



Aprendiendo ciencia y sobre ciencia en las aulas de secundaria con cine de ciencia ficción

Learning Science and about Science in the Classroom with Science Fiction Cinema

M.^a Francisca Petit, Jordi Solbes

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Facultad de Magisterio. Universitat de València. Valencia. España
m.francisca.petit@uv.es, jsolbes@uv.es

RESUMEN • El cine, y en particular el de ciencia ficción (CF), conlleva el aprendizaje no formal de contenidos de la ciencia y de su papel social. Diversas investigaciones han constatado que el cine de CF introduce una visión sesgada de la ciencia, de las personas científicas y del papel de la ciencia en el futuro, así como errores científicos que promueven concepciones alternativas en el alumnado. Para superar las visiones incorrectas y algunas ideas alternativas se realizan actividades basadas en fragmentos de películas de CF que fomentan el diálogo, la argumentación y la participación del alumnado de secundaria. Los resultados ponen de manifiesto que dichas actividades contribuyen a que el alumnado mejore el aprendizaje de los conceptos abordados y la imagen que tiene de la ciencia y el trabajo científico.

PALABRAS CLAVE: Ciencia ficción; Aprendizaje informal; Imagen de la ciencia; Cine; Competencia mediática.

ABSTRACT • Cinema, and more specifically science fiction (or sci-fi), implies non-formal learning of science content and its social role. Some researchers have confirmed that sci-fi cinema introduces a biased vision of science, of scientific people, and of its role in the future, as well as scientific errors that promote alternative conceptions in students. To overcome these incorrect visions and some alternative ideas, activities based on pieces of sci-fi films are carried out to encourage dialogue, argumentation, and the participation of secondary school students. The results show that these activities help students improve their learning of the concepts addressed and what they make of science and scientific work.

KEYWORDS: Science fiction; Informal learning; Science image; Cinema; Media competence.

Recepción: octubre 2022 • Aceptación: julio 2023 • Publicación: noviembre 2023

INTRODUCCIÓN

El objetivo en las aulas es la formación del alumnado, pero no es difícil percatarse de que los modelos de enseñanza-aprendizaje evolucionan. Las investigaciones tratan de contrastar estos modelos innovadores para validar su eficacia (Miralles et al., 2012), y coinciden en que se ha de superar el método tradicional de transmisión del conocimiento (Oliva y Acevedo, 2005).

Esta renovación postula como necesaria la mejora del perfil de docencia y la adquisición de nuevas y mejores metodologías de enseñanza-aprendizaje dentro del aula (Solbes, Fernández-Sánchez, Domínguez, Cantó y Guisasola, 2018).

En la enseñanza de las ciencias, esta innovación educativa se puede traducir en múltiples actividades que se pueden realizar tanto dentro como fuera del aula: la modelización, la indagación, proyectos científicos (Couso et al., 2020), visitas a museos de ciencias (Guisasola y Morentín, 2007) y, por supuesto, y es a lo que responde el presente trabajo, la inclusión de los medios de comunicación. En particular, el visionado de fragmentos de películas de ciencia, de ciencia ficción y documentales para la realización de actividades en el aula, fomentando el aprendizaje significativo y contextualizado y la mejora de la imagen de la ciencia, de las personas que a ella se dedican y de su influencia en el futuro.

Los medios de comunicación, entre ellos el cine y en especial el cine de ciencia ficción, son particularmente importantes para la imagen pública de la ciencia (Elías, 2010). De hecho, el cine de ciencia ficción ha sido, desde su nacimiento, una fuente de entretenimiento muy cercana a ella (Kirby, 2003). En los últimos años, el incremento de películas en las que los personajes principales son superhéroes y superheroínas ha hecho llegar a un público muy amplio escenas en las que la ciencia interviene de forma directa.

Diversos trabajos (Moreno, 2003; Petit y Solbes, 2016) ponen de manifiesto que las películas de ciencia ficción transmiten una imagen de la ciencia, de los científicos y de la influencia del trabajo científico en el futuro que mayoritariamente no se corresponde con la realidad (Green, 2019). Se trata de cuestiones sociocientíficas relevantes y que la ciencia ficción permite abordar con facilidad (Oliveira et al., 2021; Petit, Solbes y Torres, 2021). En concreto, se puede tratar la visión deformada de la ciencia y de los científicos que transmiten, heredada de los cómics (Locke, 2005), donde se los representa en muchos casos como el arquetipo de científico hombre, con bata blanca, despeinado y con gafas, como Doc de *Regreso al futuro* (Weingart, 2003); o como el científico ansioso de poder social y económico, por ejemplo, Octopus o el Duende Verde de *Spiderman*. Además, el cine de ciencia ficción ofrece una visión mayoritariamente catastrofista del futuro en relación con la ciencia, como son los casos de *Gattaca*, *Blade Runner*, *Soylent Green*, *El planeta de los simios*, *El día de mañana* o *Terminator*). En otras películas, en especial las de superhéroes, la trama transcurre en una «actualidad» intemporal, y en otras el futuro es tan lejano que es imposible establecer cualquier conexión con la ciencia actual. Asimismo, existen muchos ejemplos de escenas en las películas de ciencia ficción en las que se observan errores científicos que promueven la adquisición o refuerzo de concepciones alternativas sobre la ciencia en el alumnado (Palacios, 2011 y Scaliter, 2011).

Y, sin embargo, en un estudio diagnóstico al respecto (Petit y Solbes, 2012), se encuentran muy pocas respuestas sobre la imagen de la ciencia que transmite la CF, lo que nos habla de la escasa visibilidad de las ciencias para el alumnado encuestado, a pesar de su gran presencia en las obras de CF. También se hallan pocas respuestas sobre la imagen que tiene el alumnado de los científicos a través de este género, y casi la mitad de las ideas sobre los científicos que aparecen resultan exageradas o desfavorables, lo que puede poner de manifiesto la influencia del científico perverso, loco o instrumento ciego del poder característico de la CF. No ocurre lo mismo con la idea de la influencia que la ciencia puede tener en el futuro transmitida por el género de la CF y, en contra de la imagen catastrofista del futuro que se presenta en gran parte de estas películas, los alumnos no opinan que el futuro vaya a ser peor que el presente debido a la intervención científica.

Por otra parte, diversos estudios (Solbes, Monserrat y Furió, 2007; Rocard et al., 2007) constatan una disminución de alumnado que elige la vía científico-técnica en sus estudios debido a múltiples causas: a la forma en la que se enseña la ciencia, a la asunción por parte del alumnado de que son materias difíciles, al género del alumnado, a su bajo estatus en el sistema educativo (carácter optativo y pocas horas), a la visión escasa y desvirtuada que se presenta en los medios (Mitchell y McKinnon, 2019), etc. A pesar de esto, podría pensarse que la aceptación que tiene el cine de ciencia ficción entre el público y en concreto entre la juventud (Ministerio de Educación, 2022) podría fomentar el interés por la ciencia.

En consecuencia, nos planteamos investigar qué sucede al introducir en las clases de Física y Química actividades de CF no solo porque sean motivadoras, sino porque permiten cuestionar esas imágenes sesgadas y queremos que el alumnado se dé cuenta de los errores científicos que aparecen en estos filmes. Por ello, el objetivo de este trabajo es establecer si trabajar en el aula actividades basadas en el cine de ciencia ficción mejora la imagen de la ciencia y el aprendizaje conceptual del alumnado, especialmente en 2.º y 3.º de la ESO, cursos en los que se inicia el estudio de la Física y la Química y que pueden condicionar sus elecciones posteriores.

MARCO TEÓRICO

Dos de los problemas más fundamentados en la investigación en didáctica de las ciencias son la imagen de la ciencia entre el alumnado y las ideas alternativas en algunos conceptos científicos.

Respecto a este último, son bien conocidos los conceptos para los que el alumnado genera preconcepciones, por lo que uno de los grandes retos de la didáctica ha sido y sigue siendo la detección y corrección de estas concepciones alternativas (Carrascosa, 2006). Sin embargo, pese a que no son pocos los recursos que se pueden implementar para identificarlas y corregirlas (Martin, 2000), es difícil en un aula tradicional (y entendemos con este término un aula en la que el alumnado es básicamente receptor de información proporcionada por el docente o por el libro de texto) tener en cuenta la existencia de estas ideas preconcebidas.

Sin embargo, las concepciones alternativas provienen del proceso que el alumnado realiza, desde su infancia, para intentar explicar y predecir los fenómenos de su entorno natural y técnico, del lenguaje ordinario, de las formas de razonamiento espontáneas de los alumnos (la causalidad lineal, el razonamiento analógico, secuencial, etc.) y de los errores introducidos explícitamente por los textos, los propios profesores, etc. (Koch et al., 2020). Todo esto nos lleva a inferir de forma equivocada o incompleta conceptos que posteriormente se tratan en el aula.

Los medios de comunicación, el cine y en particular el cine de ciencia ficción constituyen medios de transmisión de información, en determinadas ocasiones, de ámbito científico. (BBC Mundo, 2010; Babaii y Asadnia, 2021). Si se tiene en cuenta que el cine de ciencia ficción es un medio de entretenimiento, no está entre sus pretensiones que los directores, guionistas, actores, etc. sean fieles divulgadores científicos (Blanco, 2004). No obstante, diversos trabajos ponen de manifiesto la influencia que medios como la prensa, los cómics, los dibujos animados o el cine (Carrascosa, 2006; Elías, 2010; Abril y Muela, 2015) tienen en la transmisión y fomento de concepciones científicas alternativas. Estos artículos también abordan cómo aprovecharlos en la escuela, para que, lejos de imponer al alumnado la idea correcta, sean los y las estudiantes quienes, por medio del análisis y la autocrítica, las detecten y corrijan.

Para ello se han de desarrollar estrategias, que se pueden adquirir mediante la formación en competencia mediática (Reia-Baptista, 2012; Unesco, 2011). La implicación del alumnado se fundamenta básicamente en la motivación, en el interés por aprender y en la necesidad de contrastar lo que se sabe (Rodríguez-Moneo, 2009). Por ejemplo, una clase en la que se visiona un vídeo relacionado con la ma-

teria a la que se ha de enfrentar el alumnado y sobre el que se plantean preguntas le obligará a acceder a sus ideas y plantearse cuestiones, fomentando al mismo tiempo la argumentación, básica en las materias de ciencias (Osborne, Erduran y Simon, 2004). Esas preguntas pueden constituir el inicio de un debate, un problema que resolver, una cuestión o incluso una prueba de evaluación, donde se ponen en práctica los recursos que la investigación en didáctica ha corroborado como herramientas de aula encaminadas a mejorar dicha implicación (Efthimiou y Llewellyn, 2004 y 2007; Quirantes, 2011).

Por otro lado, estas estrategias también fomentan la colaboración y el aprendizaje entre iguales (Kagan, 1994). Será importante que los estudiantes colaboren entre sí y expresen ideas entre ellos, ya que la reflexión y la posterior exposición de sus ideas ayuda a fijar lo aprendido.

Por último, existen algunos ejemplos en los que se describe la mejora del aprendizaje del alumnado con actividades relacionadas con la ciencia ficción, tanto en formato literario (Bacas, Martín, Perera y Pizarro, 1997) como cinematográfico (Quirantes, 2011; Muela y Abril, 2013; Petit y Solbes, 2016), casi todos implantados en la educación universitaria. Sin embargo, los mismos autores y autoras se lamentan de la escasa visibilidad de estas actividades en la comunidad docente.

Asimismo, la imagen de la ciencia que presenta el alumnado (difícil, elitista, andrógina) está relacionada con su actitud hacia las ciencias (Vázquez, 1995), y mejorarla es uno de los grandes retos en el campo de la didáctica de las ciencias. Del mismo modo que el alumnado adquiere ideas alternativas fuera del aula, está sometido a información relativa a la ciencia fuera del ámbito escolar. De hecho, los medios de comunicación difunden y divulgan información con la que formarse una imagen de la ciencia (Fernández et al., 2002).

La programación infantil y juvenil y la clasificación de las películas y las series de TV son preocupaciones constantes de las autoridades (Ministerio de Cultura y Deporte, 2010). Este hecho da una idea de la capacidad de influencia que pueden tener estos medios en la infancia y la juventud. Por tanto, dado su consumo masivo, no es exagerado pensar que lo que vean representado en esos medios sobre el mundo científico va a repercutir en lo que aprendan sobre él.

En estos medios aparece el mundo científico en todos sus ámbitos (Mateos, 2004): cómo se hace ciencia, para qué se utiliza, cómo son las personas que se dedican a ella, en qué medida son responsables de los avances tecnológicos y cómo influyen en nuestra sociedad, etc. Se pretende utilizarlos para fomentar el pensamiento crítico entre el alumnado, tarea que incluso críticos de cine (José, 2006), más o menos conscientemente, han realizado y de la que existen ejemplos relacionados con medios como la prensa, los cómics y las películas (Gallego, 2007), con actividades centradas en que los estudiantes conozcan el mundo de la ciencia.

Así pues, la hipótesis de esta investigación es que realizando en el aula actividades basadas en el cine de ciencia ficción se consigue una mejora en el aprendizaje de conceptos científicos y en la imagen que el alumnado tiene de la ciencia, de las personas dedicadas a ella y de su papel en el futuro.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La investigación ha tenido tres momentos basados en una metodología de intervención pre-post, que a continuación se exponen y que se desarrollarán más adelante:

- Cumplimentación de cuestionarios iniciales, que permiten valorar el conocimiento y la opinión previos del alumnado.
- Realización de actividades en clase en las que se visualizan vídeos y se proponen preguntas que se responden por escrito o verbalmente, así como debates al respecto.

Las actividades que se han planteado son presentaciones en las que se visionan y comparan una selección de fragmentos de películas con vídeos de situaciones reales sobre luz y sonido y gravedad, por una parte, y sobre la imagen de la ciencia, los científicos y el futuro, por otra (Petit y Solbes, 2015). Las actividades se han llevado a cabo en dos sesiones diferentes, una para las actividades de conceptos y otra para las de imagen. Durante las sesiones de trabajo se plantean cuestiones sobre los vídeos, que son contestadas por escrito en el caso de las actividades conceptuales y que sirven para fomentar el debate en las sesiones de actividades de imagen. De esta forma y registrando esta información se tienen datos sobre el trabajo realizado en el aula, sobre las cuestiones planteadas y cómo se han resuelto.

Las actividades de aprendizaje conceptual se han aplicado a una muestra de 72 alumnos y alumnas de 2.º de la ESO (44) y de 3.º de la ESO (28) de dos centros escolares.

Se han trabajado las actividades de imagen con un grupo de 92 estudiantes de 2.º de la ESO (53 personas), de 3.º de la ESO (15 personas) y de 1.º de Bachillerato (24 personas) de los mismos centros escolares.

La diferencia entre las muestras para los dos tipos de actividades se debe principalmente a que se han contabilizado los cuestionarios de las personas de las que se tiene constancia que han participado en las tres fases de la investigación. Se pudo controlar esta situación porque se identificaron todos los cuestionarios y se controló la asistencia. Por otro lado, con el alumnado de Bachillerato se trabajaron solamente las actividades de imagen, dado su nivel académico.

- Cuestionarios posevaluación. Se pretende valorar, en este caso, tanto el conocimiento como la opinión de los estudiantes tras la realización de las actividades.

Actividades conceptuales

Las actividades conceptuales planteadas tratan, por un lado, sobre la luz y el sonido y, por otro, sobre la gravedad. En el primer caso se analiza la transmisión del sonido en el aire, la imposibilidad de que se transmita en el vacío, como sucede en numerosas explosiones espaciales de las películas, y las diferencias entre la transmisión del sonido y la luz, comparando también la diferencia de velocidades de transmisión. Para ello se compara un fragmento (de 46 segundos) de la película *Perdidos en el espacio* (Stephen Hopkins, 1998), en el que se ven y se escuchan simultáneamente explosiones producidas por la destrucción de una enorme nave espacial a la deriva en el espacio. Como contraste, se utiliza un vídeo realizado en un taller de ciencias en el que el monitor hace explotar un globo dentro de una campana de vacío y otro en el que se ve y oye una tormenta sobre el Empire State Building.

En el caso de la gravedad, dado que en la CF son habituales las escenas de viajeros en naves espaciales, en las que parece que se navega con gravedad terrestre, se trabaja la diferencia entre gravedad nula e ingravidez y qué implicaciones tiene en un satélite en órbita o en una nave que viaja por el espacio. En este caso, se utilizan vídeos de películas en los que las personas y los objetos de las naves espaciales actúan sin tener en cuenta las condiciones de microgravedad con vídeos de películas o vídeos reales (por ejemplo, los publicados por las agencias espaciales de los astronautas en la ISS) en los que sí se observa el efecto de la microgravedad o la ingravidez. En concreto se ha utilizado un fragmento de *El Imperio contraataca* (1980) de la saga *La guerra de las galaxias* (de 54 segundos), donde los protagonistas vuelan a bordo del Halcón Milenario, maniobrando a voluntad en un campo de asteroides y donde los tripulantes están de pie junto al piloto, que no lleva sistema de seguridad alguno y no experimenta ningún cambio de posición en las distintas maniobras ejecutadas (Moreno y José, 2009). Esta escena se ha comparado con un fragmento de *2001, Una odisea en el espacio* (de 3 minutos y 40 segundos), en el que el transbordador de transporte se acerca a la estación espacial, que gira sobre sí misma maniobrando lentamente y poniendo brevemente los motores en marcha para ir corrigiendo la

posición. El fragmento sigue con las escenas en las que se ve a una azafata andar por el pasillo de la nave de transporte en vuelo espacial hacia la Estación Espacial manteniéndose adherida al suelo mediante unas zapatillas con suela de velcro (un invento reciente cuando se rodó la película, fruto de los viajes espaciales) y en el que se observa «flotando» un bolígrafo y la mano del protagonista dormido que no descansa en el reposabrazos del asiento. Por último, se utiliza un vídeo grabado por astronautas de la ISS en el que se perciben los efectos de la ingravidez.

Respecto a las preguntas de los cuestionarios correspondientes a conceptos, estos se distribuyen en dos grupos. El primero pertenece a la actividad de *Luz y sonido*. El segundo se refiere a la actividad de *Gravedad*, sin que se diferencien excesivamente en el formato. Estas preguntas se presentan junto con cuestiones de valoración de imagen del trabajo científico.

En principio, las preguntas se pueden contestar como SÍ / NO. Siempre se propone que se justifiquen las respuestas, de forma que se tenga que explicar el concepto con el que se trabaja y cómo influye en la situación propuesta. Se pretende que el alumnado argumente la respuesta tal y como se ha trabajado en las sesiones de actividades. Se considerarán respuestas correctas aquellas en las que todas las contestaciones, incluida la justificación, se han respondido bien según los criterios que se exponen en las tablas 1 y 2.

Se ha utilizado el siguiente cuestionario validado por tres expertos en didáctica de las ciencias experimentales y un ensayo piloto (pre-post test y grupo control) realizado con anterioridad. Para medir la fiabilidad se obtuvo un valor para el alfa de Cronbach de 0,843 (Solbes y Petit, 2012). Se ha identificado cada uno de los cuestionarios de manera que constituyan muestras relacionadas y se han registrado los datos del curso y la fecha.

Tabla 1.
Cuestionario para alumnos. Ítems conceptos

PREGUNTAS	RESPUESTAS CONSIDERADAS CORRECTAS
1. 1. ¿El sonido se transmite en el vacío? ¿La luz se transmite en el vacío? Justifica la respuesta.	La luz es una onda electromagnética y el sonido es una onda mecánica.
1. 2. ¿Por qué se ve el rayo antes de oír el trueno?	Porque la velocidad de propagación de la luz en el aire es mucho mayor que la del sonido.
1. 3. En las escenas de lucha de naves espaciales de las películas, ¿se podrían oír las explosiones? ¿Se podrían ver las luces de dichas explosiones? Justifica las respuestas.	En el espacio se puede propagar la luz, pero no el sonido.
2. 1. (Elige la palabra correcta) Un astronauta tiene el MISMO / DIFERENTE peso en la Tierra y la Luna. Un astronauta tiene la MISMA / DIFERENTE masa en la Tierra y la Luna. Justifica las respuestas.	El peso es la fuerza con la que atrae el planeta o la Luna al astronauta. La masa tiene que ver con la cantidad de materia y no depende de dónde está.
2. 2. Los protagonistas de <i>La guerra de las galaxias</i> se mueven en el interior de las naves espaciales como si la gravedad fuese igual que la terrestre. ¿Es correcto? Justifica la respuesta.	Si las naves están alejadas de astros no experimentan ningún tipo de gravedad. Si están en órbita deberían estar en estado de ingravidez.
2. 3. Los astronautas de la Estación Espacial Orbital ¿están sometidos a la gravedad terrestre? Explica tu respuesta.	La gravedad disminuye muy poco en ese punto, pero están en caída constante, lo que provoca un estado de ingravidez.

Por último, a partir de las tres semanas o más de la finalización de las sesiones de trabajo de las actividades se vuelve a aplicar al alumnado el cuestionario. El cuestionario propuesto en el posttest es casi idéntico al del pretest. Como se verá en el análisis de resultados, la cuestión 1.2 fue bien respondida por la mayoría del alumnado, por lo que en el posttest se modifica la pregunta 1.3 y se añade en este

ítem una pregunta, a la que se ha de contestar de forma razonada, y que se refiere a la necesidad de un medio de propagación para el sonido. Esta cuestión queda modificada como se expone en la tabla 2.

Tabla 2.
Cuestionario para alumnos. Ítem 1.3. Conceptos posttest

PREGUNTAS	RESPUESTAS CONSIDERADAS CORRECTAS
1. 3. En las escenas de lucha de naves espaciales de las películas, ¿se podrían oír las explosiones? Justifica la respuesta. ¿Por qué no se oye la explosión del globo en la campana de vacío del vídeo y sí se oye fuera de ella?	El sonido es una onda mecánica y necesita de un medio para propagarse. En el interior de la campana se hace el vacío por lo que no hay aire y el sonido no se propaga.

Imagen de la ciencia, los científicos y el futuro

Las actividades que se han llevado a cabo en este caso han tenido como núcleo la mejora en la imagen que el alumnado tiene del trabajo científico, de las personas que se dedican a la ciencia y de la influencia de la ciencia en el futuro. Para ello, se ha trabajado una primera actividad en la que se contrasta la imagen de Doc, el científico de *Regreso al futuro* y de la Dra. Arroway, la científica de *Contact*, para abordar las principales visiones deformadas relativas a los científicos. Esta fue una pionera del estereotipo actualmente más frecuente en las películas de heroína solitaria, competente, diligente y experta en su campo (Kool, Azevedo y Avraamidou, 2022). Esta elección además permite abordar la cuestión del género en ciencia. Se trabaja en una segunda actividad fragmentos de la película *Soylent Green* y *Mad Max*, en los que, explícitamente, se hace responsables a los científicos de las situaciones catastróficas en las que están ambientadas ambas películas. En ambos casos, después de visualizar la escena, se proponen preguntas sobre si las referencias son realistas, si se pueden argumentar las causas de una situación catastrófica únicamente a partir de la ciencia, qué conoce el alumnado de la ciencia actual y si creen que puede llevar a situaciones parecidas en un futuro o qué responsabilidad tiene la sociedad en general.

La estructura de las sesiones es básicamente la misma que en las de aprendizaje de conceptos, basándose en fragmentos de películas y promoviendo el debate por medio de cuestiones planteadas al alumnado. Estas sesiones también se grabaron en audio para su posterior análisis.

Las cuestiones que se han incluido en los cuestionarios pre y posintervención y a las que han respondido los alumnos y alumnas son las expuestas en la tabla 3:

Tabla 3.
Cuestionario para alumnos. Ítems de imagen

<ol style="list-style-type: none"> 1. Escribe tres ideas sobre la ciencia que transmita la ciencia ficción. 2. Escribe tres ideas sobre los científicos que transmita la ciencia ficción. 3. Escribe tres ideas sobre la capacidad de la ciencia para influir en el futuro que transmita la ciencia ficción.

RESULTADOS

De las actividades conceptuales

Para corregir los cuestionarios se han calificado como correctas (codificadas como 2) las respuestas de las preguntas del ítem si se han contestado todas correctamente, incluida la justificación. Se codifica como (1) las respuestas que tienen alguna contestación incorrecta y como (0) las no respondidas.

Si se compara la mejora en la media por curso mediante una prueba ANOVA, se concluye que no hay diferencias significativas ($p = 0,297$), por lo que se tratarán los datos de manera global.

Se comparan las mejoras que se produjeron en las respuestas de cada ítem por separado. Para ello se ha utilizado una prueba de homogeneidad marginal para determinar si las diferencias son estadísticamente significativas (tabla 4).

Tabla 4
Análisis de la mejora en las respuestas de ítems conceptuales

<i>ÍTEM</i>	<i>Significación asintótica</i>	<i>ETA cuadrado</i>	<i>D de Cohen</i>	<i>Tamaño Efecto</i>
1. 1. ¿El sonido se transmite en el vacío? ¿La luz se transmite en el vacío? Justifica la respuesta.	0,000	0,498	0,996	grande
1. 2. ¿Por qué se ve el rayo antes de oír el trueno?	0,195*	0,022	0,149	pequeño
1. 3. En las escenas de lucha de naves espaciales de las películas, ¿se podrían oír las explosiones? ¿Se podrían ver las luces de dichas explosiones? Justifica las respuestas.	0,000	0,482	0,959	grande
2. 1. Un astronauta tiene el MISMO / DIFERENTE peso en la Tierra y la Luna. Un astronauta tiene la MISMA / DIFERENTE masa en la Tierra y la Luna. Justifica las respuestas.	0,710*	0,002	0,044	pequeño
2. 2. Los protagonistas de <i>La guerra de las galaxias</i> se mueven en el interior de las naves espaciales como si la gravedad fuese igual que la terrestre. ¿Es correcto? Justifica la respuesta.	0,000	0,251	0,575	medio
2. 3. Los astronautas de la Estación Espacial Orbital, ¿están sometidos a la gravedad terrestre? Explica tu respuesta.	0,000	0,297	0,646	medio

La significación asintótica bilateral confirma que las diferencias entre las respuestas correctas del pretest y postest son estadísticamente significativas, salvo para los ítems 1.2 y 2.1. En el primer caso, la mayoría del alumnado contesta bien el cuestionario preintervención, por lo que resulta difícil mejorar el número de respuestas correctas (véase tabla 4). En el segundo caso, el alumnado contesta bien las cuestiones de masa y peso, pero no consigue dar una explicación correcta de la diferencia entre los dos conceptos. Esto puede ser debido a que, durante la realización de las actividades, se trabaje en más profundidad el concepto de gravedad que el de peso y masa, por lo que el alumnado no llega a poder argumentar la diferencia.

Por último, se muestra en la figura 1 el resumen con los resultados contabilizando las respuestas correctas de cada ítem de los 72 cuestionarios analizados.

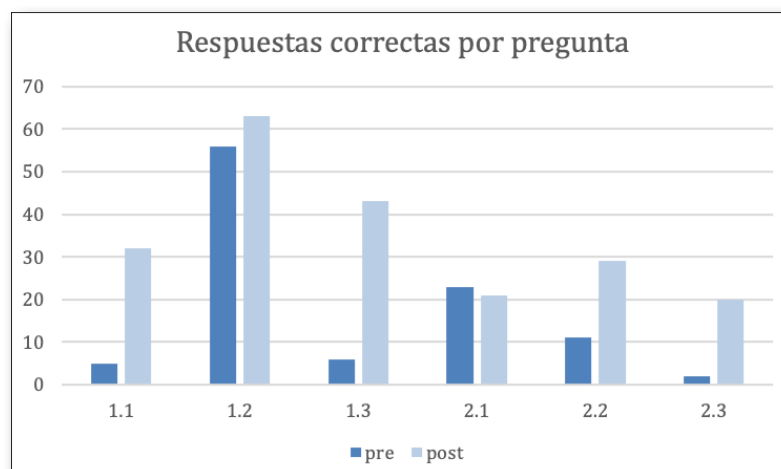


Fig. 1. Comparación del número de aciertos por ítems entre pretest y posttest.

Para determinar el efecto de la intervención se calcula la D de Cohen para los resultados pre y post, con lo que se obtiene un valor de 1,17, lo que indica un efecto grande.

En las intervenciones realizadas en el aula durante la realización de las actividades, se plantearon debates como medio de fomento de la argumentación, en los que se les pidió a los alumnos y alumnas que razonasen los fenómenos que se observan en los vídeos. En estos debates son en los que el alumnado expresa sus ideas y constituyen un marco de auto y coaprendizaje.

Se puede apreciar en las grabaciones realizadas durante las sesiones que el alumnado llega a conclusiones correctas y razonadas en las actividades de luz y sonido (ítems 1.1, 1.2 y 1.3):

Prof. Dentro de la campana no hay aire, ha sacado todo el aire, luego hay vacío, o casi vacío, el vacío completo no se puede tener... más o menos aire. Y se oye muy diferente. Eso es un experimento de física. ¿Qué conclusión sacáis?

Alum. 3 Que... no se oye.

Prof. Si en el aire hace *boom!* y en el vacío hace *¡plop!*

Alum. 2 Que en el aire se transmiten las ondas.

Prof. ¿Cuáles?

Alum. 2 Las del sonido. Y en el vacío no, pero se oye por la campana...

Y en la misma sesión:

Prof. ¿Qué habéis aprendido?

Alum. 4 ... que la luz es más rápida que el sonido.

En cuanto a las sesiones en las que se trabajó el concepto de gravedad (ítems 2.1, 2.2 y 2.3), se aprecia en las grabaciones que los alumnos y alumnas identifican los fenómenos, pero no han llegado al nivel conceptual en el que pueden teorizar sobre ellos:

Prof. Exactamente, que la he puesto en órbita, estaría siempre cayendo. Quedaos con esto. Subíos en un ascensor y apretáis el botón para bajar y es un ascensor de estos rapidísimos.

Alum. 2 Tipo el ave fénix¹...

1. Atracción de un parque de atracciones en la que se deja caer desde una gran altura una plataforma donde están sentados los participantes.

Prof. ¿Qué pasa nada más os dejan caer?

Alum. 2 Que te vas para arriba.

Alum. 1 No subes.

Prof. No subes, en realidad tu asiento baja y tú, es como si te quedases arriba. Esa sensación es la que tienen los astronautas, siempre están cayendo.

Imagen de la ciencia y los científicos y la influencia de la ciencia en el futuro

Las respuestas relativas a imagen, tanto del pretest como del postest, se han analizado codificándolas en «positivas», «negativas», «neutras» y «en blanco y otros», tal y como se calificaron en el estudio previo (Petit y Solbes, 2012) y se ha hecho el recuento de cada tipo de respuesta en cada cuestionario. De esta forma se puede realizar el estudio estadístico que permitirá valorar si existe o no mejora en las respuestas obtenidas en el postest con respecto a las obtenidas previamente a la realización de las actividades en el aula.

En cuanto a las respuestas relativas a la imagen de la ciencia se consideran positivas aquellas que incluyen ideas sobre mejoras. Entre las referidas por los alumnos se pueden mencionar «la ciencia mejorará la calidad de vida», «se curarán más enfermedades», «los robots harán la vida más fácil a las personas». Se cuentan como respuestas negativas las que denotan empeoramiento de la situación, como «habrá más contaminación», «la ciencia crea enfermedades nuevas» o «se agotan los recursos». Las respuestas que se han considerado neutras son aquellas en las que no se incluye una opinión sobre las consecuencias de la utilización de avances científicos como, por ejemplo, «habrá robots», «los coches volarán». Se consideran respuestas científicamente irrealizables, por ejemplo, las que hablan de viajes al pasado o viajes en el tiempo. Se codifican como otras las respuestas que se refieren a las películas y no a la ciencia. Por ejemplo, las que mencionan efectos especiales.

En el caso de las respuestas para la imagen de las personas que trabajan en ciencia, se consideran respuestas positivas aquellas que ofrecen una imagen real y positiva de estas personas: «ayudan a las personas», «les gusta su trabajo», «estudian mucho para ser buenos en lo que hacen», etc. Se consideran respuestas negativas, por ejemplo, «solo quieren ganar dinero», «son solitarios», «solo viven para hacer experimentos». Para el ítem de la imagen de los científicos, se consideran, además, las respuestas que dan una visión deformada de las personas que se dedican a la ciencia: «llevan siempre bata», «llevan gafas y el pelo deshecho», «son genios», «solo buscan poder», «se enriquecen con sus inventos». Las respuestas neutras, como en el caso de la imagen de la ciencia, no connotan beneficio o perjuicio: «hacen inventos». Las respuestas que incluyen comentarios sobre los actores o la película se incluyen en otras.

Por último, en cuanto a la imagen de la influencia del trabajo científico en el futuro, los criterios de clasificación de respuestas son prácticamente iguales que en el caso de la imagen de la ciencia. Se ha tenido en cuenta que, además, hay respuestas científicamente irrealizables como, por ejemplo, «podremos viajar en el tiempo».

Para poder tratar todas las respuestas de forma global, se han realizado pruebas ANOVA respecto del número de respuestas positivas que se han referido en los cuestionarios pre y post para comparar resultados parciales por grupos, donde se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas en la mejora de la imagen de la ciencia entre los grupos de alumnos de distintos cursos. Del mismo modo, dada la escasa elección por parte de las alumnas de materias científico-técnicas, se ha comparado la diferencia de los resultados entre hombres y mujeres en las respuestas positivas. Se observa que las mujeres valoran la imagen asociada a la ciencia, a los científicos y al futuro un poco por debajo, pero la mejora no presenta diferencias significativas respecto al género. Esta prueba no se ha

realizado en la mejora del aprendizaje porque, en principio, el aprendizaje (aunque sí el estilo) no está determinado por el género (Casé, Neer, Lopetegui y Doná, 2010).

Del mismo modo que en el apartado anterior, se realizan pruebas de homogeneidad marginal para determinar el nivel de mejora en función del número de respuestas positivas o negativas dadas por cada alumno, teniendo en cuenta que se solicitan tres respuestas sobre cada uno de los tres ítems de imagen. En la tabla 5 se resumen los resultados obtenidos en número de respuestas:

Tabla 5.
Análisis del número de respuestas en ítems de imagen

<i>Imagen de la ciencia</i>	<i>Respuestas pretest</i>	<i>Respuestas postest</i>	<i>Significación asintótica</i>	<i>Tamaño del efecto</i>	
Respuestas positivas	49	101	0,000	0,520	grande
<i>Imagen de los científicos</i>	<i>Respuestas pretest</i>	<i>Respuestas postest</i>	<i>Significación asintótica</i>	<i>Tamaño del efecto</i>	
Respuestas positivas	66	104	0,001	0,618	grande
Respuestas negativas	31	13	0,018	0,126	medio
Respuestas deformadas	109	90	0,049	0,538	grande
<i>Imagen del papel de la ciencia en el futuro</i>	<i>Respuestas pretest</i>	<i>Respuestas postest</i>	<i>Significación asintótica</i>	<i>Tamaño del efecto</i>	
Respuestas positivas	54	88	0,000	0,548	grande
Respuestas negativas	19	33	0,080	0,354	medio

Cabe mencionar que en el caso de la imagen de las personas que se dedican a la ciencia, la mejora después de la intervención se observa también en la reducción considerable (estadísticamente significativa en ambos casos) de las respuestas totales negativas y deformadas.

Sin embargo, se observa un aumento de las respuestas negativas en el postest sobre la imagen del papel de la ciencia en el futuro, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas ($p = 0,070$). Esto puede ser debido a que algunos fragmentos del cine de ciencia ficción utilizados (*Soylent Green*, *Mad Max*) transmiten una visión negativa del futuro. Aunque se ha intentado reflexionar sobre el papel que la ciencia podría desempeñar en el futuro, parece que al final han prevalecido ligeramente las imágenes catastrofistas.

Se presenta en la figura 2, a modo de resumen, el gráfico que compara el número de respuestas positivas para los ítems de imagen de la ciencia, los científicos y del futuro. Se observa la misma tendencia de aumento para los tres casos.

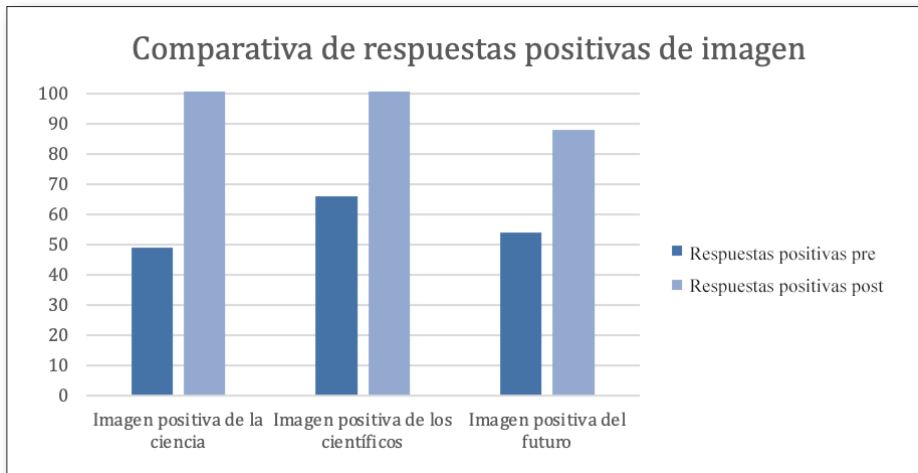


Fig. 2. Comparativa de respuestas positivas. Ítems de imagen.

En la figura 3 se observa que las respuestas negativas aumentan en el caso del papel de la ciencia en el futuro, pero para los otros tres ítems tienen un rango de disminución parecido.

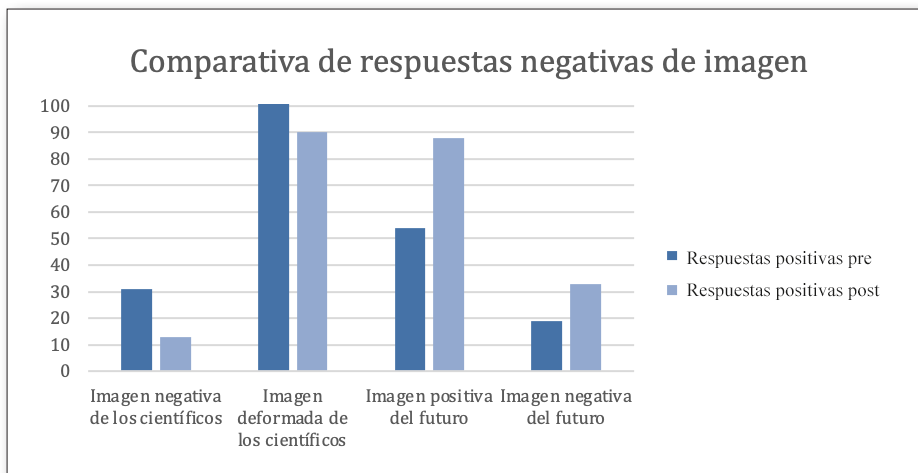


Fig. 3. Comparativa de respuestas negativas. Ítems de imagen.

En las grabaciones realizadas con los alumnos durante la intervención en el aula se puede intuir que les resulta fácil atribuir la responsabilidad de algunas situaciones a la ciencia y a los científicos. No en vano, surgen comentarios como:

- Alum. 4 Los científicos de las nucleares... mira lo que han hecho en Fukushima que no se puede beber allí, porque del terremoto se había contaminado el agua.
- Alum. 6 Chernóbil.
- Alum. 2 Pero eso lo han provocado también.

En estos comentarios se alude a una situación que les es familiar y similar a las de las películas. Incluso forzando la situación, a los alumnos les resulta difícil admitir la intervención de la ciencia en la mejora del futuro, aunque no culpabilizan tanto a los científicos como a la industria, las centrales nucleares, etc.:

- Prof. ¿Quién os ha enseñado a reciclar? ¿Quién os pide que recicléis?
Alum. 2 Las papeletas y la tele.
Prof. ¿Quién habla de cambio climático?
Alum. 3 Los científicos.
Prof. ¿Y quién no hace caso?
Alum. 3 ... Yo sí que reciclo.
Alum. 4 Producen sustancias tóxicas y las tiran al mar
Prof. ¿Esos son los científicos? ¿Quién produce sustancias tóxicas y las tira al mar?
Alums. Las industrias.
Alum. 4 Las centrales nucleares.

CONCLUSIONES

El trabajo expuesto supone un cúmulo de evidencias sobre el beneficio en la conceptualización y la mejora en la imagen de la ciencia que tiene la realización en el aula de actividades relacionadas con el cine de ciencia ficción. A modo de resumen, podemos destacar que la realización de actividades basadas en el cine de ciencia ficción mejora la conceptualización de la gravedad y de la luz y el sonido, lo que se ha puesto de manifiesto en el aumento de aciertos en los cuestionarios pre y post realizados por el alumnado.

Con la realización de este trabajo en el aula, el número de preguntas del cuestionario postest sin responder disminuye, por lo que se deduce que el alumnado se siente más seguro para contestar, aunque no siempre de manera acertada, después de trabajar las actividades. Esto permite que el profesorado pueda detectar errores o ideas alternativas y pueda intervenir en su corrección.

Se observa que pese al conocimiento previo de la diferencia entre la luz y el sonido (ítem 1.2 respondido en el pretest de manera correcta por gran parte del alumnado), con una intervención basada en el cine de ciencia ficción los resultados mejoran en la argumentación del fenómeno y se supera la idea alternativa introducida por la CF de que las explosiones se oyen en el espacio.

Por otro lado, se observa que el alumnado entiende que la masa y el peso son conceptos diferentes, pero no son capaces de razonar la diferencia (ítem 2.1). Sin embargo, sí consiguen apreciar la diferencia entre gravedad e ingravidez a la que están sometidos los y las astronautas, con lo que se supera la idea alternativa de astronautas con gravedad terrestre en las naves.

Realizando actividades para fomentar la mejora de la imagen del trabajo científico, las personas que trabajan en ciencia y la influencia de este campo en el futuro, se observa la mejora en la opinión del alumnado al respecto, aun a pesar de la argumentación reiterativa, por parte del alumnado, en sentido negativo durante las actividades. Esto puede fomentar un mejor entendimiento sobre la profesión dedicada a la ciencia y la contribución de esta a la sociedad y al futuro, así como puede reducir las visiones negativas o deformadas de los y las jóvenes sobre el trabajo científico, visiones fomentadas en muchas de las películas de CF de las últimas décadas del pasado siglo (Elías, 2010). Es fundamental en este caso el papel del profesorado para poner en evidencia el papel de las personas en particular y de la sociedad en general en la valoración del conocimiento científico y la gestión de las recomendaciones que de él se derivan.

Estos resultados nos animan a seguir implementando actividades con secuencias cinematográficas en el aula. Existen numerosos ejemplos de errores científicos en el cine de ciencia ficción que pueden ayudar a trabajar su corrección en el aula.

Por otro lado, la mejora de la imagen del mundo científico y, sobre todo, respecto a la cuestión de género y ciencia, pueden también ser tratados con actividades de este tipo y mediante películas de ciencia ficción las biografías de personajes del mundo de la ciencia (*biopics*) y los documentales (Kool

et al., 2022). También sería interesante analizar la recurrente visión de los científicos (el masculino plural en este caso es intencionado) y cómo se forja esa imagen antes de la edad de acceso a la educación secundaria.

Por último, el hecho de que el cine de CF trata temas como la manipulación genética, la inteligencia artificial o el calentamiento global, que incorporan aspectos científicos, sociales, económicos, políticos y éticos controvertidos, nos permite remitir a estas cuestiones sociocientíficas en la enseñanza de las ciencias, que pueden favorecer el desarrollo del pensamiento crítico en el alumnado (Petit et al., 2021).

No podemos dejar de mencionar en todo caso que la ley regula el modo en el que se pueden utilizar películas y vídeos en el aula, por lo que invitamos al profesorado a ceñirse a lo que en la Ley de la Propiedad Intelectual se expone (Ministerio de Cultura, 2022).

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el proyecto EDU2015-69701-P financiado por MINECO/AEI/10.13039/501100011033/ y FEDER.

Parte del trabajo de aula se ha llevado a cabo por la profesora Amparo Torres, a la que agradecemos su interés y colaboración.

REFERENCIAS

- Abril, A. M. y Muela, F. J. (2015). Significados sobre genética transmitidos por el cine y la educación formal. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 29, 195-214. <https://doi.org/10.7203/DCES.29.3908>
- Babaii, E. y Asadnia, F. (2021). «If a black hole is an oyster, then...»: The discursual trends of popularization in science fiction movies. *Public Understanding of Science*, 30(7), 868-880. <https://doi.org/10.1177/09636625211038117>
- Bacas, P., Martín, M., Pererea A., F. y Pizarro, A. (1997). Una propuesta didáctica para bachillerato: Física y ciencia ficción. *Revista española de física*, 11(4), 31-37.
- BBC News Mundo (2010). Cuando Hollywood se burla de la ciencia. *BBB.com*. https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2010/09/100902_cine_hollywood_ciencia
- 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. <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 cómics, prensa, novelas y libros de texto. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1), 77-88. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3883>
- Casé, L. R., Neer, R. Lopetegui, S. y Doná, S. (2010). Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico según el género en estudiantes universitarios. *Revista de Psicología*, 11, 199-211. <http://hdl.handle.net/10915/14994>
- Couso, D., Jimenez-Liso, M. R., Refojo, C. y Sacristán, J. A. (Coords.) (2020). *Enseñando Ciencia con Ciencia*. Madrid. FECYT y Fundación Lilly.
- Efthimiou, C. J. y Llewellyn, R. A. (2007). Cinema, Fermi problems and general education. *Physics Education* (42), 253-262. <https://doi.org/10.48550/arXiv.physics/0608058>

- Efthimiou, C. J. y Llewellyn, R. A. (2004). *Physics in films: a new approach to teaching science*. Cornell University Library. <https://doi.org/10.48550/arXiv.physics/0404064>
- 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.
- 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. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3838>
- Green, J. L. (2019). Why scream about sound in space? The functions of audience discourse about unrealistic science in narrative fiction. *Public Understanding of Science*, 28(3), 305-319. <https://doi.org/10.1177/0963662518808729>
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 439-452.
- José, J. (2006). Científicos a 24 fotogrames per segon. *Mètode*, 48, 77-82. <https://metode.cat/revistes-metode/monografics/cientifics-a-24-fotogrames-per-segon.html>
- Kagan, S. (1994). *Cooperative learning. Resources for Teachers*. Kagan Cooperative Learning.
- Kirby, D. A. (2003). Scientists on the Set: Science Consultants and the Communication of Science in Visual Fiction. *Public Understanding of Science*, 12(3), 261-278. <https://doi.org/10.1177/0963662503123005>
- Koch, C., Saner, M., Schäfer, M. S., Herrmann-Giovanelli, I. y Metag, J. (2020). «Space means Science, unless it's about Star Wars»: A qualitative assessment of science communication audience segments. *Public Understanding of Science*, 29(2), 157-175. <https://doi.org/10.1177/0963662519881938>
- Kool, D., Azevedo, N. H. y Avraamidou, L. (2022). «The lonely heroine»: portrayal of women scientists in films. *Educational Media International*, 59(2), 150-171. <https://doi.org/10.1080/09523987.2022.2101205>
- Locke, S. (2005). Fantastically reasonable: Ambivalence in the representation of science and technology in super-hero comics. *Public Understanding of Science*, 14(1), 25-46. <https://doi.org/10.1177/0963662505048197>
- Martin, E. (2000). ¿Puede ayudar la teoría del cambio conceptual a los docentes? *Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa*, 26, 31-50. <https://revistas.uam.es/tarbiya/article/view/7113>
- Mateos, J. (2004). La evolución... a escena. De cómo 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. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3963>
- MECD. (2022). *Encuesta de hábitos y prácticas culturales en 2021-2022*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Septiembre de 2022. <https://www.culturaydeporte.gob.es/dam/jcr:f2932131-e501-4da6-b5f4-6387044916cf/encuesta-de-habitos-y-practicas-culturales-2021-2022.pdf>
- Ministerio de Cultura. (2022). Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril. BOE núm. 97, de 22 de abril de 1996. BOE-A-1996-8930. <https://www.boe.es/buscar/pdf/1996/BOE-A-1996-8930-consolidado.pdf>
- Ministerio de Cultura y Deporte. (2010). *Resolución de 16 de febrero de 2010, del Instituto de la Cinematografía y de las Artes Audiovisuales*. <https://www.boe.es/eli/es/res/2010/02/16/1>

- Mitchell, M. y McKinnon, M. (2019). 'Human' or 'objective' faces of science? Gender stereotypes and the representation of scientists in the media. *Public Understanding of Science*, 28(2), 177-190. <https://doi.org/10.1177/0963662518801257>
- Miralles-Martínez, P., Maquillón Sánchez, J., Hernández Pina, F. y García Correa, A. (2012). Dificultades de las prácticas docentes de innovación educativa y sugerencias para su desarrollo. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 15(1), 19-26. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=217024398001>
- Moreno, M. (2003). Cine y ciencia. *QUARK. Cultura científica*, 28, 102-111. <http://www.raco.cat/index.php/Quark/article/view/54999>
- Moreno, M. y José, J. (2009). Superhéroes y gravedad: el valor pedagógico de la ficción. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, (60), 43-53.
- Muela, F. J. y Abril, A. M. (2013). Genetics and Cinema: personal Misconceptions that Constitute Obstacles to Learning. *International Journal of Science Education Part B*, 4(3), 260-280. <https://doi.org/10.1080/21548455.2013.817026>
- Oliva, J. M. y Acevedo, J. A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 2(2), 241-250. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3923>
- Oliveira, I., Magalhães, R. y de Souza, A. C. (2021) Science fiction and science education: 1984 in classroom, *International Journal of Science Education*, 43(15), 2501-2515. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1972488>
- Osborne, J., Erduran, S. y Simon, S. (2004). Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>
- Palacios, S. L. (2011). *Einsten vs Predator*. Robinbook.
- Petit, M. F. y Solbes, J. (2012). La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 30(2), 69-86. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n2.494>
- 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. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i2.06
- 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. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i1.13
- Petit, M. F., Solbes, J. y Torres, N. (2021). El cine de ciencia ficción para desarrollar cuestiones socio-científicas y el pensamiento crítico. *Praxis & Saber*, 12(29), e11550. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n29.2021.11550>
- Quirantes, A. (2011). Física de película: una herramienta docente para la enseñanza de Física universitaria usando fragmentos de películas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(3), 334-340. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2721>
- Reia-Baptista, V. (2012). Film literacy: Media appropriations with examples from the European film context [La alfabetización filmica: apropiaciones mediáticas con ejemplos de cine europeo]. *Comunicar*, 39, 81-90. <https://doi.org/10.3916/C39-2012-02-08>

- Rocard M. (Coord.) (2007). *Science education Now: A renewed Pedagogy for the future of Europe*. European Communities. <https://www.eesc.europa.eu/en/documents/rocard-report-science-education-now-new-pedagogy-future-europe>
- Rodriguez-Moneo, M. (2009). Motivar para aprender en situaciones académicas. En A. C. Gonzalo Romero, *La crisis de la escuela Educadora* (pp. 207-242). Laertes.
- Scaliter, J. (2011). *La ciencia de los superhéroes*. Robinbook.
- Solbes, J., Fernández-Sánchez, J., Domínguez-Sales, M. C., Cantó, J. y Guisasola, J. (2018). Influencia de la formación y la investigación didáctica del profesorado de ciencias sobre su práctica docente. *Enseñanza de las ciencias*, 36(1), 25-44. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2355>
- 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. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2475999>
- Unesco. (2011). *Compendio mundial de la educación 2011: comparación de las estadísticas de educación en el mundo*. Instituto de estadística de la Unesco. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000215161>
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual, *Enseñanza de las ciencias*, 13, 337-346. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4254>
- Weingart P., Muhl C. y Pansegrau P. (2003). Of Power Maniacs and Unethical Geniuses: Science and Scientists in Fiction Film. *Public Understanding of Science*, 12(3), 279-287. <https://doi.org/10.1177/0963662503123006>

Learning Science and about Science in the Classroom with Science Fiction Cinema

M.^a Francisca Petit, Jordi Solbes

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Facultad de Magisterio.

Universitat de València. Valencia. España

m.francisca.petit@uv.es, jsolbes@uv.es

Cinema and, in particular, science fiction (sci-fi) films, involves non-formal learning of science and its role in our society. Several studies have found that sci-fi films introduce a distorted image of science, of scientists and of the role of science in the future, as well as scientific errors (explosions heard in space or earth gravity in spaceships) that promote alternative conceptions in students.

Therefore, the aim of this study is to prove that working in the classroom with activities based on science fiction films improves the image of science and conceptual learning of students, especially in compulsory secondary education, in the years when the study of physics and chemistry begins formally in Spanish formal education.

For the research, it was decided that it would focus on students from 2nd and 3rd year of ESO. A questionnaire was given to them before the intervention in the classroom and afterwards (pre-post methodology). The intervention consists in semi-directed activities in the classroom based on fragments of the films chosen to deal with the proposed themes. After viewing the film clips, some questions were raised so that students could debate and argue about them. Subsequently, the chosen fragments are compared with videos that represent real situations. The students are again asked to compare both situations.

In order to overcome the distorted image of science, scientists and the future, scenes from *Mad Max*, *Soylent Green*, *Back to the Future* and *Contact* have been chosen. On the other hand, to overcome the students' alternative ideas about gravity, fragments from *Star Wars* and *2001, a Space Odyssey* were selected. Finally, for the activities concerning light, sound and explosions in space an excerpt from *Lost in Space* was proposed.

The results show an improvement in the students' opinion about scientists, science and its contribution to society and the future, and a reduction in the negative or distorted views that young people have of scientific work, views fostered in many of the recent sci-fi films.

With regard to the activities based on the sci-fi films where gravity and light and sound are addressed, an improvement in their conceptualisation can be seen, as evidenced by the increase in the number of correct answers between the pre and post questionnaires carried out by the students.

Lastly, it is important to note that, since sci-fi films deal with relevant socio-scientific issues, such as genetic manipulation, artificial intelligence or global warming, teachers can benefit from them in the teaching of science, particularly to encourage the development of critical thinking among students.