

El cine de ciencia ficción en las clases de ciencias de enseñanza secundaria (II). Análisis de películas

M^a Francisca Petit ¹ y Jordi Solbes ²

¹Colegio San Antonio de Padua, Valencia (España), mfranpe@alumni.uv.es

²Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universitat de València (España), jordi.solbes@uv.es

[Recibido en febrero de 2015, aceptado en agosto de 2015]

En el presente artículo se presenta un análisis de algunas películas de CF en base a la imagen que transmiten de la ciencia y los científicos, de la influencia de la ciencia en el mundo futuro y de las concepciones alternativas en las que incurrir. A partir de aquí, se proponen actividades para el alumnado, que facilitan el uso de la ciencia ficción en el aula.

Palabras clave: Aprendizaje; actividades; cine de ciencia ficción; concepciones alternativas; imagen de la ciencia.

The science fiction cinema in secondary science education (II). Film analysis

In this paper we analyze some SF films in relation to the image they show regarding science and scientists, the influence of science in the future and the misconceptions that can be found in films. Based on this, some activities are proposed to facilitate the use of science fiction in the classroom.

Keywords: activities; misconceptions; learning; science view; science fiction cinema.

Para citar este artículo: Petit, M.F. y Solbes, J. (2016). El cine de ciencia ficción en las clases de ciencias de enseñanza secundaria (II). Análisis de películas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 176-191. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18022>

Introducción

Aunque las actividades presentadas en el artículo anterior se basen en un número reducido de películas de ciencia ficción, CF, a la vista de los buenos resultados obtenidos en la valoración de las mismas por el alumnado y el profesorado de ciencias (Petit y Solbes, 2015) y basándonos en los resultados de películas más conocidas por dichos alumnos y profesores (Petit y Solbes, 2012), hemos realizado un análisis de 31 películas y series de películas de CF. Los objetivos del mismo son ver qué imagen de la ciencia, los científicos y el futuro, y qué ideas alternativas introducen. Esto nos permite realizar unas sugerencias de posibles actividades constituyendo así un banco de recursos útil para el profesorado.

Por una parte, la imagen que la sociedad en general y los alumnos en particular, tienen de la ciencia y de los científicos (Fernández *et al.*, 2002; Solbes *et al.*, 2007) no se puede restringir a la adquirida en el ámbito escolar.

El cine y la televisión constituyen hoy por hoy, los medios de entretenimiento más utilizados, como indican las encuestas realizadas periódicamente por el Ministerio de Cultura sobre los hábitos culturales de los españoles (<http://www.mcu.es/estadisticas/index.html>), de las que se deduce que el cine es la práctica cultural elegida por la mitad de la población, muy por encima de cualquier otro tipo de actividad cultural o espectáculo, la TV es el medio audiovisual más utilizado, los jóvenes son los que más acuden al cine y doce de cada cien espectadores han visto ciencia ficción en el cine.

En estos medios se transmiten visiones del mundo científico (Mateos, 2004), cómo se hace ciencia, para qué se utiliza, cómo son las personas que trabajan en ciencia, en qué medida son responsables de los avances tecnológicos y cómo influyen en nuestra sociedad, etc.

Desde la escuela, se puede utilizar el cine de ciencia ficción para que sean los alumnos los que creen su propia imagen al respecto. Tarea que incluso críticos de cine (José, 2006) han realizado. También existen ejemplos donde se utilizan medios como prensa, comics y películas (Guerra, 2004), para la realización en la escuela de actividades dirigidas a que los alumnos conozcan el mundo de la ciencia.

Otro de los grandes retos de la didáctica ha sido, y sigue siendo, el problema de las concepciones alternativas, con el que conviven los profesionales de la educación como profesores y su propio aprendizaje.

Al igual que en el caso de la imagen del mundo científico que transmiten los medios, no se pretende que los directores, guionistas, actores,... sean fieles transmisores de la ciencia. De hecho, el cine y la TV no son canales única y exclusivamente de divulgación científica (Blanco, 2004). Son, como ya se sabe, medios de entretenimiento. Existen trabajos (Carrascosa, 2006; Gallego, 2007), dedicados al estudio de la influencia que medios como la prensa, los comics, los dibujos animados, tienen en la transmisión y fomento de concepciones científicas alternativas.

Aunque estos factores (imagen e ideas) se identifican por separado en puntos diferentes, realmente asumir una metodología en el aula que mejore alguno de ellos lleva a la consecución de todos. Más bien, ambos puntos se refieren a la superación de una misma visión sobre la forma de impartir una clase, que no gusta a los alumnos (Solbes *et al*, 2007).

Pese a que existen algunos trabajos en los que se explica la utilización del cine de CF como recurso didáctico en educación secundaria (García, 2006; Mateos, 2004; Bacas y otros, 1997), los ejemplos más abundantes se dan en la enseñanza superior.

Sin embargo, y aun habiendo ejemplos de la utilización del cine de CF en el aula (Chandler, 2002; Chandler, 2006), diversos autores (Sierra, 2007; Palacios, 2007) consideran que es un recurso que no está suficientemente explotado pero que constituye una buena herramienta como recurso didáctico alternativo a las clases “convencionales” de las asignaturas de ciencias (Barceló, 1998).

Imagen de la ciencia en la ciencia ficción

A estas alturas, ya nadie duda que uno de los factores determinantes en la elección de asignaturas de ciencias en el currículo es, precisamente, la visión que los alumnos tienen tanto de la ciencia como de los científicos y de la capacidad de ambos para influir en nuestro futuro. Así pues, se considera que una buena educación en este sentido podrá evitar que los alumnos se conviertan en ciudadanos que no conozcan qué es el trabajo científico, cómo se desarrolla, quién lo desarrolla, en qué condiciones y qué aporta a la sociedad y al futuro, ampliando además este conocimiento a las aportaciones científicas a lo largo de la historia (Solbes y Traver, 2003).

El cine de CF es particularmente importante, por su difusión masiva, para la imagen pública de la ciencia. Elías (2010) sugiere incluso la relación entre la influencia hollywoodiense y la disminución de vocaciones científicas en la cultura occidental, situación que parece no producirse en la cultura oriental.

En este sentido, en una reciente clasificación de películas de ciencia ficción (Moreno, 2003), realizada en base al tema del que tratan y donde se comenta las características más importantes de las películas incluidas en cada ítem, se puede ver que muchas de estas películas presentan visiones sesgadas de la ciencia y de los científicos y de la influencia negativa de la ciencia sobre el futuro.

En el caso del futuro, en el cine aparece, casi siempre, como amenazador y peligroso, posiblemente como reflejo de problemas reales que está viviendo la humanidad (Vilches y Gil, 2003). En este sentido, se puede citar la invención y desarrollo del armamento nuclear en las décadas de los 40 y 50. También se pueden incluir la contaminación, el agotamiento de recursos naturales y la superpoblación, que empiezan a ponerse de manifiesto en los 70 con la crisis del petróleo. Por último, en el presente aparecen problemas globales como el agujero de la capa de ozono, el cambio climático, el agotamiento del petróleo, etc.

Por el contrario, predomina la confianza absoluta en las posibilidades del desarrollo científico. Esta visión se plasma en que casi todas las sociedades futuras son más avanzadas. Dicho concepto no implica mejora social respecto a la actualidad sino avances tecnológicos que fomentan la comodidad y el bienestar de la raza humana, salvo algunas regresiones debidas a catástrofes como *El planeta de los simios* (Schaffner, 1968; Burton, 2001). Por otra parte, se constata una desconfianza en sus posibles aplicaciones.

Concepciones alternativas en la ciencia ficción

Las investigaciones sobre errores conceptuales verifican la hipótesis de la existencia en los niños de ideas sobre temas científicos, previas al aprendizaje escolar. Estas ideas han sido designadas de múltiples formas, pero se han generalizado como concepciones alternativas, independientemente de cómo han sido adquiridas (Wandersee *et al.*, 1994; Furió *et al.*, 2006).

Estas concepciones alternativas se promueven en la enseñanza de las ciencias, ya sea porque se introducen explícitamente por profesores y textos, ya porque no se plantean estrategias didácticas que los tengan en cuenta. Conviene destacar que pueden aparecer en contextos informales: cómics, dibujos animados (Perales y Vilchez, 2005 y 2006) y también en la CF (Moreno, 2006)

Así pues, y en este sentido, se piensa que el cine de CF se brinda como posible base de actividades para trabajar, desde una perspectiva más directa con respecto a los alumnos (Palacios, 2008), algunas de estas ideas.

Análisis de algunas películas y propuestas de actividades para el aula

El primer objetivo de la investigación era averiguar cual era la CF más conocida por el alumnado y el profesorado encontrando películas o series como la *Guerra de las Galaxias*, *Matrix*, *Regreso al futuro* o películas de superhéroes (*Superman*, *Spiderman*, *X-men*, etc.), viendo que concepciones introducían sobre la ciencia, los científicos, el futuro, ideas alternativas, etc (Petit y Solbes, 2012). Se trataba de utilizar fragmentos seleccionados de las películas más conocidas para diseñar actividades para el alumnado (Petit y Solbes, 2015). Para cambiar estas concepciones se utilizaron, así mismo, fragmentos de otras películas que realizaban tratamientos más adecuados de determinados temas como *2001*, *Contact*, *Soylent Green*, *Blade Runner*, etc. En total, se ha realizado un análisis de 31 películas, que se han elegido en base al mencionado estudio previo sobre el interés de los alumnos por la ciencia ficción (Petit y Solbes, 2012) y desde el punto de vista del interés para su uso en el aula. Este análisis pretende servir como base para proporcionar ideas y recursos a aquellos profesores que se interesen por actividades en el aula basadas en el cine de ciencia ficción. A continuación, se incluyen las películas analizadas siguiendo en parte el modelo de Perales y Vélchez (2006).

MATRIX

	<p>IMAGEN DE LA CIENCIA: La ciencia como tal no tiene representación en las películas de esta serie. Sin embargo, el futuro expuesto es consecuencia de los avances de ésta y de la tecnología. La causa de la situación es la dominación y la explotación de la humanidad por la inteligencia artificial.</p>
<p>IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: Por parte de los humanos, los poderes de la sociedad son los basados en la gestión militar y los poderes políticos de la ciudad subterránea. Los científicos no aparecen como tales, solo se vislumbran las utilidades que proporcionan a estos poderes. Al igual que en el caso de “los científicos”, que podrían trabajar para la inteligencia artificial y que mantienen las centrales de energía.</p>	
<p>IMAGEN DEL FUTURO: El futuro en esta película no es siquiera el futuro humano sino el de la inteligencia artificial, en el que los humanos son explotados como generadores de energía. Indiscutiblemente, la inteligencia artificial ha sido desarrollada por científicos y tecnólogos pero luego han continuado con un desarrollo autónomo. Desde el <i>Frankenstein</i> de Mary Shelley, la tecnología autónoma ha sido vista como una gran amenaza para la humanidad.</p>	
<p>IDEAS ALTERNATIVAS: La idea de utilizar el cuerpo humano como generador de energía es precisamente la fuente de error de esta película ya que el rendimiento energético no permite que esta fuente sea aprovechable.</p> <p>Por otro lado, la espectacularidad de las imágenes en las que se producen impactos de bala no cumplen con las consecuencias esperadas aplicando el principio de conservación del momento lineal. Por otro lado, las carreras, saltos y escaladas por paredes no se pueden producir en un mundo físico regido por las leyes de la mecánica. En la película se violan estas leyes como recurso de distinción entre el mundo real y Matrix.</p> <p>Por otro lado, las cuevas, túneles, la propia Sión, el mecanismo de navegación de las naves por dentro de la Tierra serían difícilmente explicables.</p>	
<p>POSIBLES ACTIVIDADES: Se pueden plantear debates sobre la influencia que ha tenido la invención de la máquina en el presente y cómo puede influir la inteligencia artificial en el futuro.</p> <p>Cálculo de la energía emitida por un cuerpo humano. Cálculo de la corriente eléctrica. Almacenamiento y uso de energía eléctrica: pilas y baterías.</p> <p>Lecturas de artículos sobre la física implicada en las conexiones celulares. La química del cuerpo humano: intercambio de iones.</p> <p>Fuerzas magnéticas. Cómo actúan. Cálculo de la fuerza magnética necesaria para mantener una nave en vuelo.</p>	

GATTACA



IMAGEN DE LA CIENCIA: Avanzada, con viajes espaciales a los planetas del sistema solar, con selección de los rasgos genéticos de los embriones e incluso la alteración de los mismos. De hecho la película transcurre en un centro espacial donde se controla un vuelo a Titán y se selecciona genéticamente a los pilotos.

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: Aparecen los que trabajan en un centro espacial (entre ellos el protagonista), los médicos que analizan la sangre y la orina. Se da una visión neutra de los mismos. Pese al ambiente futurista en el que se desarrolla la película, los médicos siguen llevando bata blanca.

IMAGEN DEL FUTURO: Un futuro distópico como el de un Mundo Feliz de A. Huxley (1932), en cuya idea de selección genética se inspira. Las personas sólo podrían acceder a determinados trabajos dependiendo de su dotación genética, no por sus méritos y formación, como dice la ideología dominante, ni de sus relaciones familiares, como sucede realmente (Silió, 2013)

IDEAS ALTERNATIVAS: Aparecen pocas pero, como en la mayoría de la ciencia ficción, se ignoran las dificultades de los viajes tripulados: hay que garantizar el retorno, lo que aumenta los costes. Pero además, tenemos el grave problema de la radiación de fondo de protones, neutrones, núcleos de Z elevado, etc., y el daño que puede producir en las células, tanto a corto plazo (en el sistema nervioso central o mutaciones en las reproductivas) como a largo (cáncer). Aún son más graves las tormentas solares que pueden incapacitar incluso satélites no tripulados. En la Tierra, o en órbitas terrestres bajas (como las de la estación espacial), protegen de las radiaciones de partículas cargadas la atmósfera y el campo magnético terrestre. En viajes cortos, por ejemplo, a la Luna, en que se necesitan 3 días de ida, puede no considerarse el problema de las radiaciones, pero en viajes a planetas tan próximos como Marte se requieren 9 meses de ida, ya es necesario blindar la nave, lo que encarece considerablemente el despegue. Por otra parte, como se ha comprobado en la estación espacial, en condiciones de baja gravedad, el corazón sufre estrés, se produce atrofia muscular, descalcificación, depresión del sistema inmunitario, diarrea endémica, perturbación de los ciclos del sueño. En viajes largos no sería suficiente la medicación y el ejercicio físico; habría que diseñar naves que rotaran. Las misiones tripuladas suponen simbolismo y propaganda, aunque las no tripuladas consigan mejores resultados científicos a menor coste, como pone de manifiesto la primera exploración de Marte (Park, 2003).

POSIBLES ACTIVIDADES: El argumento de esta película ofrece posibilidades para trabajar mayoritariamente en la clase de biología. Sin embargo, como ya se ha comentado anteriormente, los viajes espaciales pueden ser tema de trabajo y actividades en la clase de física.

REGRESO AL FUTURO



IMAGEN DE LA CIENCIA: En las películas de esta serie, la ciencia permite al protagonista viajar en el tiempo con un científico simpático y despreocupado. La situación da una imagen amable, casi se puede decir que lúdica, de la ciencia.

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: Doc constituye uno de los ejemplos más populares del científico loco, despistado, caótico, despeinado y con la bata blanca.

IMAGEN DEL FUTURO: Las películas de esta serie están ambientadas en futuros cercanos. De hecho, en la primera película el protagonista viaja al pasado y se narran las consecuencias que en el futuro puede tener este viaje. Aunque las actuaciones del protagonista en el pasado y el futuro configuran una trama de acción, la presencia de Doc y la manipulación del tiempo confieren a la saga el carácter de ciencia ficción.

IDEAS ALTERNATIVAS: Pese a que se especula sobre los viajes hacia delante en el tiempo utilizando la teoría relativista, la comunidad científica está de acuerdo en que al pasado no es posible viajar. Así pues, la principal premisa de la película es, en sí misma, el error principal de la película, por las paradojas temporales que se producirían.

Los *gadgets* tecnológicos utilizados por el protagonista (hologramas, juegos sin manos, gafas holográficas, el monopatín etc.) y el científico son, más o menos realizables en el presente o posibles en un futuro cercano.

Sin embargo, también hay aparatos difíciles de explicar como el propulsor nuclear del DeLorean, que genera energía nuclear a partir de biomasa, posiblemente utilizando ésta para la obtención del hidrógeno.

POSIBLES ACTIVIDADES: Debate sobre los científicos, la imagen que se transmite y la realidad. Posibilidad de viajes en el tiempo. Tecnología en el futuro.

Estudio de la energía nuclear, procesos de fisión y fusión. Producción de este tipo de energía.

Estudio del MRUA. Revisión desde el punto de vista relativista.

LA MÁQUINA DEL TIEMPO



IMAGEN DE LA CIENCIA: En ambas versiones, la ciencia es el eje de las películas. La construcción de la máquina que da título a la película se basa en los estudios que el propio profesor realiza. En esta película se patenta la relación entre la ciencia y la tecnología.

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: Un solitario, tímido y enfrasado profesor universitario es el inventor y constructor de la máquina del tiempo. La construcción se lleva a cabo en su propia casa y es el mismo el que la prueba y viaja en el tiempo.

IMAGEN DEL FUTURO: La máquina del tiempo es un dispositivo desde el que se puede observar el paso del tiempo cuando está en funcionamiento. A lo largo de los viajes que hace el profesor se observan los cambios que se van produciendo en los alrededores del laboratorio. En la versión de 2002, se observa un futuro próximo muy amable y seguro, sin embargo, a continuación se observa un escenario de guerra, causada por los problemas en las colonias lunares que además han provocado la rotura del satélite. A partir de ese momento, todas las visiones del futuro son catastrofistas.

IDEAS ALTERNATIVAS: La propuesta de un viaje en el tiempo es en sí misma la mayor idea alternativa. Sigue discutiéndose si es físicamente posible o no, pero los viajes al pasado parecen vetados. El futuro, sin embargo, es accesible por la dilatación relativista del tiempo.

POSIBLES ACTIVIDADES: Debates sobre el futuro y sobre la posibilidad de modificar el pasado. Actividades sobre imagen de la ciencia y los científicos. Debates sobre la ética de influir en sociedades menos avanzadas y relaciones ciencia-tecnología-sociedad- medio ambiente (CTSA).

PERDIDOS EN EL ESPACIO



IMAGEN DE LA CIENCIA: En la película se muestra la ciencia futurista unida al poder militar.

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: Los miembros de la familia que aparecen en la películas son todos científicos. Incluso los dos miembros más jóvenes desarrollan cualidades científicas, pese a su temprana edad. Se difunde una imagen de científicos como personas muy inteligentes y dedicadas a la ciencia. Por otro lado, también aparece otro científico, ajeno a la familia, ávido de conocimiento y poder, que malogra la misión de la familia. Convertido en un monstruo por la picadura de un arácnido extraterrestre, intenta dominar la Tierra, volviendo a ella utilizando un agujero de gusano.

IMAGEN DEL FUTURO: Se presenta un futuro en el que se intuye una visión catastrófica ya que se ha de buscar otros planetas que alberguen vida para poder salvar a la humanidad.

IDEAS ALTERNATIVAS: Explosiones en el espacio, con propagación del sonido y onda expansiva. Se oye y se ve al mismo tiempo la explosión. Velocidades mayores que la de la luz. Viajes al futuro y al pasado. En las naves espaciales no se nota la ingravidez. Combinación de ADN en un ser vivo adulto.

POSIBLES ACTIVIDADES: Actividades para el aprendizaje de la propagación de ondas electromagnéticas y mecánicas.

Debates sobre usos de la ciencia, científicos, viajes espaciales, etc. Se puede ver actividades concretas en Petit y Solbes (2015).

STAR WARS

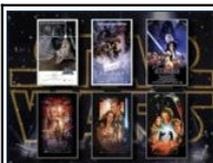


IMAGEN DE LA CIENCIA: Aunque no se habla explícitamente de la ciencia, sus aplicaciones están muy presentes (naves espaciales, robots, láser, ingeniería genética, etc.). Aunque mayoritariamente utilizadas en la guerra (ejércitos de clones y robots, en la estación espacial “Estrella de la muerte” capaz de destruir planetas, etc.), también se usan en el transporte, la comunicación (imágenes holográficas), etc.

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: Aparecen médicos en el nacimiento de los gemelos y médicos robots en la cura de la mano de Luke Skywalker. Aparecen explícitamente como tales los ET productores de clones. Son seres muy etéreos, asexuados.

IMAGEN DEL FUTURO: Un futuro muy avanzado, con viajes espaciales (con saltos al hiperespacio), colonización de planetas, convivencia con múltiples especies de ET, robots.

IDEAS ALTERNATIVAS: En las naves espaciales siempre hay gravedad terrestre. Lo mismo ocurre con otros planetas en los que siempre parece haber gravedad terrestre. Se producen saltos al hiperespacio y se alcanza y supera la velocidad de la luz con una nave espacial. Se oyen explosiones en el espacio. Se visualizan campos (por ejemplo, campos electromagnéticos en la amenaza fantasma) y las espadas laser. Los ET son antropomórficos. La “fuerza” y los poderes son pura “magia”, aunque se haya utilizado una supuesta explicación científica (los midiclodianos). Se utiliza el PARSEC aunque el término usado en la traducción al español fue “parasegundo,” lo que parece transmitir una idea de tiempo. En Tatooine hay dos soles y sin embargo solo se ve una sombra.

POSIBLES ACTIVIDADES: Estas películas se pueden utilizar para detectar errores sobre todo en conceptos como la gravedad y la luz (Petit y Solbes, 2015). Las películas de la saga se ambientan en planetas, dispersos en una galaxia. Por ello se necesita de las naves espaciales para viajar de unos a otros. Esta situación provee de muchas escenas en todas las películas en las que se ven viajeros en naves espaciales, viajes a la velocidad de la luz y cambios constantes de gravedad que los personajes no perciben. Por otro lado los sables Laser proporcionan un punto de partida para estudiar la energía y la propagación de una onda.

EL PLANETA DE LOS SIMIOS



IMAGEN DE LA CIENCIA: Gran retroceso de la misma en los simios, hasta niveles pregalileanos, en el que se niega la posibilidad de volar en contraste con las naves espaciales de los humanos del principio de la película.

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: Los astronautas al principio manifiestan conocimientos científicos, pero en el resto de la película los únicos científicos que aparecen son biólogos simios que estudian al animal humano. Y los vemos enzarzados en controversias sobre la posibilidad del mismo de hablar o no y con un juicio, con reminiscencias galileanas, en la que los jueces simios se niegan a reconocer las evidencias en la típica imagen de los 3 monos que se tapan ojos, oídos y boca.

IMAGEN DEL FUTURO: Completamente catastrófica ya que, en realidad, la nave ha vuelto a la Tierra, como descubre el astronauta al ver las ruinas de la Estatua de la Libertad y de Nueva York, que ha sido destruida por una guerra nuclear, contra la que algunas películas de esta década nos querían prevenir. Aunque, por otra parte, el hecho de disponer de naves tan avanzadas en 1972 era una previsión muy optimista.

IDEAS ALTERNATIVAS: La posibilidad de que los simios puedan hablar es muy difícil, por problemas de su aparato fonador.

Velocidades relativistas para las naves espaciales (Pérez y Solbes, 2006)

POSIBLES ACTIVIDADES: La primera versión plantea correctamente un claro ejemplo de dilatación del tiempo ya que el año actual, según la computadora de a bordo, es el 3978, mientras que para la tripulación han transcurrido solo 18 meses (tiempo en reposo o propio). Como el lanzamiento se produce en 1972, para el planeta Tierra han transcurrido 2006 años. Esto nos permite calcular una velocidad de la nave de 0.99999972c. En la segunda versión se viaja mediante agujeros de gusano.

2001, ODISEA EN EL ESPACIO



IMAGEN DE LA CIENCIA: En esta película se muestra, como es usual, una imagen de los logros que se derivan de la ciencia más que una imagen de ella. Naves espaciales, misiones en la Luna y otros planetas, inteligencia artificial. Sí se muestra, sin embargo, una visión de la ciencia alejada de la sociedad, reservada a unos pocos que hacen uso de ella.

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: Entre los personajes de este film, aparecen científicos como el Dr. Floyd, que mantiene una conferencia con científicos de la Tierra, o con los astronautas. La acción se desarrolla en un futuro próximo a la fecha en que se rodó la película (1968), que cronológicamente es nuestro pasado, pero al que tecnológicamente no hemos llegado. Los personajes se mantienen alejados de la sociedad y desarrollan misiones en secreto. Se oculta la información.

IMAGEN DEL FUTURO: El futuro se describe como una evolución del ser humano, de su inteligencia y sus logros. En ningún caso hay connotaciones ni catastróficas ni positivas.

IDEAS ALTERNATIVAS: La película está basada en cuentos, como el Centinela, de A.C. Clarke (que escribió el libro homónimo en paralelo a la película), con formación científica, y contó con científicos como asesores. Los errores que se cometen son debidos al nivel de conocimiento científico de los años en los que se filmó. Se dan dado soluciones científicas para describir, por ejemplo, cómo simular condiciones de gravedad en una estación espacial mediante su rotación o cómo superar la ingravidez mediante las zapatillas de Velcro (invento de la carrera espacial) de la azafata. También realizaron propuestas que no existían en aquel momento como la estación espacial o un ordenador controlando una nave espacial.

POSIBLES ACTIVIDADES: Comparación de las situaciones planteadas en esta película en los viajes espaciales con las planteadas en otras películas en las que se producen este tipo de viajes (Petit y Solbes, 2015).

Cálculo de la velocidad y la fuerza centrífuga generada por la rotación de la Estación espacial (Efhimiou y Llewellyn, 2007)

Debates sobre ciencia y futuro, Inteligencia artificial, etc.

LA GUERRA DE LOS MUNDOS



IMAGEN DE LA CIENCIA: A diferencia del libro, en el que la introducción es toda una secuencia de observaciones y explicaciones científicas, en la versión cinematográfica de 2005 se diluyen los preliminares científicos y las consecuencias del conocimiento de la proximidad de los asteroides.

En la trama no aparece ningún tipo de opción científica sobre las causas y las consecuencias de la invasión extraterrestre.

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: En la versión de 1953, pese a no ser tan fiel a la novela del mismo título de H. G. Wells, aparece como protagonista un físico. Tras su encuentro casual con los extraterrestres, del que consigue escapar, intenta buscar la forma de liberar a la Tierra del yugo al que se ha visto sometida. Busca la solución con su equipo y, paralelamente, con los militares.

En la versión de 2005, el protagonista es un ciudadano que encuentra en el ejército la única forma de combatir al enemigo.

IMAGEN DEL FUTURO: En esta película, el futuro se perfila dominado por la catástrofe producida por vida extraterrestre. Las imágenes muestran la destrucción y el caos como la consecuencia de encontrar, o más bien que nos encuentre, vida extraterrestre. No media comunicación alguna y los intentos quedan en ataques contra los humanos. Ni siquiera queda clara una explicación del porqué de la invasión extraterrestre.

IDEAS ALTERNATIVAS: La película, protagonizada por Tom Cruise, está basada en la novela de H. G. Wells. Es el *remake* de la versión estrenada en el año 1953.

En la película aparece alguno como el funcionamiento de una video cámara después de haberse producido una tormenta electromagnética y haber dejado de funcionar el resto de aparatos electrónicos. Estos errores van más allá del simple “despiste” cinematográfico.

En cuanto al argumento, resulta poco creíble suponer extraterrestres tecnológicamente avanzados para llegar a La Tierra y no para disponer de dispositivos que detecten un peligro para su especie en la atmósfera terrestre.

POSIBLES ACTIVIDADES: Detección de errores como los comentados en las ideas alternativas. Estudio de los cuatro tipos de interacciones que se dan en la naturaleza.

Debate sobre posible vida extraterrestre. Uso de armamento nuclear y consecuencias. Estudio de energía emitida por bombas nucleares. Posible comparación con las bombas utilizadas en la 2ª guerra Mundial.

BLADE RUNNER



IMAGEN DE LA CIENCIA: Muy avanzada, con una ingeniería genética que permite construir cualquier órgano de un ser humano y, a partir de los mismos, replicantes indistinguibles de los humanos, coches voladores, viajes espaciales para colonizar Marte, etc.

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: Bastante negativa, con científicos que se muestran como vendedores ambulantes de órganos supuestamente fáciles de producir como los ojos. Por otra parte, los

grandes científicos (capaces de diseñar cerebros y replicantes con recuerdos implantados e incluso con emociones y empatía) son dueños de todopoderosas corporaciones, ya que la producción y venta de replicantes es un gran negocio.

IMAGEN DEL FUTURO: Se trata de un futuro próximo (Los Angeles, 2019) y sombrío. Durante toda la película la luz natural es escasa en la ciudad y llueve permanentemente. La causa de este futuro queda más explícita en la novela de P.K. Dick. Se trata de un mundo después de una catástrofe nuclear, lleno de polvo radiactivo, en el que se promueve que la gente vaya a Marte, ofreciéndoles replicantes (androides) como esclavos.

IDEAS ALTERNATIVAS: Es imposible que un coche sin estructura aerodinámica vuele, ya que sólo lo podría hacer por acción reacción (cohete) o por Bernoulli (con alas).

La posibilidad de producir órganos complejos por ingeniería genética, y más aún cerebros, es muy lejana, ya que ésta actualmente sólo puede producir tejidos. Si se llegan a producir órganos estos se implantarían en seres humanos. Pero producir replicantes de seres humanos por adición de dichos órganos es imposible.

POSIBLES ACTIVIDADES: Pero esto plantea interesantes problemas bioéticos que podrían dar pie a interesantes debates: ¿Qué es lo que nos hace seres humanos? Parece deducirse de la película (y de la novela) que lo que nos hace humanos no son los recuerdos, que se pueden implantar, sino la empatía. Sin embargo, en muchas situaciones los seres humanos parecen menos humanos que los propios replicantes, como en el discurso final de R.

INTERSTELLAR



IMAGEN DE LA CIENCIA: La ciencia se perfila como la respuesta y la solución a los problemas que han surgido debido a los efectos del cambio climático en la Tierra. Sin embargo, la labor de los científicos no es apreciada por la población. El control del trabajo científico se realiza desde el poder político. Sin embargo, se sigue manteniendo una cierta independencia en cuanto a la realización y puesta en práctica de las soluciones encontradas.

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: Los científicos están representados en esta película por las personas que trabajan en lo que queda de la NASA. Esas personas viven recluidas buscando la solución a los problemas a los que se enfrentará la humanidad en breve. Entre ellos, el profesor Brand es el más veterano y el precursor de la teoría que podría salvar a situación. A pesar del trabajo en equipo se presenta al profesor como una persona individualista.

Tanto los componentes de la primera como de la segunda expedición son científicos que arriesgan sus vidas para encontrar un planeta habitable para la humanidad.

Por otro lado, Amelia Brand, hija del profesor Brand, y Murph, son científicas, la primera muy ortodoxa y la segunda autodidacta.

IMAGEN DEL FUTURO: La película tiene como situación inicial un futuro con los días contados para la humanidad en la Tierra. La vida en el planeta está condenada a causa del cambio climático. El poder político, mediante el control de la educación, se presenta como el gestor de las soluciones para el planeta. Los científicos, representados por lo que queda de la NASA permanecen confinados y ocultos, buscando la solución de un modo independiente y ajeno.

IDEAS ALTERNATIVAS: Esta película ha contado con la colaboración de Kip Thorne como asesor científico, por lo que, la mayor parte de las situaciones en las que intervienen fenómenos físicos entran dentro de lo que se denomina como física especulativa. Entre ellas, la posibilidad de vida orbitando un agujero negro, idea ya planteada por G. Bendford en su ciclo "Centro Galáctico". Sin embargo, no olvidando que se trata de una película, algunas de esas situaciones se han exagerado fuera de los parámetros que podrían considerarse como físicamente plausibles.

Sin embargo, no es físicamente posible (con la física que se conoce hasta ahora) el viaje a través de un agujero negro y por otro lado, se necesitaría un universo pentadimensional para manejar la gravedad y poder resolver algunas de las situaciones que se plantean en la película.

POSIBLES ACTIVIDADES: La situación de inicio de la película permitiría la realización de debates sobre el cambio climático.

Una situación que seguro motiva y divierte a los alumnos es el planteamiento de la duda sobre los paseos lunares y los alunizajes de las naves Apolo.

En cuanto a actividades, se podrían plantear algunas de relatividad simples para calcular velocidades a las que se viaja si se conocen los intervalos temporales de dos sistemas de referencia.

GRAVITY



IMAGEN DE LA CIENCIA: La actividad científica es la base de la trama de esta película. Los trabajos de mantenimiento que se desarrollan en el satélite en órbita se presentan como actividad científica rutinaria, salvo que en este caso, el laboratorio está ubicado en el espacio. Sin embargo, la Dra. Stone también habla de su trabajo rutinario en el hospital dando a entender que la ciencia puede desarrollarse en lugares y de formas muy diferentes.

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: En esta película los científicos están representados por la Dra. Ryan Stone. Una mujer polivalente, valiente, sistemática, pero también solitaria, atormentada por la muerte de su hija.

IMAGEN DEL FUTURO: En la película se muestra un futuro muy cercano. La situación de hecho es posible y está teorizada: síndrome de Kessler. En el caso que nos ocupa está provocado por la destrucción de un satélite por parte de los rusos con un misil, lo que sugiere un control militar separado de la acción científica.

IDEAS ALTERNATIVAS: La película en general es muy correcta desde el punto de vista científico. Aun así aparecen errores como por ejemplo el pelo de la astronauta que no experimenta la ingravidez. Por otro lado, la situación de inicio es ya inviable debido que la diferente altura sobre la superficie terrestre del Hubble y la ISS hace imposible los “paseos” entre las diferentes estructuras de la doctora Stone.

POSIBLES ACTIVIDADES: Se pueden plantear diferentes problemas sobre alturas, velocidades orbitales, cambios de órbitas. Por otro lado, se pueden hacer trabajos de búsqueda de información sobre diferentes órbitas según las alturas y los usos de los satélites situados en ellas. Se puede también buscar información sobre la EEI y la vida en ella. Los satélites que se mencionan en la película son reales, por lo que se puede comparar la información de la película con la información real.

CONTACT



IMAGEN DE LA CIENCIA: En la película se muestra la ciencia muy contemporánea y muy ligada a la tecnología y al programa SETI (Search Extraterrestrial Intelligence). Se presenta el debate entre ciencia y creencia. Por otro lado, se analiza la relación entre ciencia y política así como el control que de ella se pretende hacer. Aparece el poder mediático y la lucha que se establece entre estas instituciones para conseguir la mayor influencia posible en la sociedad (Solbes, 2013).

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: La protagonista es una científica dedicada a la búsqueda de vida extraterrestre. Desde el principio, se muestra que el trabajo en equipo es fundamental en ciencia, incluso la colaboración internacional.

Se presenta a los científicos como personas muy racionales, desvinculadas del poder político y militar, que buscan el bien para la sociedad. Todo lo contrario ocurre en el caso de científicos dedicados a la gestión, asesoramiento de políticos, etc.

Por otro lado, se presentan también facetas como las relaciones personales, sociales y entre colegas, las rivalidades, el afán de protagonismo o la apropiación de ideas y logros.

Asimismo, se visualizan facetas menos conocidas del trabajo de los científicos como la necesidad de recaudar fondos para sus trabajos, la presentación de informes o los tribunales de selección.

IMAGEN DEL FUTURO: La película está ambientada en el presente. No obstante, la capacidad de la ciencia para influir en ese futuro se expone en todas las facetas de la sociedad: políticas, militares, científicas, religiosas y sociales. No aparecen connotaciones en estas interacciones.

IDEAS ALTERNATIVAS: La película está basada en el libro homónimo escrito por Carl Sagan. Salvo las limitaciones tecnológicas actuales y la suposición de que, salvándolas, se pueda viajar a través de agujeros de gusano, la película es muy correcta.

POSIBLES ACTIVIDADES: Trabajo de las científicas (Petit y Solbes, 2015). Ética en el trabajo científico. Relación entre la ciencia, la sociedad y la religión. Proyecto SETI. Estudio de algunas teorías modernas e hipótesis como los agujeros de gusano. Teoría de la relatividad.

SOYLENT GREEN



IMAGEN DE LA CIENCIA: Los logros científicos se usan en beneficio de las personas que dominan a una sociedad masificada. Sólo están al alcance de ricos y gobernantes y se usan con fines no lícitos.

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: Explícitamente, al principio de la película, se expresa la convicción de que la situación en la que se vive es causa directa de la actuación de los científicos.

IMAGEN DEL FUTURO: La máscara de entrada de la película; describe en imágenes la historia desde principios de siglo XX, hasta el presente de la película. Se pone en evidencia una mala gestión de la sociedad en cuanto a la explotación masiva del petróleo, los vertidos, los residuos y la contaminación, la masificación de las urbes, el aumento de población. Esta situación es el punto de partida de la película, que lleva a un retroceso tal como generar electricidad doméstica con una dinamo accionada por una bicicleta.

IDEAS ALTERNATIVAS: La película está basada en suposiciones más sociales que científicas.

POSIBLES ACTIVIDADES: Esta película se puede utilizar para organizar debates sobre el futuro, la imagen de la ciencia y de los científicos, así como de las consecuencias de nuestras actuaciones diarias en relación al futuro (gasto de energía, uso de combustibles fósiles, consecuencias del calentamiento global y de la superpoblación del planeta (Petit y Solbes, 2015).

X MEN



IMAGEN DE LA CIENCIA: En este caso, la condición de superhéroes no deviene a consecuencia de una acción científica sino de una mutación (se supone aleatoria) en el ADN humano. No obstante, la ciencia entra a formar parte de la trama cuando se intenta explicar y/o manipular dichas mutaciones o las consecuencias en forma de poderes de los X-Men, las instalaciones que prepara Xavier y los intentos de producir una vacuna capaz de erradicar los superpoderes de los X-Men (Pérez Triviño, 2012)

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: En esta película conviven las dos imágenes estereotipadas de los científicos en los personajes de Xavier y Magneto, pese a que en realidad se consideran superhéroes.

El primero, el personaje dedicado a su trabajo, buena persona, altruista que comparte su saber y lo utiliza en beneficio de la humanidad y de los suyos.

El segundo, Magneto, que acaba utilizando sus poderes como arma para vengarse de la persecución a que son sometidos los mutantes y para hacerlos prevalecer.

IMAGEN DEL FUTURO: En el futuro se vislumbra una evolución de la especie y un gran desarrollo tecnológico. En la película, aparte de las batallas, no se denota ninguna connotación de un futuro catastrófico.

IDEAS ALTERNATIVAS: La principal idea errónea es la de las mutaciones y el control que se puede realizar sobre ellas. Sería una idea a discutir en clases de biología.

En cuanto a errores que tengan que ver con la física, una escena muy discutida en foros de ciencia y CF es la que se desarrolla en la celda en la que está recluido Magneto. En ella se manipula la sangre (que contiene hierro) del policía con sus poderes magnéticos siendo que el hierro en sangre adquiere una forma química oxidada y no se puede magnetizar.

Por otro lado, el cuerpo de Magneto debería generar gran cantidad de energía para interactuar magnéticamente con balas, vehículos e incluso para poder recolocar el puente de San Francisco y sufrir las consecuencias de la aplicación de conservación del momento lineal.

POSIBLES ACTIVIDADES: Análisis de errores científicos, cálculo de problemas basados en las acciones de Magneto: cálculo de la energía necesaria para levantar un coche y relación con el trabajo que debería realizar la fuerza magnética.

Debates sobre los superpoderes de los X-men, la cantidad de energía necesaria para poder utilizarlos, la forma de controlarlos, etc.

Debates sobre poderes mentales y sobre pseudociencias y pseudocientíficos (Solbes, 2013).

SPIDERMAN



IMAGEN DE LA CIENCIA: En la primera película de la serie se ve claramente la relación de la trama con la ciencia. Peter Parker es un estudiante de ciencias que, en una visita a un laboratorio, adquiere sus superpoderes de araña al ser picado por una. Su antagonista también es un científico, además de ser empresario. En la segunda película, la ciencia es la base para la creación del doctor Octopus.

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: En esta serie de películas aparecen las dos caras de la moneda científica de la ciencia ficción. Spiderman representa la cara amable así como a los estudiantes de ciencias altruistas que piensan en el bien que aporta sus cualidades “Todo gran poder conlleva una gran responsabilidad”. La cara malvada se encarna en el poderoso Norman Osborn, científico que aprovecha sus conocimientos para producir armas en su propio beneficio social y económico.

Como ya se ha visto en el apartado anterior, en la segunda película, el doctor Octopus quiere producir una reacción de fusión controlada y, cuando es rechazado, enloquece y decide utilizar sus descubrimientos para dominar el mundo.

IMAGEN DEL FUTURO: Las películas no están ambientadas en el futuro. La influencia de la ciencia en éste se basa, sobre todo, en las aplicaciones que de ella se puede obtener, especialmente para los villanos de las series.

IDEAS ALTERNATIVAS: La escena más controvertida, desde su aparición en los cómics, es la muerte de Gwen Stacy al ser lanzada por el duende verde desde un puente y romperse el cuello cuando la recoge Spiderman. Por otro lado, se volvió a poner a Spiderman en una situación parecida con otra de sus novias, Mary Jane. Tenía que elegir entre ella y una cabina de teleférico llena de niños. En la cabina se calcula un coeficiente de rozamiento 4 para que el Duende Verde pudiese sujetar el cable.

En esta película se consideran las mutaciones de múltiples cualidades en todo el cuerpo a partir de un pequeña cambio en el ADN.

Por otro lado, la tela de araña que teje Spiderman debería ser tan resistente como para, obviamente, soportar su peso y la energía de sus saltos e incluso, parar trenes.

Así mismo, con las extremidades Octopus controla una reacción de fusión, cuando no hay ningún material que pueda resistir los millones de grados de dicha reacción.

POSIBLES ACTIVIDADES: Cálculos de la tensión en los movimientos circulares. Caída libre. Movimiento armónico simple de un péndulo. Debates sobre científicos y usos de la ciencia.

SUPERMAN



IMAGEN DE LA CIENCIA: En la serie de películas de Superman, la ciencia juega un papel colateral unido a Lex Luthor principalmente. Este personaje, mediante conocimientos científicos, busca la forma de enriquecerse y deshacerse del superhéroe.

Por otro lado, Gus Gorman, el inteligente informático en Superman III, representa la parte científica de la película. Este rol se asocia al personaje cómico.

IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS: Salvo el informático Gus Gorman, en las películas más recientes de Superman no aparecen científicos propiamente dichos. El rol de Lex Luthor es realmente el más parecido a un personaje científico. En este caso, se asocia a un poder económico y presenta un carácter vengativo y combativo frente al superhéroe.

Se estrenó en 1941 se estrenó: *The Mad Scientist (Superman)*, cortometraje de animación dirigido por Dave Fleischer.

IMAGEN DEL FUTURO: Sin estar ambientadas en una época específica, las películas de la serie guardan una estética ochentera, por lo que no se puede hablar, en realidad, de futuro.

IDEAS ALTERNATIVAS: Existen una gran cantidad de artículos de divulgación en medios de comunicación, libros, blogs y post digitales que revisan innumerables “errores” científicos que, con la excusa de la superheroicidad, permiten a Superman a saltarse una y otra vez las leyes científicas básicas. Como ejemplos representativos se pueden citar: volar, congelar un lago y levantar el hielo como si fuese una tapa, convertir una roca en diamante, volar alrededor de la Tierra en sentido contrario a su rotación con el supuesto de que con ello se puede volver el tiempo atrás, sucumbir ante un “nuevo” mineral llamado kriptonita, utilizar rayos X y láser con la mirada, hacer rebotar las balas en su piel sin siquiera moverse, etc.

POSIBLES ACTIVIDADES: Estudio del Laser, cómo se genera, energía necesaria, usos. Estudio de la presión y la formación de rocas y minerales. Cálculo de energía necesaria para levantar un coche. Tiro parabólico.

En estas películas se desarrollan muchas escenas susceptibles de realizar cálculos relativamente sencillos para alumnos entre 3º de ESO y bachillerato.

Conclusiones

En cuanto al análisis realizado las películas de ciencia ficción transmiten una imagen de la ciencia, los científicos y la influencia del trabajo científico en el futuro que mayoritariamente no se corresponde con la realidad.

En general, transmite una visión deformada de los científicos, representándolos en muchos casos como el científico arquetípico con bata blanca, despeinado y con gafas, p.e, Doc, o como el científico ansioso de poder social y económico, p.e., Octopus, Duende Verde. En algunas de las películas de superhéroes analizadas, como representación antagónica a la anterior se suele plasmar la imagen de persona inadapta, con pocos amigos que se refugia en la ciencia o en un alter ego heroico.

El cine de ciencia ficción suele dar una visión mayoritariamente catastrofista del futuro en relación a la ciencia (p.e., *GATTACA*, *Blade Runner*, *Soylent Green*, *El planeta de los simios*, *El día de mañana*, *Terminator*), en otras películas, en especial las de superhéroes, transcurren en la actualidad y en otras éste es tan lejano que es imposible establecer cualquier conexión con la ciencia.

Existen muchos ejemplos de situaciones en las películas de ciencia ficción en las que se observan errores científicos que promueven la adquisición o refuerzo de concepciones alternativas en los alumnos.

Todas estas situaciones proporcionan recursos que pueden ser aprovechados en el aula para mejorar la imagen que del mundo científico tienen los alumnos y promover el aprendizaje desde la corrección de las concepciones alternativas observadas en escenas de películas de ciencia ficción.

Referencias bibliográficas

- Bacas, P; Martín, M.J., Perera, F. y Pizarro, A.M. (1997). Una propuesta didáctica para bachillerato: Física y Ciencia Ficción. *Revista española de física*, 11 (4), 31-37.
- Barceló, M. (1998). Ciencia, divulgación científica y ciencia ficción. *Quark*, 11. Recuperado de: <http://quark.prbb.org/11/default.htm>
- Blanco, A. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*.1 (2), 70-86. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16448>
- Carrascosa, J. (2006). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte III). Utilización didáctica de los errores que aparecen en comics, prensa, novelas y libros de texto. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*.3 (1), 77-88. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16288>
- Chandler, D. (2002). Start using “Hollywood Physics” in Your Classroom. *The Physics Teacher*, 40(7), 420-424
- Chandler, D. (2006). “...Run, Forrest! Run!...”: A Powerful “Hollywood Physics” Activity. *The Physics Teacher*, 44 (5), 290-292
- Efthimiou, C. J. y Llewellyn, R. A. (2007). Cinema, Fermi problems and general education. *Physics Education* 42, 253-262.

- Elías, C. (2010). El cine como arma de destrucción masiva de la ciencia. *Revista Iberoamericana de Física*, 6 (1), 2-3.
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J. Cachapuz, A. y Praia, J., (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 477-488.
- Furió, C., Solbes, J. y Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Resultados y perspectivas. *Alambique*, 48, 64-78.
- Gallego, A.P. (2007). Imagen popular de la ciencia transmitida por los comics. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 141-151. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16142>
- García, F.J. (2006). Cuando los mundos chocan. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(2), 268-286. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16208>
- Guerra, C. (2004). Laboratorios y batas blancas en el cine. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), 52-63. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16534>
- José, J. (2006). Científicos a 24 fotogrames per segon. *Mètode*, 48, 77-82.
- Mateos, J. (2004). La evolución a escena. De como el grupo Prometeo enseña aspectos sobre la evolución y de los recursos que pueden emplearse para ello. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las ciencias*, 1 (2), 122-135. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16479>
- Moreno, M. (2003). Cine y ciencia. *QUARK. Cultura científica*, 28-29. Recuperado de: <http://quark.prbb.org/28-29/default.htm>
- Moreno, M. (2006). El cinema i la ciencia: crònica d'un desamor. *Mètode*, 48, 58-64.
- Palacios, S.L. (2007). El cine y la literatura de ciencia ficción como herramientas didácticas en la enseñanza de la física: una experiencia en el aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (1), 106 – 122. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16129>
- Palacios, S. L. (2008). *La guerra de dos mundos*. Barcelona: Robinbook.
- Park, R.L. (2003). *Ciencia o vudú*. Barcelona: R.H. Mondadori.
- Perales, F. J. y Vílchez, J.M. (2005). The teaching of physics and cartoons: Can they be interrelated in secondary school? *International Journal of Science Education*, 27, 1647-1670.
- Perales, F. J. y Vílchez, J.M. (2006). Image of science in cartoons and its relationship with the image in comics. *Physics Education*, 41 (3), 240-249.
- Pérez Triviño, J. L. (2012). X-men de mutantes y posthumanos: Ingeniería genética y pánico moral. *Intersecciones*, 3, 189-214. Recuperado de: <http://intersecciones.es/Numero3/10art.10.pdf>
- Pérez, H. y Solbes, j. (2006). Una propuesta sobre enseñanza de la relatividad en el bachillerato como motivación en el aprendizaje de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 269 – 284.
- Petit, M.F. y Solbes, J. (2012). La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. 30 (2), 69-86.

- Petit, M.F. y Solbes, J. (2015). El cine de ciencia ficción en las clases de ciencias de enseñanza secundaria (I). Propuesta didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 12 (2), 311-327. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/17254>
- Sierra, C.E. (2007). Fortalezas epistemológica y axiológicas de la ciencia ficción: un Potosí pedagógico mal aprovechado en la enseñanza y divulgación de las ciencias. *Revista Eureka para la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (1), 87-105. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16128>
- Silió, E. (2013). Clases sociales hereditarias. *El País*. 11 de diciembre. Recuperado de: http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/12/11/actualidad/1386795653_827943.html
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (II): Ejemplos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10 (2), 171-181. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/15113>
- Solbes, J., Monserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales* (21), 91-117. Recuperado de: <http://roderic.uv.es/handle/10550/20927>
- Solbes, J. y Traver, M. (2003). Against negative image of science: history of science in the physics & chemistry Education, *Science & Education*, 12, 703-717.
- Thorne, K. (2014). *The science of Interstellar*. New York: W.W. Norton & Company, Inc.
- Vilches, A. y Gil, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.
- Wandersee, J., Mintzes, J.J. y Novak, J.D. (1994). Research on Alternative Conceptions in Science. En D.L. Gabel (ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, 177-210. New York: Macmillan Publishing Company.

Filmografía

- Burton, T. (Dirección). (2001). *El planeta de los simios* [Película].
- Cuaron, A. (Dirección). (2013). *Gravity* [Película].
- Donner, R. (Dirección). (1978). *Superman* [Película].
- Fleischer, R. (Dirección). (1973). *Soylent Green (Cuando el destino nos alcance)* [Película].
- Hopkins, S. (Dirección). (1998). *Perdidos en el espacio*. [Película].
- Keshner, I. (Dirección). (1980). *Star wars: Episodio V: El imperio contraataca*. [Saga].
- Kubrick, S. (Dirección). (1968). *2001, Odisea en el espacio* [Película].
- Leste, R. (Dirección). (1983). *Superman III* [Película].
- Lucas, G. (Dirección). (1977). *Star wars: Episodio IV: Una nueva esperanza*. [Saga].
- Lucas, G. (Dirección). (1999). *Star wars: Episodio I: La amenaza fantasma*. [Saga].
- Lucas, G. (Dirección). (2002). *Star wars: Episodio II: El ataque de los clones*. [Saga].
- Lucas, G. (Dirección). (2005). *Star wars: Episodio III: La venganza de los Sith*. [Saga].
- Marquand, R. (Dirección). (1983). *Star wars: Episodio VI: El retorno del Jedi*. [Saga].
- Niccol, A. (Dirección). (1997). *GATTACA*. [Película].

- Nolan, C. (Dirección) (2014). *Interstellar*. [Película].
- Pal, G. (Dirección). (1960). *The time Machine. El tiempo en sus manos (Esp)* [Película].
- Raimi, S. (Dirección). (2002). *Spider-man* [Película].
- Raimi, S. (Dirección). (2007). *Spider-man III* [Película].
- Schaffner, F. (Dirección). (1968). *El planeta de los simios* [Película].
- Scott, R. (Dirección). (1982). *Blade Runner* [Película].
- Singer, B. (Dirección). (2000). *X-men* [Película].
- Spielberg, S. (Dirección). (2005). *La guerra de los mundos* [Película].
- Wachowski, A., & Wachowski, L. (Dirección). (1999-2003). *Matrix* [Trilogía].
- Wells, S. (Dirección). (2002). *La máquina del tiempo* [Película].
- Zemeckis, R. (Dirección). (1997). *Contact* [Película].
- Zemeckis, R. (Dirección). (1985, 1990). *Regreso al futuro* [Trilogía].