en:

HBOmax



BY NC SA