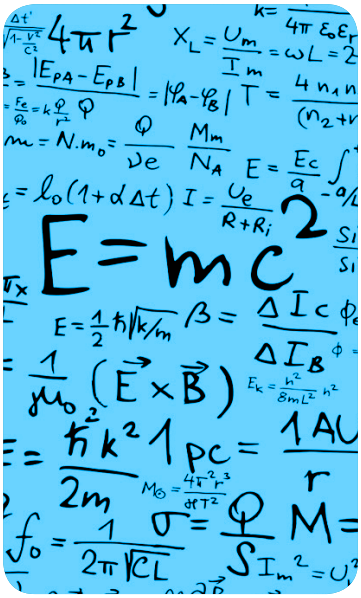
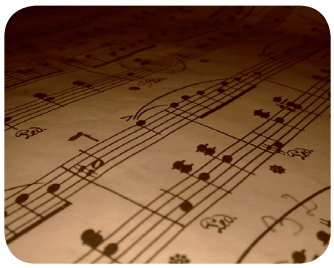




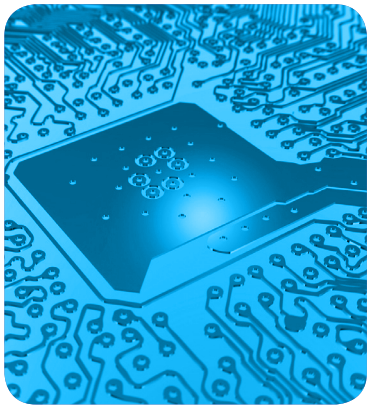
MÁSTERES de la UAM

Facultad de Formación de Profesorado y Educación / 14-15

Formación de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato (Biología y Geología)

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID

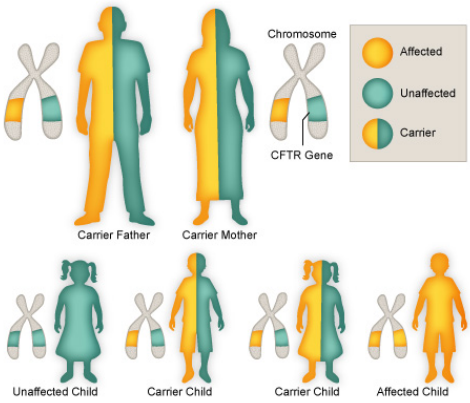
excelencia Campus Internacional UAM CSIC



El cine de ciencia ficción como recurso didáctico y su aplicación en Biología y Geología durante la Educación Secundaria Obligatoria

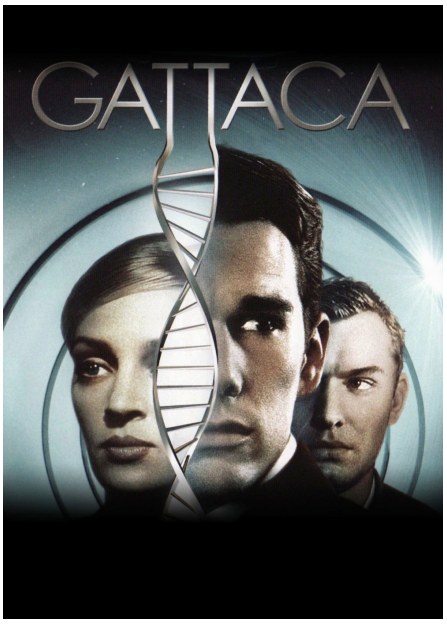
Beatriz Borrás Quirós

UAM EDICIONES



El cine de ciencia ficción como recurso didáctico y su aplicación en Biología y Geología durante la Educación Secundaria Obligatoria

Beatriz Borrás Quirós - Universidad Autónoma de Madrid



Curso 2014-2015

Máster en Formación de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato (Biología y Geología)

Tutora: Rosario García Giménez

UAM
UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE MADRID

Índice

1. Introducción 3
2. Marco teórico y/o antecedentes 4
   2.1. La “crisis de la educación científica” 4
   2.1. El cine científico como recurso en la ESO 4
   2.2. Antecedentes 8
   2.3. El uso del cine en la educación científica. Aplicación a la película “Gattaca” 9
   2.4. Modo de trabajo 11
      - El aprendizaje por proyectos o tareas 12
      - El trabajo cooperativo y por grupos interactivos 13
      - El fomento de un uso responsable de las TIC en el aula 14
3. Proyecto de innovación 15
   3.1. Objetivos del proyecto 16
      - Objetivos generales 16
      - Objetivos didácticos 17
      - Relación entre los objetivos didácticos, de etapa y de área 17
   3.2. Competencias básicas a trabajar 19
   3.3. Contenidos 20
      - Contenidos unidad didáctica (proyecto de innovación) 21
      - Relación y clasificación de los contenidos 21
   3.4. Principios metodológicos generales 24
4. Desarrollo de la propuesta de innovación 26
   4.1. Temporalización 27
   4.2. Secuencia de aprendizaje: La herencia y la transmisión de los caracteres con “Gattaca” 30
      - Fase de motivación: ideas previas y estrategia de motivación. 31
      - Desarrollo de estrategias: metodología, actividades y relación con otras materias 37
      - Fase de reconceptualización: reconceptualización y autoevaluación 48
   4.3. Evaluación 49
      - Criterios de evaluación 49
      - Herramientas de evaluación 56
   4.4. Atención a la diversidad 58
   4.5. Recursos didáticos 58
5. Conclusiones 60
6. Bibliografía 62
7. Webgrafía 63
8. Anexos 65
   8.1. Información sobre la película de “Gattaca” 65
   8.2. Cazas del tesoro. Grupos 2-7 66
   8.3. Práctica de extracción del ADN 71
   8.4. Problemas de genética 72
   8.5. Autoevaluación 73

1. Introducción

Este trabajo busca, utilizando el cine científico como recurso didáctico central (en concreto a través de la película de ciencia ficción “Gattaca”, dirigida por Andrew Niccol en 1997), plantear una unidad didáctica en la que se aborde el temario de 4º de ESO para la asignatura de Biología y Geología, demostrando su gran utilidad a la hora de dar ciencia en el aula. Atendiendo al currículo básico para la Comunidad de Madrid establecido en el Real Decreto 23/2007 de 10 de mayo (LOE), los contenidos a abordar a través de esta película corresponden al bloque didáctico: “*Bloque 3. La vida en el planeta.* ***La herencia y la transmisión de los caracteres***.”

Las nuevas generaciones han cambiado mucho respecto a las anteriores, especialmente en sus puntos de interés común. En el pasado, la gente encontraba mayor placer en la lectura o incluso en el arte, pero la realidad actual es que los medios audiovisuales forman parte de nuestra vida cotidiana y tanto el cine como la televisión se han transformado en elementos básicos del día a día de nuestros alumnos, los cuales han sido denominados *nativos digitales*. Ambos recursos, pero el cine de forma especial, no sirven sólo como fuentes de entretenimiento, si no que son capaces de transmitir historias, mensajes ideológicos y modelos de conducta que inducen a la reflexión y no dejan al espectador indiferente (Ramos Mora, 2010). El filósofo Julián Marías señalaba que “la gran potencia educadora de este siglo XX que se acerca al final es, sin duda, el cine...el cine es el instrumento por excelencia de la educación...”. Si esta realidad era relevante en el siglo pasado, con más razón lo sigue siendo ahora un siglo después.

Por otro lado, los jóvenes van perdiendo cada vez más el interés por la ciencia debido al constante cambio y a las características del modelo educativo, así como por la influencia negativa que reciben de parte de la sociedad en general. Excusas como el aburrimiento o la exigencia de estas asignaturas están a la orden del día, por lo que los profesores han de ser capaces no sólo de transmitir conocimientos si no también de formar al alumno de forma integral para que éste sea capaz de llevar lo aprendido más allá de lo que necesita para aprobar (Huck, 2003). Si aprovechamos las posibilidades que nos brinda el cine en la transmisión de información y el fomento de la reflexión y las juntamos con el interés que el alumnado muestra frente a este recurso, seremos mucho más capaces de captar su atención haciéndoles ver la relevancia del contenido explicado con su propia realidad.

La unidad didáctica que se va a plantear y que a través de distintos modos de trabajo va a utilizar “Gattaca" como recurso central, no se llegó a aplicar en el centro en el que realicé mis prácticas (Colegio Ramón y Cajal) porque éste tema ya había sido dado previamente, pero la contextualización y los recursos que emplearé a lo largo de su desarrollo serán en relación a éste.

2. Marco teórico y/o antecedentes

2.1. La “crisis de la educación científica”

Hay una creciente sensación de que los alumnos de Educación Secundaria cada vez aprenden menos y se interesan poco por lo que aprenden, lo cual se manifiesta tanto en las aulas como en los resultados de la investigación didáctica de las ciencias. Esto se atribuye, en parte, a los muchos cambios educativos que han sufrido los currículos de ciencias en el marco general de la Reforma Educativa, aunque también parece ir asociado a las dificultades conceptuales y de razonamiento que encuentran los alumnos en su entendimiento y que consecuentemente, derivan en la actitud de los estudiantes frente a ella reforzada por la visión que les proporciona la sociedad. Los alumnos no aprenden la ciencia que se les enseña, y los profesores más que encontrarse despistes anecdóticos o puntuales de un número reducido de ellos, muchas veces, descubren que esta forma de entender los fenómenos científicos se acaba convirtiendo en la norma (Gómez y Poco, 1998).

Estos hechos hacen aparente la necesidad que hay por parte de los profesores de estas disciplinas de enfocar sus asignaturas de manera atractiva y convincente para los alumnos más allá de lo que refleje el currículo. No sólo han de conseguir dotarles de las destrezas necesarias para elaborar gráficas u observar correctamente a través de un microscopio, sino que han de ayudarles a entender lo que están haciendo y los procesos que se están dando para que ellos mismos sean capaces de explicarlos y aplicarlos en otras situaciones. La pérdida de sentido del conocimiento científico limita su aplicabilidad por parte de los estudiantes, pero afecta especialmente a su interés y relevancia (Gómez y Pozo, 1998).

La educación científica ha de motivar, promover y cambiar ciertas actitudes en los alumnos, lo cual es responsabilidad del propio profesor y debe formar parte de los objetivos y contenidos de su lección. Aunque siempre vaya a resultar complejo entender ciertos principios científicos, es necesario intentar generar un interés para que en el proceso los estudiantes lleguen realmente a encontrar un gusto por la ciencia. Si empezando por ellos conseguimos que esta motivación transcienda a las aulas y realmente cambie la mentalidad de una sociedad en la que muchas veces se valora más la cultura del mínimo esfuerzo que el estudio, la dedicación y la perseverancia, poco a poco iremos solventando esta crisis. Este trabajo pretende encontrar maneras en las que acercar conceptos complejos y abstractos a los estudiantes a través de un recurso mucho más cercano a su realidad con el que llegar a entender la ciencia y conseguir un aprendizaje significativo: el cine.

2.1. El cine científico como recurso en la ESO

“La característica principal que define en pocas palabras la sociedad en la que ahora vivimos es que estamos ante un período pleno de constantes cambios de todo tipo: económicos, políticos, culturales, sociales, etc. Como educadores que somos esta situación nos condiciona de manera

irremediable, lo cual hace indispensable que los profesionales de la enseñanza adoptemos una permanente actitud crítica y reflexiva ante el modelo de sociedad en que se desarrolla nuestro trabajo y sus consecuencias culturales. (…) El desarrollo de la informática, la microelectrónica, las telecomunicaciones, condiciona sensiblemente a los jóvenes de hoy, pues forma parte de su hábitat. La escuela, por tanto, no puede continuar aferrándose a su viejo sistema tradicional, sino que debe tener muy en cuenta el mundo que rodea al grupo de individuos que trabaja en el aula. No podemos aislar a los individuos de la sociedad, tenemos que enseñar y aprender en, con, por y para la sociedad con todo lo bueno y malo que la propia sociedad nos aporta" (Ayuste *et al*, 1994).

Es importante tener en cuenta el ambiente en el que los alumnos se forman, por lo que, en la medida de lo posible, los contenidos de las diferentes asignaturas han de ser sacados de la realidad en la que viven con el fin de acomodarlos a su vida cotidiana y a la cultura actual. Desde la prehistoria el hombre ha ido comunicándose con los demás a través de la imagen, gracias a la cual conseguía transmitir sus conocimientos de generación en generación. En el largo transcurso de la historia las imágenes han ejercido un papel transcendental como educadoras de la sociedad, pero no fue hasta el siglo XX cuando, tras la aparición de la fotografía, fue posible la invención del cine en 1895 (**Figura 1a**). A partir de ese momento la sociedad fue marcada por el mundo de la imagen y por los medios de comunicación que la difundían. El cine empezó a verse como una poderosa arma inteligible por todos y medio ideal para expresar desde ideas personales hasta ideologías políticas, es decir, como medio de transmisión de mensajes. En el año 1927 se estrenó la primera película con sonido (**Figura 1b**) a partir de la cual se impuso una mayor continuidad del relato y mayor fluidez argumental, resultando incluso más fácil el compartir ciertas ideas en multitud de ámbitos (Ramos Mora, 2010). A día de hoy es indudable que nuestro entorno está rodeado de imágenes y sonidos que nos transmiten información y que influyen en el día a día de los jóvenes a la vez que estimulan sus capacidades cognitivas, emocionales, sensitivas y creativas gracias a las nuevas posibilidades que éstos ofrecen. Se ha demostrado que las nuevas tecnologías y los recursos audiovisuales resultan altamente motivadores para la juventud, por lo que pueden ofrecer herramientas poderosas con las que enfrentarse a las distintas asignaturas de manera atractiva en el ámbito educativo (Muñoz Real, 1997).

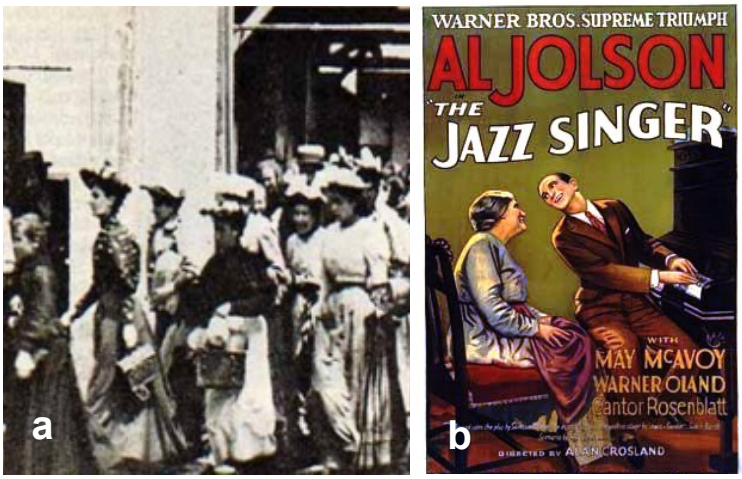


Figura 1. (a) Primera película de la historia (París, 1895) presentada por los hermanos Lumière sobre unos trabajadores saliendo de una fábrica (Primera película de la historia www.saberia.com). (b) (1927) Primer largometraje comercial con sonido sincronizado dirigida por Alan Crosland (The Jazz Singer - www.wikipedia.org).

Podría parecer que el uso de la narrativa en las aulas es una actividad limitada a las áreas literarias, de las Ciencias Sociales o en temas transversales, pero la realidad es que su uso en la enseñanza de la ciencia, y en concreto el del cine, es una idea que ya se lleva barajando desde hace años. En el libro "Actual Minds, Posible Worlds" (1986) de Jerome Bruner, él explora la existencia de un modo de entendimiento pragmático, necesario para comprender la ciencia pero el que menor cantidad de personas desarrolla, y un segundo modo narrativo, el cual es más desarrollado y por lo tanto mejor a la hora de aplicarlo a la enseñanza. La cantidad inmensa de conceptos que se necesitan para aprender una ciencia complican el proceso por el que un alumno pudiera llegar a identificarse con el científico, por lo que la inclusión de material narrativo puede ayudar a aumentar el entusiasmo, desarrollar un pensamiento pragmático si se emplea en conjunto con la enseñanza convencional de la ciencia e incluso, proporcionar una perspectiva más humana a los diversos aspectos de sus distintas disciplinas. No solo eso, sino que además su uso frente a otras herramientas, como puede ser la literatura, permite una visualización directa de principios abstractos que en ocasiones pueden resultar muy complejos (Chapela, 2014).

Hay varias categorías en cuanto a obras de cine científicas, pero las de ciencia ficción pertenecen a un género que ofrece cierto rigor científico en sus historias y proporciona atisbos de una realidad alternativa o futura en la que muchos de los sucesos podrían llegar a ocurrir. H. Bruce Franklin dijo en su ensayo "Ciencia ficción: Una historia temprana" (1968) que la ciencia ficción se distingue de otros géneros en que ésta entra dentro del rango de lo *posible*, y junto con él, Robert A. Heinlein la describe como la "especulación realista de eventos futuros, basado sólidamente en el conocimiento del mundo real, pasado y presente, y un entendimiento amplio de la naturaleza y la importancia del método científico." Aunque muchos profesores creen que las imágenes en movimiento de carácter didáctico deben ser documentales educativos o series de divulgación científicas de la televisión, es importante notar que en este tipo de grabaciones, al igual que los largometrajes de ciencia ficción, se parte de un guión y una hipótesis con las que hacer representaciones virtuales, alterar la velocidad de los fenómenos, y explotar a fondo el sentido del espectáculo (Instituto Nacional de Tecnologías y de Formación del Profesorado). Que una historia utilice "ciencia falsa" no significa que no sirva para dar una clase, por lo que usarla como apoyo educativo siempre y cuando los alumnos sean conscientes de que se trata de una obra de ficción no sólo va a permitir que vayan distinguiendo entre aquello que realmente es científicamente correcto en la película, frente a aquellas cosas que no lo sean, sino que además a la hora de abordar determinados temas, su capacidad de provocar emociones y consecuentemente desencadenar sensaciones e ideas le va a proporcionar ventajas frente a otras formas de cine (Chapela, 2014).

Un estudio llevado a cabo por la Universidad de Valencia en el 2012 investigó y demostró la buena acogida del cine, especialmente de la ciencia ficción, por parte de los alumnos de Secundaria y de los profesores en la enseñanza de las ciencias. Tras pasar un cuestionario a 173 alumnos de cuatro centros y ámbitos diferentes para conocer su grado de conocimiento y aceptación de este género como recurso, los investigadores Fanny Petit y Jordi Solbes Matarredona obtuvieron un

total de 578 referencias específicas relacionadas con éste (**Figura 2**). Los resultados demostraron que un 24% de los alumnos valoraba positivamente la ciencia y un 47% a los científicos, pero por otro lado un 35% de ellos tenían una visión exagerada o distorsionada de esta profesión y otro 12% la veía de forma desfavorable. Si bien es verdad que en las películas de ciencia ficción más vistas casi no aparecen científicos (p.e. “Star Wars”) o se les da una visión negativa (p.e. “X-Men”), sigue habiendo películas en las que esta figura no es la antagonista y que reflejan lo que realmente significa trabajar en este área, por lo que todas estas alternativas pueden derivar en distintos debates y motivos de reflexión para el alumnado. Adicionalmente se mostró que, de un total de 56 profesores en formación y activos entrevistados, un 38% de ellos confirmó una mejora directa en la motivación y el interés de los alumnos por las asignaturas de ciencias al emplear este recurso. Sin embargo, la realidad es que muy pocos libros de texto del alumno o del profesor de Secundaria (tan solo 9 de un total de 31 libros publicados entre el 2000 y el 2008) hacían referencia al cine en general y menos al de este género, por lo que dada la gran influencia que tienen éstos a la hora de establecer los contenidos que se les enseña a los alumnos y el escaso número de actividades propuestas por los profesores que se les suman, los investigadores concluyeron que a pesar de la opinión favorable la ciencia ficción está poco presente en las aulas.

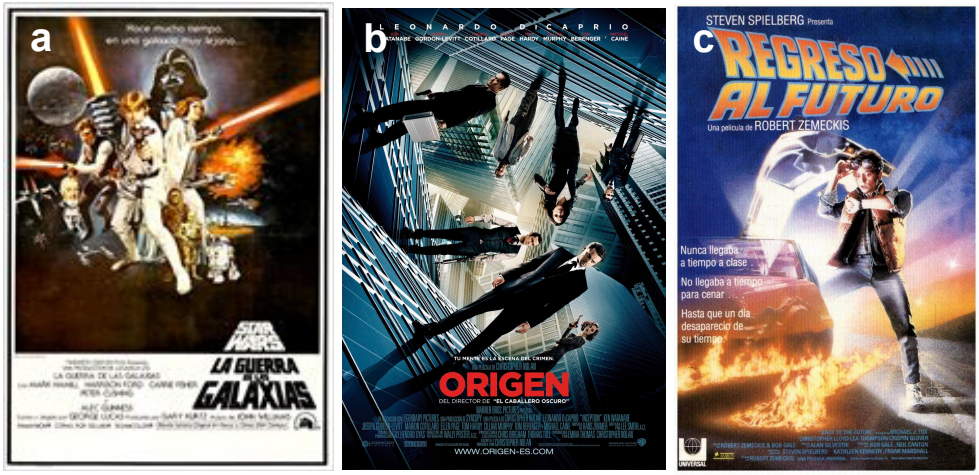


Figura 2. Algunas de las películas de ciencia ficción más populares de la historia y con posibilidad de ser trabajadas en unidades didácticas: (a) Star Wars: Episodio IV - Una nueva esperanza (b) Origen. (c) Regreso al futuro (Top películas de ciencia ficción - www.sensacine.com).

Teniendo en cuenta los resultados del estudio, las grandes ventajas que proporcionan los medios audiovisuales en la motivación del alumnado por las ciencias y las ventajas que aporta el uso de la narrativa en el desarrollo del entendimiento pragmático, el hacer un mayor uso del cine como recurso en la enseñanza a través actividades de aprendizaje basadas en películas no sólo mejorará el interés del alumnado por las asignaturas como la Biología y Geología, sino que también les ayudará a llegar a reflexiones más personales y cambiar su percepción negativa hacia la Ciencia.

2.2. Antecedentes

El uso de la narrativa, la imagen y el cine como herramientas en la enseñanza de la ciencia no son ideas nuevas. En el pasado los físicos y los metafísicos muchas veces eran las mismas personas, y los grandes pensadores como Aristóteles o Pascal hicieron grandes contribuciones tanto a la Ciencias como a la Filosofía. En 1951, el matemático Caleb Gattegno defendió en sus escritos el poder de la imagen fílmica para representar y sintetizar teorías matemáticas complejas, y la afición de Santiago Ramón y Cajal hacia la fotografía y el dibujo también le permitieron hacer muchos descubrimientos. En este apartado se nombrarán varios antecedentes del uso del cine como recurso en la enseñanza de las Ciencias, especialmente en la Biología y Geología.

- "Enseñar ciencia con películas de ciencia ficción" (2004), libro de Terence W. y Cathy Cavanaugh, es una de las principales guías para el uso del cine en clase y analiza diversas películas o series de televisión en función de varios temas. Con los distintos ejemplos pasa por áreas tan diversas como la química, física, biología marina, ecología o ciencias de la Tierra.

- En el artículo "La ciencia ficción ayuda a la enseñanza de la ciencia" de Leroy W. Dubcek *et al.* (1990) los autores toman la película Planeta prohibido de Fred M. Wilcox como ejemplo para temas científicos como la radiación, gravedad, ingeniería y conversión de la energía.

- "El cine de ciencia ficción en la enseñanza de las ciencias en Secundaria" (2015) de Francisca Petit Pérez analiza la imagen y el conocimiento de ésta por parte de los alumnos y profesores, así como su influencia en ellos. También hace una revisión de varios libros de texto para ver si incorporan o no este recurso.

- La página web "Cine para estudiantes" (http://www.cinemaperaestudiants.cat/es/peliculas-archivo/, **Figura 3a**) contiene un archivo de películas clasificadas en función de los conceptos, enlaces de interés, noticias y en ocasiones propuestas de actividades didácticas. Cada película va asociada a uno o varios niveles educativos, a las áreas y a los recursos que toca. Adicionalmente organizan salas de cine en Cataluña donde los alumnos van a ver y hablar sobre las películas. A pesar de ser un recurso bastante interesante y amplio, se centra principalmente en películas recientes, por lo que "Gattaca" no se encuentra registrada en él.

- La página "Cine y Ciencia" (http://cineyciencia.wikispaces.com/Ciencia+y+Cine+en+internet) proporciona varios recursos con los que ayudar en el uso del cine como herramienta didáctica. Hay tres apartados distintos: uno con páginas generales sobre el uso del cine en el aula (especialmente blogs o entradas en estos), un segundo en el que se compara la relación y la compatibilidad entre la ficción y la ciencia, y el último que habla sobre la visión de los científicos en el cine.

- Varios blogs privados hablan sobre el tema (por ejemplo: http://culturacientifica.com/2013/12/30/ciencia-para-todos-traves-del-cine-y-la-literatura-de-ciencia-ficcion/), pero no dejan claro cómo aplicarlo en el aula.

- La página "Cine y Educación" (http://cineyeducacion.com/category/ciencias-naturales/, **Figura 3b**) también ofrece una amplia gamma de guías didácticas de películas para el aula, pero es necesario pagar 5 euros por cada una que deseemos obtener.

- La Unidad Cultura Científica, junto con el Aula de Cine y Cultura Digital de la Universidad de Murcia, han programado un conjunto de proyecciones sobre temáticas sociales y medioambientales y su relación con la ciencia y la investigación. Se sirven de películas de temas actuales para generar debates basados en la observación y el análisis crítico. Cada sesión es guiada por varios profesores de la universidad que tengan incluidos en sus asignaturas los contenidos sobre los que versan las películas o documentales que se proyectarán (http://www.um.es/web/cultura/contenido/aulas/cine/programacion/ciencia).

Figura 3. Capturas de los blogs (a) "Cine para estudiantes" (www.cinemaperaestudiants.cat) y (b) "Cine y educación" (www.cineyeducación.com)

Como hemos podido ver esta idea ha sido discutida y propuesta en varias ocasiones, pero a la hora de la verdad y especialmente en la Educación Secundaria, el cine no es utilizado como recurso ni llevado a las aulas. Este proyecto pretende desarrollar una unidad con secuencias de aprendizaje que demuestren cómo trabajar con este recurso de manera que los contenidos presentados al alumnado les puedan resultar más motivadores e interesantes.

2.3. El uso del cine en la educación científica. Aplicación a la película "Gattaca"

Existen varios argumentos tras la elección de la película de "**Gattaca**" (**Figura 4**) para el desarrollo de la unidad didáctica como ejemplo en este trabajo. El primero es el hecho de ser una de las obras ficticias más científicamente sólidas de la historia del cine (Zelinski, 2011), lo que realmente permite utilizarla como recurso didáctico con fundamento en la realidad (representación de hipótesis y teorías científicas) pero proporcionando a la vez puntos de vista disonantes respecto a los contenidos aprendidos en clase que puedan dar pie a debate (reflexión ética sobre aspectos científicos). Otra razón importante es que el tema central de la película se ajusta perfectamente al currículo de "La herencia y la transmisión de los caracteres", el cual incluye adicionalmente aspectos más controvertidos como la ingeniería genética y los peligros asociados a ésta. Este

tema, en concreto, es uno difícil de explicar a los alumnos por los conceptos asociados que, por un lado, resultan tan complejos de visualizar pero que por otro, son aspectos tremendamente relevantes en la actualidad que necesitan conocer tanto a nivel académico como social (Huff, 2012). A través de la película tendremos un recurso que, de manera atractiva, nos va a permitir tratar tanto contenidos teóricos como profundizar y generar conversaciones sobre temas vigentes y en ocasiones delicados que se pueden acercar a su propia realidad. Aunque no todos los estudiantes vayan a tener un futuro profesional en la ciencia, es fundamental que el 100% de ellos tenga al menos cierta cultura científica y se puedan defender frente a temas que también les afectan.

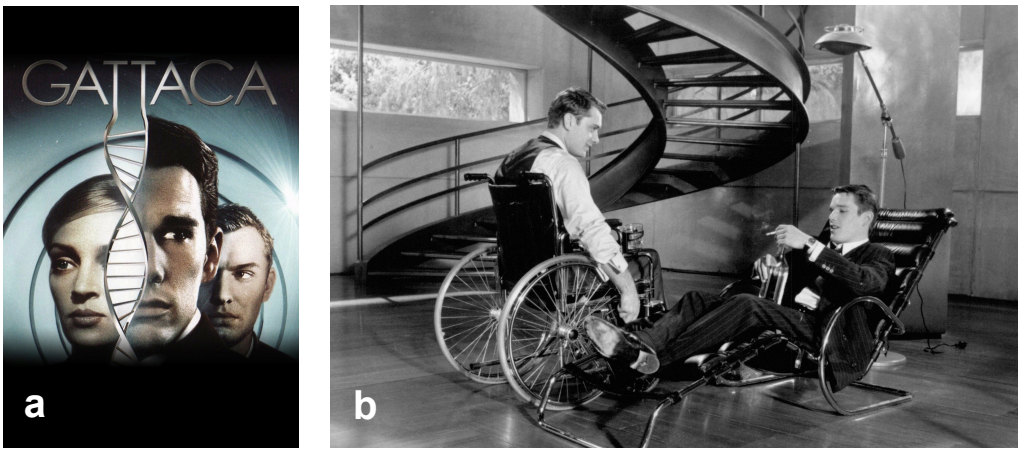


Figura 4. (a) Póster (www.flicks.co.nz) y (b) escena (www.lavozenoff.net) de la película "**Gattaca**"(1997) dirigida por Andrew Niccol, la cual nos va a permitir tratar tanto parte del contenido de la asignatura de Biología y Geología para 4º de ESO como reflexionar sobre aspectos ético-sociales relevantes en la actualidad.

Por último y como ya se ha dicho previamente, el tema alrededor del cual se centra esta película coincide con parte del temario de Biología y Geología del curso de 4º de la ESO. Según Piaget e Inhelder (1948), a partir de los 12 años se alcanza la denominada "etapa de las operaciones formales" o etapa final del desarrollo cognitivo, momento en el que los alumnos empiezan a desarrollar una visión más abstracta del mundo, a tener una mayor comprensión éste y de la idea causa efecto. De manera progresiva podrán formular hipótesis o razonar en contra de hechos, entre otras cosas, por lo que considero que en este curso los alumnos van a ser más capaces de enfrentarse y entender este enfoque de trabajo además de mostrar un mayor interés y conocimiento por aspectos tanto científicos como morales.

El plantear la asignatura de este modo no sólo va a permitir la transmisión de contenidos abstractos para los alumnos de forma innovadora e interesante, sino que también va a acercar la ciencia a la sociedad contribuyendo en su formación como ciudadanos responsables, consecuentes y con cierta convicción ética capaces de plantearse aspectos tanto científicos como morales. De forma adicional, en este curso también empiezan a cursar la asignatura de "Educación ético-cívica", entre otras, por lo que si se quisiera este trabajo se podría enfocar de un

modo más multidisciplinar tocando tanto esa como otras materias. La carga ética y moral de la película también hace que se pueda tratar desde la tutoría a modo de tratar la integración.

2.4. Modo de trabajo

Para entender un poco mejor las características de la metodología y el desarrollo de las actividades que se van a plantear en la unidad, es necesario conocer las características del centro donde he realizado mis prácticas y en el que hipotéticamente se aplicaría ésta. El Colegio Ramón y Cajal (CRC) es un centro de entidad privada que recibe a familias de una capacidad socioeconómica bastante elevada, lo cual se refleja tanto en las posibilidades de sus instalaciones como en los materiales de trabajo. Las **aulas del centro** presentan una disposición en la que es fácil flexibilizar el espacio y consecuentemente las actividades propuestas, disponiendo los alumnos de pupitres con sillas individuales y movibles que, durante la realización trabajos grupales, les permiten juntarse fácilmente los unos con los otros para trabajar (**Figura 5a**). Otro de los aspectos más destacables del centro es el amplio uso que hacen de las **nuevas tecnologías**, habiendo implantado de forma relativamente reciente el denominado proyecto "Digital Experience (iPad one to one)" en el que cada alumno puede tener acceso a mucha más información y recursos durante las horas de clase gracias al trabajo individualizado con iPad (**Figura 5b**). Por último, los alumnos de la ESO de este centro tienen clase tanto por la mañana como por la tarde, lo que les permite disponer de un mayor número de horas que un instituto público las cuales, en caso de así decidirlo, podrían ser usadas para la visualización de la película. Mediante la propuesta de enseñanza innovadora planteada en este trabajo pretendo sacar el máximo partido tanto de los recursos únicos que ofrece el centro como de las aportaciones de cada alumno a la hora de relacionarse, participar, aprender y trabajar en equipo, utilizando siempre la película científica como recurso principal.

Figura 5. (a) Visión de algunas de las aulas del centro actualmente y de cómo serán todas ellas en Secundaria tras el proyecto de remodelación del centro que se llevará a cabo en el verano del 2015. (b) Grupo de alumnos de Secundaria del CRC trabajando con el iPad como parte del proyecto Digital Experience. (http://www.rcajal.es).

Teniendo estas características en cuenta, he decidido enfocar la unidad hacia tres modos distintos de trabajo.

- **El aprendizaje por proyectos o tareas**

Según el Marco Oficial de Referencia (CVC), entendemos como **tarea** cualquier acción intencionada que un individuo considera necesaria para conseguir un resultado concreto en cuanto a la resolución de un problema, el cumplimiento de una obligación o la consecuencia de un objetivo, mientras que la R.A.E. añade el matiz de que ha de ser realizada en un tiempo limitado. Aunque el término del aprendizaje basado en proyectos o tareas sea difícil de definir, sabemos que la metodología centrada en éste entiende el currículo como la propuesta de proyectos o tareas a realizar por el alumnado en vez de ser un listado de contenidos a explicar por el profesorado. Mantener a los estudiantes comprometidos y motivados constituye un reto muy grande incluso para los docentes más experimentados, y pese a que sea difícil encontrar algo que funcione para todos la investigación evidencia que las prácticas que se enfocan en un trabajo más retador y complejo, que tienen un enfoque más multidisciplinar y que promueven el trabajo cooperativo estimulan una mayor participación de los estudiantes (Anderman y Midgley, 1998).

Durante la Educación Secundaria este enfoque muchas veces también es denominado como CTS (Ciencia Tecnología Sociedad) o estudio de casos, y en él es importante que los alumnos asimilen una serie de capacidades y contenidos, sean capaces de resolver un determinado problema, y finalmente puedan aplicar este aprendizaje en la resolución de una cuestión en un contexto determinado (en este caso en relación con la película “Gattaca”) con aplicación en el mundo real más allá del aula de clase. Los alumnos participan como sujetos activos en una investigación de varios casos pequeños en la que se fomenta tanto el aprendizaje autónomo como el grupal, realizando tareas que les incitan a aprender todo lo necesario para llevarlas a cabo y creando ente ellos un espacio de comunicación y cooperación a la hora de resolverlas (González Aguado, 2013).

La propuesta de este tipo de trabajos puede derivar o bien a partir de alguna duda o problema expresada por los propios alumnos, método defendido más por el enfoque Reggio Emilia (Edwards *et al*, 1993; Abramson *et al*, 1995) practicado fundamentalmente para edad temprana, o bien ser formulada por el profesor, el cual tendrá como función ayudar a los alumnos a construir su propio conocimiento. Aspectos como el espacio, el tiempo o la falta de flexibilidad metodológica hacen que muchas veces el enfoque sea difícil de poner en práctica en la etapa educativa de Secundaria, pero las características y recursos únicos del centro donde se aplicaría está unidad permiten que, de forma innovadora, el trabajo por tareas pase de existir sólo como parte de las actividades complementarias y tome una posición mucho más preliminar a lo largo del tema. Esta estrategia, además, va a permitir adaptarse a los distintos estilos de aprendizaje de los alumnos, haciendo que los trabajos evolucionen en función del avance de la clase, fomentando la motivación del alumnado, trabajando varias competencias y promoviendo un mayor aprendizaje significativo. Gracias a esto los estudiantes aumentarán su compromiso hacia la enseñanza y retendrán el conocimiento adquirido con mucha mayor facilidad (NorthWest Regional Educational Laboratory).

- **El trabajo cooperativo y por grupos interactivos**

El aprendizaje y **trabajo cooperativo** hace referencia a una serie de estrategias instruccionales que incluyen a la interacción cooperativa de estudiante a estudiante por medio de grupos pequeños en los que trabajar juntos para conseguir lograr unos objetivos compartidos como una parte integral del proceso de aprendizaje (Johnson y Johnson, 1991; Kagan, 1994), mientras que los **grupos interactivos** pretenden, entre otros objetivos, disminuir la competitividad y generar solidaridad, aumentando simultáneamente el aprendizaje académico y la participación del alumnado en las clases haciendo que el aprendizaje sea de la mayor calidad posible (Gràcia y Elboj, 2005).

En una situación de aprendizaje individualista el alumno se centra únicamente en la realización de su tarea y en conseguir, a nivel propio y personal, los resultados previstos. Por tanto el hecho de que un alumno consiga o no los objetivos no influye de ningún modo en que sus compañeros los alcancen o no, haciendo que cada estudiante persiga su propio beneficio sin tener en cuenta el de sus compañeros de clase. De este modo, la recompensa viene determinada por el trabajo de cada persona, sin tener en consideración los trabajos de los demás. Sin embargo, el trabajar en equipo bajo estos enfoques permite que los alumnos adquieran nuevos conocimientos, que fomenten sus relaciones y su capacidad de apreciar y beneficiarse de las ideas de los demás, y que de forma conjunta todos los miembros del grupo consigan alcanzar los objetivos propuestos. En beneficio y éxito del grupo se reflejará también en el éxito individual de cada miembro (Servicio de Innovación Educativa UPM, 2008).

El contexto actual de la sociedad de consumo no favorece los valores de cooperación y ayuda ni las actitudes altruistas y prosociales, sin embargo existe un consenso generalizado en reconocer el “trabajo en equipo” como una competencia básica en la práctica profesional de cualquier persona, constituyendo una de las demandas más fuertes del mundo laboral (Linares, 2004). Es imprescindible que desde las aulas empecemos a enseñar la importancia de estas cualidades tanto para su futuro profesional como personal, por lo que creo que esta metodología puede ayudar en su desarrollo motivando a la vez al alumno para que en él se produzca un aprendizaje significativo. El trabajo cooperativo y en grupos interactivos fomenta la competencia social y la autonomía e iniciativa personal de cada individuo, atendiendo también a la diversidad del alumnado en igualdad de condiciones. A pesar de que en el CRC los alumnos tengan un avance curricular muy similar entre ellos, un aspecto en el que sí se diferencian es en los distintos estilos de aprendizaje de cada uno, por lo que especialmente en el trabajo por grupos interactivos todos ellos y sus distintas formas de trabajar van a poder ser aprovechadas al máximo, mejorando el rendimiento de cada individuo y el clima de convivencia tanto en el centro como fuera de él. Todos los alumnos tienen derecho a la mejor educación, según sus capacidades, y han de contar con la comunidad educativa para conseguirlo.

La participación en tareas grupales hace que los estudiantes tengan que deliberar sobre sus ideas para poder realizarlas, además de que les presenta situaciones en las que es necesario resolver

conflictos de naturaleza intelectual y social que conllevan una comprensión más profunda de los conceptos y un incremento de la calidad del aprendizaje. La disponibilidad de aulas con un mobiliario flexible en el centro permite redistribuir la clase por estaciones, importante para el trabajo por grupos interactivos en el que los alumnos distribuidos por grupos heterogéneos tendrán que rotar e ir realizando diferentes actividades, o distintos grupos de trabajo cooperativo de modo que las actividades podrán ser más variadas y amplias (Molina *et al*, 2011). Del mismo modo, si es necesario trabajar de forma individual el mobiliario permitirá hacerlo. Este tipo de dinámicas permiten que el trabaje con muchos más aspectos más allá de los contenidos, por lo que tanto por esta razón como por la situación del centro este va a constituir uno de los modos de trabajo centrales del proyecto.

- **El fomento de un uso responsable de las TIC en el aula**

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) nos ofrecen nuevas oportunidades para el aprendizaje en una sociedad cada vez más conectada, en la cual aprender a trabajar con otros y colaborar es fundamental. Tal y como dijo Piaget (1969), “la meta principal de la educación es crear hombres que sean capaces de hacer cosas nuevas, no simplemente de repetir lo que otras generaciones han hecho; hombres que sean creativos, inventores y descubridores”. Las TIC constituyen una valiosa fuente de información que nos permiten acceder a gran cantidad de conceptos y plataformas nuevas, actualizar conocimientos obsoletos y ponernos al día sobre información relevante en nuestra sociedad, por lo que la educación debe permitir que los alumnos, a medida que aumenten las posibilidades de acceso a los datos, puedan aprovecharlos, seleccionarlos, ordenarlos, manejarlos y utilizarlaos (Delors, 1999). Teniendo en cuenta la función social de la enseñanza, las nuevas tecnologías introducen novedades como la integración de la palabra hablada y la escrita con sonidos e imágenes transformando los códigos de comunicación dominantes hasta ahora en los procesos educativos o el aumento del carácter de universalidad facilitando la configuración de comunidades culturales más amplias (Gimeno, 2001). Para desarrollar en los alumnos competencias como la de aprender a aprender, la social o la ciudadana no debemos ignorar que las nuevas tecnologías han dado lugar a lo que hoy en día conocemos como “sociedad del conocimiento” y por lo tanto, es necesario que sean competentes en el tratamiento de la información digital.

Sin embargo, no todos los aspectos del uso de las TIC pueden resultar positivos y si no tenemos en cuenta que el aprendizaje del alumnado constituye una parte fundamental del acto didáctico a la hora de aplicar estas herramientas, es fácil que su uso contribuya a que los estudiantes se obsesionen con ellas haciendo que las vean como un vicio o una distracción más que una ayuda. El exceso de información que muchas veces encuentran y el poco rigor de gran parte de ésta hace que el fomento de un uso correcto y responsable de los recursos sea necesario, porque si bien los *nativos digitales* poseen un dominio sobre el manejo de las nuevas tecnologías no significa que necesariamente hagan un buen uso de las mismas. Usando las TIC de modo responsable en este trabajo a través de la película los alumnos van a poder indagar en profundidad en distintos temas relacionados con ésta, conseguirán más información para la

realización de actividades o para su propio interés y tendrán acceso a distintas plataformas con las que trabajar, pero todo ello de manera paralela a otras formas de trabajo que desarrollen competencias más allá de la digital, como la creativa. Este fenómeno ha de ser tratado desde todos los aspectos del currículo ya que todas las disciplinas, incluidas las de ciencias, se pueden nutrir de ella, por lo que mediante actividades que promuevan el debate y la variedad de respuestas, así como la realización de murales que permitan que los alumnos se expresen de otro modo, tanto ellos como el profesor podrán potenciar estas y otras competencias y sacar más partido a las clases.

A pesar de que no existan conclusiones determinantes respecto a la utilización de las TIC como medios didácticos, aunque queda bastante claro que pueden resultar muy útiles como recursos facilitadores siempre y cuando sean bien utilizados, el objetivo es generar propuesta viables en las que éstas sean usadas desde una perspectiva enriquecedora, capaz de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y que ayuden a lograr los objetivos generales y didácticos propuestos para el aula (Fandos Garrido, 2003).

Juntando y aprovechando todas estas metodologías (trabajo por tareas, trabajo en equipo y uso responsable de las TIC) y posibilidades se podrán variar las actividades con mayor facilidad, de forma que se vayan adaptando a los distintos ritmos de aprendizaje de cada individuo hasta conseguir un **aprendizaje significativo** en cada uno de ellos. Los alumnos podrán, de esta forma, interiorizar los nuevos conocimientos de su etapa necesarios e impuestos por la ley, a la vez que alcanzan una serie de objetivos de interés personal que harán que el temario aprendido adquiera un mayor nivel de relevancia para ellos.

3. Proyecto de innovación

A continuación, quedarán descritos de manera específica los elementos del currículo, las actividades y los modos de evaluación que se abordarán durante el desarrollo del trabajo. El proyecto de innovación, que propone el uso de la película de ciencia ficción “Gattaca” en el desarrollo de una unidad didáctica aplicable a una clase de 4º de ESO en el Colegio Ramón y Cajal para explicar el tema de “La herencia y la transmisión de los caracteres” (LOE), busca que mediante el uso de este recurso no sólo se aprovechen los avances que las nuevas tecnologías y el centro proporcionan, sino que, junto con la metodología a emplear, ésta acerque la Biología y Geología a los alumnos.

La propuesta está diseñada para durar aproximadamente un mes en forma de unidad didáctica que comprende un sólo tema de la asignatura de Biología y Geología, pero si el profesor lo estimara oportuno sería factible desarrollar otras secuencias de aprendizaje para los temas de “La célula, unidad de vida” y “Origen y evolución de los seres vivos” (también pertenecientes al bloque 3 del currículo) relacionadas con la película y el tema a tratar. Si se implementara este trabajo

sería necesaria una gran flexibilidad en el aula, un gran uso y disponibilidad de los recursos digitales, y un horario amplio para visualizar la película, factores con los que cuenta el centro nombrado. Es importante recalcar que esta es sólo una aproximación teórica ya que no pudo llevarse a cabo en mi periodo de prácticas, por lo que no se obtendrán conclusiones precisas sobre su éxito desde el punto de vista de los alumnos más allá de lo que yo haya podido observar en el pasado al aplicar metodologías similares a las nombradas en otras circunstancias. Si realmente se llevara a la práctica sería necesario el adaptarlo a las circunstancias de cada grupo-aula en particular, pero en este trabajo se reflejarán simplemente las características generales de la propuesta sin ningún tipo de adaptaciones adicionales.

3.1. Objetivos del proyecto

A través de las metodologías nombradas y las actividades derivadas de ellas se pretenden conseguir distintos objetivos. Los **objetivos generales** son aquellos que persigue este trabajo y los cuales transcienden al contenido dictaminado por la ley, mientras que los **didácticos** derivan directamente de aquello que por ley los alumnos han de aprender. Los objetivos de **área** (Biología y Geología) y **etapa** (ESO) son específicos de la LOE para el currículo de la Comunidad de Madrid (BOCM, decreto 23/2007 de 10 de mayo), y solamente quedarán reflejados en una tabla comparativa según su numeración en ésta.

- **Objetivos generales**

- Utilizar el cine de ciencia ficción como recurso didáctico principal en la asignatura de Biología y Geología para motivar y facilitar al alumnado en su aprendizaje.
- Adaptar e integrar los contenidos de la asignatura y de la película a la realidad de los alumnos para que puedan comprenderlos y conseguir un aprendizaje significativo.
- Aprovechar al máximo las posibilidades que ofrece el centro y la época en la que vivimos para poder variar las actividades a lo largo de la unidad y mejorar el aprendizaje de los alumnos.
- Fomentar la capacidad de razonamiento de los alumnos mediante la realización de tareas que les permitan adquirir nuevos conocimientos.
- Fomentar la creatividad de los alumnos mediante el proceso de generación de nuevas ideas valiosas, así como trabajando en su propia expresividad y sensibilidad artística.
- Realizar actividades relacionadas con la película que puedan adaptarse al ritmo de aprendizaje de todos los alumnos.
- Potenciar el buen uso de las TIC y aprender a sacar el máximo partido de ellas.
- Aprender a expresarse con fluidez tanto de forma escrita como oral ante grupos de gente.
- Aprender a trabajar con otras personas y valorar las aportaciones de cada compañero.
- Mejorar la relación del grupo-clase tanto dentro como fuera del aula.
- Ayudar a que los alumnos mejoren su visión de la ciencia a través del cine y de experiencias más vivenciales.
- Comparar los hechos científicos de la película con la realidad científica vigente y discernir entre aquello que es cierto y aquello que no lo es.

- Promover el que los alumnos reflexionen sobre asuntos científicos pertinentes en la actualidad mediante la visualización y el trabajo de la película.
- Trabajar con proyectos y metodologías innovadoras para crecer como profesora y que los alumnos puedan sacar el máximo de su experiencia en la asignatura.

• Objetivos didácticos

1. Estudiar de las leyes de Mendel para comprender los principios básicos de la genética y de la transmisión de los caracteres.
2. Relacionar estos principios con ejemplos que se puedan extraer de la película.
3. Comprender los conceptos y la función en la herencia de los genes, del ADN y de los alelos.
4. Comprender las bases del código genético.
5. Estudiar y comprender los principios de las mutaciones genéticas y su relación con ciertas enfermedades hereditarias.
6. Analizar las posibles mutaciones o enfermedades que aparezcan en la película relacionándolas entre sí.
7. Conocer los principios y características de la herencia del sexo en la genética humana.
8. Conocer los principios y características de la herencia ligada al sexo en la genética humana.
9. Conocer los principios y características de la herencia dominante en la genética humana.
10. Conocer los principios y características de la herencia codominante en la genética humana.
11. Conocer los principios y características de la herencia intermedia en la genética humana.
12. Conocer los principios y características de la herencia de alelos múltiples en la genética humana.
13. Aprender a analizar, razonar el orden y dibujar distintos árboles genealógicos.
14. Resolver problemas sencillos de genética relacionados con ejemplos de mutaciones y distintos tipos de herencia vistos en la película.
15. Comprender los principios y características de los aspectos preventivos (diagnósticos prenatales) existentes en la actualidad.
16. Reflexionar sobre la aceptación social de la gente con posibles problemas relacionados con la genética tanto en la película como en nuestro día a día.
17. Reflexionar sobre las aplicaciones, repercusiones y desafíos más importantes de la ingeniería y manipulación genética tanto en la película como en la actualidad.
18. Reflexionar sobre las implicaciones ecológicas, sociales y éticas de los avances en biotecnología genética y reproductiva tanto en la película como en la actualidad
19. Investigar sobre los avances más prominentes en este campo en comparación con lo propuesto en la película y entender nuestro papel en su desarrollo.
20. Aprender a valorar la utilidad de las nuevas tecnologías en la búsqueda de información y en su propio proceso de concienciación en relación con los avances en la ingeniería genética.

• Relación entre los objetivos didácticos, de etapa y de área

	Objetivos Didácticos	Objetivos Etapa	Objetivos Área
1	Estudiar de las leyes de Mendel para comprender los principios básicos de la genética y de la transmisión de los caracteres.	b, f, h	1, 2, 3
2	Relacionar estos principios con ejemplos que se puedan extraer de la película.	a, c, f, g, k, m	4, 9, 10, 11
3	Comprender los conceptos y la función en la herencia de los genes, del ADN y de los alelos	b, f, h	1, 2, 3
4	Comprender las bases del código genético.	b, f, h	1, 2, 3
5	Estudiar y comprender los principios de las mutaciones genéticas y su relación con ciertas enfermedades hereditarias.	b, f, h	1, 2, 3
6	Analizar las posibles mutaciones o enfermedades que aparezcan en la película relacionándolas entre sí.	a, c, f, g, k, m	4, 9, 10, 11
7	Conocer los principios y características de la herencia del sexo en la genética humana.	b, f, h	1, 2, 3
8	Conocer los principios y características de la herencia ligada al sexo en la genética humana.	b, f, h	1, 2, 3
9	Conocer los principios y características de la herencia dominante en la genética humana.	b, f, h	1, 2, 3
10	Conocer los principios y características de la herencia codominante en la genética humana.	b, f, h	1, 2, 3
11	Conocer los principios y características de la herencia intermedia en la genética humana.	b, f, h	1, 2, 3
12	Conocer los principios y características de la herencia de alelos múltiples en la genética humana.	b, f, h	1, 2, 3
13	Aprender a analizar, razonar el orden y dibujar distintos árboles genealógicos.	a, c, f, g, k, m	4, 9, 10, 11
14	Resolver problemas sencillos de genética relacionados con ejemplos de mutaciones y distintos tipos de herencia vistos en la película.	a, c, f, g, k, m	4, 9, 10, 11
15	Comprender los principios y características de los aspectos preventivos (diagnósticos prenatales) existentes en la actualidad.	b, f, h	1, 2, 4
16	Reflexionar sobre la aceptación social de la gente con posibles problemas relacionados con la genética tanto en la película como en nuestro día a día.	e, f, h, i, k, m	4, 6, 9, 9

	Objetivos Didácticos	Objetivos Etapa	Objetivos Área
17	Reflexionar sobre las aplicaciones, repercusiones y desafíos más importantes de la ingeniería y manipulación genética tanto en la película como en la actualidad.	e, f, h, i, k, m	4, 6, 9, 10
18	Reflexionar sobre las implicaciones ecológicas, sociales y éticas de los avances en biotecnología genética y reproductiva tanto en la película como en la actualidad	e, f, h, i, k, m	4, 6, 9, 10
19	Investigar sobre los avances más prominentes en este campo en comparación con lo propuesto en la película y entender nuestro papel en su desarrollo.	e, f, h, i, k, m	4, 6, 9, 10
20	Aprender a valorar la utilidad de las nuevas tecnologías en la búsqueda de información y en su propio proceso de concienciación en relación con los avances en la ingeniería genética.	e, f, h, i, k, m	4, 6, 9, 10

3.2. Competencias básicas a trabajar

Las competencias a trabajar, al igual que los distintos objetivos y los contenidos de esta unidad, serán los nombrados según la LOE. En el Anexo I del Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre quedan reflejadas las siguientes competencias como elementos integrantes del currículo, las cuales se tocarán a través del trabajo con “Gattaca”.

a) **Competencia en comunicación lingüística:** adquiriendo vocabulario y terminología científica relacionada con la herencia y transmisión de los caracteres, desarrollando habilidades para la exposición oral y escrita de los aspectos tratados, y entendiendo e interpretando las experiencias y situaciones vistas tanto en la película como en nuestra sociedad.
   - *Los objetivos que trabajarán esta competencia son: 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15.*

b) **Competencia matemática:** entendiendo, formulando y resolviendo leyes y problemas relacionados con la interpretación de datos de frecuencias génicas tanto en contextos reales como en la película.
   - *Los objetivos que trabajarán esta competencia son: 1, 2, 13, 14.*

c) **Competencias en el conocimiento e interacción con el mundo físico**: relacionando los conceptos básicos de la genética articulándolos en leyes, modelos y teorías para comprender el mundo que nos rodea, y reconociendo los puntos fuertes y límites de la genética a través de la película y en la actualidad.
   - *Los objetivos que trabajarán esta competencia son: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19.*

d) **Competencia digital:** usando herramientas multimedia y el dispositivo electrónico disponible (iPad) de manera eficiente y adecuada para la búsqueda de información y realización de actividades en clase relacionados con la película y el tema a tratar.
   - *Los objetivos que trabajarán esta competencia son: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 19, 20.*

e) **Competencia para aprender a aprender:** mediante el desarrollo de procesos reflexivos, argumentativos, autoconstructivos y autoevaluativos durante todo el transcurso de la unidad didáctica, valorando los alumnos sus propias ideas y aprendiendo de sus errores.
   - *Los objetivos que trabajarán esta competencia son: 2, 3, 5, 6, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20.*

f) **Competencia social y ciudadana:** valorando, opinando y llegando a conclusiones propias a partir de la comprensión de las contribuciones tanto positivas como negativas del ser humano en cuanto a los avances en la ingeniería genética, así como fomentando actitudes de cooperación y respeto al trabajar en equipo.
   - *Los objetivos que trabajarán esta competencia son: 16, 17, 18, 19, 20.*

g) **Competencia de autonomía e iniciativa personal:** potenciando el espíritu crítico en la valoración de sus ideas y en la toma de decisiones tanto dentro del aula, en la realización de trabajos grupales o individuales relacionados con la pellicoula y en la aportación de ideas, como fuera, en su concienciación y contribución como ciudadanos en los aspectos más controvertidos en relación con la genética, y planificando y usando estrategias para afrontar situaciones problemáticas referentes a la herencia génica mostrando seguridad y confianza en las propias capacidades.
   - *Los objetivos que trabajarán esta competencia son: 2, 3, 5, 6, 13, 14, 16, 17, 18, 19.*

h) **Competencia cultural y artística:** conociendo y usando distintos recursos expresivos (vídeos, imágenes, presentaciones, etc) para fomentar su imaginación y creatividad, así como valorando la importancia y utilidad del cine como recurso visual en el estudio de del temario de Biología y Geología, en este caso en la herencia y transmisión de los caracteres.
   - *Los objetivos que trabajarán esta competencia son: 13, 16, 17, 18, 19, 20.*

3.3. Contenidos

Según el decreto 23/2007 del 10 de mayo en el que se establece el currículo para la Comunidad de Madrid en la Educación Secundaria Obligatoria, los contenidos para la asignatura de Biología y Geología en 4º de ESO correspondientes a la herencia y la transmisión de los caracteres (bloque 3) son los nombrados a continuación. En este trabajo quedarán subdivididos y descritos de manera más específica.

- **Contenidos unidad didáctica (proyecto de innovación)**

1. Estudio de las leyes de Mendel para comprender los principios básicos de la genética y de la transmisión de los caracteres.
2. Relación de estos principios con ejemplos que de la película.
3. Estudio de los principios y características de la herencia del sexo, la herencia ligada al sexo, la herencia dominante, la herencia codominante, la herencia intermedia y la herencia de alelos múltiples en la genética humana.
4. Comprensión de los principios y características de los aspectos preventivos (diagnósticos prenatales) existentes en la actualidad.
5. Comprensión del papel en la herencia de los genes, del ADN y de los alelos.
6. Comprensión de las bases del código genético.
7. Estudio de los principios de las mutaciones genéticas y su relación con ciertas enfermedades hereditarias.
8. Reflexión sobre la aceptación social de la gente con posibles problemas relacionados con la genética tanto en la película como en nuestro día a día.
9. Resolución de problemas sencillos de genética relacionados con ejemplos de mutaciones y distintos tipos de herencia vistos en la película.
10. Análisis, razonamiento del el orden y dibujo de distintos árboles genealógicos.
11. Reflexión sobre las aplicaciones, repercusiones y desafíos más importantes de la ingeniería y manipulación genética tanto en la película como en la actualidad.
12. Investigación sobre los avances más prominentes en este campo en comparación con lo propuesto en la película y entender nuestro papel en su desarrollo.
13. Valoración de la utilidad de las nuevas tecnologías en la búsqueda de información y en su propio proceso de concienciación en relación con los avances en la ingeniería genética.
14. Reflexión sobre la aceptación social de la gente con posibles problemas relacionados con la genética tanto en la película como en nuestro día a día.
15. Reflexión sobre las implicaciones ecológicas, sociales y éticas de los avances en biotecnología genética y reproductiva tanto en la película como en la actualidad
16. Investigación sobre los avances más prominentes en este campo en comparación con lo propuesto en la película y entender nuestro papel en su desarrollo.
17. Valoración de la utilidad de las nuevas tecnologías en la búsqueda de información y en su propio proceso de concienciación en relación con los avances en la ingeniería genética.

- **Relación y clasificación de los contenidos**

Los contenidos, además de poner dividirse en conceptuales, procedimentales o actitudinales en función de su carácter, también se pueden dividir en imprescindibles, necesarios o complementarios en función de su importancia. En la siguiente tabla quedarán divididos en ambas categorías, la primera por nombre y la segunda por color (cuando más oscuro más importante), pero realmente la segunda clasificación no será muy relevante para este trabajo. También se verá la relación de los contenidos desarrollados para el trabajo con los reflejados en la LOE.

Contenidos LOE	Contenidos unidad (proyecto)	Clasificación
Estudio de las bases de la genética: las leyes de Mendel	Estudio de las leyes de Mendel para comprender los principios básicos de la genética y de la transmisión de los caracteres.	**Conceptual**
	Relación de estos principios con ejemplos que de la película.	**Procedimental**
Estudio de la genética humana: la herencia del sexo, la herencia ligada al sexo, estudio de algunas enfermedades hereditarias, aspectos preventivos (diagnóstico prenatal)	Estudio de los principios y características de la herencia del sexo en la genética humana.	**Conceptual**
	Estudio de los principios y características de la herencia ligada al sexo en la genética humana.	**Conceptual**
	Estudio de los principios y características de la herencia dominante en la genética humana.	**Conceptual**
	Estudio de los principios y características de la herencia codominante en la genética humana.	**Conceptual**
	Estudio de los principios y características de la herencia intermedia en la genética humana.	**Conceptual**
	Estudio de los principios y características de la herencia de alelos múltiples en la genética humana.	**Conceptual**
	Comprensión de los principios y características de los aspectos preventivos (diagnósticos prenatales) existentes en la actualidad.	**Conceptual**
Definición aproximada del concepto de gen	Comprensión del papel en la herencia de los genes, del ADN y de los alelos.	**Conceptual**
Estudio del código genético.	Comprensión de las bases del código genético.	**Conceptual**
Estudio de las mutaciones	Estudio de los principios de las mutaciones genéticas y su relación con ciertas enfermedades hereditarias.	**Conceptual**

Contenidos LOE	Contenidos unidad (proyecto)	Clasificación
Estudio de las mutaciones.	Reflexión sobre la aceptación social de la gente con posibles problemas relacionados con la genética tanto en la película como en nuestro día a día.	**Actitudinal**
Resolución de problemas sencillos de genética.	Resolución de problemas sencillos de genética relacionados con ejemplos de mutaciones y distintos tipos de herencia vistos en la película.	**Procedimental**
	Análisis, razonamiento del el orden y dibujo de distintos árboles genealógicos.	**Procedimental**
	Distinción entre aquello que es científicamente correcto en la película y aquello que no lo es en relación con este tema.	**Procedimental**
Reflexión sobre la ingeniería y manipulación genética: aplicaciones, repercusiones y desafíos más importantes. Los alimentos transgénicos, el genoma humano y la clonación.	Reflexión sobre las aplicaciones, repercusiones y desafíos más importantes de la ingeniería y manipulación genética tanto en la película como en la actualidad.	**Actitudinal**
	Investigación sobre los avances más prominentes en este campo en comparación con lo propuesto en la película y entender nuestro papel en su desarrollo.	**Procedimental**
	Valoración de la utilidad de las nuevas tecnologías en la búsqueda de información y en su propio proceso de concienciación en relación con los avances en la ingeniería genética.	**Actitudinal**
	Reflexión sobre la aceptación social de la gente con posibles problemas relacionados con la genética tanto en la película como en nuestro día a día.	**Actitudinal**

Contenidos LOE	Contenidos unidad (proyecto)	Clasificación
Reflexión sobre las implicaciones ecológicas, sociales y éticas de los avances en biotecnología genética y reproductiva.	Reflexión sobre las implicaciones ecológicas, sociales y éticas de los avances en biotecnología genética y reproductiva tanto en la película como en la actualidad	**Actitudinal**
	Investigación sobre los avances más prominentes en este campo en comparación con lo propuesto en la película y entender nuestro papel en su desarrollo.	**Procedimental**
	Valoración de la utilidad de las nuevas tecnologías en la búsqueda de información y en su propio proceso de concienciación en relación con los avances en la ingeniería genética.	**Actitudinal**

3.4. Principios metodológicos generales

Durante el desarrollo del proyecto de innovación en el aula la metodología, la cual ya se ha mencionado previamente y se describirá a través de las actividades más adelante, se va a basar en una serie de características metodológicas propias que quedan descritas a continuación:

- **Activa:** mediante la realización de tareas los alumnos tienen una serie de responsabilidades que les ayudan a avanzar y crear su propio camino en el proceso de aprendizaje. El estudiante aprende mejor haciendo que recibiendo la educación, se interioriza mejor el contenido y perdura más tiempo.
- **Participativa:** el alumno es el protagonista de su propio proceso educativo, tomando sus propias decisiones e implicándose hasta el punto en que lo hace suyo. Esto ayuda a que aumente notablemente el interés. El profesor simplemente actúa como guía en el proceso.
- **Vivencial o experimental:** este tipo de metodología hace que el alumno retenga mejor los contenidos que ha puesto en práctica y que encuentre más relación con ellos. Se verá principalmente a la hora de ir al laboratorio.
- **Visual:** gracias a la película y los recursos proporcionados por el iPad, el alumno puede observar y analizar el contenido a estudiar de forma más clara, relacionando más fácilmente éste tanto con la realidad que conocemos como con la de otras sociedades

diversas, y alcanzando un mayor grado de comunicación entre los compañeros a la vez que el alumno se transforma en un vehículo de comunicación.

- **Integral:** se reconoce a la persona en todas sus dimensiones, facilitando la adquisición de actitudes y valores positivos tanto hacia uno mismo como hacia sus compañeros desarrollando también una serie de valores, conocimientos, un sentido crítico, etc.
- **Grupal:** se utiliza el grupo de iguales como medio educativo para la integración, la comunicación, el trabajo en equipo, la cooperación, el respeto, la interacción, etc.
- **Cooperativa:** en el contexto del trabajo en equipo la metodología va a promover que alumnos más aventajados en ciertas áreas apoyen a aquellos que puedan ir más retrasados en ese aspecto en concreto, y viceversa en caso contrario.
- **Evaluativa:** la metodología tiene la intención de descubrir en cualquier momento del proceso educativo los fallos, necesidades, pros y contras para mejorar la acción por medio de la retroalimentación. Esto no sólo beneficiará al profesor, sino que también ayudará al propio alumno, y se conseguirá a través de las actividades y trabajos que se vayan realizando así como con los mini-test (ver más adelante).
- **Flexible:** tanto con las actividades como con el espacio y el tiempo, adaptándose cada una en función del progreso de la clase, la tarea a realizar y el ritmo de aprendizaje de los alumnos.
- **Cercana:** las actividades y contenidos practicados a través de esta metodología tendrán relación con el entorno de los alumnos, les va a permitir aplicar lo aprendido a situaciones de la vida cotidiana y analizar el medio que les rodea.

La **disposición del aula** durante el desarrollo de las actividades de la propuesta de innovación, teniendo en cuenta que en este centro por cada clase hay entre 35-36 alumnos, será la siguiente: **(se dice en la metodología antes)**

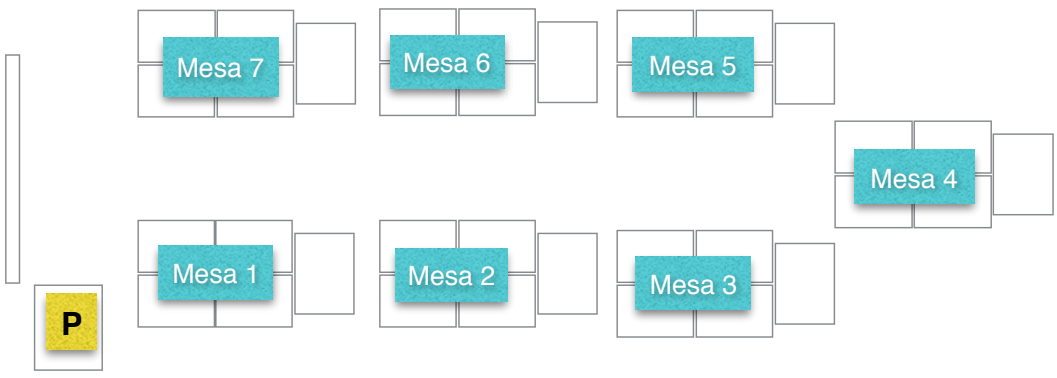


Figura 6. Disposición de la clase durante el desarrollo del proyecto.

4. Desarrollo de la propuesta de innovación

El propósito de esta propuesta es el utilizar el cine de ciencia ficción como el eje central del tema y el hilo conductor de la programación en el aula, tratándolo como la principal fuente de información principal para los estudiantes y siendo apoyado en menor medida con un libro propio de la asignatura. Aunque las actividades, los debates, las tareas y las reflexiones vayan a derivar siempre de algún aspecto relacionado con la película, es bueno tener un recurso adicional como guía con los contenidos seleccionados y adaptados al nivel de los alumnos, pero en el aula procuraremos usarlo lo menos posible. El libro en el que me he basado principalmente para ajustarme a los contenidos específicos de 4º de ESO es el "Bloque III: Las bases de la vida" de Biología y Geología de la editorial Edebé, pero puesto que en este centro se trabaja exclusivamente con iPads y lo habitual es que cada profesor desarrolle su propio libro interactivo para los alumnos cabría la posibilidad de tomar esa ruta. No he considerado necesario el desarrollar uno propio para este trabajo en particular. Puesto que el proyecto va a presentarse en forma de unidad didáctica, es preciso concretar que ésta está constituida por una secuencia de aprendizaje con varios apartados que pasaré a describir a continuación.

Las situaciones o secuencias de aprendizaje son procesos, una serie de habilidades que determinan la adquisición de los contenidos y que fomentan una conducta autónoma de ello. Éstas se dividen en varias partes:

- El inicio constituye un proceso de motivación, para el cual es necesario anclar el contenido a explicar con algo que ya conozca el alumno, encontrando el equilibrio entre lo excesivamente sencillo que ya domine y los contenidos que se encuentren fuera del alcance del mismo, es decir, se tiene que dar un aprendizaje significativo. De este modo estaremos trabajando la competencia de autonomía e iniciativa personal desde el principio de la unidad.
- Siguiendo con el rango de contenidos potencialmente significativos que se le han de impartir al alumno, es necesario implementar unas estrategias que desarrollen en el alumno ciertas habilidades. Esta parte más metodológica busca englobar actividades que trabajen las competencias básicas descritas por la ley y generalizar los contenidos a tratar para poder relacionarlos con lo aprendido por otras asignaturas.
- Finalmente, en la fase de reconceptualización o refuerzo el alumno tiene que obtener sus propias conclusiones y contrastar aquello que ya sabía de antes con lo nuevo que ha aprendido. Así mismo, se tiene que dar un proceso autoevaluativo tanto para el alumno como para el profesor. La reconceptualización supone un refuerzo positivo si ha tenido éxito, lo cual se traduce en una actitud positiva. En esta tercera fase se desarrollan las competencias de aprender a aprender mediante la autoevaluación, y la autonomía e iniciativa personal mediante la automotivación.

Teniendo en cuenta que la secuencia se va a extender en el tiempo durante varias semanas, no es recomendable dejar la reconceptualización para el final del tema sino que es preferible ir

haciéndola de forma progresiva y paralela a los contenidos. Esto se va conseguir mediante la realización de mini-test diarios, que ayudan a que los estudiantes lleven el temario al día y no se encuentren tan abrumados al no tener que pasar un examen final. Al terminar la secuencia se hará una reconceptualización general de lo aprendido mediante la realización de mapas conceptuales sobre los conceptos vistos en la película y su relación con lo aprendido en clase. Es importante recordar que en el centro los alumnos de la ESO tienen horario de mañana y de tarde, es decir, más horas de las que normalmente se imparten en un instituto público, por lo que es posible plantear actividades que tomen más tiempo como es el caso de la visualización de la película.

(explicar luego)

4.1. Temporalización

La planificación de este proyecto ha de ser relativamente flexible para que se ajuste a las necesidades que vayan surgiendo a lo largo del tema y a los distintos ritmos de aprendizaje de los alumnos, permitiendo que las actividades respondan a las preguntas y experiencias de los estudiantes en todo momento. Por ello, en la tabla de temporalización hipotética diseñada y reflejada a continuación he preferido dejar un par de sesiones adicionales al final del todo y no ajustar el tiempo de las actividades al total del de cada sesión, permitiendo que la lección fluya con más tranquilidad en vez de tener que forzar el contenido a los alumnos con tal de acabar a tiempo. Considero que es preferible ver parte del temario y hacerlo correctamente, especialmente en disciplinas tan complicadas como ésta, que ir excesivamente rápido perdiendo a los estudiantes por el camino.

En un total de 13 sesiones (un poco más de 4 semanas teniendo en cuenta las dos adicionales), la manera en la que yo me planificaría mi unidad sería la siguiente. Si se considerara que el tiempo de clase es excesivo, se podrían utilizar las horas adicionales del horario del centro para visualizar la película. Aquellas actividades o contenidos que tengan entre paréntesis “sae” al lado se verán de manera simultánea a la explicación.

Temporalización	Contenidos U.D.	Actividades
Sesión 1 (50 min)	Toma de contacto con el tema, toma de información.	• VISUALIZACIÓN DE LA PELÍCULA “GATTACA”
Sesión 2 (50 min)	Toma de contacto con el tema, toma de información.	• VISUALIZACIÓN DE LA PELÍCULA “GATTACA”
Sesión 3 (50 min)	Primera vista de todo.	• CAZA DEL TESORO: ACTIVIDAD PRELECTURA + ID. IDEAS PREVIAS: *50 min*
Sesión 4 (50 min)	Primera vista de todo.	• CAZA DEL TESORO: ACTIVIDAD PRELECTURA + ID. IDEAS PREVIAS: *50 min*
Sesión 5 (50 min)	Primera vista de todo.	• EXPOSICIÓN ACTIVIDAD PRELECTURA + ID. IDEAS PREVIAS: *50 min (unos 8 minutos por grupo)*
Sesión 6 (50 min)	Comprensión del papel en la herencia de los genes, del ADN y de los alelos: 10 min Comprensión de las bases del código genético: 5 min Relación de estos principios con ejemplos que de la película: 5 min (sae) Valoración de la utilidad de las nuevas tecnologías en la búsqueda de información y en su propio proceso de concienciación en relación con los avances en la ingeniería genética.	• ACTIVIDAD MOTIVADORA (en el laboratorio): *20 minutos* • DEBATE Y BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN (en el laboratorio): *10 minutos* • PREGUNTAS REFLEXIÓN (en el laboratorio): 3 *minutos*
Sesión 7 (50 min)	Estudio de las leyes de Mendel: 10 min Relación de estos principios con ejemplos que de la película: 5 min (sae) Valoración de la utilidad… Estudio de los principios y características de la herencia del sexo: 5 min Análisis, razonamiento del el orden y dibujo de distintos árboles genealógicos: 5 min (sae)	• MINI-TEST: *10 min* • DEBATE Y BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN: *10 minutos* • PREGUNTAS REFLEXIÓN: 3 *minutos* • *PROBLEMAS DE GENÉTICA: 5 min (sae)*

Sesión 8 (50 min)	Estudio de los principios y características de la herencia ligada al sexo en la genética humana: 5 min. Estudio de los principios y características de la herencia dominante en la genética humana: 5 min. Estudio de los principios y características de la herencia codominante en la genética humana: 5 min. Resolución de problemas sencillos de genética relacionados con ejemplos de mutaciones y distintos tipos de herencia vistos en la película: 7 min (sae) Análisis, razonamiento del el orden y dibujo de distintos árboles genealógicos: 7 min (sae) Valoración de la utilidad…	• MINI-TEST: *10 min* • PREGUNTAS REFLEXIÓN: 3 *minutos* • *PROBLEMAS DE GENÉTICA: 15 min (sae)*
Sesión 9 (50 min)	Estudio de los principios y características de la herencia intermedia en la genética humana: 5 min. Estudio de los principios y características de la herencia de alelos múltiples en la genética humana: 10 min. Estudio de los principios de las mutaciones genéticas y su relación con ciertas enfermedades hereditarias: 10 min. Reflexión sobre la aceptación social de la gente con posibles problemas relacionados con la genética tanto en la película como en nuestro día a día: 5 min. Resolución de problemas sencillos de genética relacionados con ejemplos de mutaciones y distintos tipos de herencia vistos en la película: 7 min (sae)	• MINI-TEST: *10 min* • PREGUNTAS REFLEXIÓN: 3 *minutos* • *PROBLEMAS DE GENÉTICA: 15 min (simultáneo a explicación)*

	Análisis, razonamiento del el orden y dibujo de distintos árboles genealógicos: 7 min (sae) Valoración de la utilidad…	
Sesión 10 - 11 (50 min + 50 min)	Comprensión de los principios y características de los aspectos preventivos (diagnósticos prenatales) existentes en la actualidad: 5 min Reflexión sobre las aplicaciones, repercusiones y desafíos más importantes de la ingeniería y manipulación genética tanto en la película como en la actualidad: durante el trabajo Reflexión sobre las implicaciones ecológicas, sociales y éticas de los avances en biotecnología genética y reproductiva tanto en la película como en la actualidad: durante el trabajo Distinción entre aquello que es científicamente correcto en la película y aquello que no lo es en relación con este tema: durante el trabajo Investigación sobre los avances más prominentes en este campo en comparación con lo propuesto en la película y entender nuestro papel en su desarrollo: durante el trabajo Valoración de la utilidad…	• PREGUNTAS REFLEXIÓN: 5 *minutos* • *TRABAJOS GRUPOPS INTERACTIVOS: 60 min* • *MAPA CONCEPTUAL: 20 min* • *AUTOEVALUACIÓN: 10 min*
Sesión 12 -13 (50 min + 50 min)	–	–

4.2. Secuencia de aprendizaje: La herencia y la transmisión de los caracteres con “Gattaca”

La secuencia, además de estar dividida en las tres secciones ya descritas, estará formada por actividades, ejemplos explicativos formas de evaluación, reconceptualización, y contenidos relacionados con otras disciplinas. Todo ello quedará reflejado a continuación en función del apartado en el que se encuentre.

La información completa de la película está en el **anexo (8.1)**.

- **Fase de motivación: ideas previas y estrategia de motivación.**

CAZA DEL TESORO: SÍMBOLISMO EN "GATTACA" (Sesiones 3 - 5)

La trama de "Gattaca" ocurre en el futuro no muy distante y gira alrededor de la historia de Vincent Freeman, un hombre que vive en una sociedad en la que la suerte de sus ciudadanos queda decidida incluso antes de que éstos nazcan. Gracias a la selección prenatal que garantiza eliminar todos los posibles defectos en un individuo, los "Válidos" o gente genéticamente superior a aquella concebida de una forma natural, están destinados a tener los trabajos más privilegiados y formar parte de la élite de la sociedad. Vincent es una de las personas que, a raíz de la decisión de sus padres de confiar en su fe en vez de en la ciencia, nacen genéticamente fallidas en esta sociedad bajo la etiqueta de "no-Válido" o "hijo de Dios". Sin embargo tiene el sueño de convertirse en astronauta, para lo cual decide adoptar la identidad de un "Válido" genéticamente perfecto que se encuentra discapacitado y en silla de ruedas tras intentar suicidarse, Jerome Morrow. Con ayuda de su gran ambición, Vincent logra ir venciendo obstáculos en el camino hasta conseguir formar parte de una corporación que organiza misiones espaciales denominada Gattaca. Finalmente, Vincent alcanza su sueño y coge un cohete a Titán, una de las lunas de Saturno.

"A pesar del argumento tan emocionante de la película, Andrew Niccol focaliza su atención en cuestiones morales y humanitarias. Algunos de los aspectos más destacados en "Gattaca", los cuales son continuamente representados por medio de un sutil simbolismo, son los temas de la vida y el nacimiento, la pérdida de la individualidad, la competición, y la discriminación. El punto de vista de la película indica que el origen de las personas es irrelevante. Gracias a este uso de la imagen y símbolos, Niccol desarrolla un lenguaje que funciona sobre todo a nivel connotativo, y con el cual pretende, especialmente en las últimas secuencias, expresar su punto de vista" (Maier, 2006).

Como ya se ha dicho y los alumnos van a poder percibir a lo largo de la película, "Gattaca" está llena de símbolos relevantes tanto a nivel conceptual como ético y reflexivo. A través de esta primera actividad en forma de caza del tesoro, la cual actuará como actividad de prelectura y como herramienta de identificación de posibles ideas previas para el profesor, los alumnos podrán tener tanto una primera visión del tema como un entendimiento más profundo de la película con la que van a trabajar posteriormente mediante el análisis del simbolismo de la película, su relación con el temario y su significado. Hay que tener en cuenta que no es realista y sensato poner una película en clase y pretender que todos los alumnos presten atención inmediatamente, por lo que antes incluso de verla se hará una pequeña introducción del tema y de los trabajos para que los alumnos puedan estar atentos e ir tomando nota en caso de que lo consideren necesario.

Este es el primer momento en el que se introducirá el **trabajo cooperativo**, el **aprendizaje por tareas** y el **uso de las nuevas tecnología**. Por medio de un "descubrimiento guiado", los alumnos

tendrán que investigar e ir encontrando diferentes fragmentos de información con los que ser capaces de resolver una pregunta final. Esto no solo va conseguir lo que se ha mencionado anteriormente, sino que también va a conseguir captar su atención y motivarles. Las cazas quedan divididas en varios apartados: *introducción*, *preguntas*, *recursos* donde encontrar la información, y una *pregunta final* que los alumnos han de razonar por si mismos teniendo en cuenta lo que han visto anteriormente. Trabajando en grupos de 5 personas (distribución según la figura 6) y dividiendo los temas entre los distintos grupos para que a la hora de exponerlos se adquiera una visión global, la actividad se plantea para poder ser resuelta en dos sesiones de clase y una tercera para presentar los trabajos. Aunque las cazas se pueden realizar por el profesor en la página de Aula21 en forma de WebQuest a corto plazo (Valero, 2002: http://www.aula21.net/cazas/caza.htm), realmente no es necesario hacerlo en esa plataforma siempre y cuando se mantenga el formato.

De forma adicional a las exposiciones, los alumnos tendrán que realizar pequeños informes en los que quede resumida la información que vayan encontrado dentro de una carpeta compartida en la plataforma de Google Drive desde la que trabajar (https://drive.google.com/drive/#). De este modo modo, el profesor podrá seguir fácilmente el progreso de los trabajos y asistir cuando le sea necesario ya que el recurso permite modificar un mismo documento a todas aquellas personas que lo compartan entre sí.

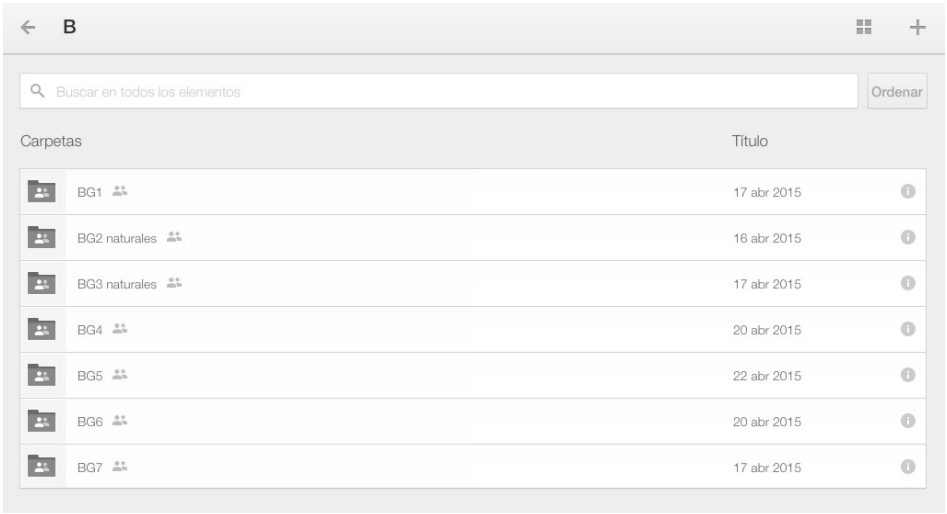


Figura 7. Ejemplo de carpetas compartidas de Google Drive.

Con este trabajo no se busca necesariamente el que los alumnos adquieran y expongan toda la información de forma correcta (por eso mismo se les proporciona las páginas donde encontrar los datos además de que se volverán a ver a lo largo del tema), sino que empiecen a tomar interés por la genética, que comprendan mejor lo que el director quiere transmitir a través de la película, que usen las nuevas tecnologías para buscar información, que valoren y contrasten todo aquello que encuentren para plantearse lo que es cierto de lo que no lo es, que aprovechen las destrezas individuales de los miembros del equipo para realizar el trabajo y que consigan desenvolverse con soltura delante de sus compañeros.

Figura 8. Escenas de “Gattaca” relacionadas con cada caza del tesoro: a. Grupo 1; b. Grupo 2; c. Grupo 3; d. Grupo 4; e. Grupo 5; f. Grupo 6; g. Grupo 7.

Como muestra de un ejemplo de “Caza del Tesoro” se mostrará el trabajo diseñado para el primer grupo. Teniendo en cuenta el número total de alumnos, será necesario formar hasta 7 grupos aleatorios (el resto de los trabajos completos quedan adjuntos en el **anexo (8.2)**). Los **títulos** del total de los trabajos serán los siguientes:

Títulos de los trabajos						
Grupo 1 (Figura 8a)	**Grupo 2 (Figura 8b)**	**Grupo 3 (Figura 8c)**	**Grupo 4 (Figura 8d)**	**Grupo 5 (Figura 8e)**	**Grupo 6 (Figura 8f)**	**Grupo 7 (Figura 8g)**
“GATTACA"	Los nombres de la película	Las escaleras en espiral	Los ambientes cerrados	La carga de la perfección	El pasadizo circular	La muerte en el fuego

Grupo 1: "GATTACA"	
INTRODUCCIÓN	El **ADN** es un ácido nucleico que contiene las instrucciones genéticas usadas en el desarrollo y funcionamiento de todos los organismos vivos conocidos y algunos virus. El nombre de la película (y de la corporación que organiza las misiones espaciales en ella) tiene mucha relación con esta molécula, por lo que vas a averiguar un poco más sobre ella a continuación.
PREGUNTAS	Cuanto más cohesión tengan las preguntas entre si a la hora de explicar el trabajo a vuestros compañeros mejor lo van a entender. Se valorará la síntesis y la claridad de la información expuesta. • ¿Cuál es la función principal del ADN? • ¿Qué simbolizan las letras del nombre G-A-T-T-A-C-A? • ¿Es igual la composición del ADN que la del ARN? ¿Por qué? • ¿Qué ocurre cuando el ADN se ve afectado? ¿Qué maneras tiene éste de verse dañado? • ¿Hay algún tipo de ADN que sólo se herede de uno de los progenitores? ¿Tiene esto algún tipo de consecuencia?
RECURSOS	Las direcciones que aparecen son sólo algunas de las que puedes utilizar, ayúdate de los buscadores para buscar más información sobre el tema. ¡Recuerda que es importante contrastar la información! • Información general ADN:http://eliyeladn.weebly.com/index.html • Información general GATTACA: http://es.wikipedia.org/wiki/Gattaca • ADN - ARN: http://profesores.elo.utfsm.cl/~tarredondo/info/soft-comp/Bio-Intro/diferencias.htm • Mutaciones: http://es.wikipedia.org/wiki/Mutación_genética • ADNmt: http://es.wikipedia.org/wiki/Genoma_mitocondrial#Tasa_de_mutaci.C3.B3n_del_ADN_mitocondrial
PREGUNTA FINAL	En la película vemos como los "no-Válidos" se diferencian de los "Válidos por no ser genéticamente perfectos, es decir, por tener ciertos defectos o enfermedades ligados a sus genes: **¿Qué habrá ocurrido en el ADN de los del primer grupo para que se den estos problemas?**

ACTIVIDAD DE MOTIVACIÓN - EXTRACCIÓN DE ADN (Sesión 6)

Normalmente, al comenzar una unidad es conveniente presentar una actividad motivadora con la que abrir el tema, captar la atención de los niños y ayudar a sentar una base con la que ayudar a que se de un aprendizaje significativo. Sin embargo, esta unidad tiene la característica de estar centrada alrededor de la película de "Gattaca", por lo que en su visualización para poder tener una herramienta de trabajo y posteriormente las cazas del tesoro como actividades de prefectura ya podríamos asumir que se ha hecho una actividad motivadora.

Por otro lado, si tenemos en cuenta que al comienzo de la unidad las cazas del tesoro han sido expuestas ante sus compañeros además de haber sido evaluadas, es bueno volver a introducir otra actividad que simplemente capte su atención. Por lo general, creo que la actividad motivadora no debiera ser algo limitado al comienzo de una secuencia por lo que a lo largo de todo el

desarrollo del tema las actividades procurarán motivar al alumnado para que encuentren interés tanto en el tema como en la asignatura en general.

Esta actividad se realizará al principio de la sesión 6 y servirá como manera práctica de entender el concepto de ADN y su estructura. A partir de ello, se podrán explicar lo que son los genes y el código genético, además de poder unir esta actividad con la de la explicación de los alelos (explicada a continuación). Teniendo en cuenta que los alumnos ya han tenido una visión inicial de los términos gracias a las exposiciones de sus compañeros, ya tendrán una idea general a la hora de realizar esta actividad. La tarea será una breve práctica de laboratorio, por lo que es preferible dar esta clase ahí para no perder tiempo.

El ADN contiene toda la información biológica de los seres vivos, siendo el de cada persona diferente y haciendo que cada uno presentemos genotipos y fenotipos particulares que nos distinguen. En los últimos años, los avances en el campo de la biología molecular han conseguido extraer ADN de muestras muy pequeñas, haciendo que estas técnicas de extracción y su posterior estudio por comparación se puedan utilizar para establecer parentescos evolutivos, proporcionar evidencias en investigaciones policiales, etc. A lo largo la película podemos ver como Vincent Freeman, el supuesto Jerome Morrow, se limpia y aspira constantemente, frotando bien cualquier resto de piel muerta, pestañas caídas, o resto biológico que le pueda delatar (**Figura 9**). Aunque esto sea algo realizable en nuestra sociedad, en la de la película el control genético se lleva al extremo habiendo controles constantes de ADN en las empresas para comprobar la identidad de los individuos (a través de análisis de orina, sangre, etc.). En esta práctica vamos a suponer que somos científicos en Gattaca y nos han pedido que, analizando muestras de ADN, determinemos si ciertos individuos son “Válidos” o “no-Válidos”. Como somos nuevos en el laboratorio y nunca hemos realizado esta práctica vamos a hacer la prueba en nosotros mismos primero, haciendo una extracción de la molécula a partir de las células epiteliales presentes en nuestra saliva. Aunque a día de hoy existan kits para la extracción y posterior secuenciación, estudio y comparación de la molécula, vamos a realizar la práctica de manera más económica.

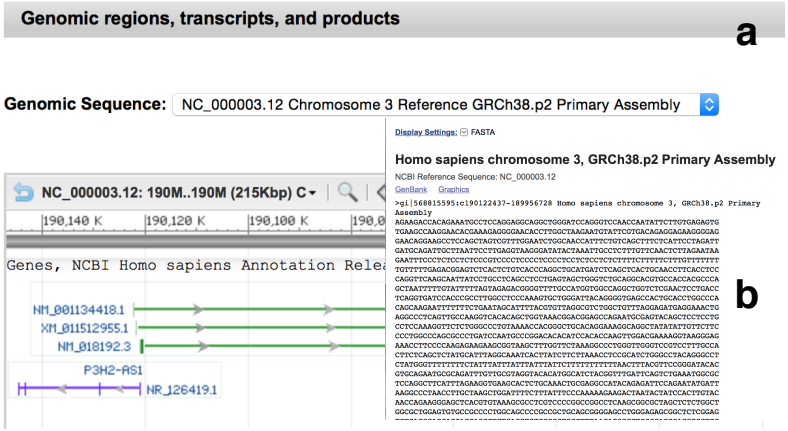
Una vez más, con esta actividad fomentaremos el **trabajo por tareas** y **por parejas** (en lugar de equipos porque es más sencillo trabajar así en el laboratorio), limitando el uso de las tecnologías a la posterior explicación del temario y la visualización de escenas claves de la película. Este tipo de práctica hacen que los alumnos experimenten lo que realmente significa trabajar como científico, llevando lo que han aprendido más allá de lo puramente teórico y ayudándoles a desarrollar las competencias de interacción con el mundo físico y autonomía personal. Consigue que, visualizando aquello que tienen que aprender, se les quede más tiempo en la memoria y se logre alcanzar un aprendizaje significativo. En temas de especial complejidad como este, y en una asignatura como la de Biología y Geología, es muy interesante e incluso necesario ir más allá de lo teórico a la hora de explicar un tema.

Figura 9. Créditos iniciales de la película de “Gattaca”, en los que podemos ver a Vincent Freeman (Ethan Hawke) asegurándose de eliminar cualquier resto biológico que le pueda delatar. Link escena inicial de la película: (https://www.youtube.com/watch?v=1MiKUG3_bxM)

El protocolo de extracción del ADN queda reflejado en el **anexo (8.3).** Obviamente nunca llegaríamos a analizar completamente el ADN de los alumnos porque podrían surgir resultados comprometidos, por lo que esta práctica sólo se queda en el paso de la extracción que nos permitirá estudiar la estructura de la molécula. A lo largo de la práctica se les irá cuestionando a los alumnos factores como la forma que presenta, la razón tras el uso del detergente y el alcohol en la extracción y precipitación de la molécula, o que si piensan que con esta práctica realmente nos vale para identificar y analizar el ADN de alguien.

Una vez realizada la practica y explicados los conceptos teóricos citados anteriormente, se puede volver a recordar esta práctica en la sesión 9-10 en la que se hablarán de las mutaciones y de los avances de la ingeniería genética. Uniendo ésta con el tema de la secuenciación del ADN, se puede hablar del Proyecto Genoma Humano (PGH) o de los distintos métodos de secuenciación. En caso de que haya alumnos que muestren mayor interés, también se les puede enseñar como trabajar con la base de datos del National Center for Biotechnology Information (NCBI), en la que quedan recogidas todas las secuencias genéticas descritas de genes, proteínas, etc. (GenBank) (**Figura 10**), descripciones de enfermedades genéticas (OMIM), herramientas para analizar secuencias (BLAST) y otra serie de datos que muy probablemente tengan que manejar una vez lleguen a la universidad. En relación con la película, se les pedirá que busquen las enfermedades o defectos que padecían los “no-Válidos” y los genes relacionados con ellas, para que después trabajen con su secuencia genómica comparándola con la de las enfermedades. Todo ello se tratará a nivel de 4º de ESO.

Figura 10. Secuencia genómica (a) y FASTA (b) del LEPREL1, gen responsable de la codificación de una enzima implicada en la modificación del colágeno en el ojo y, consecuentemente, de la miopía que presenta Vincent Freeman (http://www.ncbi.nlm.nih.gov).



- **Desarrollo de estrategias: metodología, actividades y relación con otras materias**

DEBATE Y BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN - LOS ALELOS (Sesión 6 - 7)

El concepto de alelo es uno muy importante a la hora de ver las leyes de Mendel, los problemas de genética y la herencia y la expresión de los genes. Sin embargo, puede ser algo muy abstracto y difícil de comprender a nivel teórico, por lo que es fundamental encontrar una estrategia para que los alumnos, de manera propia, puedan llegar a razonar estos conceptos.

Esta actividad va a permitir que, mediante el **trabajo cooperativo**, los alumnos interactuen con el grupo-clase y fomenten la relación con sus compañeros. A la vez que les agrupa con gente con la que quizá nunca se hubieran identificado, les va a ayudar a comprender conceptos abstractos de forma más visual. A lo largo de la actividad podrán **buscar información en sus iPads** sobre lo que necesitan ir descubriendo antes de tomar el siguiente paso. Lo consideramos como una **tarea** porque ellos van a tener que tomar las decisiones y ser relativamente autónomos (trabajando entre ellos pero sin tanta ayuda del profesor) a la hora de conseguirlo, además de que les va a permitir asociar lo que están aprendiendo con la realidad y con la película. Puesto que este es un ejercicio en el que vamos a tratar con temas fenotípicos, es muy importante que el profesor entienda donde están los límites y preguntar no preguntar por características discriminatorias.

El profesor va a pedir a los alumnos que se dividan en los siguientes grupos, haciendo sólo una característica al tiempo para que se puedan ir apuntando los resultados en la pizarra antes de pasar al siguiente punto. Gracias a la distribución del aula y la facilidad que hay en recolocar las mesas, será fácil despejarla para realizar esta actividad:

- Color de ojos claros vs. color de ojos oscuros.
- Pelo claro vs. pelo oscuro.
- Miopía vs. visión clara.
- Grupo sanguíneo A, B, AB o 0.
- Línea frontal del nacimiento del pelo recta vs. en pico.
- Hoyuelos en las mejillas vs. no hoyuelos.
- Labios gruesos vs. labios finos.
- Lóbulo de la oreja pegado vs. separado de la mejilla.
- Capacidad para enrollar la lengua en U vs. incapacidad.

FENOTIPOS

Una vez hecho esto, se les explicará lo que son los alelos para que ellos razonen en conjunto que éstos son la razón por las que se han podido dividir en varios grupos. Tras haber anotado las características y los grupos en los que había más y menos gente, se les planteará si hay alguna razón genética detrás de este resultado. Gracias a la actividad, podremos entrar en la diferencia entre genes dominantes y recesivos, así como su actuación en los distintos tipos de herencia (ligada al sexo, dominante, codominante, de alelo múltiples…).

Una vez entendidos estos conceptos, cogeremos a cuatro de los personajes principales de la película (**Figura 11**) e iremos viendo las características que ellos describen para deducir si se han expresado genes dominantes o recesivos, y a qué tipo de herencia van asociadas. Es probable que lo que veamos en casi todos los casos sea o bien herencia dominante o codominante, pero podemos inventarnos ejemplos adicionales:

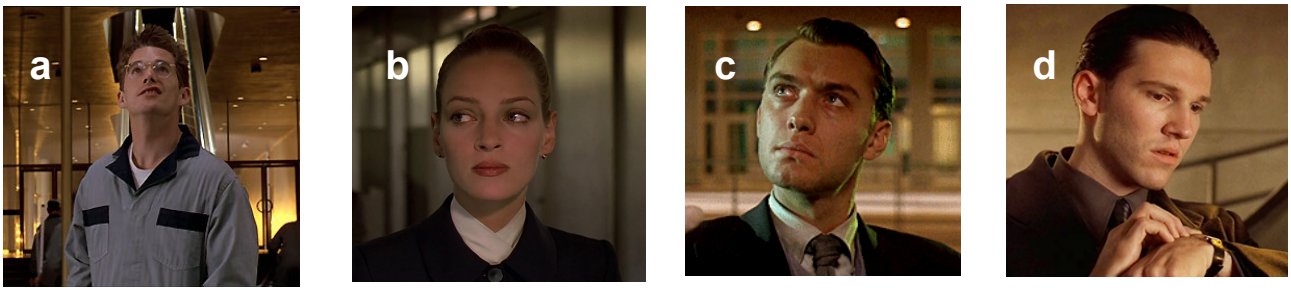


Figura 11. (a) Vincent Freeman, (b) Irene Cassini, (c) Jerome Eugene Morrow, (d) Anton Freeman.

CUESTIONES DE REFLEXIÓN - CITAS DE "GATTACA" (Sesión 6 - 11)

Con el objetivo de que los alumnos analicen en profundidad algunos de los momentos importantes científicamente de la película y lo puedan relacionar con aquello que se está viendo en clase, de manera esporádica a lo largo de las sesiones se harán preguntas de reflexión, debate y búsqueda de información. Las preguntas pueden ir enfocadas a diferentes aspectos: diagnóstico prenatal, la influencia genética en el ser humano, la aceptación actual de gente con problemas genéticos, etc., y en la mayoría de los casos surgirán a partir de citas de la película o de ejemplos vistos en ella. Puesto que algunas de las frases se relacionan con otros temas que se estarán tocando a lo largo de la unidad, muchas de ellas se plantearán en relación con esos momentos, o bien antes o bien después.

La actividad promueve, entre otras, las competencias de autonomía personal y la social y ciudadana, ya que anima a los alumnos a pensar por si mismos e implicarse en temas de actualidad. Mediante el **trabajo cooperativo** ayuda en la generación de debate, haciendo que los alumnos compartan sus ideas y se valoren. La idea es que, cuando se formule la pregunta, los compañeros la debatan entre sí primero y luego se traslade al grupo clase general. Algunas de ellas van a requerir un poco de investigación extra, por lo que en esos casos los estudiantes tendrán que indagar y encontrar la información en sus **iPads** para poder completar la **tarea**. Aunque sí que pueda tocar contenidos conceptuales en momentos dados, se van a trabajar de manera más clara los actitudinales a través de esta actividad.

A continuación quedan reflejadas algunas de las citas y preguntas a reflexionar:

- *"Solían decir que un niño concebido por amor tenía más probabilidades de ser feliz. Ahora ya nadie lo dice"*. ¿Qué te parece esta afirmación? ¿Estás de acuerdo con ella?

- *"Tener en cuenta que este niño sigue siendo vuestro, simplemente es lo mejor de vosotros. Podrías intentar concebir de manera natural miles de veces y no conseguir estos resultados. Queréis darle a vuestro hijo el mejor comienzo posible. Creedme, ya tenemos demasiadas imperfecciones en nuestro interior. El niño no necesita ninguna carga adicional."* ¿Qué quiere decir el doctor con que ya tenemos imperfecciones? ¿Consideras que lo mejor de ti está escrito en tus genes? ¿Dónde está la línea entre la utopía y la distopía?
- *"Desde pequeño llegué a considerarme lo que me consideraban los demás, un enfermo crónico. Cualquier rasguño o catarro eran tratados como si la vida me fuera en ello…"* ¿Crees que en la sociedad de hoy discriminamos a gente basada en su genética? Pensar ejemplos. ¿Por qué crees que lo hacemos?
- La polidiactilia, la cual vemos presente en el *pianista con seis dedos en cada mano*, es una alteración que se detecta en el momento del nacimiento o aveces antes por medio del ultrasonido, y aunque no es una malformación que afecte a la salud de la persona puede estar asociada a una anomalía genética más seria en la que pueden existir otras malformaciones físicas o mentales. ¿Crees que la posesión de un sexto dedo realmente aporta un mayor número de ventajas que el no tenerlo, o es mejor operarlo y retirarlo? ¿Cuáles son las posibles anomalías genéticas asociadas a la polidiactilia? Sabiendo esto, ¿crees que ante la posibilidad de poder elegir no tenerlo las desventajas sobrepasan a las ventajas?
- *"No hay gen para el espíritu humano."* ¿Crees que somos mucho más que la suma de nuestros genes? ¿En qué sentido?
- *Cuando la policía está a punto de descubrir el cambio de identidad de Vincent, vemos como, utilizando todas sus fuerzas, Jerome escala a la cima de la escalera justo antes de que Anton llegará a la casa*. ¿Crees que esto tiene algún significado especial / simboliza algo? ¿A qué nos recordaba la escalera?
- Al final de la unidad se les puede proponer a los alumnos que, por su cuenta y si han encontrado el tema interesante, vean o lean algunas películas y libros relacionados para poder seguir profundizando en el tema: *Inteligencia artificial, Blade Runner, Los niños de Brasil, 2001: Una odisea en el espacio, Un mundo feliz (Aldous Huxley)…*

PROBLEMAS DE GENÉTICA - EJEMPLOS DE LA PELÍCULA (Sesión 7 - 9)

Este apartado pretende tratar una parte fundamental del tema de la herencia y la transmisión de los caracteres, que es el de la resolución de problemas de genéticas y la comprensión de los pedigríes, pero relacionándolo siempre de algún modo al mundo de la película. Es importante que los alumnos desde el primer momento aprendan a comprender y resolver este tipo de ejercicios bien, puesto que este es un tema que se retoma en 2ª de Bachillerato y suele ser un aspecto recurrente en las pruebas de Acceso a la Universidad (PAU).

Mediante la resolución de estos ejercicios se practicará el **trabajo cooperativo** y el **aprendizaje por tareas** (el uso de las nuevas tecnologías en este caso sólo entrará en juego si los alumnos

han de buscar información extra que les ayude a resolver sus dudas). Como los alumnos estarán sentados en grupos de 5 a lo largo de la unidad (figura 6), a la hora de resolver estas cuestiones podrán consultarse entre ellos las dudas y resolverlo en conjunto, siempre y cuando cada uno redacte sus propios resultados para poder entregarlos y ser evaluados al final del tema. Aunque en la corrección se vaya a tener en cuenta el resultado, considero más importante el correcto razonamiento de sus conclusiones que los otros aspectos. Por otro lado, estos ejercicios pueden ser vistos como tareas que pretenden acercar la ciencia a la realidad o en este caso al aula, no sólo haciendo que ellos se pongan en el papel del propio científico (lo cual también les ayuda a tener otra percepción de ellos), sino que también permitiéndoles ver la aplicación real de su aprendizaje y la relación con el recurso central y de motivación del tema, que es la película.

Los problemas se centrarán sobre todo en aplicar las leyes de Mendel y en entender los distintos tipos de herencia en relación con ejemplos de la película. En la medida de lo posible se procurarán tocar todos los tipos de herencia en relación con la película, pero eso no siempre va a ser factible por lo que si realmente se llegara a aplicar esta unidad, algunos de los problemas tendrían que relacionarse utilizando la imaginación (por ejemplo, inventándose personajes adicionales dentro del mundo de la película). Al igual que con las cazas del tesoro, los alumnos tendrán que crear un documento con los problemas resueltos y subirlos a Google Docs (tienen la opción de hacerlos en papel y sacarles una foto en la que se vean bien los resultados). A continuación, dejaré indicados dos problemas con sus soluciones, el resto de los ejercicios quedarán refeljados (sin respuesta) en el **anexo (8.4)**.

PROBLEMA 1:

Imagínate que eres un científico en el mundo de “Gattaca” y el gobierno te pide que, de cuatro parejas que se han ofrecido voluntarias para un experimento y sin invertir dinero en secuenciación, calcules cuál de ellas tiene mejores probabilidades de dar a luz a un individuo “Válido”. En este caso, están considerando genéticamente perfecto a un individuo con las siguientes características: **ojos azules, pelo liso y visión perfecta**. Teniendo en cuenta la información fenotípica sobre las parejas:

1. ¿Cuál de ellas tendrá más posibilidades de concebir, sin necesidad de modificar al individuo genéticamente, a un descendiente con alguna de estas características individualmente?
2. ¿En alguno de estos cruzamientos se cumplen las leyes de Mendel?

Color de ojos		**Pelo**		**Visión**	
Marrones	Azules	Liso	Rizado	Miopía	Perfecta
A	a	L	l	M	m

	Madre			Padre		
	Color ojos	Pelo	Visión	Color ojos	Pelo	Visión
Pareja 1	AA	II	MM	aA	LL	MM
Pareja 2	Aa	LI	mM	aa	II	MM
Pareja 3	Aa	LL	mm	AA	LI	Mm
Pareja 4	aa	II	Mm	AA	LI	Mm

Color de los ojos

- Pareja 1 (P): A A **x** a A
- Descendientes (F1): 50% AA (marrón), 50% Aa (marrón)
- **Pareja 2 (P): A a x a a**
- Descendientes (F1): 50% Aa (marrón), **50% aa (azul)**
- Pareja 3 (P): A a **x** AA
- Descendientes (F1): 50% AA (marrón), 50% Aa (marrón)
- Pareja 4 (P): a a **x** A A
- Descendientes (F1): 100% Aa (marrón) **>** *Ley de la uniformidad de la primera generación (estaríamos cruzando P x P y obteniendo F1).*

La pareja con mejor posibilidad para tener un descendiente con ojos azules es la 2

Pelo

Hacer lo mismo individualmente, identificando convenientemente si se cumple alguna ley.

- Pareja 1 (P): I I **x** L L
- Descendientes (F1): 100% LI (liso) **>** *Ley de la uniformidad de la primera generación (estaríamos cruzando P x P y obteniendo F1).*
- **Pareja 3 (P): L L x L I**
- Descendientes (F1): **50% LI (liso), 50% LI (liso)**

La pareja con mejor posibilidad para tener un descendiente con pelo liso es la 3

Visión

Hacer lo mismo individualmente, identificando convenientemente si se cumple alguna ley.

- Pareja 1 (P): M M **x** M M
- Descendientes (F1): 100% MM (miopía) **>** *Ley de la uniformidad de la primera generación (estaríamos cruzando P x P y obteniendo F1).*
- **Pareja 3 (P): m m x M m**
- Descendientes (F1): 50% Mm (miopía), **50% mm (visión perfecta)**
- Pareja 4 (P): M m **x** M m
- Descendientes (F1): 25% MM (miopía), 50% Mm (miopía), 25% mm (visión perfecta) **>** *Ley de la segregación de los alelos (estaríamos cruzando F1 x F1 y obteniendo F2).*

La pareja con mejor posibilidad para tener un descendiente con visión perfecta es la 3

3. ¿Y si existe la posibilidad de seleccionar al descendiente genéticamente?

En ese caso, toda aquella pareja que tuviera un mínimo de posibilidad de tener descendientes con las tres características sería válida.

4. Ahora, como vemos que la pareja 3 es la que tiene mejores probabilidades en dos de estos caracteres (visión y pelo), queremos saber qué probabilidad hay de que alguien en su descendencia presente ambos caracteres simultáneamente.

- P: LL mm **x** ll Mm
- Gametos posibles: Lm, Lm, Lm, Lm, LM, Lm, lM, lm

	LM	Lm	lM	lm
Lm	LLMm	LLmm	lLMm	lLmm
Lm	LLMm	LLmm	lLMm	lLmm
Lm	LLMm	LLmm	lLMm	lLmm
Lm	LLMm	LLmm	lLMm	lLmm

Posibilidad de descendencia con ambos caracteres (F1): 8/16 = 1/2 > **LA MITAD.**

5. ¿Cuál de las parejas tendría mayor posibilidad de tener un descendiente con TODAS las características?

Esto implicaría meterse en cruzamientos polihíbridos, los cuales no entran dentro del temario y son más complicados. Puede dejarse como actividad complementaria o como ampliación del temario para alumnos más avanzados (**atención a la diversidad**).

"En la descendencia del cruzamiento polihíbrido aparecen $\mathbf{3^n = 27}$ genotipos diferentes que resultan de las combinaciones de (AA, Aa y aa) con (BB, Bb , cc) .... y (NN, Nn, nn) y cuyas frecuencias siguen la segregación que se deduce del producto cartesiano de {1 AA : 2 Aa : 1 aa} x {1 BB : 2 Bb : 1 bb} x... x {1 NN : 2 Nn : 1 nn}" (http://pendientedemigracion.ucm.es/info/genetica/grupod/mendelismo/Mendelismo_Polihibrido.htm).

PROBLEMA 2:

En la película hay una escena en que Vincent e Irene van a ver un concierto de piano en la que ambos quedan maravillados. A la salida, Irene le dice que ese pianista es de los mejores y le señala la cartelera donde se observa que el concertista posee seis dedos en vez de cinco en cada mano. Vincent comenta acerca de la "forma de tocar" y la pasión involucrada, a lo cual Irene

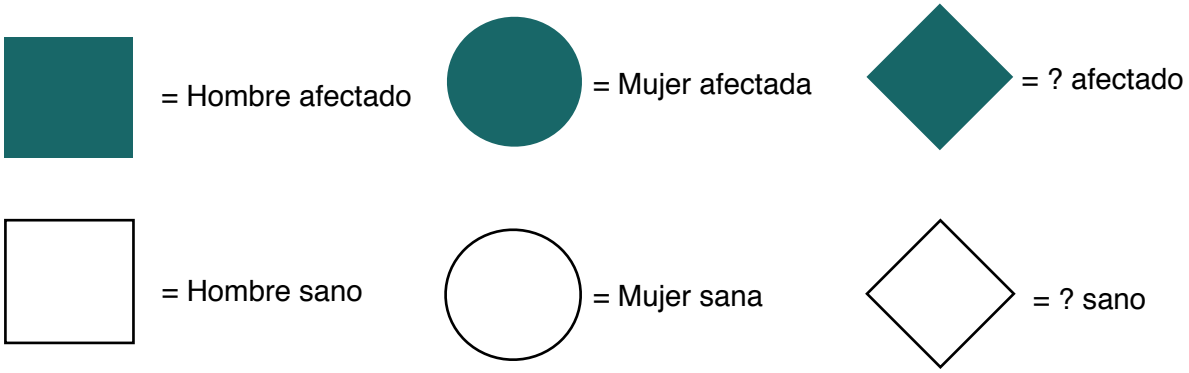
responde: *“Esa pieza sólo puede ser tocada con seis dedos”. Pedir a los alumnos que busquen el nombre de esta diferencia biológica, y proseguir*. La polidiactilia constituye un trastorno genético real en el cual un humano nace con más dedos en la mano o en el pie de los que le corresponde. Sabiendo que la polidiactilia es un rasgo autonómico dominante y los datos proporcionados a continuación:

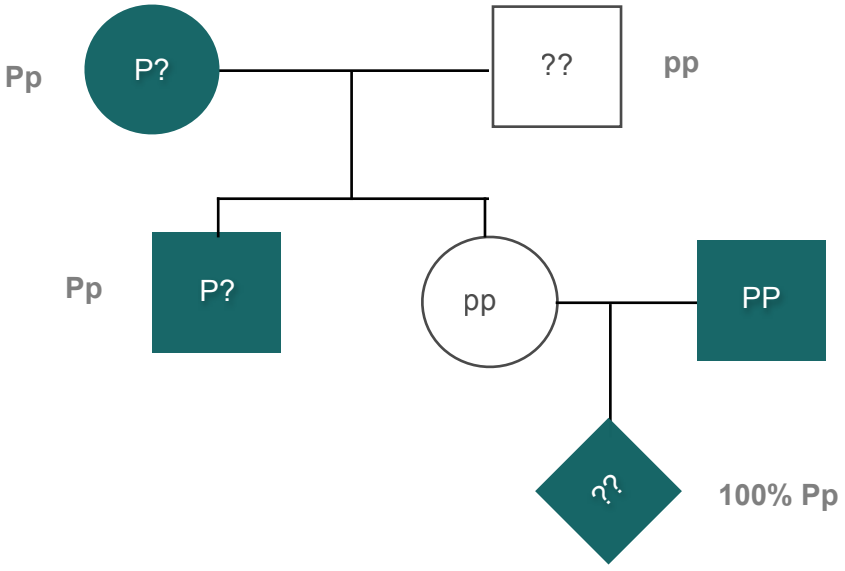
1. Dibuja el árbol genealógico de la familia del pianista:

- El pianista presenta polidiactilia.
- La madre del pianista presenta polidiactilia.
- La hermana del pianista presenta un total de 20 dedos, pero se casa con un hombre que es homocigoto dominante para la polidactilia.

2. ¿Cómo será la descendencia del matrimonio entre la hermana y su marido?

Polidiactilia		
Homocigota dominante	Heterocigota	Homocigota recesiva
PP	Pp	pp





3. El marido de la hermana además es daltónico, mientras que la hermana no es ni daltónica ni portadora (“Válida”). Como quieren tener hijos van al médico para ver la probabilidad de que su descendencia sufra de la misma enfermedad y elegir consecuentemente. ¿Cuál es la probabilidad de que tengan hijos daltónicos? ¿E hijas?

Lo primero que hay que averiguar es que, a diferencia de la polidactilia, el daltonismo es una enfermedad de **herencia ligada al sexo,** por lo que aquí entra en juego si son varones o hembras en la probabilidad que tengan de heredarla.

Daltonismo				
Mujer sana	Mujer Portadora	Mujer daltónica	Hombre sano	Hombre daltónico
XX	XdX	XdXd	XY	XdY

P: XX **x** XdY

F1: 50% XXd (mujeres portadoras), 50% XY (hombres sanos).

Conclusión: si tienen hijas siempre serán portadoras (pero no padecerán daltonismo), mientras que si tienen hijos siempre estarán sanos.

4. Si la descendencia (F1) hubiera sido: 25% XdXd, 50% XdY, 25% XdX, ¿cómo sería el fenotipo de los padres?

Si tenemos en cuenta que los hombres siempre están afectados y el cromosoma Y tiene que venir del padre, entonces necesariamente Xd procederá de la madre. Ya sabemos que la madre es o bien portadora o bien daltónica. Por otro lado, hay un 25% de probabilidad de que las hijas vayan a tener daltonismo, por lo que cada Xd ha tenido que proceder de un progenitor haciendo que el padre sea necesariamente daltónico (XdY). Si la madre fuera daltónica, es decir, tuviera XdXd en sus cromosomas, entonces teniendo en cuenta que el padre es daltónico todas las hijas tendrían que ser necesariamente daltónicas también. Como hay un 25% de probabilidad de que las hijas sean sólo portadoras (XdX), podemos concluir que **el padre es daltónico (XdY)** mientras que **la madre es portadora (XdX).**

GRUPOS INTERACTIVOS - LA FICCIÓN Y LA REALIDAD EN “GATTACA” (Sesión 10 - 11)

Una de las mejores oportunidades que nos brinda cualquier película de ciencia ficción como recurso didáctico es el permitirnos comparar los sucesos que vemos en la narrativa y razonar si realmente son reales o ficticios. “Gattaca” se basa en una sociedad en la que los enormes avances genéticos dan lugar a un nuevo tipo de segregación, y aunque en principio esto pueda resultarnos una realidad lejana realmente nos ayuda a plantearnos lo cerca que nosotros podemos estar de vivir en un mundo similar si no se implementan las medidas necesarias para evitarlo. Mediante la lectura de artículos actuales que traten los aspectos más controvertidos de la ingeniería genética (tras una breve introducción), los alumnos podrán evaluar cuánto de lo que

han visto en la película creen que puede ser ficticio o no, contrastando su propias ideas con las de los demás y llegando a conclusiones basadas tanto en sus propios principios como en hechos científicamente objetivos.

"Gattaca" no habla específicamente de la alteración genética de embriones, pero centrándose en la práctica de la fertilización in vitro para, mediante un screening genético, seleccionar al "mejor" individuo, permite ver lo cerca que se podría estar de ambas realidades. Tras la proyección de la película de "Gattaca" en la Universidad del Sur de California (USC) en 1998, varios profesionales de la ética en la manipulación genética y productores de la película abrieron un panel de discusión en el que debatir estos temas. "La noción de que discriminamos basándonos parcialmente en la genética es cierta a día de hoy" (Alexander Capron, departamento de ética médica en USC), "Hicimos esta película porque quisimos que la gente fuera consciente de los mundo en los que estaba a punto de adentrarse la ciencia" (Gail Lyons, Jersey Films). W. French Anderson, director de los laboratorios de terapia génica (Gene Therapy Laboratories) añadió que, de varios objetivos posibles para la ingeniería en la alteración de las lineas germinales, cada uno se iba separando más cada vez más de lo que podría ser considerado "éticamente correcto" (Emerson, 1998). Leyendo esto junto con las noticias de actualidad los alumnos podrán realmente evaluar los cerca que estamos de llegar a esta situación.

Esta actividad se llevará a cabo durante las dos últimas sesiones para cerrar el tema. Con ella se trabajarán la **cooperatividad,** el trabajo por **tareas**, y el uso de las **nuevas tecnologías** en la lectura de la información; pero de manera específica esta actividad tratará el trabajo por **grupos interactivos**. En este enfoque es importante organizar el aula en distintas estaciones de trabajo, agrupando a los alumnos de forma heterogénea para que todos los equipos realicen cada actividad en un máximo de 10 minutos. El hecho de que, tanto en esta como en el resto de las actividades, los alumnos se junten de forma aleatoria va a permitir que todos los individuos se aprovechen de las aportaciones de sus compañeros, mientras que el ir rotando por las mesas con distintas tareas que cumplir rompe con la monotonía de la clase y les proporciona una visión completa del tema a tratar.

En los objetivos generales planteados inicialmente se hablaba del uso responsable de las nuevas tecnologías, por lo que en esta actividad los alumnos tendrán que dividir su tiempo de trabajo entre la lectura del artículo y la búsqueda de información en sus dispositivos, con el tiempo debate y la realización de murales en los que expresar sus puntos de vista y conclusiones. No sólo les permitirá ser más creativos y encontrar nuevas maneras de comunicación y trabajo, sino que también les dará la oportunidad de pasar un par de sesiones desconectados de los dispositivos con los que tienen que trabajar en el resto de las asignaturas. Como ya he mencionado antes, los contenidos a tratar serán los siguientes:

- Reflexión sobre las aplicaciones, repercusiones y desafíos más importantes de la ingeniería y manipulación genética tanto en la película como en la actualidad.

- Investigación sobre los avances más prominentes en este campo en comparación con lo propuesto en la película y entender nuestro papel en su desarrollo.
- Reflexión sobre las implicaciones ecológicas, sociales y éticas de los avances en biotecnología genética y reproductiva tanto en la película como en la actualidad

Las estaciones de trabajo se dividirán de la siguiente forma (**Figura 12**): en un total de seis estaciones, tres corresponderán a zonas de discusión y debate sobre distintas noticias relacionadas con el tema y la película, y otras tres a zonas con cartulinas en las que los grupos tienen que dejar claramente reflejada la idea principal descrita en los artículos que hayan leído, su relación con lo visto en clase y con la película, lo cerca que creen que estamos de llegar a una situación similar a la de la película, y una reflexión personal sobre las ventajas y los peligros de este tipo de prácticas. Pueden buscar información adicional para apoyar sus argumentos.

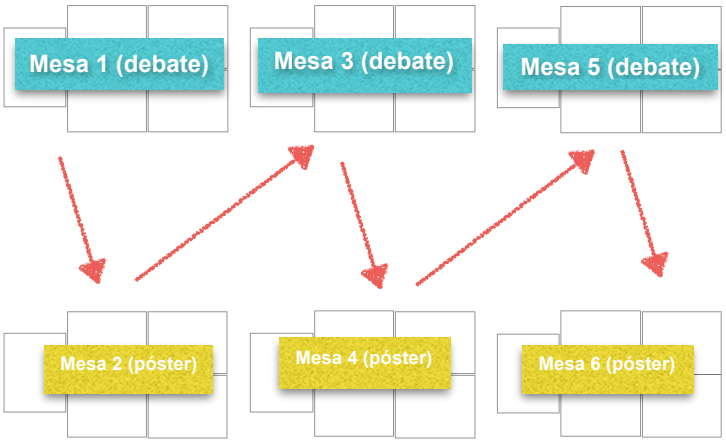


Figura 12. Distribución de la clase durante esta actividad (metodología grupos interactivos).

Uno de los aspectos recomendables para el trabajo con grupos interactivos es que haya un adulto moderando en cada mesa de trabajo, pero esto no siempre es factible. Una alternativa es nombrar a un moderador en cada grupo responsable de dar los turnos de palabra entre los compañeros (esto puede ir rotando por cada mesa de debate), siempre y cuando el profesor se encargue de ir pasando por las diferentes mesas para controlar que todo va bien. Esta actividad de nuevo se encarga de acercar la ciencia a los alumnos en un tema que les afecta de forma directa.

Esta será la única actividad en la que sólo vaya a haber seis mesas, por lo que los grupos de trabajo a elegir por el profesor serán de seis personas. Por la logística del aula, tres grupos tendrán que empezar y terminar 10 minutos antes que los demás, por lo que durante ese tiempo los alumnos podrán empezar a leer los artículos o terminar los pósters que les falten.

A nivel didáctico, la tarea busca sobre todo el acelerar el aprendizaje del alumnado y favorecer la convivencia del grupo-clase tanto dentro como fuera del aula, ayudándoles a la vez a enterarse e implicarse en problemas que también les pueden afectar a ellos. Aunque la actividad vea partes

del temario, contribuye más al desarrollo de aspectos actitudinales que conceptuales, trabajando especialmente las competencias de autonomía personal y la social y ciudadana. Los murales servirán como herramienta para evaluar, entre otras cosas, la competencia creativa.

Los artículos que recomiendo son los siguientes (el último está en inglés, se puede trabajar así o traducirlo):

Mesa 1	Mesa 3	Mesa 5
Humanos modificados genéticamente, ¿hasta dónde llegaremos?	**La industria pide una moratoria para la modificación genética en humanos**	**Gattaca becomes reality as scientists start to abort human babies based on 'genetic faults'**
http://hipertextual.com/2015/03/humanos-modificados-geneticamente.	https://www.technologyreview.es/biomedicina/47124/la-industria-pide-una-moratoria-para-la/	http://www.naturalnews.com/036136_GATTACA_genetic_screening_babies.html

RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS

Tanto el tema como la película dan mucho de sí y se pueden estudiar desde numerosos ángulos, por lo que, si se quisiera, este trabajo podría enfocarse de modo multidisciplinar. En la siguiente tabla se reflejan los contenidos de 4º de ESO según la LOE que se podrían tocar en algunas asignaturas si también se trabajara esta película (no están todas).

Asignatura	Temario
Física y Química	Introducción al trabajo experimental, estructura y propiedades de las sustancias (el átomo, el sistema periódico de los elementos, clasificación según las propiedades, introducción a la formulación y nomenclatura, las reacciones químicas…), iniciación a la estructura de los compuestos de carbono (la química de los compuestos de carbono, la formación de polímeros sintéticos…), la contribución de la ciencia a un futuro sostenible.
EPV	El lenguaje visual (lectura de imágenes, la imagen representativa y simbólica, análisis de los rasgos y la sintaxis en los lenguajes visuales (cine), interpretación de signos convencionales del código visual presentes en el entorno, utilización de recursos gráficos para la creación de imágenes…), análisis y representación de formas, la composición, etc. (**Figura 13**).
Educación ético-cívica	Utilización del diálogo y el debate en el planteamiento de los conflictos y dilemas morales, estimulando la capacidad argumentativa, análisis comparativo y evaluación crítica de información proporcionada por diversas fuentes en cuestiones de actualidad, reconocimiento y valoración de las violaciones de derechos humanos y de libertades e injusticias del mundo contemporáneo, ética y política, retos del mundo actual, etc.
Historia	Bases del mundo actual (con un enfoque internacional), el mundo actual, identificación de los factores que intervienen en los procesos de cambio histórico, identificación de los componentes económicos, sociales, políticos y culturales que intervienen en los procesos históricos y comprensión de su relación, búsqueda y selección de información de fuentes escritas, diferenciando los hechos de las opiniones, etc.

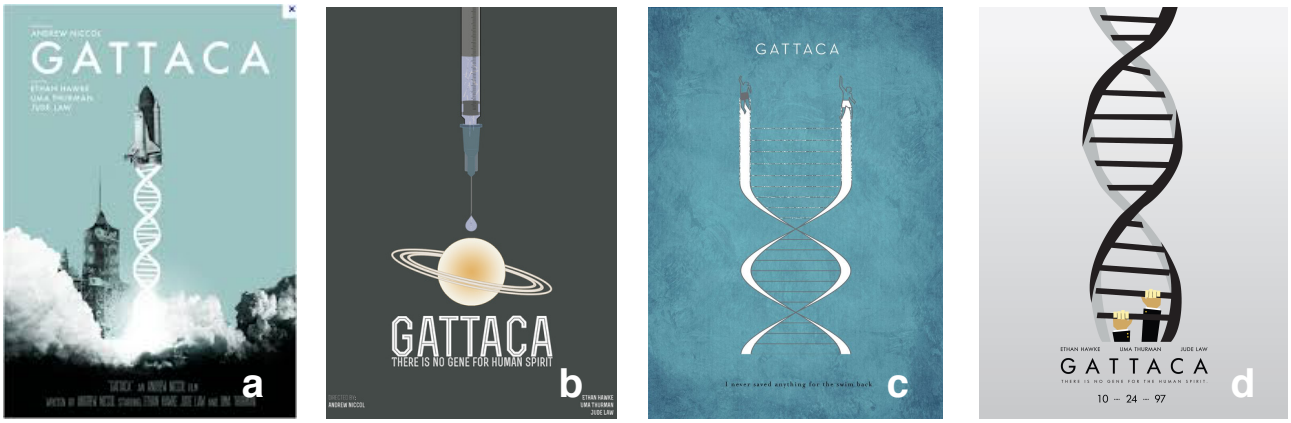


Figura 13. Ejemplo de forma en la que relacionar la película de "Gattaca" con la asignatura de Educación Plástica y Audiovisual: diseño gráfico de un póster en el que se transmita un concepto o mensaje relacionado con la película, ya sea por los colores, el simbolismo o algún otro factor. (a) blogs.colum.edu, (b) society6.com, (c) www.pinterest.com, (d) www.laurenprueter.com.

- **Fase de reconceptualización: reconceptualización y autoevaluación**

MAPA CONCEPTUAL (Sesión 11)

Al finalizar un tema siempre es necesario que haya una actividad que permita que los alumnos asocien y recuerden todos los conceptos aprendidos entre sí, tanto aquellos relacionados con el tema como en este caso con la película. Cada grupo realizará de manera conjunta (**trabajo cooperativo**) un mapa conceptual, y posteriormente, se compartirán las ideas en la pizarra interactiva (**nuevas tecnologías**) para hacer uno más completo que incluya las ideas de todos (**Figura 14**). De este modo, se respeta el turno de palabra, las distintas ideas de los alumnos, y todos tienen oportunidad de participar. El enfoque de la actividad también entra dentro del **trabajo por tareas** ya que los alumnos trabajan hacia conseguir un objetivo final.

Figura 14. Mapa conceptual del tema "La herencia y la transmisión de los caracteres" para Biología y Geología de 4º de ESO, y su relación con la película "Gattaca".

AUTOEVALUACIÓN

Aunque esta unidad esté planteada sólo de forma teórica y no haya recibido feedback de ningún alumno concreto para este tema en particular, es importante que al final siempre haya una autoevaluación para que los alumnos puedan evaluar su propio aprendizaje (competencia de aprender a aprender) y que el profesor también aprenda de cara a temas siguientes. Como el fomento de las nuevas tecnologías en este trabajo es importante, ésta se realizará a través de Survey Monkey (https://es.surveymonkey.com/r/TDDPYDK), una plataforma que permite la recolección de datos instantánea (**Figura 15**). En el **anexo (8.5)** se muestran las preguntas que quedan recogidas en la autoevaluación.

5. Evalúa la complejidad de los conceptos vistos en clase.

	Muy fácil	Fácil	Normal	Difícil	Muy difícil
El ADN y los genes	○	○	○	○	○
Los alelos	○	○	○	○	○
La transmisión de los caracteres	○	○	○	○	○
Las mutaciones	○	○	○	○	○
Los tipos de herencia	○	○	○	○	○
Los árboles genealógicos	○	○	○	○	○
Las leyes de Mendel	○	○	○	○	○
La ingeniería genética	○	○	○	○	○

Figura 15. Captura de pantalla de una pregunta en la autoevaluación en Survey Monkey.

4.3. Evaluación

Aunque los estándares de aprendizaje no se trabajan hasta la LOMCE, los contenidos y las competencias sí aparecen en la LOE, por lo que, añadiendo esa nueva aportación (numeradas tal y como aparecen en la ley), se ha configurado una rúbrica para ayudar en la evaluación de los alumnos teniendo todos los factores en cuenta. Estamos dando peso a los contenidos, pero sobre todo a las competencias. En función de si estos primeros son imprescindibles (90-80%), necesarios (70-60%) o complementarios (no aparecen), tendrán mayor o menor peso a la hora de ser evaluados. Todo se conseguirá mediante la realización de distintas actividades que quedarán explicadas en los siguientes apartados.

- **Criterios de evaluación**

		LA HERENCIA Y LA TRANSMISIÓN DE LOS CARACTERES														
		ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE													Valoración Subcompetencias	Valoración competencias
		6.1. Reconoce la función del ADN como portador de la información genética, relacionándolo con el concepto de gen.	7.1. Ilustra los mecanismos de la expresión genética por medio del código genético.	8.1. Reconoce y explicaen qué consisten las mutaciones y sus tipos. 11.1. Identifica las enfermedades hereditarias más frecuentes y su alcance social.	9.1. Reconoce los principios básicos de la Genética mendeliana, resolviendo problemas prácticos de cruzamientos con uno o dos caracteres.	10.1. Resuelve problemas prácticos sobre la herencia del sexo y la herencia ligada al sexo.	12.1. Diferencia técnicas de trabajo en ingeniería genética. 13.1. Describe las técnicas de clonación animal, distinguiendo clonación terapéutica y reproductiva. 14.1. Analiza las implicaciones éticas, sociales y medioambientales de la Ingeniería Genética. 15.1. Interpreta críticamente las consecuencias de los avances actuales en el campo de la biotecnología.		OTRO							
		CONTENIDOS														
Competencias	**Subcompetencias**	Comprensión del papel en la herencia de los genes, del ADN y de los alelos	Comprensión de las bases del código genético	Estudio de los principios de las mutaciones genéticas y su relación con ciertas enfermedades hereditarias	Reflexión sobre la aceptación social de la gente con posibles problemas relacionados con la genética tanto en la película como en nuestro día a día	Estudio de las leyes de Mendel	Estudio de los principios y características de la herencia del sexo	Estudio de los principios y características de la herencia ligada al sexo en la genética humana	Análisis, razonamiento del el orden y dibujo de distintos árboles genealógicos	Comprensión de los principios y características de los aspectos preventivos (diagnósticos prenatales) existentes en la actualidad	Reflexión sobre las aplicaciones, repercusiones y desafíos más importantes de la ingeniería y manipulación genética tanto en la película como en la actualidad: durante el trabajo	Reflexión sobre las implicaciones ecológicas, sociales y éticas de los avances en biotecnología genética y reproductiva tanto en la película como en la actualidad: durante el trabajo	Distinción entre aquello que es científicamente correcto en la película y aquello que no lo es en relación con este tema: durante el trabajo	Investigación sobre los avances más prominentes en este campo en comparación con lo propuesto en la película y entender nuestro papel en su desarrollo: durante el trabajo	Estudiar los principios de otros tipos de herencia.		
		90%	**90%**	**90%**	**70%**	**90%**	**90%**	**90%**	**70%**	**90%**	**90%**	**90%**	**90%**	**70%**	**70%**	
	Uso de vocabulario científico-técnico	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	–	–	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	
		–	–	–	–	–	–	–	–	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	
		–	–	–	–	–	Prob gen.	Prob gen.	Prob gen.	–	–	–	–	–	–	

Comunicación lingüística	Comprensión de textos científicos	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	—	—	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura
		Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	—	—	—	—	Mini-test
		—	—	—	—	—	—	—	—	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.
		—	—	—	—	—	Prob gen.	Prob gen.	Prob gen.	—	—	—	—	—	—
	Expresión y comunicación oral y escrita de contenidos científicos	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	—	—	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura
		Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	—	—	—	—	Mini-test
		—	—	—	—	—	—	—	—	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra
		—	—	—	—	—	Prob gen.	Prob gen.	Prob gen.	—	—	—	—	—	—
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología	Comprensión y análisis de datos numéricos en la resolución de problemas	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	—	—	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura
		Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	—	—	—	—	Mini-test
		—	—	—	—	—	—	—	—	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.
		—	—	—	—	—	Prob gen.	Prob gen.	Prob gen.	—	—	—	—	—	—
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra
	Obtención de conclusiones a partir de la aplicación de la metodología científica	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	—	—	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura
		Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	—	—	—	—	Mini-test
		—	—	—	—	—	—	—	—	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra
		—	—	—	—	—	Prob gen.	Prob gen.	Prob gen.	—	—	—	—	—	—

	Contraste de la información científica antes de utilizarla	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	–	–	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	
		–	–	–	–	–	–	–	–	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	
Competencia digital	Búsqueda, selección y tratamiento de info. científica a través de las TIC	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	–	–	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	
		–	–	–	–	–	–	–	–	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	
	Uso de las TIC para la exposición de temas científicos	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	–	–	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	
Aprender a aprender	Ser consciente de lo que se sabe y lo que queda por aprender	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	–	–	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	
		Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	–	–	–	–	Mini-test	
		–	–	–	–	–	–	–	–	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	
		–	–	–	–	–	Prob gen.	Prob gen.	Prob gen.	–	–	–	–	–	–	
	Organización efectiva del tiempo	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	–	–	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	
		Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	–	–	–	–	Mini-test	
		–	–	–	–	–	–	–	–	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	
	Consid	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	–	–	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	

	eración de diversas soluciones ante un mismo problema	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	—	—	—	—	Mini-test			
		—	—	—	—	—	—	—	—	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.			
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra			
		—	—	—	—	—	Prob gen.	Prob gen.	Prob gen.	—	—	—	—	—	—			
Competencias sociales y cívicas.	Valoración de la prueba científica para apoyar los argumentos propios en el debate social	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	—	—	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura			
		Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	—	—	—	—	Mini-test			
		—	—	—	—	—	—	—	—	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.			
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra			
	Comprensión de las experiencias colectivas	—	—	—	—	—	—	—	—	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.			
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra			
	Reflexión sobre la contribución de uno mismo al cuidado del medio ambiente	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	—	—	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura			
		Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	—	—	—	—	Mini-test			
		—	—	—	—	—	—	—	—	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.			
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra			
Sentido de iniciativa y espíri	Proposición de objetivos.	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	—	—	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura			
		Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	—	—	—	—	Mini-test			
		—	—	—	—	—	—	—	—	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.			
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra			
	Planificación y gestió	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	—	—	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura			

tu emprendedor	n de proyectos de carácter científico.	–	–	–	–	–	–	–	–	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	
	Desarrollo de habilidades de adaptación ante el cambio.	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	–	–	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	
		–	–	–	–	–	–	–	–	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	
Conciencia y expresiones culturales	Reconocimiento del uso de recursos visuales en el estudio de elementos informativos	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	–	–	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	
		Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	Mini-test	–	–	–	–	Mini-test	
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	
	Iniciativa, imaginación y creatividad.	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	–	–	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	Trbj. prelectura	
		–	–	–	–	–	–	–	–	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	Trbj. reflexión ing. gen.	
		Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	Otra	
Evaluar contenidos																
Evaluar estándares (LOMCE)																

En función de la importancia de los contenidos, las subcompetencias se trabajarán más o menos. Algunas de ellas serán trabajadas pero no evaluadas (gris claro).

ACLARACIÓN: puesto que hay distintos grupos que trabajan varios contenidos durante la actividad de prelectura, algunos que considero más importantes y otros que menos pero todos lo suficientemente necesarios como para verlos al principio de la secuencia, la evaluación no se ajustará a los porcentajes según los contenidos tal y como queda reflejado en rúbrica. Para que la evaluación sea justa y todos los alumnos puedan obtener la misma nota, todos los contenidos trabajados en la labor de prelectura serán contados como imprescindibles (90%) y por lo tanto multiplicados por 0’9. Los trabajos quedan señalizados en azul claro.

		MANERA DE TRABAJAR CON LA RÚBRICA							
		ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE						Valor Sub compet.	Valor compet.
		1		2	3	4			
Competencias	Subcompetencias	CONTENIDOS							
		Contenido	Contenido	Contenido	Contenido	Contenido	Contenido		
		90%	70%	90%	70%	80%	80%		
Comunicación lingüística	Uso de vocabulario científico-técnico	A1 (100%) MÁX: (10)*0'9	…	…	…	…	…	(((10)*0'9)+(5+2'5)*0'7)+(…)) = MÁX. **NOTA ALUMNO / MÁX**	**MEDIA**
		..	A2 (50%) MÁX: (5+2'5)*0'7	…	…	…	…		
		..	A3 (25%) MÁX: (5+2'5)*0'7	…	…	…	…		
	…	..	…	…	…	…	…	…	
	…	..	…	…	…	…	…	…	
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología	Comprensión y análisis de datos numéricos en cuanto a composición y propiedades	..	A3 (25%) MÁX: (2'5+5+5)*0'7	…	…	…	…	…	…
	Obtención de conclusiones a partir de la aplicación de la metodología científica	..	A2 (50%) MÁX: (2'5+5+5)*0'7	…	…	…	…	…	
	Conocimiento de las principales técnicas de uso común en biología	..	A3 (50%) MÁX: (2'5+5+5)*0'7	…	…	…	…	…	
Evaluar contenidos		**A1 (100%) =** F (* % en el total de la nota) = u	A2 (50%) + A2 (50%) A3 (25%) + A3 (25%) + A3 (50%) **A2+A3 / 2 =** X (* % final de la nota) = y					u + y + (…) = **NOTA FINAL CONTENIDOS**	
Evaluar estándares (LOMCE)		**F + X / 2 = NOTA FINAL ESTÁNDAR 1**							

Manera de trabajar con la rúbrica: en la siguiente tabla queda reflejado un ejemplo de cómo calcular las notas según las competencias / subcompetencias y los contenidos / estándares para un tema o secuencia de aprendizaje concreta. Cada A representa una actividad (trabajos, mini-test, etc), y, teniendo en cuenta la importancia del contenido y el número de subcompetencias (y la

importancia que cada una tenga) que trabaje la actividad que toque ese contenido, la nota a obtener será una u otra. Si una actividad en una subcompetencia concreta vale el 100% del valor de esa actividad, la máxima nota que el alumno podrá sacar será un 10 (que no significa que lo vaya a conseguir necesariamente), si es un 25% el máximo será 2'5, etc.

- **Herramientas de evaluación**

- **Mini-test:** como ya he mencionado antes, este tipo de ejercicio vale tanto como manera de reconceptualizar, obligando a los alumnos a llevar el material medianamente al día y ayudándoles a recordar lo que han visto en las sesiones anteriores de cara a lo que van a ver en la nueva, como de evaluar, dividiéndoles la carga de trabajo y el peso de cada examen de modo que no se juegan toda la nota en un examen final. Aunque todas las subcompetencias marcadas se vayan a trabajar mediante la realización de estos mini-test, no todas ellas podrán ser evaluadas por el profesor. Gracias al sistema de Xtend empleado en el centro, el cual ofrece la posibilidad de crear un banco de preguntas para cada tema y bajo unos parámetros corregirlo, realmente resulta una herramienta útil para hacer un seguimiento. Puesto que las preguntas son relativamente cortas y sencillas (a excepción de algunas que se puedan hacer en papel), los alumnos prefieren esta sistema al de los exámenes tradicionales.

Las competencias (LOE) que se evaluarán con esta actividad serán:
- *Competencia lingüística (20%)*
- *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (70%)*
- *Competencia de aprender a aprender (10%)*

Esta actividad constituirá un 30% de la nota de la nota final del tema (tener en cuenta de que al final del trimestre la nota será la media de varios temas).

- **Caza del tesoro**: el realizar estos trabajos y sus exposiciones permite trabajar todas las competencias y casi todas las subcompetencias asociadas, por lo que no es sólo bueno para el alumno si no que además facilita la labor de evaluación del profesor. Del mismo modo, al ser dividido el total del temario entre los distintos grupos, se podrá tener una primera visión de los conceptos que después van a volver a ser trabajados en mayor profundidad durante el resto de las sesiones. Aquellas subcompetencias que se trabajen en mayor profundidad recibirán el mayor peso a la hora de ser evaluadas. Elementos como la expresión oral se valorarán de manera individual, pero muchos otros se evaluarán de manera conjunta. De manera adicional, los componentes del grupo se co-evaluarán mutuamente para que, siempre y cuando las notas propuestas tengan coherencia, se consideren en la nota final.

Las competencias (LOE) que se evaluarán con esta actividad serán:
- *Competencia lingüística (20%)*
- *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (50%)*
- *Competencia de aprender a aprender (5%)*

- *Competencia digital (15%)*
- *Conciencia y expresiones culturales (10%)*

Esta actividad constituirá un 25% de la nota de la nota final del tema (tener en cuenta de que al final del trimestre la nota será la media de varios temas).

- **Lectura de artículos actuales:** la carga de este trabajo en la evaluación será la misma que la de las cazas del tesoro, ya que toca un aspecto de gran importancia en la actualidad que considero que los alumnos han de tomar con cierta seriedad. Es necesario trabajar la concienciación de los alumnos y hacer de ellos, al menos de cara al futuro, ciudadanos implicados y enterados en los temas más controvertidos de nuestra sociedad. Se vuelven a trabajar todas las competencias y casi todas las subcompetencias, sin embargo no tocará el total de los contenidos del tema ya estará centrado en unos pocos específicos ya nombrados en la actividad previamente.

Las competencias (LOE) que se evaluarán con esta actividad serán:
- *Competencia lingüística (20%)*
- *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (50%)*
- *Competencia digital (5%)*
- *Competencia de aprender a aprender (5%)*
- *Competencias sociales y cívicas (10%)*
- *Conciencia y expresiones culturales (10%)*

Este trabajo tendrá tanto peso como los trabajos iniciales, es decir, el 25% de la nota del tema que luego formará parte de la media de la nota final.

- **Problemas de genética:** éste será el último elemento del tema que será considerado como parte de la evaluación, recibiendo menos carga que las cuestiones anteriores pero aún así siendo lo suficientemente importante como para ser considerando, especialmente a nivel tanto teórico (comprendiendo todos los elementos vistos a lo largo del tema relacionados con la herencia y las leyes de Mendel) como práctico (relacionándolo con la película). Estos problemas se realizarán a lo largo de varias sesiones, y se subirán a una carpeta compartida de Google Drive para que el profesor los pueda corregir.

Las competencias y subcompetencias (LOE) que se evaluarán con esta actividad serán:
- *Competencia lingüística (15%)*
- *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (80%)*
- *Competencia de aprender a aprender (5%)*

Este trabajo tendrá el 20% del peso de la nota del tema que luego formará parte de la media de la nota final.

El resto de las actividades, preguntas y tareas planteadas no formarán parte de la evaluación porque simplemente servirán como recursos de motivación, reconceptualización y trabajo en equipo. La autoevaluación no formará parte de la nota final. Todas las notas serán colgadas en la

plataforma de Xtend empleada por el centro (http://www.xtendeducacion.com, **Figura 16**), en la que tanto los alumnos como los padres tendrán acceso a ellas. En una plantilla predeterminada de esta plataforma los alumnos también realizarán las co-evaluaciones.

Figura 16. Página de inicio de Xtend.

4.4. Atención a la diversidad

Puesto que los alumnos del Colegio Ramón y Cajal pasan un control muy exhaustivo en cuanto a su expediente antes de entrar en el colegio, por lo general los alumnos llevan todos un avance curricular semejante que hace que resulten innecesarias las adaptaciones curriculares. El centro no está capacitado para albergar a alumnos con discapacidades de tipo motoras, visuales, etc. (entre otras cosas por la arquitectura del lugar o los recursos de los que se ha elegido disponer), por lo que no es necesario plantearse tratar esos problemas en el tratamiento de esta U.D. A título personal, he procurado elegir una metodología que atendiese a la posible diversidad que haya entre los alumnos (especialmente a nivel de estilos de aprendizaje), además de plantear un pequeño proyecto de ampliación sobre el manejo de las bases de datos en el NCBI en caso de que un grupo de alumnos pudiera ir más avanzado. Las actividades variadas y el trabajo en grupo interactivo permiten que los alumnos con distintas habilidades puedan potenciarlas en función de la tarea que se esté realizando, pero siempre asegurándose de incluir a todos. De este modo, un alumno que encuentre una actividad un poco más complicada quizá haga muy bien la siguiente. En caso de que la metodología siga sin funcionar para algún alumno, en los 10 últimos minutos de clase o en el recreo se les puede explicar la lección de otra manera para resolver las dudas, o en su defecto mandarles cuestiones de refuerzo y repaso para casa.

4.5. Recursos didáticos

A lo largo del trabajo quedan incluidos diferentes tipos de recursos, que, a continuación, quedarán descritos según sus tipos, los momentos utilizados y la justificación de por qué han sido utilizados.

Tipos	Momento	Justificación
Presentaciones	• En los trabajos iniciales de prelectura. • A lo largo del resto del tema (profesor).	• Como apoyo para la presentación de los alumnos y para facilitar el seguimiento de sus compañeros. • Como apoyo para el profesor y para facilitar el seguimiento de los alumnos.
Pizarra	• A la hora de explicar el protocolo de la prácticas del laboratorio. • A la hora de anotar datos en la actividad de los alelos. • A la hora de resolver o corregir problemas de genética.	• Para poder seguir la explicación y los pasos asegurándonos de que nadie se pierda. • Para poder visualizar fácilmente la diferencia en los grupos. • Para que todos los alumnos puedan entender la explicación.
Película / Vídeos de ciencia ficción	• A lo largo de toda la unidad (visualización completa al principio y escenas puntuales el resto del tiempo).	• Como recurso principal para acompañar la explicación de algo más visual y cercano a la realidad de los alumnos que ayude a captar su atención.
Imágenes, tablas, gráficos o esquemas	• En todas las actividades. • En las prácticas de laboratorio + secuenciación. • Al recordar momentos de la película. • Para entender ciertos conceptos (mutaciones, clonación, cromosomas…). • Mapa conceptual. • Mini-test.	• Para facilitar la visualización y el estudio de conceptos / datos. • Para sintetizar mejor la información. • Para entender un proceso. • Para completar partes de ella a la hora de la evaluación.
Modelos e instrumentos físicos	• Experimento extracción de ADN.	• Para acercar el concepto a la propia realidad de los alumnos y que por lo tanto se produzca un aprendizaje significativo.
Preguntas de reflexión	• Actividades motivadoras. • Actividades de razonamiento y lectura de artículos. • A lo largo de todas las secuencias.	• Para captar la atención y acercar el concepto a la propia realidad de los alumnos para que se produzca un aprendizaje significativo.
Preguntas de investigación y repaso	• Como ampliación (atención a la diversidad). • Actividad para entender el concepto de dominantes y recesivos. • Problemas de genética. • Actividad lectura de artículos.	• Para ampliar el temario y atender a aquellos alumnos un poco más avanzados. • Para contextualizar una situación y dar pie a un debate / reflexión.
Recursos interactivos	• Mini-tests (Xtend: http://xtendeducacion.com) • Autoevaluación (Survey Monekey: http://surveymonkey.com) • Google drive ((https://drive.google.com/drive/#)	• Para que la recogida de información a la hora de evaluar sea más fácil. • Para facilitar la visualización de los conceptos a la vez que se aprovechan las nuevas tecnologías.

Tipos	Momento	Justificación
Artículos	• Trabajos concienciación sobre los avances genéticos. • Artículos de ampliación.	• Para acercar el concepto a la propia realidad de los alumnos y que por lo tanto se impliquen en los problemas y se produzca un aprendizaje significativo.
Murales	• Trabajos concienciación sobre los avances genéticos.	• Para encontrar un equilibrio con el uso de las nuevas tecnologías, mostrar otra forma de trabajo y fomentar la competencia creativa.
Mapa conceptual	• Al final de la secuencia.	• A modo de reconceptualización.

5. Conclusiones

Por cuestión organizativa, de tiempo y de distribución de profesores, este trabajo y la unidad didáctica que comprende no pudieron llegar a ser aplicados durante mi período de prácticas, por lo que no tengo datos concretos y personales sobre el beneficio del uso del cine de ciencia ficción como recurso en el aula de Biología y Geología. Sin embargo, tuve que desarrollar una unidad didáctica para 1º de ESO en la que procuré integrar una versión de estas actividades con la idea de ofrecer algo distinto y motivador a los alumnos, por lo que, aunque no habiéndose aplicado exactamente de la misma manera que queda descrita en este trabajo, mucha de la metodología fue similar y proporcionó buenos resultados. Teniendo en cuenta la diferencia en cuanto a curso y edad, haber podido experimentar el ambiente en el aula de forma previa a la explicación del tema, y ver la receptividad de los alumnos ante cierto tipo de tareas, las nuevas adaptaciones y el enfoque de las tareas en este trabajo tienen la intención de mejorar aquello que en un principio pudo haber sido mejorado para aprovechar al máximo los recursos disponibles, especialmente el cine como el principal, así como generar un nuevo modo de trabajo basado en la cooperatividad que en el centro, a pesar de poder hacerse, casi ni se aplica.

La **caza del tesoro** inicialmente se planteó como un trabajo de prelectura grupal en el que se esperaba que los alumnos completaran una tarea e hicieran una exposición para ser evaluados, pero no se les proporcionaban las páginas donde encontrar la información. Una vez he podido ver la dinámica de esta actividad y su efectividad a la hora de conseguir lo que se proponía he optado por modificarla, dando menos importancia a aspectos como los contenidos o la mera evaluación. Un trabajo situado al principio del tema no ha de proporcionar toda la información perfecta sino expresarla y sintetizarla correctamente, por lo que el planteamiento de una caza del tesoro elimina parte de esa presión para los alumnos y les permite centrarse en otros aspectos. Este enfoque además permite a los alumnos trabajar en un ambiente más relajado y de menor competitividad que ayuda a mejorar el trabajo en grupo y fomenta sus relaciones. Las nuevas tecnologías cumplen un papel clave en ambos casos en la búsqueda, realización y presentación de la información, pero al contrario que al principio la presencia de una pregunta final en la caza del

tesoro fomenta el razonamiento sobre la información encontrada en vez de simplemente proporcionar datos sin sentido para ellos.

Las **preguntas de debate y reflexión** fueron planteadas inicialmente como actividades puntuales del grupo clase que no daba pie a debate en sus pequeños grupos previo a la puesta en común. Pese a no haber ningún problema aparente por llevarlo a cabo de este modo, pude comprobar que siempre acababan participando y respondiendo los mismos alumnos, resultando una oportunidad perdida el no hacerles aprovechar su disposición en clase para generar un poco de discusión y sacar partido de las distintas capacidades o ideas de cada individuo. Puesto que todos los alumnos tenían la posibilidad de trabajar con sus propios iPads, el dejarles unos minutos de repaso apoyados por la información extra que sus dispositivos les podrían proporcionar habría ayudado en la participación general (especialmente de aquellos alumnos más tímidos) y en aumentar el interés general por el tema. Otras actividades, como la **resolución de problemas** o el **experimento en el laboratorio**, no formaron parte de la unidad que diseñé para el otro curso, pero teniendo en cuenta el tema a tratar en este caso así como el hecho de estar impartiendo clase en esta asignatura tan experimental, he considerado importante incluir de igual manera partes prácticas como teóricas. De este modo, los alumnos tendrán una visión más real de lo que es la vida de un científico y lo que representa una asignatura como esta.

La última actividad modificada ha sido la del **trabajo por grupos interactivos.** Esta metodología me era desconocida inicialmente, por lo que el trabajo que los alumnos realizaron consistió en leer un artículo distinto por grupo sobre un tema relevante en la actualidad relacionado con el tema. Aunque parecido, este planteamiento omite toda la primera parte del debate en grupo que podía dar pie a muchas preguntas interesantes y a desarrollar en los alumnos la competencia social y ciudadana un poco más a fondo. Tal y como se ha propuesto en este trabajo, el hacer a los alumnos rotar por distintas estaciones resulta mucho más productivo porque les permite tocar diversos aspectos del tema en vez centrarse sólo en uno aleatorio, proporcionándoles una visión mucho más holística del problema a tratar. Además, les ofrece una nueva oportunidad para interactuar con sus compañeros, aprovechar los distintas capacidades y estilos de aprendizaje de cada uno de ellos, y desarrollar especialmente la competencia de autonomía personal. El uso de las nuevas tecnologías para la lectura de los artículos intercalado con la realización de los pósters ayuda a tratar la competencia digital y la creativa, a la vez que muestra a los alumnos maneras alternativas de trabajar.

La importancia de poner a los alumnos como protagonistas de su propio aprendizaje de modo que se sientan implicados y vean la relación entre lo aprendido y su propia realidad es crucial para que se produzca un aprendizaje significativo. Mediante el aprendizaje por tareas, el trabajo en grupo y el uso responsable de las nuevas tecnologías, los alumnos no sólo sentirán más interés y se implicarán más a fondo en la lección consiguiendo esto, si no que además fomentarán las relaciones y aprenderán a valorar la opinión de sus compañeros, cualidad tremendamente importante para ellos tanto ahora como en su futura. Si a esto le sumamos el uso de un elemento

central en la vida de los alumnos como el principal recurso que utilizar a lo largo de la unidad, en este caso el **cine de ciencia ficción**, podremos avanzar tremendamente en cuanto al nivel de motivación del alumnado, su interés y consecuentemente su aprendizaje. Si les acercamos aspectos abstractos a su realidad, los alumnos no se sentirán tan intimidados por el temario y verán tanto a la ciencia como a los científicos bajo una nueva luz. Puesto a que más allá de las noticias y artículos citados sobre el tema no he podido comprobar de primera mano los beneficios de su uso como recurso didáctico, si se llegara a aplicar se recomendaría hacer un análisis a lo largo de la propuesta. De este modo, se podrán obtener conclusiones fiables sobre su acierto o desacierto como metodología didáctica y se podrán, al igual con la metodología citada, pulir aquellos aspectos que necesiten mejorar. La autoevaluación redactada al final de la secuencia junto con un diario del profesor en el que compare el rendimiento académico de los alumnos al usar o no usar el recurso ayudarán en esta labor.

6. Bibliografía

- ABRAMSON, S.; ROBINSON, R. y ANKENMAN, K. (1995). Project Work with Diverse Students: Adapting Curriculum Based on the Reggio Emilia Approach. *Childhood Education volumen 71, número 4 pp 197-202.*
- ANDERMAN, L.H., y MIDGLEY, C. (1998). Motivation and middle school students. *ERIC digest*. Champaign, IL: ERIC Clearinghouse on Elementary and Early Childhood Education.
- AYUSTE, FLECHA, LÓPEZ PALMA y LLERAS. (1994). *Planteamientos de la pedagogía crítica (Comunicar y transformar).* Biblioteca de Aula, núm. 3. Barcelona: Editorial Graó.
- BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA (Ciencias de la Naturaleza) 4º ESO. (2012). Bloque III: Las bases de la vida. Barcelona, España: proyecto y edición editorial edebé.
- CAVANAUGH, T. y M. CAVANAUGH, M. (2004) Teaching Science with Science Fiction Films. EEUU: Linworth Publishing, Inc.
- CHAPELA, A. (2014). Entre ficción y ciencia: El uso de la narrativa en la enseñanza de la ciencia. *Educación Química, volumen 25, número 1,* pp 2-6.
- DELORS, J. (1999). *La educación encierra un Tesoro*. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI. Madrid: Editorial Santillana.
- DUBECK, L.W. and TATLOW, R. (1990) Science Fiction Aids Science Teaching. *Phys. Teach*. May 1990. 316-319.
- EDWARDS, C. P., y SPRINGATE, K. (1993). Inviting children into project work. *Dimensions of Early Childhood, 22* (1), 9–11.
- FANDOS GARRIDO, M. (2003). Formación basada en las Tecnologías de la Información y Comunicación: Análisis didáctico del proceso de enseñanza-aprendizaje. *Tesis Doctoral*.
- GIMENO, J. (2001). *Educar y convivir en la sociedad global*. Madrid: Editorial Morata.
- GÓMEZ CRESPO, M.A. y POZO, J.I. (2006). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Ediciones Morata S.L. Quinta edición.
- GRÀCIA, S. y ELBOJ, C. (2005). La educación secundaria en comunidades de aprendizaje. El caso de Aragón. *Educar 35, pp 101-110.*

- HUCK, G. (2003). La ciencia y el porqué los jóvenes pierden interés en ella. Instituto Balseiro. Bariloche, Argentina.
- HUFF, E.A. (2012). Gattaca becomes a reality as scientists start to screen, abort human babies based on 3500 'genetic faults'. *Natural News: Natural Health News & Self-Reliance*. Recuperado de: http://www.naturalnews.com/036136_GATTACA_genetic_screening_babies.html.
- JOHNSON, D. y JOHNSON, R. (1991). Learning together and alone. Cooperative, competitive and individualistic learning. Needham Heights, Allyn and Bacon.
- KAGAN, S. (1994). *Cooperative Learning*. San Clemente, CA: Kagan
- LINARES GARRIGA, J.E. (2004) " Programa de desarrollo de conductas de cooperación en el alumnado". *Consejería de Educación y Cultura Región de Murcia.*
- MAIER, J. (2006). Symbolism in Andrew Niccols "Gattaca". T*erm Paper in American Studies - Culture and applied Geography,* 1-14.
- MOLINA SERRATO, F.; ROBLES VARGAS, I.; SÁNCREZ FRÍAS, C. (2011). *Nueva metodología para dar respuesta a la diversidad del aula: Grupos interactivos*. IES Virgen del Mar (Adra), Almería.
- MUÑOZ REAL, J.M. (2001). Adolescentes *(Propuesta de Educación en Valores con los medios audiovisuales)*. I.E.S. Reino Aftasí. Badajoz. pp 161-166.
- NORTHWEST REGIONAL EDUCATIONAL LABORATORY (2006). Aprendizaje por proyectos. *Tradcción de Eduteka*. Recuperado de: http://www.nwrel.org/request/2002aug/projectbased.pdf
- PETIT PÉREZ, M.F. y SOLBES MATARREDONA, J. (2012). La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 30 (2): 69-86.
- PIAGET, J. e INHELDER, B. (1948). *La répresentation de l'espace chez /'enfant*. Paris: P.U.F.
- PIAGET, J. (1969). Psychologie et pédagogie. París: Denoël. 264 pgs.
- RAMOS MORA, R. (2012). El cine como recurso didáctico en la Educación Secundaria y su aplicación a las Ciencias Sociales. *Trabajo de Fin de Máster (Geografía e Historia)*. Universidad de Almería.
- SERVICIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA. (2008). Aprendizaje cooperativo: guías rápidas sobre nuevas tecnologías. Universidad Politécnica de Madrid.

7. Webgrafía

- CAMPILLO, S. (23 de marzo de 2015). *Humanos modificados genéticamente, ¿hasta dónde llegaremos?* Hipertextual. Recuperado de: http://hipertextual.com/2015/03/humanos-modificados-geneticamente.
- CIENCIA Y CINE EN INTERNET (s.f.). En Wikispaces. Recuperado el 20 de mayo de 2015 de http://cineyciencia.wikispaces.com/Ciencia+y+Cine+en+internet (modificada por última vez el 26 de dic 2014).
- CINE - HISTORIA (s.f.). Recuperado el 20 de mayo de 2015 de: http://es.wikipedia.org/wiki/Cine#Historia (modificado por última vez el 13 de junio de 2015).

- CINE PARA ESTUDIANTES - *Archivo de película*s. Recuperado de: http://www.cinemaperaestudiants.cat/es/peliculas-archivo/.
- CINE Y EDUCACIÓN - *Guías didácticas de Ciencias Naturales*. Recuperado de: http://cineyeducacion.com/category/ciencias-naturales/.
- COLEGIOS RAMÓN Y CAJAL: http://www.rcajal.es.
- CRÍTICA: "GATTACA". *Imagen escena escaleras*. La voz en off. Recuperado de: http://lavozenoff.net/2013/09/14/critica-gattaca/
- EMERSON, E. (17 de abril de 1998). *Gattaca: separating fact from fiction and right from wrong.* USC News. Recuperado de: http://news.usc.edu/10492/Gattaca-seperating-fact-from-fiction-and-right-from-wrong/
- GATTACA (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 11 de junio de 2015 de http://es.wikipedia.org/wiki/Gattaca (modificada por última vez el 9 de junio de 2015).
- GONZÁLEZ AGUADO, M.E. (19 de marzo de 2013) *Competencias mediante tareas en ciencias de la naturaleza*. Asesoría de Ciencias de la Naturaleza. Berritzegune Nagusia. Recuperado de http://es.slideshare.net/elvirag1/competencias-mediante-tareas-en-ciencias-de-la-naturaleza
- GOOGLE DRIVE (2012): https://www.google.com/intl/es_es/drive/.
- KASSANDRA M. *Gattaca*. Pinterest. Recuperado de: https://www.pinterest.com/pin/459015386993953727/.
- MANHATTAN BEACH STUDIO [Manhattan Beach Studio]. (8 de jun, 2010). Gattaca - main title. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=1MiKUG3_bxM.
- MARGINALIA (the graduate blog). *"Gattaca" movie poster.* Recuperado de: http://blogs.colum.edu/marginalia/2012/04/04/flip-flops-in-the-windy-city-film-score-review-gattaca/screen-shot-2012-04-02-at-7-08-59-pm/
- NCBI - National Center for Biotechnology Information: http://www.ncbi.nlm.nih.gov.
- PÓSTER GATTACA. Flicks. Recuperado de: http://www.flicks.co.nz/movie/gattaca/poster/
- PRUETER, L. Gattaca, *Poster Designs*. Recuperado de: http://www.laurenprueter.com/posters.html
- REGLADO, A. (13 de marzo de 2015). *La industria pide una moratoria para la manipulación genética en humanos.* MIT Technology Review. Publicado por Opinno. Recuperado de: https://www.technologyreview.es/biomedicina/47124/la-industria-pide-una-moratoria-para-la/
- SABERÍA - SABER EDUCATIVO (2009-2015). *¿Cuál fue la primera película de la historia?* Sabería multimedia S.L. Recuperado de: http://www.saberia.com/2010/09/cual-fue-la-primera-pelicula-de-la-historia/
- SALMAORGUK. Gattaca artwork. Society 6. Recuperado de: http://society6.com/product/gattaca-artwork_framed-print#12=52&13=54
- SENSACINE. (2010). *Top películas de ciencia ficción*. Recuperado de: http://www.sensacine.com/peliculas/mejores/nota-espectadores/genero-13021/.
- SURVEY MONKEY (1999-2015): https://es.surveymonkey.com.
- THE JAZZ SINGER (1927) (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 21 de mayo de 2015 de: www.wikipedia.org (modificado por última vez el 25 de febrero de 2015).

- VALERO, A.; MUÑOZ DE LA PEÑA, F. (Noviembre 2002). *Generador 1, 2, 3 tu Caza en la Red*. Recuperado de: http://www.aula21.net/cazas/caza.htm
- XTEND EDUCACIÓN (2013): http://www.xtendeducacion.com.
- ZIELINSKI, S. (6 de enero de 2011). *NASA Picks Best & Worst Sci-Fi Movies. What Are Yours? Smithsonian Magazine.* Recuperado de: http://www.smithsonianmag.com/science-nature/nasa-picks-best-amp-worst-sci-fi-movies-what-are-yours-41527422/?no-ist

8. Anexos

8.1. Información sobre la película de "Gattaca"

Titulo original: Gattaca
Nacionalidad: EE.UU., 1997
Duración: 112 minutos
Dirección: Andrew M. Niccol
Guión: Andrew M. Niccol
Producción: Danny de Vito, Michael Shamberg y Stacey Sher (Jersey Films para Paramount/ Columbia Pictures) **Fotografía**: Slawomir Idziak **Montaje**: Lisa Zeno Churgin **Dirección artística**: Jan Roelfs **Efectos especiales**: Gary d´Amico **Música**: Michael Nyman.

Reparto: Ethan Hawke (Vincent Freeman/Jerome), Uma Thurman (Irene Cassini), Jude Law (Jerome/Eugene Morrow), Gore Vidal (Director Josef), Alan Arkin (Detective Hugo), Loren Dean (Anton), Tony Shalhoub (German), Elias Koteas (Antonio), Ernest Borgnine (Cesar)

La película se estrenó el 24 de octubre de 1997 en EE.UU y el 20 de marzo de 1998 en España.

Director: el neozelandés **Andrew Niccol** (1964) se formó en Londres, lugar donde consiguió cierta reputación como escritor de guiones y creador en campos relacionados con la publicidad. Después se trasladó a Los Angeles y debutó en la dirección con un guión suyo: "*Gattaca*" (1997). La película demostró su solidez como guionista y la ratificó firmando el guión de "*El show de Truman"* (1998), película del australiano **Peter Weir**. En ella, el dúo Niccol-Weir produjo una de las más inteligentes indagaciones que ha ofrecido el cine reciente sobre el papel (y el poder) de la televisión en la sociedad actual. Su última película, como guionista y director, es "*Simone"* (2001), en la que se narra la decisión de un director de cine (Al Pacino) que decide suplir a una actriz fallecida por una virtual, fabricada digitalmente. Como en sus anteriores trabajos, parece que se inclina por historias que mezclan el avance técnico y científico y el factor humano.

Sinopsis: siendo niño Vincent descubre que es un "no-Válido", una persona concebida naturalmente y no, como su hermano Anton, mediante diseño genético. Eso le destina a una vida inferior en una sociedad en la que la mayoría porta una carga genética superior a la suya. Pero desde un episodio de su infancia, en el que salva a su hermano "perfecto", Vincent parece dispuesto a rebelarse ya que aspira a ser astronauta, algo vetado a los "hijos de Dios" como él.

Con la colaboración de un traficante, suplantará a Jerome, un ser genéticamente superior pero paralizado tras un accidente. Desde ese momento Vincent (ahora Jerome) logra entrar en la corporación Gattaca pero debe estar en constante vigilancia para no ser descubierto por un sistema muy sofisticado que chequea constantemente el material genético de los empleados. Allí conoce a una mujer que le admira al considerarlo un especímen superior. Todo parece ir conforme a los planes de Vincent hasta que se produce un asesinato y se desata una investigación a la que Vincent no podrá burlar. **Link a la película**: https://www.youtube.com/watch?v=gb4hiE6fLAo.

8.2. Cazas del tesoro. Grupos 2-7

***Grupo 2*: Los nombres de la película**	
INTRODUCCIÓN	El director eligió con mucha precisión los **nombres** tanto de las personas como de los grupos de gente (Vincent Freeman, Jerome Eugene Morrow, "Válidos" e "Inválidos"…) a lo largo de la película para intentar transmitir una serie de ideas y emociones al espectador. Vas a investigar un poco más sobre el significado del nombre de Jerome y su relación con la genética.
PREGUNTAS	Cuanto más cohesión tengan las preguntas entre si a la hora de explicar el trabajo a vuestros compañeros mejor lo van a entender. Se valorará la síntesis y la claridad de la información expuesta. • El nombre de Jerome es similar al de "genome", que se traduce a genoma. ¿Qué es el genoma? • ¿Tiene cada persona su propio genoma, o varia éste en función de la especie? ¿Cómo de parecido es el ADN de un hijo al de su padre? ¿Y al de un desconocido? • ¿Ha habido algún intento de codificar el genoma en alguna especie? ¿Y en humanos? • Su segundo nombre, Eugene, está puesto por el concepto de eugenesia. ¿En qué consiste? • ¿Han surgido problemas previamente en la historia de la humanidad derivados de su práctica? ¿Lo vemos reflejado en la película?
RECURSOS	Las direcciones que aparecen son sólo algunas de las que puedes utilizar, ayúdate de los buscadores para buscar más información sobre el tema. ¡Recuerda que es importante contrastar la información! • Información general ADN:http://eliyeladn.weebly.com/index.html • Información general GATTACA: http://es.wikipedia.org/wiki/Gattaca • http://es.wikipedia.org/wiki/Genoma • Determinación del parecido: http://geneticsawareness.org/esgen/aprende-acerca-de-la-genetica/tiene-preguntas-sobre-la-genetica/como-funciona-el-analisis-de-adn-pueden-determinar-si-dos-personas-estan-em • Proyecto Genoma Humano: http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto_Genoma_Humano • Eugenesia: http://es.wikipedia.org/wiki/Eugenesia
PREGUNTA FINAL	Para distinguir a los distintos trabajadores en Gattaca entre sí, **¿qué es lo que les van a analizar? ¿Por qué?**

Grupo 3: La escalera en espiral	
INTRODUCCIÓN	Durante la película podemos ver varias referencias a la molécula de ADN como recordatorio de su importancia en la trama, de manera especial en la **escalera en espiral** de la casa de Jerome. A continuación vas a investigar sobre algunas de las características de esta molécula y su importancia en la película.
PREGUNTAS	Cuanto más cohesión tengan las preguntas entre si a la hora de explicar el trabajo a vuestros compañeros mejor lo van a entender. Se valorará la síntesis y la claridad de la información expuesta. • ¿Cuál es la estructura que tiende a adquirir la molécula de ADN? ¿Por qué necesita hacer esto? • ¿Cuál es la relación entre un gen y el ADN? ¿Y entre un gen y un cromosoma? • ¿Qué es lo que determina los diferentes caracteres (color de ojos, de pelo, etc) en la herencia? ¿Qué nombre recibe esto? • ¿Qué tipos de combinaciones existen entre ellos? • ¿Crees que todas nuestras características son heredables? ¿A través de qué células se transmite nuestra información a los descendientes?
RECURSOS	Las direcciones que aparecen son sólo algunas de las que puedes utilizar, ayúdate de los buscadores para buscar más información sobre el tema. ¡Recuerda que es importante contrastar la información! • Información general ADN:http://eliyeladn.weebly.com/index.html • Información general GATTACA: http://es.wikipedia.org/wiki/Gattaca • Estructura ADN: http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena6/4quincena6_contenidos_1a.htm • ADN, genes y cromosomas: http://dciencia.es/adn-genes-cromosomas/ • Alelos: http://es.wikipedia.org/wiki/Alelo • Gametos: http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/Gametos_humanos.htm
PREGUNTA FINAL	¿Por qué los distintos restos orgánicos de Jerome que Vincent utiliza para identificarse (sangre, orina…) **dan como resultado la misma secuencia genética pero son distintos entre sí?**
Grupo 4: Los ambientes cerrados	
INTRODUCCIÓN	Casi toda la película transcurre en ambientes cerrados, lo que, entre otras cosas, responde al deseo del director de crear una atmósfera opresiva y “fría” para acentuar la cualidad casi robótica de la tecnología y el **orden y uniformidad** que se asocian a la perfección. ¿Qué relación crees que tiene eso con la genética? A continuación vas a investigarlo y averiguarlo a través de unas preguntas.

Grupo 4: Los ambientes cerrados	
PREGUNTAS	Cuanto más cohesión tengan las preguntas entre si a la hora de explicar el trabajo a vuestros compañeros mejor lo van a entender. Se valorará la síntesis y la claridad de la información expuesta. • ¿Qué la ingeniería genética? ¿Cuáles son algunas de sus aplicaciones más conocidas? • ¿En qué consisten estas aplicaciones? ¿Son todas de aplicación exclusiva en humanos? • ¿Cuál es la diferencia entre las denominadas “variedades salvajes” y las “variedades domésticas”? • ¿Son todos estos avances buenos para la salud? ¿Y para el medio ambiente? • ¿Crees que hay algún tipo de peligro asociado a estas prácticas? ¿Lo podemos ver en la película?
RECURSOS	Las direcciones que aparecen son sólo algunas de las que puedes utilizar, ayúdate de los buscadores para buscar más información sobre el tema. ¡Recuerda que es importante contrastar la información! • Información general GATTACA: http://es.wikipedia.org/wiki/Gattaca • Ingeniería genética: http://profesores.elo.utfsm.cl/~tarredondo/info/soft-comp/Bio-Intro/diferencias.htm • Organismos transgénicos: http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena8/4quincena5_contenidos_2c.htm • Selección artificial: http://es.wikipedia.org/wiki/Selección_artificial
PREGUNTA FINAL	En la película vemos como los médicos pueden determinar genéticamente al embrión antes de que este nazca, pero no que los “no-Válidos” puedan ser modificados posteriormente para alcanzar un estatus superior. **¿Es esta técnica posible? ¿Sabes si a día de hoy se lleva a cabo algo semejante?**
***Grupo 5*: La carga de la perfección**	
INTRODUCCIÓN	A lo largo de la película, podemos ver como la **perfección genética** contrasta con la psicología de los diferentes individuos, llegando a ser Anton o Jerome inferiores a Vincent en ciertos aspectos. Vas a investigar un poco más sobre las ventajas y desventajas de alterar genéticamente un organismo y el modo en que esto se expresa.
PREGUNTAS	Cuanto más cohesión tengan las preguntas entre si a la hora de explicar el trabajo a vuestros compañeros mejor lo van a entender. Se valorará la síntesis y la claridad de la información expuesta. • ¿En qué casos es justificable abordar la manipulación genética? ¿En cuáles no? • ¿Quiénes se beneficiarían de la evolución genética? ¿Por qué se oponen los gobiernos y ciertas iglesias a la clonación? • ¿Qué es la herencia? ¿Qué tipos de herencia hay? ¿Se heredan aquellos genes modificados genéticamente? • ¿Cuál es la diferencia ente el fenotipo y el genotipo? ¿Depende el primero exclusivamente del segundo, o pueden influir otros factores?

Grupo 5: La carga de la perfección	
RECURSOS	Las direcciones que aparecen son sólo algunas de las que puedes utilizar, ayúdate de los buscadores para buscar más información sobre el tema. ¡Recuerda que es importante contrastar la información! • Información general ADN:http://eliyeladn.weebly.com/index.html • Información general GATTACA: http://es.wikipedia.org/wiki/Gattaca • ADN - ARN: http://profesores.elo.utfsm.cl/~tarredondo/info/soft-comp/Bio-Intro/diferencias.htm • Mutaciones: http://es.wikipedia.org/wiki/Mutación_genética • ADNmt: http://es.wikipedia.org/wiki/Genoma_mitocondrial#Tasa_de_mutaci.C3.B3n_del_ADN_mitocondrial
PREGUNTA FINAL	Si la expresión fenotípica depende de factores más allá del genotipo,: **¿Qué medidas alternativas se pueden tomar para mejorar las probabilidades de un individuo sin revertir a la manipulación genética? ¿Crees que en el mundo de "Gattaca" esta medida sería suficiente paralos "no-Válidos" frente a los individuos perfectos genéticamente?**
Grupo 6: El pasadizo circular	
INTRODUCCIÓN	Hacia el final de la película podemos ver a Vincent andando por un pasadizo perfectamente circular en dirección al cohete, en el cual el color hacia un rosa claro para evocar la sensación de estar pasando por el "canal del parto" y **volviendo a nacer.** Para él este nuevo comienzo significa no estar sujeto a la etiqueta de "no-Válido" que le había definido desde incluso antes de nacer, por lo que ahora vas a investigar un poco sobre este aspecto y su relevancia en la genética.
PREGUNTAS	Cuanto más cohesión tengan las preguntas entre si a la hora de explicar el trabajo a vuestros compañeros mejor lo van a entender. Se valorará la síntesis y la claridad de la información expuesta. • ¿En qué consisten los diagnósticos prenatales? • ¿Qué permiten detectar estas prácticas? ¿Qué aspectos genéticos no deberían en ningún caso dejarse a elección de los padres? • ¿Qué es la amniocentesis? ¿Y la biopsia de corion? ¿Conllevan riesgos? • Cita al menos 3 defectos o enfermedades genéticas que se puedan anticipar por el uso de estas prácticas. • ¿Qué manera tenemos nosotros, sin disponer de avances tecnológicos, para predecir las probabilidades de herencia de ciertos caracteres sabiendo la genética de los progenitores? ¿Varían en función del tipo de herencia?

Grupo 6: El pasadizo circular	
RECURSOS	Las direcciones que aparecen son sólo algunas de las que puedes utilizar, ayúdate de los buscadores para buscar más información sobre el tema. ¡Recuerda que es importante contrastar la información! • Información general GATTACA: http://es.wikipedia.org/wiki/Gattaca • Diagnóstico prenatal: https://www.dexeus.com/informacion-de-salud/enciclopedia-ginecologica/obstetricia/diagnostico-prenatal-y-medicina-fetal • Amniocentesis: http://es.wikipedia.org/wiki/Amniocentesis • Biopsia de corion: http://www.serpadres.es/embarazo/pruebas-embarazo/articulo/biopsia-de-corion-preguntas-frecuentes • Árboles genealógicos: http://www.heraldaria.com/hacerarbol.php; https://sites.google.com/site/alejanddracastillo/historia/biologia-1/entradasintitulo
PREGUNTA FINAL	En la película vemos que, entre otras cosas, Vincent sufre de miopía mientras que su hermano no lo hace. Si sabemos que la miopía es dominante: **¿Cómo debían de ser los aleros de los padres para que uno de los hijos naciera miope y el otro pudiera ser seleccionado "a la carta" para no tenerlo?**

Grupo 7: La muerte en el fuego	
INTRODUCCIÓN	Uno de los personajes de la película (¡no revelaré quien!) al final del todo decide suicidarse metiéndose en un incinerador y activando la opción de "auto-limpieza" del mecanismo. Cuando una persona muere quemada resulta muy difícil su **identificación genética**, por lo que el decidir hacerlo de esta forma es un intento de no dejar ningún rastro de identificación detrás. Ahora vas a investigar un poco más sobre los distintos factores genéticos que nos diferencian los unos a los otros y que nos permiten identificarnos.
PREGUNTAS	Cuanto más cohesión tengan las preguntas entre si a la hora de explicar el trabajo a vuestros compañeros mejor lo van a entender. Se valorará la síntesis y la claridad de la información expuesta. • ¿Qué es el código genético? ¿Qué relación tiene el mismo con la herencia de las características de cada individuo? • ¿Qué constituye la información genética y dónde se alberga ésta? • ¿Qué es lo que caracteriza a las células diploides? • ¿Hay características heredables más probables por pertenecer a un sexo determinado? ¿Por qué? • ¿Hay genes que pueden presentar más de dos ale con diferentes posibilidades de herencia? ¿Cuál es el caso más conocido?
RECURSOS	Las direcciones que aparecen son sólo algunas de las que puedes utilizar, ayúdate de los buscadores para buscar más información sobre el tema. ¡Recuerda que es importante contrastar la información! • Información general ADN:http://eliyeladn.weebly.com/index.html • Información general GATTACA: http://es.wikipedia.org/wiki/Gattaca • ADN - ARN: http://profesores.elo.utfsm.cl/~tarredondo/info/soft-comp/Bio-Intro/diferencias.htm • Mutaciones: http://es.wikipedia.org/wiki/Mutación_genética • ADNmt: http://es.wikipedia.org/wiki/Genoma_mitocondrial#Tasa_de_mutaci.C3.B3n_del_ADN_mitocondrial

Grupo 7: La muerte en el fuego	
PREGUNTA FINAL	En la película vemos como Jerome se extrae muestras de sangre, entre otras cosas, para que Vincent no sea descubierto cuando le vayan a hacer análisis genéticos, pero **¿por qué tenía que llevarla en bolsas y asegurarse de que no se mezclaran entre si?**

8.3. Práctica de extracción del ADN

Para extraer el ADN, primero necesitamos romper las células epiteliales en las que se encuentra protegido, para lo cual utilizaremos detergente. Más adelante, emplearemos el alcohol que, por diferencia de cargas, permite separar el ADN del resto de los componentes celulares. Esta práctica ha sido extraída del libro de Biología y Geología de 4º de ESO de la editorial Edebé.

Material:

- Un vaso de plástico desechable.
- Un vaso de precipitados de vidrio.
- Agua del grifo.
- Solución de cloruro sódico (NaCl) al 6%.
- Solución de lavavajillas al 25%.
- Alcohol etílico de 96º.
- Pipetas Pasteur desechables.
- Unas gotas de hematoxilina (colorante).

Procedimiento:

- Poner el alcohol en la nevera durante unos minutos para que se vaya enfriando.
- Verter 5 mL de agua en el vaso de plástico.
- Enjuagarse la boca con agua durante medio minuto. Los restos de comida pueden interferir en el resultado del experimento, por lo que este es un paso importante tanto en este punto para poder proseguir como antes del experimento.
- Verter el líquido en el vaso de precipitados.
- Con una pipeta Pasteur, añadir 5mL de la solución de NaCl y 5 mL de lavavajillas diluido en el vaso de precipitados.
- Mezclar suavemente dutante unos minutos.
- Inclinar el vaso y, con ayuda de una pipeta Pasteur, depositar con cuidado 5mL de alcohol. Procurar que las gotas vayan resbalando por las paredes del vaso.
- Esperar 5 minutos y observar cómo aparece una hilera de pequeños grumos unidos por un hilo blanquecino. **Eso es el ADN.**
- Recoger las hebras y depositarlas en un vaso con acohol para verlo mejor.
- Recoger los filamentos y depositarlos en un portaobjetos. Añadir unas gotas de hematoxilina durante 10 minutos.

- Lavar el portaobjetos con agua destilada para eliminar el exceso de colorante, procurando no arrastrar las hebras de ADN.
- Cubrir la muestra y observarla al microscopio óptico.

8.4. Problemas de genética

PROBLEMA 3:

Vincent Freeman es considerado un “no-Válido” principalmente por tener una esperanza de vida de unos 30 años dada su predisposición a padecer insuficiencia cardíaca, es decir, que su corazón tiene dificultades para realizar las funciones necesarias pudiendo derivar en una muerte súbita. Una de las principales enfermedades cardíacas hereditarias que pueden producir esta insuficiencia es la **miocardiopatía hipertrófica**, la cual se caracteriza por el engrosamiento del músculo cardiaco, más precisamente, del ventrículo izquierdo. Puesto que sabemos que Vincent tiene bastantes probabilidades de morir joven y esta enfermedad es la principal causa de muerte súbita en los adultos menores de 50 años, vamos a asumir que nuestro protagonista tiene una mutación en los genes MYBPC3 y MYH7, los más recurrentes asociados a esta miocardiopatía. Sabemos que la herencia de esta miocardiopatía es autosómica dominante, por lo que los descendientes del paciente afectado tienen un 50 por ciento de posibilidades de poseer la mutación y desarrollar la enfermedad.

1. Teniendo en cuenta que Vincent padece de esta enfermedad pero su hermano no, ¿cuáles serían los posibles fenotipos de sus padres? Dibujar en un pedigrí, teniendo en cuenta todas las posibilidades.
2. Si Vincent se casara con Irene Cassini, una “Válida” sin problemas cardiacos, ¿cuál sería el genotipo de su descendencia? Incluir en el pedigrí.
3. Más información sobre enfermedades cardíacas hereditarias: http://www.dmedicina.com/enfermedades/enfermedades-vasculares-y-del-corazon/muerte-subita-cardiaca.html.

PROBLEMA 4:

En la empresa de Gattaca vemos como los distintos empleados tienen que pasar por controles genéticos de forma rutinaria, los cuales se realizan principalmente a través del análisis de la sangre o de la orina. Al igual que el resto de nuestros componentes celulares, la sangre nos permite diferenciarnos de los demás porque a través de ella podemos identificar el ADN de un individuo, pero otra de sus características distintivas que hacen que no todos seamos iguales es el **grupo sanguíneo AB0** al que pertenecemos. Al igual que en la película Vincent tiene que llevar la sangre de Jerome en bolsas o esconderla debajo de una yema del dedo falsa, nosotros no podemos mezclar nuestra sangre con la de cualquier otra persona por la posibilidad de que los anticuerpos de nuestro plasma reaccionen contra las proteínas de los glóbulos rojos de la sangre del donante. Este tipo de herencia en la que los genes pueden presentar más de dos variantes es

conocida como la **herencia de alelos múltiples**, y permite que haya diferentes relaciones de herencia. Los tres ale que determinan el grupo sanguíneo son los siguientes:

- **Alelo A:** es dominante frente al alelo 0 y codominante frente al alelo B.
- **Alelo B:** es dominante frente al alelo 0 y codominante frente al alelo A.
- **Alelo 0:** es recesivo siempre.

1. Teniendo en cuenta la información proporcionada, ¿podría un niño del grupo AB tener un progenitor del grupo sanguíneo 0?
2. Realizar una tabla de grupos donantes y grupos receptores para ver qué sangre se puede traspasar a qué grupos sin peligro de que aglutine por la reacción de los anticuerpos. ¿Qué grupo sanguíneo es el donante universal? ¿Y el receptor universal? ¿Cuál que cabría la posibilidad que alguno de los dos grupos fuera más considerado como “no-Válido”?

8.5. Autoevaluación

1. ¿Te ha gustado el uso de la película como elemento central a la hora de explicar el tema?

a) Sí
b) Regular
c) No

2. ¿Te ha ayudado a entender mejor los conceptos?

a) Sí
b) Regular
c) No

3. ¿Te han resultado interesantes las actividades?

a) Sí
b) Regular
c) No

4. ¿Consideras que el trabajar en equipo te ha beneficiado?

a) Sí
b) Regular
c) No

5. ¿Y por tareas?

a) Sí
b) Regular
c) No

6. ¿Crees que se ha hecho un buen uso de las nuevas tecnología?

a) Sí

b) Regular

c) No

7. ¿De qué preferirías que hubiera habido más en el tema?

- Referencias a la película
- Imágenes y vídeos
- Resolución de problemas
- Experimentos / actividades
- Tareas / trabajos
- Debates
- Mini tests

8. Siendo "1" muy fácil y "5" muy difícil, evalúa la complejidad de los conceptos vistos en clase. (Tabla 1). 9. ¿Como calificarías la película? (Tabla 2).

	1	2	3	4	5
El ADN y los genes					
Los alelos					
La transmisión de los caracteres					
Las mutaciones					
Los tipos de herencia					
Los árboles genealógicos					
Las leyes de Mendel					
La ingeniería genética					

Filosófica	
Interesante	
Buena	
Emotiva	
Triste	
Aburrida	
Mala	
Complicada	
Factible	

10. ¿Cambiarías algo de lo que se ha hecho?

_____

_____

11. Otros comentarios:

_____

_____

_____

_____