

EL CINE Y LA LITERATURA DE CIENCIA FICCIÓN COMO HERRAMIENTAS DIDÁCTICAS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA: UNA EXPERIENCIA EN EL AULA¹

Sergio L. Palacios

Departamento de Física, Universidad de Oviedo

C/ Calvo Sotelo s/n, 33007, Oviedo, España

E-mail: slpalacios@uniovi.es

[Recibido en Abril de 2006, aceptado en Julio de 2006]

RESUMEN^{Inglés}

El objetivo de este trabajo no es otro que el de ayudar a los docentes en la enseñanza de la Física. Para ello, se proponen como recursos motivadores y didácticos tanto la literatura como el cine de Ciencia Ficción. Se describe la metodología empleada en la asignatura de libre elección "Física en la Ciencia Ficción", incluida en el plan específico de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo, proporcionando asimismo un listado con material de tipo bibliográfico y audiovisual que puede ser utilizado. La experiencia puede ser adaptada fácilmente a la enseñanza de otras disciplinas científicas como pueden ser la química, la biología, etc., tanto en la universidad como en la educación secundaria.

Palabras claves: física; ciencia ficción; recursos didácticos; literatura; cine.

INTRODUCCIÓN

Un año tras otro, los profesores de las disciplinas científicas tales como la Física asistimos, cuando menos perplejos, a nuestras aulas cada vez menos pobladas y con estudiantes menos motivados. Este desinterés, cuyos orígenes parecen tener una profunda raigambre social en nuestro país, se ve asimismo reflejado en los medios de comunicación, donde el analfabetismo científico llega a límites realmente alarmantes.

Para intentar paliar en lo posible y/o revertir esta situación se requieren nuevas tácticas motivadoras a la hora de divulgar, transmitir y enseñar las disciplinas científicas tales como la Física y otras (Amengual, 2005). Uno de estos recursos bien puede ser el cine y la literatura de Ciencia Ficción, un tema que posee un gran poder de atracción entre los jóvenes y los no tanto (Barceló, 2000; Barceló, 2005).

En un mundo cada vez más tecnificado y donde la Ciencia tiene un papel preponderante en tantos y tantos instrumentos y dispositivos que forman parte de nuestra vida diaria (teléfonos móviles, ordenadores personales, consolas de videojuegos, reproductores de mp3, agendas electrónicas, etc.) resulta paradójico que

la persona de la calle no tenga una cultura científico-técnológica que vaya acorde con el ritmo de avance, pudiéndose afirmar sin excesiva petulancia que la cultura científica brilla por su ausencia. Este problema es aún más sangrante, si cabe, cuando esas personas son los estudiantes que se encuentran en los centros de enseñanza secundaria y en la universidad.

Todo ello induce a plantearse cuestiones como las siguientes: ¿Cuál es la causa de este analfabetismo: el desinterés y/o el mal funcionamiento de los canales de transmisión de la cultura científica?, o es que ¿realmente los científicos y los docentes no sabemos divulgar la Ciencia? Personalmente, creo que no hay duda alguna que la respuesta a la primera cuestión NO es el desinterés, mientras que la respuesta a la segunda cuestión es un SÍ rotundo.

Como en todo problema que surge en Ciencia, no se trata de encontrar simplemente la respuesta a la cuestión que se plantea, sino de poder modificar las condiciones iniciales del experimento para tratar de predecir nuevos resultados y/o mejorarlos. Así pues, a lo largo de mis años de experiencia en la docencia universitaria, he tratado de utilizar diferentes recursos didácticos para transmitir el interés, el conocimiento y, por qué no, el amor por la Física a mis estudiantes. Ninguno de estos recursos me ha dado tantas satisfacciones como la Ciencia Ficción (Lambourne, Shallis, Shortland, 1990). Su carácter motivador y estimulante han proporcionado unos resultados francamente sorprendentes y esperanzadores.

Resulta obvio que en el colectivo estudiantil la clase magistral (por desgracia tan arraigada en las aulas de este país, quizá por la falta de medios materiales) resulta ya tan desmotivante y rutinaria que se hace perentoria la búsqueda de nuevas técnicas y recursos a la hora de motivar, en primer lugar, y transmitir, en segundo, el conocimiento científico. Sin embargo, no resulta tan sencillo como puede parecer a simple vista cambiar de un plumazo toda esta tradición y se requiere un gran esfuerzo, tanto personal (por parte de los profesores de ciencias en la educación secundaria) como en lo económico (por parte de las autoridades estatales y autonómicas).

Por otro lado, recursos y herramientas didácticas como la Ciencia Ficción no son nuevos en la comunidad universitaria, tanto nacional como internacional, llevándonos esta última años de ventaja en la puesta en marcha de los mismos. Por enumerar algunos ejemplos, podemos citar al profesor Leroy W. Dubeck (Dubeck, 2003) en la Universidad Temple de Filadelfia, al profesor James Kakalios (Kakalios, 2005) en la Universidad de Minnesota o al profesor Lawrence M. Krauss (Krauss, 1997; Krauss, 1998) en la Case Western Reserve University. En cuanto a los trabajos pioneros nacionales en el campo de la docencia de la Física mediante el empleo de recursos y materiales relacionados con la Ciencia Ficción, se pueden citar a Pilar Bacas y colaboradores (Bacas, Martín, Perera, Pizarro, 1993) en la enseñanza secundaria, y a los profesores Jordi José y Manuel Moreno (ambos en la Universidad Politécnica de Cataluña) en la enseñanza universitaria, donde ya cuentan con una experiencia de más de 10 años, con unos resultados francamente brillantes, que incluso han dado lugar a la publicación de dos libros (José, Moreno, 1994; Moreno, José, 2002) y una columna semanal en el diario *El País*, desde el año 2001.

APRENDIENDO DE LOS ERRORES

Como ya se dijo anteriormente, habitualmente, las clases de Física se imparten bajo la forma de exposición magistral, donde el profesor explica una serie de conceptos y leyes, primero, y los aplica en mayor o menor medida, después, a casos que suelen darse en el mundo real. Así, para explicar las leyes de Newton, se acude a la partícula que desliza por un plano inclinado o al burrito que tira del carro mientras el carro, a su vez, tira del burrito, moviéndose todo el conjunto carro-burrito por la perfecta aplicación de la tercera ley de Newton. Por supuesto, todos hemos visto cargar o descargar un camión utilizando una tabla apoyada e inclinada un cierto ángulo respecto a la horizontal o un caballo tirando de una carreta. Con esto pretendo señalar que el estudiante de Física está habituado a “aprender” la materia sometiendo a prueba los principios y teoremas científicos en casos estereotipados de la vida cotidiana (en el mejor de los casos) o, a veces, en casos tan abstractos o tan lejos del interés del alumno que el objetivo de la enseñanza se pierde por el camino. Para demostrar que esto es efectivamente así, sólo se precisa abrir por un mismo tema cuatro o cinco libros de texto, y observar que los ejemplos aclaratorios difieren entre sí mínimamente. En el mundo real, los objetos se comportan de acuerdo a las leyes de la Física. Esto puede parecer una verdad de Perogrullo, pero si se analiza más detenidamente se pueden descubrir cosas que pueden resultar de gran utilidad pedagógica y didáctica. Desde que nacemos, experimentamos el mundo físico en su más cruda realidad, es decir, estamos rodeados por gran cantidad de fenómenos, los cuales nuestra mente no se encuentra en condiciones de analizar, razonar y explicar de forma científica y es para cuando poseemos esa capacidad que los prejuicios mentales ya se han instalado en nuestros cerebros de forma pertinaz. Esto trae como consecuencia, por ejemplo, que no nos llame excesivamente la atención ver que un martillo y una pluma dejados caer al mismo tiempo desde una misma altura no llegan al mismo tiempo al suelo. Sin embargo, cuando empezamos a estudiar Física en el colegio, una de las primeras cosas que nos cuentan es que en ausencia de aire no ocurre eso, pues ambos objetos deberían de tardar el mismo tiempo en caer. He aquí un claro ejemplo de prejuicio científico arraigado en las mentes de nuestros estudiantes. ¿Cómo romper el efecto pernicioso de estas ideas previamente concebidas? Mi opinión personal es que esto puede hacerse explicando las leyes de la Física aplicadas a casos donde *no* se cumplan. Y esto no ocurre en ningún otro sitio de forma tan clamorosa como en el mundo de la Ciencia Ficción.

Todo lo anterior no significa que haya que utilizar en todos los casos la literatura y/o el cine de Ciencia Ficción para poner de manifiesto ejemplos en los que se violan los preceptos físicos (Nicholls, 1991). A veces, con el carácter motivador es suficiente, es decir, pueden visionarse una escena o un conjunto de escenas en que se pongan de manifiesto ciertos conceptos científicos de forma correcta (la Ciencia Ficción no siempre resulta incorrecta desde el punto de vista científico) y hacer uso de ellos como simple vehículo motivador para los estudiantes, algo así como *hacer algo diferente para variar*.

Tomando como punto de partida los trabajos pioneros citados en la sección anterior, en los siguientes párrafos se pretende describir la metodología empleada en la

impartición de la asignatura *Física en la Ciencia Ficción*, correspondiente al plan específico de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo.

DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA²

Física en la Ciencia Ficción, por tratarse de una asignatura de Libre Elección (L.E.) ofertada a todos los estudiantes de la Universidad de Oviedo, presenta una procedencia de los mismos de lo más diversa: de los 40 estudiantes matriculados el curso 2004-05, procedentes de licenciaturas en Física eran 10, de Medicina 1, de Geología 2, de Ingeniería Química 13, de Química 3, de Informática 6 y de Matemáticas 5; incluso se recibieron solicitudes procedentes de Historia del Arte y Ciencias del Trabajo, lo cual demuestra bien a las claras que la Ciencia Ficción atrae a los jóvenes sin importar el perfil más o menos “científico” de sus carreras.

Como consecuencia de lo anterior, la materia impartida posee un carácter predominantemente divulgativo, es decir, no se pretende poner un énfasis excesivo en la deducción y el desarrollo de las ecuaciones ni en las matemáticas del concepto explicado, lo cual, por otra parte, tampoco significa que se pierda el rigor científico que debe guiar nuestro propósito en todo momento. Ciertamente, también, que para ello se requiere que los estudiantes ya tengan una cierta base previa de Física, pero esto tampoco es un condicionante excluyente. El hecho de ser una asignatura de L.E. contribuye de forma positiva a ello, ya que los estudiantes de primer año en la Universidad de Oviedo nunca pueden elegir créditos de L.E., con lo cual todos ellos ya llevan, al menos, un curso en la institución universitaria. En la práctica, predominan generalmente los que están a punto de finalizar sus estudios de licenciatura.

La asignatura *Física en la Ciencia Ficción* está distribuida en 4 horas semanales a lo largo del primer cuatrimestre. Los contenidos son variables, dependiendo del nivel de participación de los alumnos, tanto en las clases expositivas como en los coloquios y en los grupos de discusión establecidos después de visionar las películas que se proponen para hablar de determinados conceptos físicos. Un programa de contenidos general podría ser éste:

1. La ley de la escala y su aplicación a las criaturas gigantes y diminutas.
2. La Física de los superhéroes.
3. Física en las novelas de Jules Verne.
4. Física en las novelas de H.G. Wells.
5. Los errores científicos en el cine de Ciencia Ficción.
6. La Física de Star Wars y Star Trek.
7. Física de los viajes en el tiempo.

Como quiera que se trata de unos epígrafes tan generales, el profesor tiene una gran libertad a la hora de plantear la materia objeto del curso y adecuarla a su distribución temporal durante el cuatrimestre.

Las clases consisten en el análisis de fenómenos físicos que aparecen en la lectura de fragmentos de novelas o relatos, así como en el visionado de películas o escenas de películas de Ciencia Ficción (Clute, Nicholls, 1999; Henderson, 2001; Mann, 2001). Se fomenta el diálogo y la participación en coloquios por parte de los alumnos, procurando siempre evitar en lo posible la aparición de fórmulas matemáticas que tendiesen a difuminar la comprensión conceptual del fenómeno físico bajo estudio.

Una de las muchas posibles descripciones del contenido de la asignatura, desglosado por bloques temáticos, se relaciona a continuación. Resulta obvio que este esquema es de fácil adaptación a los descriptores de contenidos correspondientes a los programas de estudios que se imparten en los centros de educación secundaria.

Introducción a la física

Aquí resulta muy conveniente el cálculo de estimaciones de órdenes de magnitud de diferentes cantidades (en ocasiones, este tipo de estimaciones se denominan *cuestiones tipo Fermi*), como pueden ser el número de generaciones que han transcurrido desde la aparición de la raza humana sobre la Tierra, el espesor de un cabello humano, el número de asistentes a una manifestación, la masa del Universo, etc.

Esto hace que los estudiantes no se crean “a pies juntillas” las cifras que aparecen frecuentemente en las películas o en las noticias sobre supuestos fenómenos pseudocientíficos (recuérdese la famosa serie de los expedientes X, protagonizada por los agentes del FBI Fox Mulder y Diana Scully) de los que abundan desgraciadamente hoy en día en los medios de comunicación (Cavelos, 1998; Simon, 1999). También ayuda a desarrollar la imaginación y el talento especulativo, dos aptitudes inherentes al trabajo científico. Además, la utilidad de la técnica queda plasmada cuando, al poner en común los valores hallados, muchos de ellos coinciden en orden de magnitud, aunque se hayan hecho suposiciones diferentes para llegar a los mismos.

Podemos encontrar ejemplos flagrantes de números exagerados en la película *Independence Day*, donde se dan unos valores totalmente carentes de sentido de las masas de las naves espaciales, los cuales conducen a valores de su densidad, por ejemplo, que superan en varios órdenes de magnitud la de cualquier elemento químico conocido del Universo; igualmente, se afirma que los alienígenas invasores proceden de 90.000 millones de años luz de distancia, algo que si se tiene en cuenta proporcionaría una edad para nuestro Universo seis veces mayor de la estimada actualmente (13.000 millones de años).

La ley del cuadrado-cubo o ley de la escala

Todas las novelas y películas en las que aparecen seres gigantescos o diminutos pecan de no cumplir con esta ley, ya enunciada hace cuatro siglos por Galileo Galilei. Nuestros miedos más ancestrales ante semejantes pesadillas se esfuman cuando aplicamos dicha ley, pues resulta muy sencillo ver que la inviabilidad de estas criaturas resulta evidente (Tretter, 2005). Aunque pueda parecer algo abstracta debido a que la aplicamos a cosas de las que no tenemos experiencia física directa (no existe constancia de hormigas o cangrejos del tamaño de un autocar en el mundo

real), su más demoledora realidad aparece cuando se aplica a las criaturas vivas conocidas, ya que permite explicar por qué a un insecto con alas, cuando se cae al agua, le resulta prácticamente imposible salir de nuevo volando, por qué no existen animales de pequeño tamaño y sangre caliente, por qué un animal pequeño puede caerse de una gran altura y no sufrir daño alguno, etc.

Cinemática

Tanto los superhéroes Superman y Flash (Wolverton, Stern, 2002; Kakalios, 2005) como la novela de Jules Verne *De la Tierra a la Luna* son perfectos para explicar conceptos cinemáticos tales como el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (Bacas, Martín, Perera, Pizarro, 1993). Con los datos numéricos que aparecen en la novela de Verne se puede estimar que la aceleración del proyectil en el que viajan los “astronautas” supera en cuatro órdenes de magnitud la aceleración de la gravedad terrestre y, por tanto, la probabilidad de supervivencia es poco menos que nula. Este sencillo cálculo, que suele entusiasmar a los estudiantes, se puede conectar con las condiciones reales de un lanzamiento espacial y explicar que la velocidad de escape no tiene por qué conseguirse en una sola fase, sino en varias mediante la utilización de depósitos con distintas clases de combustible (Navarro, 2005).

Dinámica

Los superhéroes (Yaco, Haber, 2000; Gresh, Weinberg, 2002) son también grandes violadores de las leyes de la Dinámica y pueden utilizarse para explicar las leyes de Newton o las fuerzas de fricción. Superman nunca podrá levantar la falla de San Andrés ni podrá detener instantáneamente un camión, ya que estas hazañas no dependen de su fuerza sino de la resistencia del suelo en el que se apoya y del coeficiente de rozamiento.

El principio de conservación de la masa es algo que otro de nuestros superhéroes favoritos, el increíble Hulk, se salta a la torera cada vez que se transforma de un alfeñique Bruce Banner de 60 kg en una letal “masa” verde fosforescente de más de 400 kg. ¿Dónde han ido a parar los 340 kg de diferencia?

Muy instructivo resulta el cálculo de la separación relativa (sin más que realizar unas cuantas estimaciones a partir de los datos sugeridos en la película y aplicar el principio de conservación del momento lineal) de los dos fragmentos de asteroide que se dirigen a la Tierra en la película *Armageddon* y donde se ve claramente que nuestro querido planeta azul no tiene salvación posible, muy a pesar de los esfuerzos de nuestros héroes (Dark, 2005).

Por último, un placer no más pequeño estre mece a los estudiantes cuando calculan la velocidad de retroceso del rifle (de nuevo como aplicación directa de la ley de conservación del momento lineal) que dispara balas a la velocidad de la luz en la película *Eraser*, protagonizada por Arnold Schwarzenegger, así como la energía cinética de las mismas.

Termodinámica

Conceptos como la presión parcial de un gas, o su solubilidad en un líquido como la sangre, la variación de la presión con la profundidad (ecuación fundamental de la Hidrostática) son temas que quedan claros cuando se estudian en clase en relación con la película *Abyss*.

La absorción de calor por un cuerpo se puede poner de manifiesto con ayuda de otro superhéroe como puede ser Flash. Las leyes de la calorimetría permiten llegar a la conclusión de que “el relámpago humano” debería encontrarse, siempre que se mueva a velocidades razonables para todo un superhéroe como él, a una temperatura de unos 45 °C, con los consiguientes problemas de salud. Con ayuda de la primera ley de la Termodinámica se puede deducir que sus necesidades alimentarias superan en mucho las de un humano normal. De ahí que en una escena de la película *Flash, el relámpago humano* se pueda ver al protagonista ingerir un generoso número de pizzas con frenesí devorador.

A veces interesa comparar el nivel de conocimientos de dos épocas diferentes para poner de manifiesto el constante avance de la Ciencia. Un buen ejemplo con el que esto se puede poner de manifiesto es el *Viaje al centro de la Tierra* de Jules Verne, donde el maestro francés expone hábilmente las razones por las que puede ser posible llegar al centro de nuestro planeta sin sufrir grandes cambios de presión ni de temperatura, ideas que hoy en día pueden paracernos, cuando menos, de una inocencia entrañable.

Relacionada con el mismo tema se puede citar una película reciente, *El núcleo*, donde la densidad de errores científicos por unidad de metraje hace de ella una auténtica joya en el aula.

Electricidad y magnetismo

¿Quién no ha visto la dramática escena en la que el doctor Victor Frankenstein da vida a su criatura mediante el empleo de la electricidad gracias a una descarga procedente de un rayo de tormenta?

También el bienintencionado extraterrestre Klaatu, de *Ultimátum a la Tierra*, para convencer a los terrícolas de su poder, consigue anular la electricidad en todo el planeta.

Por otro lado, no son pocas las películas en las que se muestran naves alienígenas inmunes a las armas terrícolas gracias a sus escudos de fuerza, casi siempre de naturaleza electromagnética.

Finalmente, el malvado Magneto, archienemigo declarado de los X-men, es capaz de manejar los campos magnéticos provocando, entre otras cosas, la levitación de seres humanos (Gresh, Weinberg, 2005).

Todas estas escenas pueden aprovecharse para poner de manifiesto la naturaleza eléctrica de la materia. También son de gran utilidad como elementos motivadores a la hora de explicar conceptos tales como la intensidad de la corriente eléctrica, la

diferencia de potencial, la fuerza de Lorentz y las diferentes clases de magnetismo que pueden presentar los materiales.

Óptica

Aquí las estrellas son *El hombre sin sombra* o *Depredador*, películas donde aparecen seres humanos o alienígenas, respectivamente, que son del todo imperceptibles por el sentido de la vista. Si se aplican de forma rigurosa las leyes de la reflexión y de la refracción de la luz, se llega a la conclusión de que el cristalino del ojo no puede desviar los rayos luminosos procedentes de los objetos y, por tanto, jamás se formará una imagen de los mismos sobre la retina. La trágica consecuencia es que estos seres deben ser ciegos. Quizás por esta razón el “Depredador” utilice otro sistema de visión alternativo como el que se muestra en la película.

Un comportamiento un tanto extraño de la luz puede encontrarse en las películas de vampiros, los cuales tienen una habilidad especial para no ser reflejados por los espejos pero sí para ser vistos cara a cara. ¿Qué misteriosa capacidad selectiva posee la luz para reflejarse en un vampiro e incidir directamente en nuestros ojos y no hacerlo después de incidir sobre la superficie de un espejo?

Física moderna

Algunos temas, en concreto, pueden requerir una dedicación especial, deteniéndose en ellos y dedicándoles algunas sesiones de tipo coloquio. Son temas que, por su carácter abstracto y complejidad matemática, presentan dificultades de exposición por parte del profesor y/o asimilación por parte de los estudiantes. Entre estos temas se pueden citar la Relatividad de Einstein (Al-Khalili, 1999), sobre todo la Teoría General, los viajes en el tiempo (Nahin, 1998; Davies, 2001; Randles, 2005) y la Física Cuántica.

Por lo general, resulta muy provechoso y, desde luego, mucho menos tedioso para los estudiantes, poder exponer públicamente sus ideas y conocimientos previos (si los hubiere) sobre estas materias, ya que ello ayuda de forma inestimable al profesor a detectar conceptos erróneamente asimilados. Además, se potencia el espíritu dialogante e integrador de la Ciencia.

Tres ejemplos cinematográficos útiles para tratar estos temas en el aula pueden ser *El planeta de los simios*, *La máquina del tiempo* y *Contact*.

Inconsistencias en las películas o en los relatos

Aunque no es Ciencia en el estricto sentido de la palabra, resulta tremendamente conveniente estimular la capacidad crítica y escéptica de los estudiantes, animándolos no sólo a aplicar las leyes físicas de forma correcta y rigurosa, sino también a descubrir inconsistencias y fallos en los argumentos de las películas analizadas en las clases. A continuación se muestran algunos ejemplos concretos:

¿Por qué en *La guerra de las galaxias* los caballeros Jedi se dedican a luchar con sables de luz en lugar de utilizar la, en otras ocasiones, socorrida Fuerza?

En *Deep impact*, el cometa que amenaza la vida en la Tierra es visible en los cielos nocturnos a pesar de que en la película se afirma que procede del lado del Sol.

¿Cómo es posible que en ciertos mundos o planetas exóticos existan terribles depredadores aún en ausencia de presas?

¿Por qué existen seres capaces (ver, por ejemplo, *X-men*) de atravesar la materia mientras permanecen de pie apoyados en el suelo?

Coloquios de tema libre

Un éxito seguro en clase lo constituyen los coloquios de tema libre, es decir, aquellos donde el estudiante elige el tema científico sobre el que le gustaría discutir, debatir y dialogar. Incluso, se pueden organizar de tal forma que surjan varios temas simultáneamente y se discuta en grupo (con la menor participación posible por parte del profesor).

El propósito principal de estos coloquios es la estimulación del trabajo en grupo. El carácter universal de la Ciencia debe transmitirse en el aula, fomentando el diálogo, la puesta en común de ideas, la posibilidad de rebatir argumentos de forma razonada y tolerante y poniendo de relieve la profunda e íntima interrelación entre las diferentes ramas de la Física.

Elaboración de relatos originales

El aprendizaje y aprovechamiento de los conceptos científicos discutidos en el aula y visionados en las películas se pone de manifiesto cuando los estudiantes llevan a cabo la elaboración de un relato original de Ciencia Ficción. Es aquí donde aparecen la creatividad, la imaginación y la capacidad especulativa en su máximo esplendor.

Es conveniente que esta tarea sea obligatoria, pues así se consigue desarrollar y potenciar las anteriormente citadas cualidades. No sirve de nada poseer unas dotes potenciales fuera de lo común si no se ponen en práctica. Es algo así como un “deporte cerebral”.

Por otro lado, aunque la redacción de los relatos se hace al final del cuatrimestre, cuando ya se han impartido la mayor parte de los contenidos, se consigue detectar aún cierta cantidad de conceptos asimilados de forma incorrecta que quedan puestos de manifiesto en el texto, aunque también es justo reconocer que en bastantes ocasiones estos conceptos se reflejan de forma incorrecta de una forma deliberada por parte de los estudiantes con un propósito puramente dramático.

Un nuevo análisis de estas ideas puede constituir un excelente repaso de la materia impartida y servir para fijar de forma definitiva una buena parte de los conocimientos no suficientemente asimilados durante el cuatrimestre.

CONCLUSIÓN³

La progresiva disminución en el número de estudiantes de las disciplinas científicas y el alarmante analfabetismo científico que se observa en la sociedad requieren la puesta en marcha de nuevos recursos y técnicas para enseñar y divulgar la Ciencia.

En este sentido, el cine con temática de Ciencia Ficción ha mostrado ser una herramienta didáctica de enorme valor. Los jóvenes se sienten atraídos fuertemente por los ambientes reflejados en las películas: planetas exóticos, extravagantes monstruos gigantes, mundos imaginarios, batallas galácticas, etc. (Cavelos, 1999).

Posiblemente uno de los secretos del éxito de la asignatura *Física en la Ciencia Ficción* radique en el carácter voluntario de todo el trabajo llevado a cabo por los estudiantes. La calificación final de cada uno se basa en una casi absoluta libertad a la hora de elegir las tareas que deseen realizar y que pueden consistir en la lectura crítica de novelas y/o relatos cortos, el análisis crítico desde el punto de vista científico de películas no vistas en clase, etc., siendo obligatoria, exclusivamente, la elaboración del relato original. Es muy importante tener una especial atención y sensibilidad para no obligarles a hacer nada que no deseen hacer, fomentando en todo momento un espíritu de libertad y diálogo. Todo debe estar supeditado a la iniciativa de cada uno y a su propio horario y distribución temporal. Sin embargo, una consecuencia de esta forma de proceder es la dificultad para establecer un criterio cuantitativo más o menos riguroso (como puede ser un examen, por ejemplo) a la hora de emitir una calificación. Mi forma particular de proceder (puedo estar equivocado) consiste en esperar la entrega de todos los trabajos y calificarlos por comparación. No es tanto una cuestión de cantidad como de calidad. He tenido estudiantes que han realizado un gran número de trabajos leyendo varias novelas (en un solo cuatrimestre), pero su análisis científico ha sido, aunque no erróneo, sí bastante superficial. En cambio, me he encontrado estudiantes con un solo trabajo de gran calidad.

Como consecuencia de la libertad más arriba referida, los estudiantes traspasan con entusiasmo la barrera de lo estrictamente relacionado con la asignatura y llegan incluso a poner en marcha iniciativas propias, de forma individual o colectiva, tales como el diseño de páginas web donde pretenden divulgar la Ciencia y la Ciencia Ficción, así como publicar los relatos que han escrito personalmente.

El éxito de la asignatura ha quedado puesto de manifiesto en los dos últimos cursos, con más de 60 alumnos matriculados procedentes de casi todas las carreras científicas de la Universidad de Oviedo, a pesar de las dificultades intrínsecas que presenta una asignatura no incluida en los planes de estudios oficiales, superando de largo en muchas ocasiones el número de estudiantes matriculados en otras asignaturas tanto troncales como optativas del plan de estudios actualmente vigente de la licenciatura en Física.

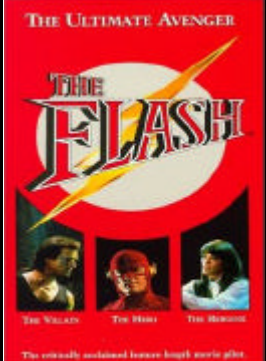
REFERENCIAS

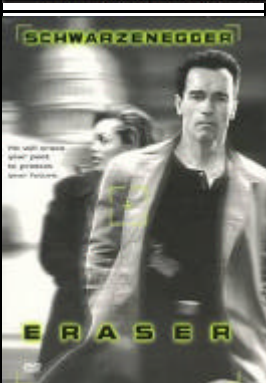
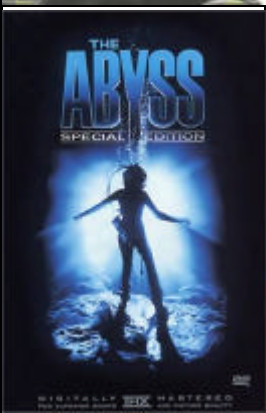
- AL-KHALILI, J. (1999). *Black holes, wormholes & time machines*. Bristol: Institut of Physics Publishing.
- AMENGUAL, A. (2005). *Hablando de física a la salida del cine*. Palma de Mallorca: Servicio de Publicaciones UIB.
- BACAS, P.; MARTÍN, M.J.; PERERA, F.; PIZARRO, A. (1993). *Física y ciencia ficción*. Madrid: Akal.
- BARCELÓ, M. (2000). *Paradojas: ciencia en la ciencia ficción*. Madrid: Equipo Sirius.

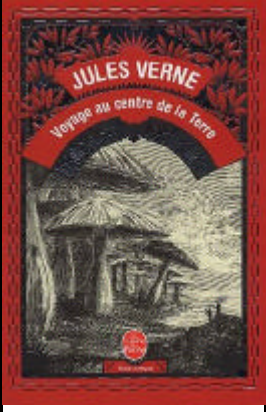
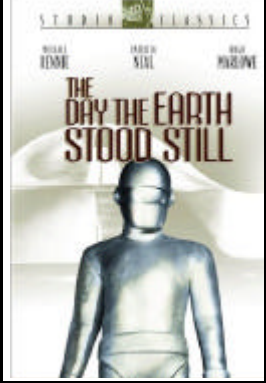
- BARCELÓ, M. (2005). *Paradojas II: ciencia en la ciencia ficción*. Madrid: Equipo Sirius.
- CAVELOS, J. (1998). *The science of the X-files*. New York: Berkley Publishing Group.
- CAVELOS, J. (1999). *The science of Star Wars*. New York: St. Martin's Press.
- CLUTE, J.; NICHOLLS, P. (1999). *The encyclopedia of science fiction*. London: Orbit.
- DARK, M.L. (2005). Using science fiction movies in introductory physics. *The Physics Teacher*, 43 (7), pp. 463-465.
- DAVIES, P. (2001). *How to build a time machine*. London: Penguin Books.
- DUBECK, L.W.; MOSHIER, S.E.; BOSS, J.E. (2003). *Fantastic voyages: learning science through science fiction films*. New York: Springer.
- GRESH, L.H. ; WEINBERG, R. (2002). *The science of superheroes*. Hoboken: Wiley.
- GRESH, L.H.; WEINBERG, R. (2005). *The science of supervillains*. Hoboken: Wiley.
- HENDERSON, C.J. (2001). *The encyclopedia of science fiction movies*. New York: Checkmark Books.
- JOSÉ, J.; MORENO, M. (1994). *Física i ciencia ficció*. Barcelona: Servicio de Publicaciones UPC.
- KAKALIOS, J. (2005). *The physics of superheroes*. New York: Gotham Books.
- KRAUSS, L.M. (1996). *The physics of Star Trek*. London: Perennial.
- KRAUSS, L.M. (1998). *Beyond Star Trek: from alien invasions to the end of time*. London: Perennial.
- LAMBOURNE, R.; SHALLIS, M.; SHORTLAND, M. (1990). *Close encounters? Science and science fiction*. Bristol: Adam Hilger.
- MANN, G. (2001). *The mammoth encyclopedia of science fiction*. London: Robinson.
- MORENO, M.; JOSÉ, J. (2002). *De King Kong a Einstein: la física en la ciencia ficción*. Barcelona: Servicio de Publicaciones UPC.
- NAHIN, P.J. (1998). *Time machines: time travel in physics, metaphysics and science fiction*. New York: Springer.
- NAVARRO, J. (2005). *Sueños de ciencia: un viaje al centro de Jules Verne*. Valencia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- NICHOLLS, P. (1991). *La ciencia en la ciencia ficción*. Barcelona: Folio.
- RANGLES, J. (2005). *Breaking the time barrier: the race to build the first time machine*. New York: Pocket Books.
- SIMON, A. (1999). *The real science behind the X-files*. New York: Touchstone.
- TRETTER, T.R. (2005). Godzilla versus scaling laws of physics. *The Physics Teacher*, 43 (8), pp 530-532.
- WOLVERTON, M. ; STERN, R. (2002). *The science of Superman*. New York: i Books.
- YACO, L.; HABER, K. (2000). *The science of the X-men*. New York: BP Books/Marvel.

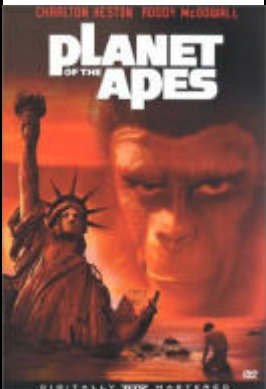
ANEXO 1

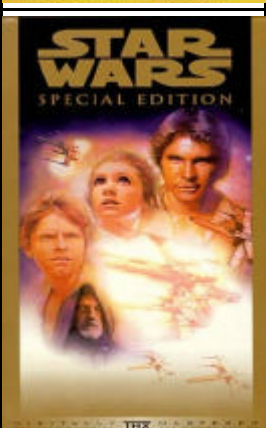
Relación de material escrito y audiovisual utilizado como recurso didáctico en la asignatura Física en la Ciencia Ficción.

Película / Novela	Ficha técnica	Bloques temáticos
	Título: Independence Day Año: 1996 Director: Roland Emmerich País: EE.UU. Duración: 145'	Dinámica Electromagnetismo
	Título: Superman, la película Año: 1978 Director: Richard Donner País: Reino Unido Duración: 143'	Cinemática Dinámica Termodinámica Óptica Física Moderna
	Título: Flash, el relámpago humano Año: 1990 Director: Robert Iscove País: EE.UU. Duración: 94'	Cinemática Dinámica Termodinámica Electromagnetismo Física Moderna
	Título: De la Tierra a la Luna Año: 1865 Autor: Jules Verne	Cinemática Dinámica

Película / Novela	Ficha técnica	Bloques temáticos
	Título: Hulk Año: 2003 Director: Ang Lee País: EE.UU. Duración: 138'	Cinemática Dinámica Física Moderna
	Título: Armageddon Año: 1998 Director: Michael Bay País: EE.UU. Duración: 150'	Dinámica
	Título: Eraser Año: 1996 Director: Chuck Russell País: EE.UU. Duración: 115'	Cinemática Física Moderna
	Título: The Abyss Año: 1989 Director: James Cameron País: EE.UU. Duración: 146'	Dinámica Termodinámica

Película / Novela	Ficha técnica	Bloques temáticos
	Título: Viaje al centro de la Tierra Año: 1864 Autor: Jules Verne	Dinámica Termodinámica
	Título: The Core (El núcleo) Año: 2003 Director: Jon Amiel País: Reino Unido/EE.UU. Duración: 135'	Dinámica Termodinámica Electromagnetismo Física Moderna
	Título: El doctor Frankenstein Año: 1931 Director: James Whale País: EE.UU. Duración: 71'	Electromagnetismo
	Título: Ultimátum a la Tierra Año: 1951 Director: Robert Wise País: EE.UU. Duración: 92'	Dinámica Electromagnetismo Física Moderna

Película / Novela	Ficha técnica	Bloques temáticos
	Título: El hombre sin sombra Año: 2000 Director: Paul Verhoeven País: EE.UU./Alemania Duración: 112'	Electromagnetismo Óptica
	Título: Depredador Año: 1987 Director: John McTiernan País: EE.UU. Duración: 107'	Óptica
	Título: El planeta de los simios Año: 1968 Director: Franklin J. Schaffner País: EE.UU. Duración: 112'	Física Moderna
	Título: La máquina del tiempo Año: 2002 Director: Simon Wells País: EE.UU. Duración: 96'	Física Moderna

Película / Novela	Ficha técnica	Bloques temáticos
	Título: Contact Año: 1997 Director: Robert Zemeckis País: EE.UU. Duración: 153'	Física Moderna
	Título: X-men Año: 2000 Director: Bryan Singer País: EE.UU. Duración: 104'	Electromagnetismo Óptica Física Moderna
	Título: Deep impact Año: 1998 Director: Mimi Leder País: EE.UU. Duración: 120'	Dinámica
	Título: La guerra de las galaxias Año: 1977 Director: George Lucas País: EE.UU. Duración: 121'	Cinemática Dinámica Electromagnetismo Óptica Física Moderna

SUMMARY

The aim of this work is to help to physics teachers. For this, in order to motivate students, literature and science fiction films are proposed as didactic tools. The particular methodology used in "Física en la Ciencia Ficción", an elective subject at the Universidad de Oviedo, is described. Books, papers and audio-visual materials are recommended. The experience can be easily adapted to teach other scientific disciplines such as chemistry, biology, etc., both at university and high school.

Keywords: *physics; science fiction; didactic resources; literature; cinema.*

¹ Casualmente, cuando este manuscrito ya había sido enviado a la *Revista Eureka*, llegó a mi conocimiento un muy interesante artículo de características similares al presente, pudiendo ambos complementarse. Su autor es Francisco José García Borrás y su trabajo, titulado *Cuando los mundos chocan*, se puede encontrar en esta misma revista, en la página 268 del ejemplar correspondiente a abril de 2006 (**consultar trabajo**). Dejo, pues, constancia de ello en esta versión revisada.

² Recientemente, desde el mes de junio de 2006, mantengo un weblog donde analizo la física que se muestra en películas y libros de ciencia ficción y que utilizo como complemento didáctico para mis clases. Puede encontrarse en <http://fisicacf.blogspot.com>.

³ En el curso actual 2006-2007 (el tercero consecutivo que se imparte la asignatura) la matrícula asciende a 34 alumnos.