

El cine como recurso didáctico para fomentar la motivación y el pensamiento crítico en la clase de física

The movies as didactic resource to achieve motivation and critical thinking at physics classroom

M. Campos-Nava ^{a,*}, A.A. Torres-Rodríguez ^b

^a Área Académica de Matemáticas y Física, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 42184, Pachuca, Hidalgo, México.

^b Departamento de Ciencias Básicas, TecNM Instituto Tecnológico de Atitalaquia, 42970, Atitalaquia, Hidalgo, México.

Resumen

En años recientes se ha despertado el interés por emplear diversos recursos y metodologías en las aulas de clase, el cine ha sido uno de éstos. En particular, para la enseñanza de disciplinas científicas, como la Física o la Matemática, han sido publicados diversos reportes de investigación, en los cuales los autores exponen los resultados de haber empleado el cine como un recurso didáctico. En este trabajo se presenta una propuesta en la que se exponen un conjunto de escenas de películas o series de televisión, para ser empleadas como recursos didácticos en la Física. Adicionalmente, se presentan los resultados de haber implementado tales recursos en un taller de corta duración con profesores de Física de bachillerato.

Palabras Clave: Cine, física, recurso didáctico.

Abstract

In recent years it had interest to use diverse resources and methodologies at classroom, movies has been one of them. Particularly, to teach science, for example Physics and Mathematics. Has been published diverse research papers, in which the authors expon the results to have used movies as didactic resource. In this manuscript We presents one proposal in which We recomend a set of scenes of movies and TV series to be used as didactic resourcses in Physics. In addition we presents the results to have used this resources in a short workshop with highschool Physics teachers.

Keywords: Movies, physics, didactic resource.

1. Introducción

Una preocupación constante de muchos profesores de bachillerato de asignaturas de naturaleza científica como Matemáticas y Física, tiene relación con fomentar la motivación de sus estudiantes para estudiar estas disciplinas, que históricamente son consideradas difíciles y que, en la medida de lo posible, los estudiantes las tratan de evitar. De entre los recursos didácticos que pueden coadyuvar a generar una motivación positiva, el utilizar videos provenientes de películas o programas de televisión, han sido identificados por diversos autores, como aptos para tal fin.

En este orden de ideas, Baños y Pérez (2005) citados por Calvo y Verdejo (2019) afirman que:

Las películas disponen de muchos de los elementos que inducen a la reflexión: excelentes medios técnicos, buenos argumentos, magníficos actores, verosimilitud y capacidad de seducción. Si estas actividades se organizan adecuadamente, los estudiantes pueden aprender a analizar críticamente un problema, razonar lo expuesto desde diversos puntos de vista, expresar oralmente y por escrito sus puntos de vista. (p. 59)

En concordancia con lo anterior, en las clases de ciencias, particularmente en la clase de Física es deseable fomentar que, además de que los estudiantes aprendan y memoricen métodos y algoritmos de solución de problemas rutinarios, como los que regularmente aparecen en los libros de texto, se debe procurar que también logren reflexionar sobre cómo plantear y resolver problemas no triviales o cómo analizar situaciones en contexto

*Autor para la correspondencia: mcampos@uaeh.edu.mx

Correo electrónico: mcampos@uaeh.edu.mx (Marcos Campos-Nava), agustin.tr@atitalaquia.tecnm.mx (Agustín Alfredo Torres-Rodríguez)

que ni siquiera preceden de un enunciado como aparecen en los libros de texto. Sin embargo, un primer obstáculo para lo anterior es la animadversión que de inicio presentan un buen número de estudiantes de bachillerato para estudiar asignaturas como Física. Tratando de brindar una opción para fomentar la motivación para el estudio de esta disciplina con estudiantes de bachillerato o en cursos introductorios de primeros semestres de licenciatura, en este trabajo se seleccionaron y presentan un conjunto de fragmentos de videos, de escenas extraídas de películas o series de televisión, que consideramos se pueden emplear como recurso didáctico por parte de los profesores, para generar discusiones sobre algunos tópicos del currículum y en particular para propiciar la motivación.

En este orden de ideas, como menciona Grilli (2016) *“Muchos jóvenes manifiestan una imagen negativa de la actividad científica a la que consideran difícil, aburrida y sólo apta para algunos pocos que son percibidos como genios”* (p. 138) y como señala el mismo autor, sabiendo del desinterés que existe hacia el estudio de la ciencia, y entendiendo que es un problema complejo y de múltiples variables, algo que se puede tratar de controlar para contrarrestar esta imagen negativa hacia el estudio de la disciplina, es la forma en la que el profesor presenta los tópicos de estudio en el aula.

2. Marco Teórico

Recursos didácticos como películas o series de televisión han sido identificados como idóneos para fomentar la motivación de los estudiantes a querer indagar más sobre tópicos de ciencias como Matemáticas, Física, Química o Biología, en el caso particular de las Matemáticas, algunos investigadores consideran que es factible introducir diferentes conceptos por medio de escenas de películas.

Cada vez son más los profesores e investigadores interesados en el uso del cine como recurso didáctico en el aula de Matemáticas en educación secundaria. Todo docente que vea en ello un elemento motivador y una posibilidad de introducir conceptos matemáticos de modo diferente encontrará con facilidad colecciones de escenas con referencias matemáticas. (Beltrán y Asti, 2014, p. 125)

En concordancia con lo anterior, el cine es considerado un recurso adecuado para la enseñanza de las ciencias, como mencionan Levin, Beatriz y Elisabeth (2012):

El cine, en tanto imagen en movimiento, ocupa un lugar de privilegio en la posibilidad de establecer vínculos entre el pensamiento y el mundo real. Este es el punto de partida que permite afirmar que el cine puede ser utilizado como un vehículo eficiente para enseñar ciencia. (p. 104)

Se puede afirmar que diversos investigadores y profesores de ciencias, y en particular, en el ámbito de la Física, han empleado el recurso del cine con fines didácticos y de investigación, es posible encontrar en la literatura ejemplos variados de propuestas al respecto. En este sentido, Pérez-González (2017) hace un breve recuento de algunas propuestas didácticas en diferentes

campos disciplinares, en las que se ha empleado el cine como recurso didáctico.

[...] el cine ha sido estudiado y usado como recurso en la enseñanza en ámbitos muy diversos, desde las ciencias de la salud y medicina (García-Sánchez, 2002) hasta el derecho (Sáez, 2013), pasando por la historia (Breu, 2012) o la física (Calvo, 2015; Quirantes, 2011; Efthimiou & Llewellyn, 2004). También cabe destacar algunos trabajos que estudian el género de la ciencia ficción (Bacas, Martín, Perera, & Pizarro, 1993; García-Borrás, 2006; Palacios, 2007) o los efectos especiales del cine (Pinto, Prolongo, & Alonso, 2017) como recurso didáctico en física y química, respectivamente. (p. 9)

Particularmente el cine como recurso didáctico en la enseñanza de la Física se ha usado con diferentes propósitos, el principal, de acuerdo con diversos autores, es para fomentar la motivación, sin embargo, no se debe dejar de lado una intención didáctica más allá de esto, en ese sentido, el uso de recursos provenientes del cine, también se han usado para contrastar los llamados errores científicos cometidos por algunas películas de ciencia ficción, al respecto Grilli (2016) menciona que:

En el campo de la Física y la Ingeniería existen variadas experiencias de uso del cine de ciencia ficción, como recurso didáctico. Encontrar errores científicos o técnicos de las historias, fallos en los argumentos, en los efectos especiales, en las escenas de acción que se plantean, es una forma de uso del recurso (Bacas et al. 1993, Segall 2002, Efthimiou y Llewellyn 2003, Palacios 2007, Vesga Vinchira 2015). El nivel de atención y motivación que se consigue y la buena retención de conceptos científicos, muestran el valor del recurso en estas áreas del conocimiento (Efthimiou y Llewellyn 2003) (p. 139).

Existen suficientes propuestas e investigaciones publicadas en revistas especializadas a lo largo de las décadas, para considerar que una línea de investigación dentro del ámbito de la Didáctica de la Física, es precisamente la que tiene como objeto de estudio, el uso de recursos didácticos provenientes del cine o la televisión, para emplearlos en la enseñanza de la disciplina, al respecto Cabra, Michel y Lorenzo (2018) mencionan que:

En particular, en relación con la didáctica de la física, el uso del cine ha sido estudiado previamente por Cavelos (1998, 1999), Kakalios (2005), Amengual (2005), Palacios (2007), Petit y Solbes (2012, 2014, 2016) y Shitu y Benvenuto (2012), entre otros. (p. 11)

Cabe mencionar que una película no tiene que ser dedicada a la vida u obra de un científico, para que logre despertar la curiosidad de la audiencia en tópicos de esas disciplinas, por supuesto, es bien sabido que existe una

lista (si bien, relativamente corta respecto a otros géneros) de películas, que exponen algunos tópicos de ciencia, por tener como guion base, la biografía de un científico (las llamadas *biopic*), por ejemplo *The imitation game* (El código enigma, 2014), basada en parte de la vida del matemático Alan Turing y su trabajo para descifrar una máquina de encriptación alemana; *The Man Who knew infinity* (El hombre que conocía el infinito, 2014), también una *biopic* dedicada a parte de la vida y descubrimientos del matemático indio Ramanujan; *The Theory of Everything* (La teoría del todo, 2014), una adaptación del libro que retrata parte de la vida del astrofísico británico Stephen Hawking o recientemente *Oppenheimer* (2023), centrada en la parte de la vida del físico estadounidense Robert Oppenheimer, en la que desarrolla el proyecto de la bomba atómica. Son películas, que, si bien son comerciales y con un alcance amplio de audiencia, llaman la atención mayormente de personas que ya tienen interés por la ciencia. Sin embargo, en palabras de algunos investigadores, se pueden emplear películas prácticamente de cualquier género como motivo para introducir tópicos de ciencia en la clase:

[...] películas de cualquier género dan lugar a pensar en problemas, cálculos, análisis de errores, así como a “ir más allá”, a especular acerca de las variantes de una situación planteada, entre otras acciones. Desde la docencia podemos aprovechar el poder de seducción que tiene el cine para, a partir del análisis de escenas, impulsar en el alumnado la capacidad de enfocar matemáticamente todo tipo de situaciones y, en su caso, desarrollar nuevos conceptos. (Sorando, 2021, p. 16)

3. Metodología

Si bien, existen películas (nos referimos a películas comerciales, no a documentales científicos) cuyo contenido es de origen científico, y, por ende, exponen contenidos de ciencias como Física o Matemática de manera adecuada, la idea de la presente propuesta es, que, para fines de fomentar la motivación entre los estudiantes, las escenas que se seleccionen, provengan de películas cuyo objetivo no sea exponer temas de Física *per sé*. Por lo anterior, se seleccionaron un conjunto de escenas de películas comerciales que no pertenecen al género de las *biopic* de científicos o películas con temática científica de origen, las cuáles se puedan analizar desde el punto de vista de algunos contenidos escolares que se ven en las clases de Física del nivel bachillerato o primeros semestre de licenciatura, para validar si dicha escena tiene sentido, si pudiera haber sido recreada a computadora o si sencillamente es posible discutir si lo que ocurre en la misma, se puede explicar desde algunos principios de la Física.

Un aporte que se considera relevante de este trabajo, es que se presentan un conjunto de escenas específicas de diferentes películas, que pueden ser utilizadas como recursos didácticos, y se explica la forma en que dicho recurso puede

ser empleado, a diferencia de lo que presentan la mayoría de otras propuestas que se pueden encontrar en la literatura, que se han centrado en identificar si una determinada película puede ser empleada para discutir o introducir algún tópico en particular. A manera de ejemplo, se comparte un compendio presentado por Monroy-Carreño y Monroy-Carreño (s.f.), en el que recopilan en una tabla nombres de películas de diferentes géneros y los tópicos de Física que se pueden introducir a partir de éstas.

Tabla 1 Sugerencia de películas para la enseñanza de la Física (Tomada de Monroy-Carreño y Monroy-Carreño (s.f.))

Película	Tema
La Amenaza de Andrómeda	Método científico
Spiderman	Segunda Ley de Newton
Volcano	Calorimetría. Calor específico
Gravity	Ondas sonoras, Satélites y Velocidad orbital.
El señor de los anillos. El retorno del Rey.	Tiro parabólico
De la Tierra a la Luna	Conceptos de cinemática
Superman	Conceptos de dinámica
Viaje al centro de la Tierra, Flash, el relámpago humano	Termodinámica
El hombre sin sombra, Depredador	Ondas
Perdidos en el espacio	Óptica
El imperio contrataca	Gravedad
El planeta de los simios	Física moderna

De acuerdo con Pérez-González (2017), la selección de recursos provenientes del cine, se puede realizar de dos formas, una es eligiendo una película completa, pues se puede considerar que todo su contenido, es decir, el guion completo de la misma o la trama, es un recurso para discutir cierto tópico del currículum. La otra forma de seleccionar el material, es por medio de escenas específicas que permitan discutir algún tópico de Física que le interese al profesor. Para fines de esta propuesta, hemos decidido emplear este segundo enfoque, por dos razones, la primera es que consideramos que se tiene mayor libertad para emplear cualquier género y tipo de película, al no tener que considerar el contexto general de la misma, pues se busca escoger escenas específicas; la otra razón es que consideramos más viable para el trabajo de clase, presentar un fragmento de una película, y así dedicar el resto del tiempo, al análisis y discusión de la misma.

El uso de este criterio se ejemplifica a continuación, presentando el primer material seleccionado, se expone como ejemplo ilustrativo la escena inicial de la película *The Vow* (Votos de amor) ©Screen gems (2012), un largometraje del género romántico, en la que se observa un impacto entre dos vehículos, uno en reposo y otro en movimiento, en la cual al principio del choque se observa que la colisión es inelástica, puesto que ambos objetos se mueven juntos, sin embargo, posteriormente se separan. El video de dicha escena se puede observar en el siguiente enlace de YouTube, como parte de un promocional de la película:

<https://youtu.be/0LD7TWEXQbg?si=aLrx0CAAr8HNGXZJ>

socrática, ya que permite que el docente se constituya como guía y moderador de una discusión y debata en torno a lo observado. Si bien, curricularmente hablando, uno de los objetivos de los cursos de Física en el bachillerato, es que los estudiantes resuelvan problemas, no es adecuado que el profesor sea quien constantemente explica y los estudiantes funjan sólo como meros receptores de información, se espera que puedan generarse discusiones en torno a los conceptos de estudio.

El método socrático se basa en la indagación y en la dialéctica para analizar y buscar la verdad, cuestiona todo aquello que se sabe o se asimila, elimina las pretensiones de certeza y busca detalles para llegar a un entendimiento general o a una comprensión más profunda de un tema particular. (Zetina-Esquivel y Piñón-Rodríguez, 2016, p.84)

Como parte de la metodología propuesta, se sugieren preguntas generales que pueden emplearse luego de proyectar en clase cualquier fragmento de video:

Tabla 2: Preguntas generales

¿Con qué fenómeno, tópico o leyes de la Física está relacionado lo que sucedió en el fragmento de video?
 ¿La escena habrá sido grabada usando efectos especiales creados por computadora (CGI) o se habrá grabado en la realidad? ¿Por qué?
 ¿Lo que veo en el video es algo que debería pasar en la realidad?

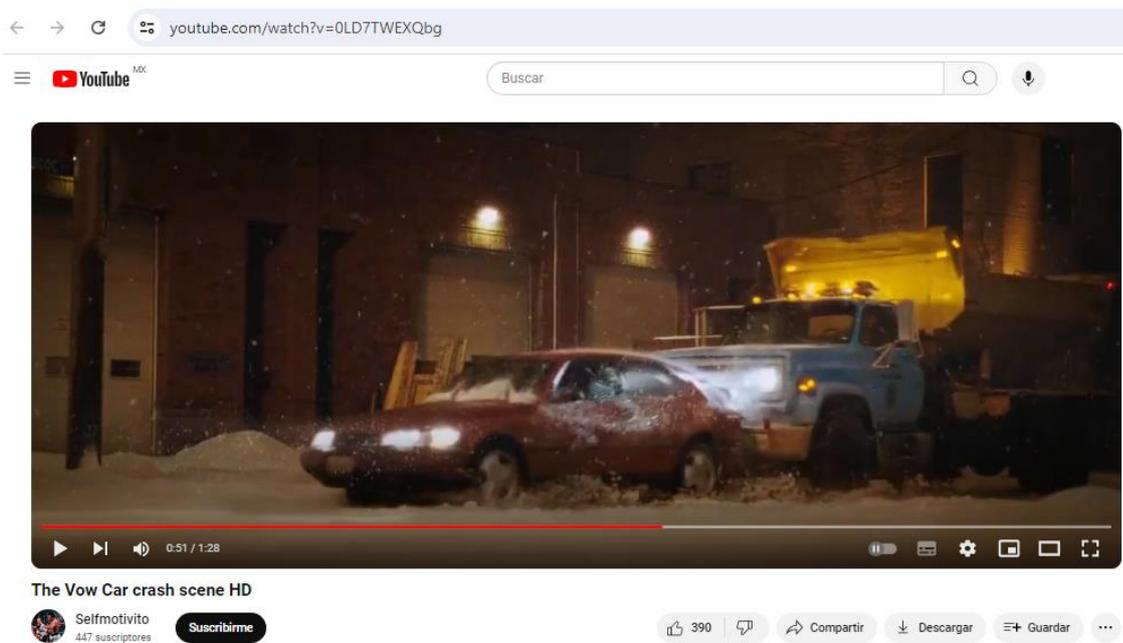


Figura 1: Escena de choque en la película *The Vow*.

3.1. La dialéctica socrática

Cuando se introducen recursos didácticos como fragmentos de video, una metodología adecuada para la discusión es el llamado *método socrático* o *dialéctica*

En el caso particular de la escena del choque de la Figura 1, se pueden hacer otras preguntas adicionales, del contexto específico, por ejemplo: ¿Cómo afecta que esté nevando al fenómeno de la colisión? ¿Por qué después de avanzar unos metros unidos los vehículos se separan? Asumiendo que la velocidad del camión es v , su masa es M , la masa del vehículo en reposo es m y la masa de la mujer es m_1 ¿A qué velocidad es proyectada contra el parabrisas? Nótese que esta última pregunta, da pie a problematizar la situación e incluso plantear una solución general para el caso analizado. El profesor debe guiar la discusión, encaminando a que aparezcan las variables involucradas en el fenómeno y que, a partir de los conocimientos previos, en este caso, de colisiones, se puedan plantear opciones de solución a las preguntas planteadas.

3.2. Pensamiento Crítico

En las más recientes reformas educativas y cambios curriculares que se han gestado en el nivel medio superior en México, un objetivo, competencia, aprendizaje esperado, etc. en la clase de ciencias es el desarrollo de un tipo de pensamiento conocido como *Pensamiento Crítico*, a manera de ejemplo, en el programa de estudios de Taller de Ciencias I de Bachillerato General del año 2023, se menciona que:

Taller de Ciencias I propone el aula de clase como un escenario propicio para el desarrollo de habilidades a partir de las prácticas de ciencia e ingeniería que incentiven en el estudiantado la capacidad de razonamiento lógico, el pensamiento crítico, prestando atención a los aspectos sociales y humanos de la ciencia y tecnología, sin que sean limitativos a utilizar otros espacios de aprendizaje. *

El desarrollo de esta forma de pensar ha cobrado interés y relevancia en los últimos años, y las clases de ciencias como Matemáticas y Física, son propicias para fomentarlo y desarrollarlo. En palabras de García-Sandoval et al. (2013), el Pensamiento Crítico “*es el camino para utilizar la información en forma lógica y racional con el propósito primordial de resolver problemas*” p. 69.

El uso de videos extraídos de películas o programas de televisión, como el que se ha propuesto a manera de ejemplo inicial (Figura 1), es compatible con este tipo de pensamiento y por medio de la dialéctica que el profesor genera a partir de preguntas, puede coadyuvar a fomentarlo, en palabras de los mismos autores:

[...] inferimos que el comienzo para el desarrollo del pensamiento crítico relacionado con la enseñanza de la Física se da cuando, a su vez, desarrollamos la habilidad de preguntarnos: ¿Cómo sabemos que algo es válido?, ¿qué evidencias debemos tener para creerlo?; si estamos en un error, ¿cómo saberlo? En seguida, también tiene que ver con darse cuenta de que llamar a una cosa por su nombre no significa entenderla; ha de recordarse que entendemos muchas cosas y que tenemos nombres y etiquetas

para ellas, pero que también hay otras cosas que no entendemos y, sin embargo, también tienen nombres y etiquetas. (p. 69)

En este sentido, el profesor no debe hacer una búsqueda exhaustiva de películas en las que aparezcan contenidos científicos relacionados con su programa de estudios, lo que se recomienda es que debe prestar atención en películas que vaya a ver o que haya visto recientemente o recordar escenas de películas clásicas que pudo ver anteriormente y que pudiera relacionar con algunos tópicos de Física.

Al respecto, como menciona Quirantes-Sierra (2011), uno de los mayores obstáculos a los que se enfrentan los profesores de Física, es que los estudiantes han formado nociones distorsionadas de la realidad Física, por el continuo bombardeo de contenido audiovisual al que es sometido, muchas veces basado en programas de ciencia ficción y otras veces, por contenido fuera de la ciencia ficción, con un tratamiento inadecuado desde el punto de vista físico, por medio de los efectos especiales o del guion.

El continuo bombardeo de estímulos audiovisuales abruma y equivoca la percepción del niño, y posteriormente del adolescente, de tal forma que la “realidad” asimilada en el cine y la televisión tiene, en ocasiones, preferencia sobre los razonamientos del aula de ciencias. (p.334)

Por lo anterior, otra forma de utilizar el cine como recurso didáctico y aunado a fomentar el desarrollo del pensamiento crítico, es tratar de contrarrestar ideas preconcebidas de forma errónea, haciendo la discusión de lo observado en el video.

3.3. El conjunto de escenas

A continuación, se presentan el conjunto de escenas que han sido seleccionadas como material didáctico sugerido para emplearse en la clase de Física, con los cuáles se busca principalmente fomentar un ambiente motivador, al ser un recurso que no es empleado frecuentemente, se busca también usarlos como elementos introductorios de algunos tópicos del programa de estudio y también como elementos que favorecen la discusión y el debate por medio del método socrático para fomentar el desarrollo del pensamiento crítico.

Se ha seleccionado una escena de la película que lleva por nombre *Life of Pi* (Una aventura extraordinaria), © 20th Century Fox, 2012, un drama aparentemente basado en una historia real, en la cual un joven indio es el único sobreviviente de un naufragio, junto con un tigre de Bengala, ya que el barco en el que viajaba, además de pasajeros, transportaba a los animales de un zoológico. En este sentido, una escena que en particular llama la atención desde el punto de vista de la Física, es aquella en la que el joven náutico escribe una nota pidiendo ayuda, posteriormente la introduce en una lata y la lanza al océano, el joven viaja en una

* <https://dgb.sep.gob.mx/storage/recursos/2024/02/QTjtqYisw-Programa%20de%20estudios-%20Taller%20de%20Ciencias%20I.pdf>

improvisada embarcación pequeña, que está atada al bote principal mucho más grande, en dónde viaja el tigre, entonces él jala de la cuerda, observándose cómo el bote principal parece acercarse a la embarcación pequeña, posteriormente, ya que ambas se juntaron, empuja con ambas manos sobre el bote y entonces ambas embarcaciones se alejan.

La escena completa se puede consultar en el siguiente enlace de YouTube:

https://youtu.be/fjEnMPUUQP8?si=YwrwJnn_wn0xoiXy

aumentando su velocidad, por lo que durante la película se observan diferentes planes que se ejecutan para tratar de detenerlo. El primero es simplemente usar una camioneta para alcanzar al tren y que una persona suba al mismo para tomar control y detenerlo, la escena seleccionada es sobre el plan señalado. La escena se puede revisar en el siguiente enlace de YouTube:

<https://youtu.be/l6ZFDteoxrU?si=2xthay6Zj5LknDse>

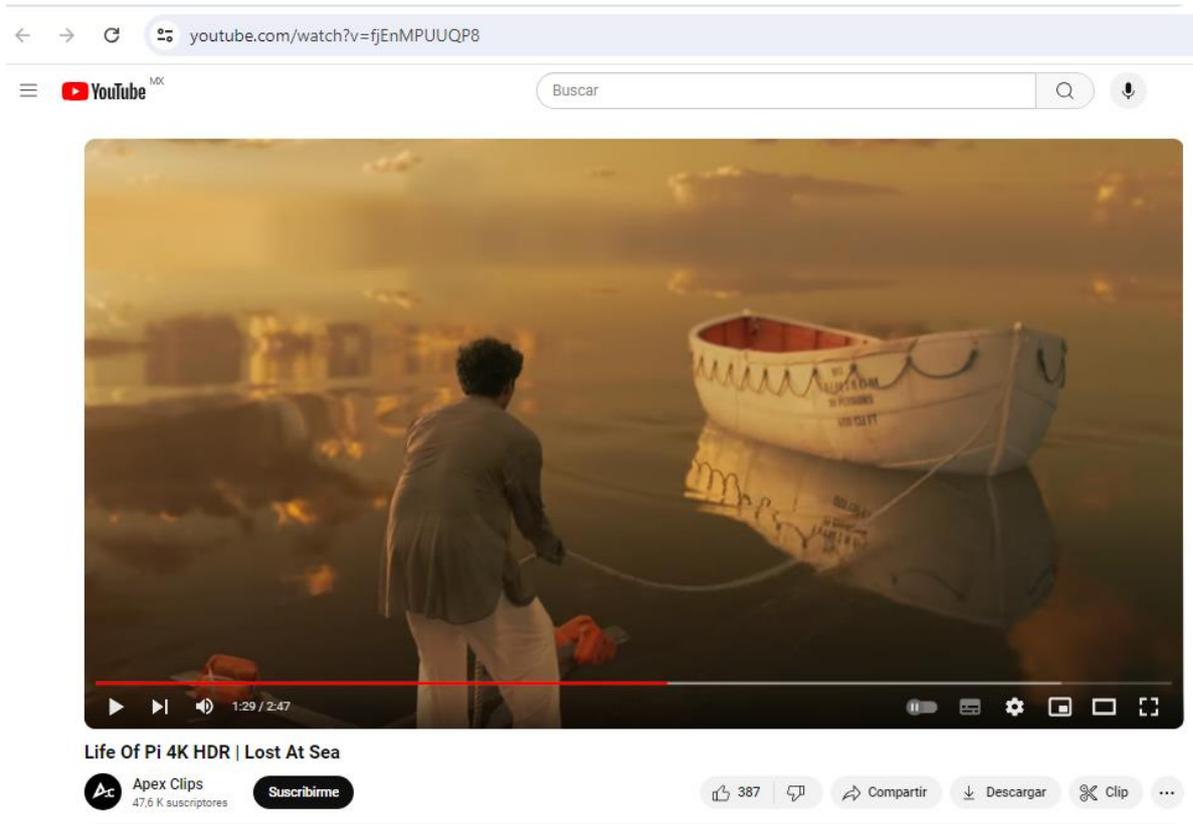


Figura 2: Escena de la película Life of Pi.

Además de las preguntas generales planteadas en la Tabla 2, que se pueden realizar sobre cualquiera de los videos propuestos, en el caso particular de la escena presentada en la Figura 2, se pueden realizar preguntas específicas del contexto, por ejemplo, ¿por qué el joven puede jalar hacia él un objeto tan pesado como el bote? ¿qué ocurriría si en lugar de dos embarcaciones flotando en el mar, fueran dos vehículos con ruedas apoyadas en el piso y que el conductor del menos pesado jalara con la cuerda al más pesado? ¿Por qué al jalar el bote más grande parece ser que este se acerca al más pequeño, pero al empujarlo el que parece alejarse es el pequeño?

La siguiente escena es de una película que lleva por nombre *Unstoppable* (Imparable), © 20th Century Fox, 2010, es otra película que se considera que está basada en hechos reales, la trama principal se enfoca en tratar de detener un tren que por un error humano quedó activado en piloto automático y empezó a avanzar por sí solo sobre las vías, además va

Adicional a las preguntas de la Tabla 2, sobre la escena referida en la Figura 3, se pueden plantear las siguientes preguntas ¿A qué velocidad imaginas que va el tren? ¿Por qué la persona pudo sujetar el pasamanos del tren sin dañarse? ¿Qué pasaría si la persona estuviera en reposo y trata de sujetar el pasamanos del tren en movimiento a esa velocidad? ¿Cuál

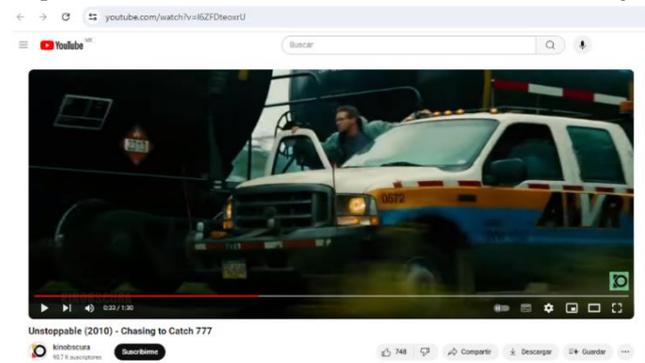


Figura 3: Persecución del tren.

consideras que es la velocidad de la camioneta al momento que la persona sujeta el pasamanos del tren? ¿podrías sujetar con tu mano un objeto que se mueve a cientos de kilómetros por hora de velocidad?

La siguiente escena ha sido recuperada de una serie de televisión, sin embargo, se considera un recurso que a nivel técnico tiene una calidad similar a una producción cinematográfica, es una escena de la serie de televisión *Game of Thrones* (Juego de Tronos), © HBO 2011-2019. La escena seleccionada se puede consultar en el siguiente enlace de YouTube:

https://www.youtube.com/watch?v=x7p6LOZ_Gvc

La serie está ubicada en una época medieval en la que existen monarquías y guerras frecuentes para expandir los dominios, contiene además elementos fantásticos y mitológicos, considerados de ficción, en donde incluso existen dragones. La escena que se ha elegido corresponde al episodio tres de la tercera temporada y se contextualiza en el funeral de uno de los personajes. Debido a las costumbres, el cuerpo del

escenas bélicas en las que aparecen arqueros lanzando flechas y el uso de catapultas.

Se considera, sin embargo, particularmente interesante este recurso, debido a que como se puede consultar a detalle en el video de la Figura 4, existen varios lanzamientos fallidos, que si bien, no caen lejos del objetivo, son disparos errados. Resultando evidente que el otro arquero que sustituye al primero que está errando, y quien finalmente logra dar en el objetivo al primer intento, hace dos cosas que el anterior no había hecho, la primera es observar unos banderines movidos por el viento, mientras que lo otro es tomar un ángulo de inclinación mayor, respecto a los lanzamientos de su antecesor.

El quinto recurso propuesto, es una escena de la película *Star Wars II: Attack of the Clones* (Guerra de las Galaxias II: el ataque de los clones) ©Lucas Film, 2012. Esta forma parte de una conocidísima serie de películas de ciencia ficción, que inició en la década de los setentas del siglo pasado, y que, dicho sea de paso, causó una revolución en los efectos especiales y maquillaje, al tener que plasmar viajes intergalácticos, armas basadas en rayos láser y representar

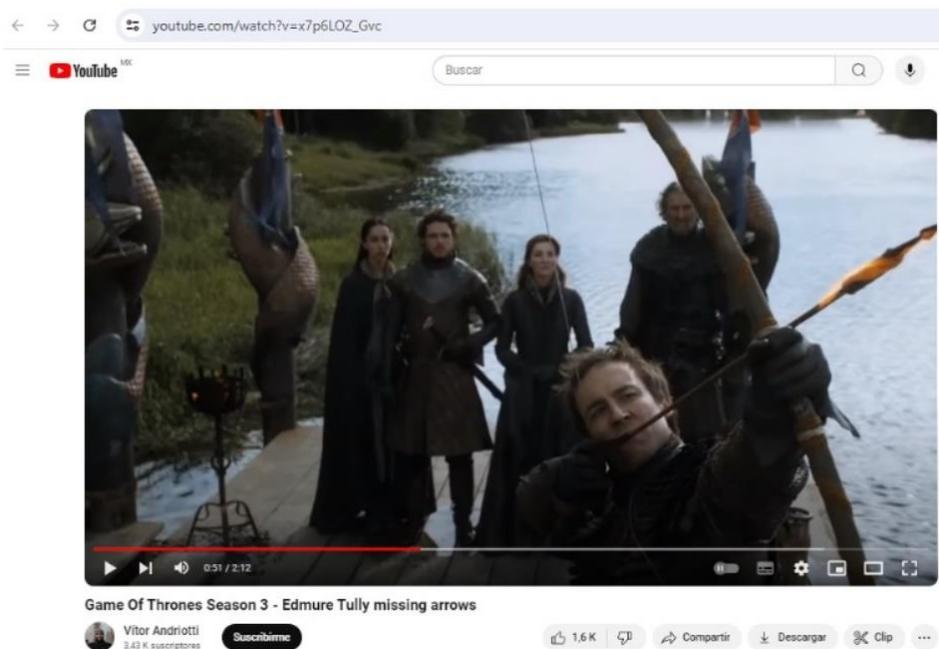


Figura 4: Lanzamiento de una flecha en Juego de Tronos.

fallecido se coloca en una barcaza y se deja avanzar río abajo, para que, durante su trayecto, un arquero lance una flecha envuelta en fuego, que caiga en la barcaza y así el cuerpo sea incinerado.

La escena es propicia para introducir elementos del tiro parabólico, un tópico sumamente recurrente en los cursos de Física, y que ha sido abordado de diversas maneras, por ejemplo, a través del videojuego *Angry Birds*, o como se menciona en la Tabla 1, en el caso del cine, usando recursos similares al que se propone, por ejemplo, una película de la trilogía del señor de los anillos, en la cual son recurrente

múltiples razas alienígenas, entre otros.

Hay diversos trabajos publicados sobre análisis de *Star Wars* desde el punto de vista de la Física, desde los clásicos errores, como plantear que se pueden escuchar explosiones en el espacio exterior, o cómo debiera ser la tecnología que permitiría fabricar sables de luz como los de las películas, sin embargo, para esta propuesta se ha seleccionada una escena no tan mencionada en ese tipo de propuestas, y más que prestar atención en batallas entre personajes, en este caso se debe poner atención en los diálogos.

Como parte de la trama de esta película, uno de los personajes que pertenecen a la agrupación conocida como *Orden Jedi*, está buscando un planeta del cual no se encuentran archivos en las bases de datos del sistema planetario al que se supone que pertenece, aparentemente el planeta ha sido borrado, sin embargo, el *Jedi* descubre que existe un efecto de atracción gravitacional hacia las estrellas cercanas al lugar en el que se supone que debería estar dicho planeta perdido, por lo que acude al gran maestro de la orden *Jedi* para pedirle consejo.

La escena completa se puede consultar en el siguiente enlace de YouTube

<https://youtu.be/rfdEsFNytsE?si=DRZyzCFKRjzOgfdi>

Para el recurso propuesto (Figura 5), a partir del diálogo entre los personajes, se pueden plantear un caso muy concreto de la historia de la astronomía, que tiene que ver con el descubrimiento de planetas de nuestro sistema solar. Tras el descubrimiento del planeta Urano, a finales del siglo XVIII, con ayuda de telescopios, apareció un problema que intrigó a los astrónomos, ya conocidos siete planetas en nuestro sistema solar, se identificó que el movimiento de Urano, no era compatible con las leyes de la Física ¿qué podía ocasionar esto? Se teorizó que aún existían planetas que no habían sido descubiertos, cuya atracción gravitacional sobre Urano era lo que provoca la discrepancia en las observaciones.

sistema? Si la Ley de la Gravitación Universal explica que cualesquiera dos cuerpos experimentan fuerza de atracción debido a su masa ¿por qué no se percibe esa fuerza entre objetos de nuestro entorno? Por ejemplo, entre dos piedras, ¿Cómo logró Cavendish encontrar la constante de gravitación universal?

4. Resultados

En la presente contribución se han presentado cinco recursos didácticos tomados del cine o la televisión para ser usados en la clase de Física. La lista está lejos de ser exhaustiva, tan solo en la Tabla 1, se recopilan más de 10 propuestas de películas que pueden emplearse para introducir los tópicos de la Física que ahí se enlistan. Sin embargo, los autores de esta propuesta consideramos que lo más relevante de este planteamiento consiste en cómo usar los recursos propuestos y sentar algunas bases para que los profesores pueden identificar por sí mismos, recursos provenientes del cine para sus clases. A manera de resumen, presentamos en la siguiente tabla el compendio de nuestra propuesta:

Tabla 3: Resumen de la propuesta. Elaboración Propia

Película	Tema
Votos de Amor	Colisiones elásticas e inelásticas, conservación de la energía, segunda Ley de Newton
Una Aventura Extraordinaria	Segunda ley de Newton, Fricción, Conservación del momento lineal.
Imparable	Vectores, movimiento relativo.
Juego de Tronos	Tiro parabólico, vectores, resistencia del aire, movimiento relativo.
Guerra de las Galaxias II	Ley de la Gravitación Universal.



Figura 5: Buscando un planeta perdido en Star Wars.

Así fue que a mediados del siglo XIX y principios del siglo XX, las observaciones astronómicas confirmaron la existencia de dos planetas más: Neptuno y Plutón. De los cuales teóricamente se sabía incluso su masa, a partir de los efectos que debían causar en Urano para que su trayectoria observada tuviera sentido*.

Es notoria la similitud de estos descubrimientos con lo planteado en la escena de la Figura 5, por lo que a partir de la misma se pueden hacer preguntas tales como ¿de qué forma se modificaría la trayectoria de nuestro planeta si súbitamente desapareciera algún otro del sistema solar? Habiendo nueve cuerpos con una gran masa en nuestro sistema planetario además del Sol ¿es posible ubicar el centro de gravedad del

* <https://www.bbc.com/mundo/noticias-41283072>

Como parte de este trabajo, se impartió un taller corto con profesores de Física de bachillerato en servicio, con los cuales se trabajó parte del material aquí expuesto, a manera de resultados sobre el uso de esta metodología se pueden reportar los siguientes hallazgos en forma de análisis de los diálogos entre el instructor del taller y los participantes.



Figura 6: Implementación del taller.

En el primer ejemplo analizado, el instructor presentó a los docentes participantes del taller, una escena de la película “Votos de amor” (Figura 1).

Para promover el inicio del debate, el instructor presenta un conjunto de 3 preguntas detonadoras, las cuales se hallan referidas en la tabla 2 (preguntas generales). A la primera pregunta, los participantes identificaron las leyes de Newton, el movimiento de aceleración, el tiro parabólico, como los conceptos involucrados para explicar el fenómeno ocurrido. Una primera discusión se gesta en torno a la forma en que el cuerpo del copiloto sale disparado de su asiento, y queda acostado sobre el cofre del auto. En este caso, se esgrimen distintos argumentos sobre este suceso: desde la posición inicial del copiloto en su asiento (el copiloto estaba girada hacia su costado cuando ocurre la colisión), hasta la incidencia que pudo haber tenido su centro de masas sobre la forma en que salió expelida hacia el cofre. A pregunta expresa del instructor sobre si identificaban algún otro concepto relacionado, un participante propone el tópico de los vectores, al considerar que el movimiento del cuerpo dependió de la dirección y la fuerza del impacto.

La segunda pregunta general tenía relación con la verosimilitud de lo mostrado en la escena, es decir, si ese tipo de situación se puede presentar en la vida real, o solo se debe al empleo de recursos cinematográficos. Un argumento de que no podía suceder de ese modo en la realidad, se centró en discutir la aparente baja velocidad que parecía tener el camión, lo que llevó al instructor a plantear la pregunta de cuándo un objeto moviéndose a cierta velocidad, impacta a otro que estaba en inicialmente reposo, qué ocurre con la velocidad y dirección de este segundo objeto. Al solicitarles a los participantes que podían igualmente plantear algunas otras interrogantes específicas del caso analizado, uno identificó la pregunta de cómo debía ser el desplazamiento del vehículo impactado, en otro caso se planteó que un proceso fundamental es preguntarse a cerca de las variables involucradas, así como identificar los temas o tópicos involucrados en forma más específica, cómo puede ser el caso

de la fricción entre el piso mojado y el vehículo, o la inercia de los cuerpos ante el movimiento ocurrido, por ejemplo.

Este tipo de fenómeno, identificado con el tópico de colisiones inelásticas, donde se conserva el *momentum* pero no la energía cinética (Tippens, 2011), permite trabajar con variables como son las masas y velocidades de los cuerpos involucrados en la colisión, así como conceptos como son la energía cinética y la ecuación de cantidad de movimiento. Los participantes aportaron ideas que se relacionaban estrechamente con conceptos implicados como lo son el movimiento de aceleración, los vectores, o la masa de los cuerpos y su inercia, que en principio serían la base sobre la cual se puede abordar con mayor profundidad el análisis de esta escena de la película. Esta ruta es la que el instructor retoma hacia el final del análisis de este caso, llevando la discusión hacia el hecho de que, aunque en una primera parte del video, se observa que inmediatamente después de la colisión, los dos vehículos se mueven juntos, posteriormente el vehículo impactado cobra un poco más de velocidad, desplazándose una mayor distancia. Bajo esta observación, el instructor guía la discusión hacia la noción de conservación de energía y cantidad de movimiento, así como la importancia de que a partir de estas reflexiones, se avance a un siguiente etapa donde se puede plantear inclusive asignar valores a las variables identificadas, tales como la masa de los vehículos, las velocidades iniciales, la masa de la copiloto, y poder entonces pensar que es posible hacer estimaciones como por ejemplo, qué distancia es la que se desplaza el cuerpo del copiloto, o bien cuáles son los posibles cambios en la energía cinética que ocurren, entre otros.

El segundo ejemplo a analizar, fue el caso de una escena de la tercera temporada de la serie Juego de Tronos, donde como parte de una ceremonia funeraria, colocan el cadáver de un personaje sobre una barcaza que es echada río abajo (Figura 4).

Nuevamente, después de proyectar el video con la escena a los participantes en el taller, el instructor abre la discusión de ideas, a partir de la primera pregunta detonadora (general), que recordemos versa acerca de con qué fenómeno, tópico o leyes de Física está relacionado el evento mostrado en el video. Inmediatamente, varios participantes identifican que el tópico implicado es el de tiro parabólico, en esto hubo un acuerdo unánime. La segunda pregunta detonadora acerca de si pensaban que esta escena se correspondía con algo que puede ser factible de realizar, o bien que solamente fue creada con la utilización de efectos especiales. En este sentido la mayoría de los participantes consideraron que era una escena muy factible, que, sí puede lograrse con relativa facilidad, siempre y cuando se tuviera en consideración que la barca no deja de moverse en ningún instante, y que de hecho ese era uno de los factores considerados por el arquero que atinó su flecha.

El instructor llevó al centro de la discusión este elemento identificado, es decir, que no se trataba solamente del movimiento de la flecha, explicado por el tiro parabólico, sino el querer atinarle a un “blanco” que no permanecía inmóvil, añadiéndose entonces más variables a este sistema, surgiendo interrogantes como ¿a qué velocidad se movía la barca?, ¿era

una velocidad constante o no?, la dirección y la velocidad del aire (que observó el segundo arquero), entre otras. Estas interrogantes específicas para este análisis, se añaden a las variables tradicionales del tiro parabólico, que son la velocidad inicial y el ángulo de tiro. El instructor hizo énfasis en que el análisis de este problema ya no era tan trivial como el de ejercicios clásicos de tiro parabólico que pudiesen hallarse en los libros de texto.

En una segunda fase les solicitó a los participantes que pudieran plantear interrogantes específicas de esta situación, una de ellas fue acerca de la velocidad del viento y la forma en que incide en el movimiento de la barca, otra la velocidad misma de la barcaza, proporcionada por la corriente del río, planteando si se pudiera lograr una estimación de la misma. Otra cuestión fue calcular la fuerza necesaria y el ángulo de tiro para atinarle a la barcaza, conociendo su desplazamiento. En este punto, los participantes y el instructor discutieron acerca de cómo en los problemas clásicos de los libros de texto, se suelen pasar por alto ciertos elementos, al partir casi siempre de datos ya conocidos, de este modo resulta común que, en los ejercicios de tiro parabólico, se inicien con enunciados del tipo: “suponga que la velocidad inicial de un proyectil es... y es lanzado a un ángulo de 40 grados con respecto a la horizontal...”, privando a los estudiantes de poder reflexionar sobre cómo poder estimar estas distintas variables, y comprender que, en situaciones reales, muchas de dichas variables no pueden suponerse, o conocer previamente un valor para ellas, y que por consiguiente se necesitan desarrollar procedimientos más complejos para solucionar tales situaciones.

En este punto es importante realizar una pausa, para señalar dos aspectos relevantes hasta aquí descritos. En el análisis del video de la película de la colisión de 2 automóviles, resultó que como producto de la discusión guiada por el instructor y basada en el método socrático o dialéctico, se logró arribar no solo a proponer ideas o conceptos relacionados con la situación reflejada en el video, sino también a intentar problematizar el ejercicio, planteando algunas de las variables o incógnitas, y la forma en que se relacionan, para de esa forma proponer soluciones, se llegó al punto de identificar que si se asignaban ciertos valores a algunas de tales variables, como es el caso de las masas y velocidades, se hacía posible completar el análisis de conceptos más robustos como los cambios en la energía cinética del sistema, o la conservación de cantidad de movimiento. Con ello estaríamos cumpliendo el propósito planteado originalmente, que era que el análisis de un video de película, no se quedara en el nivel de hacer más llamativa una clase, o fomentar un mayor interés del estudiante, sino que de verdad fomentara los procesos de análisis cualitativo y cuantitativo, para abordar con mayor formalidad los contenidos involucrados.

Por su parte, el ejemplo de la flecha lanzada a la barcaza, también nos ejemplifica que los procesos de reflexión detonados con la guía del docente, pueden favorecer los planteamiento de conjeturas, y posterior argumentación con la finalidad de desecharlas o robustecerlas, y ello finalmente nos lleva a reforzar los procesos cognitivos de los participantes, lo que a su vez promueve el desarrollo del pensamiento crítico,

si consideramos que éste es “la capacidad para identificar argumentos y supuestos, reconocer relaciones importantes, realizar inferencias correctas, evaluar la evidencia y deducir conclusiones” (López et al. 2022, p. 162).

El tercer ejemplo analizado consistió en un video sobre un tren que estando en piloto automático, comienza a moverse sin control y acelerando durante su trayecto. Debido a que contiene una carga de productos químicos riesgosos, se inicia toda una operación para poder detener su marcha. Se hacen distintos planes, desde intentar descarrilarlo, hasta intentar darle alcance con un vehículo y que una persona pueda subirse para controlarlo. (Figura 3).

El instructor plantea entonces la primera pregunta detonadora. Algunas de las respuestas de los participantes fueron acerca del movimiento horizontal de un cuerpo, el tiempo de reacción de la persona que intenta subirse al tren, al esquivar un obstáculo cuando aún no lograba subirse al tren, la aceleración que tendría que tener el vehículo donde iba para poder alcanzar la velocidad del tren, considerando que además se estaba acelerando.

En cuanto a las reflexiones en respuesta a la pregunta detonadora de si la escena puede reflejar un hecho real o si no es posible que un fenómeno así ocurra, una de las respuestas fue que probablemente no sería posible que una persona se sujetase del pasamanos debido a que, por la fricción con el aire, pudiera permanecer a una temperatura más elevada. También se discutió en relación a prevenir un accidente, evitando obstáculos en su camino y haciendo cierres en los cruces de las vías con caminos o carreteras. También se planteó poder usar otro tren colocado en su camino para frenar su avance. En cuanto a la escena del pasamanos, se comentó que era imposible de suceder, al considerar que en tanto el tren se deslizaba sobre las vías sin obstáculos, la camioneta no podía alcanzar dicha velocidad, debido a que rodaba sobre un camino irregular y con piedras y otros obstáculos, por lo que tarde o temprano se iba a accidentar, al no contar con la misma estabilidad que el tren.

A este respecto, es importante mencionar que la escena presenta un momento culminante, donde el hombre que iba sobre la camioneta, sí logra sujetar, al menos por algunos segundos, el pasamanos del tren, por lo que en este punto el instructor insiste en provocar las reflexiones de los participantes, al preguntarles si esa escena es posible en la realidad, pues se cuestiona a qué velocidad va el tren, y cuál tendría que lograr la camioneta, como para que el hombre logre sujetarse del pasamanos al menos por unos instantes. El instructor fomenta este debate, y posteriormente introduce la noción de movimiento relativo entre dos objetos. Les hace ver que no es lo mismo si desde el reposo se puede hacer contacto con otro objeto en movimiento (y adquirir su movimiento), o cuál es la velocidad de un objeto, si el otro lo puede alcanzar, en este último caso la velocidad de un objeto en relación al segundo, se podría considerar nula, y en este caso discutir si es posible entonces que el hombre tome el pasamanos fácilmente, considerando la velocidad relativa.

Tras el análisis realizado, los autores consideramos que los recursos propuestos son pertinentes, así como la metodología para su uso, ya que los profesores fueron capaces de reflexionar sobre los conceptos físicos detrás las escenas proyectadas y guiados por el instructor fueron capaces de hacer uso de algunos aspectos del pensamiento crítico.

Conclusiones

Se propuso un conjunto de escenas específicas de diferentes películas comerciales para ser empleadas en cursos de Física como elementos que generen motivación, pero además para fomentar debate y discusión encaminados a contribuir al desarrollo del pensamiento crítico. La lista no es exhaustiva, pero se propuso una metodología por medio de preguntas detonadoras, que los profesores de Física pueden emplear en otras escenas que ellos mismos identifiquen. Al implementar un taller corto con profesores y poner en práctica los recursos mencionados, se obtuvieron resultados satisfactorios, al lograr lluvias de ideas y debates sobre aspectos cualitativos y cuantitativos relacionados a la Física, que aparecieron en dichas escenas.

Agradecimientos

El primer autor agradece a Karla Porras Rodríguez el apoyo que desde hace años le ha brindado en las actividades relacionadas a la divulgación de la Física que dieron como resultado la elaboración de este trabajo.

Referencias

- Beltrán, P. & Asti, A. (2014). Utilización Didáctica del Cine en Matemáticas. *Enseñanza & Teaching*, 32(2), 123-145.
- Calvo, E. y Verdejo, A. (2019). El cine, un recurso didáctico para la introducción de la perspectiva de género. *Revista de Investigación Educativa Universitaria*, 2(1), 58-73.
- García-Sandoval, A., Lara-Barragán, A., y Cerpa-Cortés, E. (2013). Enseñanza de la física y desarrollo del pensamiento crítico: un estudio cualitativo. *Revista de Educación y Desarrollo*, 24, 67-76
- Grilli Silva, J. (2016). Cine de ciencia ficción y enseñanza de las ciencias. Dos escuelas paralelas que deben encontrarse en las aulas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 137-148
- Quirantes Sierra, 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.
- Levin, L., Beatriz, C., y Elisabeth, M. (2012). De la mesa del laboratorio al celuloide: el cine en la enseñanza de las ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58, 99-117.
- López, M., Moreno, E.M., Uyaguari, J.F. y Barrera, M.P. (2022). El desarrollo del pensamiento crítico en el aula: testimonios de docentes ecuatorianos de excelencia. *Areté, Revista Digital del Doctorado en Educación de la Universidad Central de Venezuela*, 8(15), 161-180
- Monroy-Carreño, M. y Monroy-Carreño, P. (s.f.). El cine como recurso didáctico en la enseñanza de la Física. *FANCINE*, número único, UNAM CCH, Naucalpan, 6-13. Recuperado de <http://www.cch-naucalpan.unam.mx/muestras/m4/TALL/Fancinec.pdf>
- Pérez-González N. (2017). El cine como recurso en la enseñanza de la física. Trabajo de Máster de profesor de ESO, Universidad de Salamanca. Recuperado de: https://gredos.usal.es/bitstream/10366/133381/1/2017_TFM_El%20cine%20como%20recurso%20en%20la%20ense%C3%B1anza%20de%20la%20F%C3%ADsica.pdf
- Sorando, J. (2021). Cómo enseñar y aprender matemáticas con el cine. *Ciencia*, 72(3), 16-21.
- Tippens, P.E. (2011). Física, conceptos y aplicaciones. México: McGraw-Hill.
- Zetina-Esquivel, E. y Piñón-Rodríguez, P. (2016). El Método Socrático en los programas educativos actuales: una propuesta de Martha C. Nussbaum. *La Colmena*, 91, 79-90