



# UNIVERSIDAD DE BURGOS

Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y  
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas

## TRABAJO FIN DE MÁSTER:

*Empleo de recursos cinematográficos para  
la enseñanza de contenidos de Física y  
Química*

~ CURSO 2018/2019 ~

SANTAMARÍA HERRERA, ALBA

FÍSICA Y QUÍMICA

DIRECTORES:

ANA MARTA NAVARRO CUÑADO

FRANCISCO JAVIER HOYUELOS ÁLVARO

# Agradecimientos

En primer lugar, debo dar las gracias a mis tutores, Marta y Javi, por sus consejos, correcciones y ánimos durante la realización de este trabajo.

No puedo olvidarme de mis compañeros del Máster, en especial de los de la especialidad de Física y Química, por todas las tardes compartidas a lo largo de este curso, las cuales han sido mucho más amenas gracias a ellos.

Agradecer también a mis amigos, por su ayuda y apoyo no solo en este curso sino en la vida en general.

Por último, a mis padres y hermana Sara, que están ahí cada día, que siempre saben lo que decir y cuando hacerlo y sé que seguirán estando.

Gracias.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1 Planteamiento del problema.</b> .....	2
<b>1.2 Objetivos</b> .....	3
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
<b>3. PROPUESTA DIDÁCTICA</b> .....	7
<b>3.1 Finalidad didáctica</b> .....	8
<b>3.2 Procedimiento de trabajo</b> .....	9
<b>3.3 Metodologías</b> .....	10
<b>3.4 Material didáctico a emplear como estrategia de aprendizaje</b> .....	12
<b>3.4.1 Visualización de escenas y adquisición de contenidos curriculares</b> ...	12
<b>3.4.2 Visualización de escenas y detección de errores científicos</b> .....	23
<b>3.5 Evaluación</b> .....	29
<b>4. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES</b> .....	32
<b>5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	34
<b>6. ANEXOS</b> .....	38
<b>ANEXO I</b> .....	39
<b>ANEXO II</b> .....	41
<b>ANEXO III</b> .....	43
<b>ANEXO IV</b> .....	45
<b>ANEXO V</b> .....	47
<b>ANEXO VI</b> .....	50
<b>ANEXO VII</b> .....	52
<b>ANEXO VIII</b> .....	54
<b>ANEXO IX</b> .....	56
<b>ANEXO X</b> .....	59
<b>ANEXO XI</b> .....	61
<b>ANEXO XII</b> .....	62
<b>ANEXO XIII</b> .....	64
<b>ANEXO XIV</b> .....	65
<b>ANEXO XV</b> .....	67
<b>ANEXO XVI</b> .....	69
<b>ANEXO XVII</b> .....	71
<b>ANEXO XVIII</b> .....	73

**1.**

## **Introducción**

A continuación se presenta una propuesta didáctica correspondiente al Trabajo Fin de Máster del Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas de la Universidad de Burgos (UBU).

Dicha propuesta se basa en el diseño de actividades en las que se relacionan escenas procedentes de películas de ciencia ficción con algunos de los contenidos de Física y Química que se estudian en las etapas de secundaria y bachillerato.

Con las actividades que se han desarrollado en este trabajo se pretende que los alumnos lleguen a comprender los contenidos y alcancen los objetivos concretos planteados en cada actividad mediante la visualización de secuencias cinematográficas y su posterior análisis, empleando diferentes metodologías en el aula.

### **1.1 Planteamiento del problema**

Entre los alumnos de educación secundaria se ha detectado que existe una concepción negativa relacionada con la ciencia en general y con la Física y la Química en particular. (Mora Penagos y Parga Lozano, 2010)

En muchas ocasiones se entiende como “químico” todo aquello que no es natural, que ha sido manipulado en un laboratorio y que, en consecuencia, ha de ser negativo para el ser humano, o al menos, no tan beneficioso como aquello que no es “químico”, siendo esta ciencia la responsable de muchos de los grandes problemas existentes en la sociedad, como la contaminación, las armas o las drogas. (Solbes, Montserrat, y Furió, 2007)

De igual modo, la Física tiende a ser catalogada como la ciencia de lo difícil, de aquello que no resulta fácilmente comprensible, hecho que aleja a esta ciencia de los alumnos que, por lo tanto, pierden su interés antes de comenzar el estudio de la misma. (Guerra Retamosa, 2004)

No podemos olvidar la imagen tradicional del científico que se muestra en series, películas o dibujos animados; dicha imagen, casi siempre la de un hombre solitario, de edad algo avanzada, poco hábil y mentalmente inestable, suele ser causante de hilaridad. Estos hechos tampoco resultan favorecedores para inspirar vocaciones científicas en los jóvenes, que consideran que la ciencia sólo es apta para genios, no para ellos. (Solbes, Montserrat, y Furió, 2007)

Más allá de la imagen social de la ciencia existen muchos conceptos que están presentes en el día a día de los alumnos a través de la gran pantalla. El cine o las series, especialmente si son de ciencia ficción suelen basarse en conceptos científicos, aunque en algunas ocasiones, la ausencia de explicaciones claras, puede dar lugar a que los estudiantes interioricen conceptos de manera errónea.

El empleo en este trabajo de escenas procedentes de películas va a tratar de ayudar a aclarar y reforzar diversos conceptos, así como a incentivar en los alumnos una capacidad crítica. El objetivo es proporcionarles conocimientos suficientes como para distinguir la ciencia de la ficción, además de ser una manera de acercar a los jóvenes al mundo científico, favoreciendo un aprendizaje dinámico y potenciando conceptos de Física y Química como herramientas útiles para comprender la vida cotidiana.

## **1.2 Objetivos**

Este trabajo se plantea con el fin de alcanzar tres objetivos fundamentales:

- Emplear hechos y escenas que suceden en películas conocidas como hilo conductor para lograr el aprendizaje de conceptos y contenidos propios de la materia de Física y Química.
- Detectar y combatir los errores conceptuales inducidos por la falta de comprensión o explicación incorrecta de determinados hechos que tienen lugar en escenas cinematográficas populares.
- Aportar material didáctico que sirva como herramienta para trabajar diversos contenidos de Física y Química en diferentes cursos sugiriendo el empleo de distintas metodologías que puedan ser adaptadas o modificadas por los docentes.

**2.**

## **Revisión bibliográfica**

La imagen negativa de la Física y la Química entre los estudiantes más jóvenes genera rechazo en los alumnos respecto al aprendizaje de dichas ciencias por lo que es necesario un esfuerzo por parte de la comunidad científica para cambiar la visión de la ciudadanía, sabiendo que *“una serie televisiva (o los mensajes en periódicos, revistas, y radio) es más decisiva para cambiar actitudes, valores y representaciones acerca del conocimiento y las ciencias que la mayoría de los programas curriculares que se ofrecen en las instituciones educativas”*. (Mora Penagos y Parga Lozano, 2010)

El cambio necesario para incrementar el interés de los alumnos por la ciencia, en especial por la Física y la Química debe comenzar por un cambio en las metodologías utilizadas, el empleo de métodos de trabajo activos y que involucren a los alumnos, así como la incorporación de las nuevas tecnologías y recursos disponibles hace que la motivación de los estudiantes crezca. (Méndez Coca, 2015)

La introducción de alternativas a la enseñanza tradicional basadas en recursos audiovisuales es un aspecto que se ha barajado por diferentes autores a lo largo del tiempo, sin embargo no se ha integrado por completo debido, en ocasiones a la falta de medios, pero también por miedo al rechazo de los alumnos y su posible visión del empleo de escenas de cine como un mero entretenimiento que no llegue a tener incidencia real en su aprendizaje. Esta percepción está motivada porque, en muchas ocasiones, la visualización de películas ha sido empleada por los docentes como un elemento para su propio descanso, sin que se preste atención real a lo que se trata en el film y siendo considerado por los alumnos como una sesión de asueto para su diversión, tal y como recoge García Borrás (2005), acerca del cine y su utilidad didáctica.

En base a esto, Petit y Solbes (2012) realizaron un estudio sobre el punto de vista del alumnado sondeando si conocen el cine de ciencia ficción así como la influencia que éste tiene en su actitud hacia la ciencia y el interés que despierta en ellos este tipo de género. En dicho estudio en el que se realizan cuestionarios a estudiantes entre 3º de ESO y 2º de Bachillerato de diferentes modalidades, se obtiene como conclusión que existe interés en los alumnos por la ciencia ficción y que el cine es el ámbito en el que este género les resulta más atractivo.

Visto que los alumnos parecen motivados y atraídos por el empleo de estos recursos es importante que resulten útiles, es decir, que tengan relevancia real en el aprendizaje. A este respecto se han realizado diferentes experiencias de aula en las que el empleo de material cinematográfico ha demostrado, no solo mejorar la predisposición de los estudiantes, sino también sus resultados académicos. Tal es el caso del primer año del Grado en Química de la Universidad de Granada, donde a partir del curso 2009/2010 y coincidiendo con la implantación de los nuevos estudios de Grado, se ha realizado un proyecto de innovación docente en la asignatura de Física I con el empleo de recursos procedentes de películas. Dicho proyecto ha conseguido ir aumentando progresivamente el porcentaje de asistencia a clase, el número de aprobados y la nota media de la asignatura, que ha crecido en más de dos puntos en tan solo dos cursos respecto a la nota media antes de la realización la innovación. (Quirantes Sierra, 2011).

No solo se ha llevado a la práctica esta idea en el ámbito universitario, sino que otros estudios como el de Blesio, Godino, Cadierno y Belletti (2015) demuestran que, alumnos de segundo de secundaria a los que se les muestran fragmentos de series o películas con contenidos científicos ya estudiados previamente y sobre los que son cuestionados a posteriori, son capaces de responder correctamente, aumentando el porcentaje de respuestas correctas cuando se realiza una puesta en común y minimizando los errores conceptuales. En dicho estudio se hace referencia también a la percepción de los alumnos, que consideran que la actividad les ayudó a comprender mejor diferentes fenómenos físicos y se propone como posible mejora la realización de trabajos colaborativos basados en las escenas mostradas.

La ciencia aparece de manera recurrente como hilo argumental de muchas películas populares y por todos conocidas, en especial la Química se ve reflejada en gran variedad de temas, desde la invisibilidad a las guerras, pasando por la elaboración de drogas hasta aspectos más positivos en los que la Química ayuda a resolver problemas o misterios policíacos, tal y como recogen Griep y Mikasen (2009).

Parece evidente que el empleo de herramientas audiovisuales, y más concretamente de recursos que son conocidos por los alumnos, como el cine de ciencia ficción, categoría en la que encontramos una gran variedad de temas diferentes que abordar; resulta una forma eficaz de mejorar la comprensión de los contenidos y el interés hacia los mismos.

**3.**

## **Propuesta didáctica**

Tal y como se ha descrito anteriormente, existe la necesidad de cambiar la concepción sobre la ciencia, lo cual pasa, inevitablemente, por modificar el enfoque que se da de la misma.

En este planteamiento didáctico se van a señalar las implicaciones positivas y beneficios que tiene el uso de recursos cinematográficos en el aula.

### **3.1 Finalidad didáctica**

Una vez planteado el uso de los recursos cinematográficos se debe tomar la decisión de *qué enseñar con estos recursos*. Para ello se hacen dos propuestas diferentes, por un lado el uso de fragmentos o escenas con rigor científico para enseñar contenidos propios de la asignatura y por otro, el empleo de escenas científicamente cuestionables para alertar a los alumnos acerca de concepciones erróneas y promover en ellos un espíritu crítico. (García Borrás, 2011)

A continuación, se debe pensar si estas actividades van a poder ser dirigidas a todos los alumnos. Teniendo en cuenta que la industria cinematográfica presenta una gran variedad de recursos, vamos a poder encontrar en diferentes escenas, relaciones con el contenido de las materias de Física y de Química desde 2º de ESO hasta 2º de Bachillerato.

Parece importante indicar *cuándo se emplearán estos recursos*. Resulta evidente que no se pueden usar de manera continua y permanente ya que perderían el efecto innovador y no captarían la atención de los alumnos de la misma manera. Además, se sugiere utilizar los fragmentos de cine al inicio de un nuevo contenido, usándolos como elemento introductorio y que invite a la reflexión de los estudiantes haciendo que relacionen lo que ven con su propia experiencia y los conocimientos teóricos previos que poseen.

Para aquellas escenas que contengan errores de coherencia científica se plantea su empleo una vez finalizada la explicación correspondiente al temario o contenido a analizar. De esta manera los alumnos serán capaces de detectar por sí mismos las incoherencias al plantearles la actividad concreta.

Los alumnos serán capaces de comprender aquello que se les muestre, siendo labor del profesor adaptar los recursos que se emplean a los estándares de aprendizaje y competencias propios de cada etapa.

En cualquier caso, cabe resaltar que el objetivo principal de este trabajo, tal y como se ha mencionado anteriormente, es el de aportar material didáctico, por lo que el empleo del mismo dependerá exclusivamente de la programación de cada docente en su materia concreta.

### **3.2 Procedimiento de trabajo**

Para hacer que las escenas visualizadas por los alumnos tengan un efecto real en su proceso de aprendizaje y no supongan un hecho anecdótico sin ningún tipo de calado didáctico es necesario prestar atención a tres aspectos:

- ✓ Preparación cuidadosa del material a emplear. El fragmento de película debe ser:
  - Breve: una escena demasiado larga puede resultar farragosa y limitar la atención del alumnado. Tampoco se deben emplear secuencias demasiado cortas que impidan al alumno contextualizar lo que sucede en ellas. En torno a los tres minutos sería el máximo de duración que deberían tener los cortes a emplear. (Guo, Kim, y Rubin, 2014)
  - Sencilla: no se deben seleccionar cortes en los que sucedan muchas acciones simultáneamente o que contengan contenidos diferentes al mismo tiempo, es preferible emplear una escena para un único contenido que aglutinar varios fenómenos en una misma secuencia.
  - Adaptada: cada fragmento empleado debe reflejar el nivel de conocimientos previos del grupo de alumnos y del contenido concreto a tratar.
  - Actual y conocida: el empleo de cortes de películas relativamente nuevas, famosas y que puedan adaptarse a los gustos de los alumnos ayudará a estos a interiorizar los contenidos transmitidos.
  - Valores reflejados: más allá de lo puramente relacionado con la materia impartida, no podemos olvidar que debemos formar personas con una serie de competencias sociales y cívicas, por lo que se emplearán secuencias en las que, además, se muestren dichos valores, evitando escenas violentas o con tintes discriminatorios hacia cualquier colectivo.

✓ Visualización de la escena: es importante realizar una pequeña contextualización previa de lo que vamos a mostrar, creando en ellos inquietud acerca de lo que sucederá. Puede ser interesante pausar el fragmento en algún momento concreto para comentar brevemente lo sucedido hasta el momento y plantear incógnitas sobre la resolución final de la escena. Debemos asegurarnos también de que todos los alumnos, desde su posición, visualizan y escuchan correctamente el vídeo.

✓ Trabajar conceptos y capacidad crítica: una vez finalizada la visualización es imprescindible realizar algún tipo de reflexión o actividad sobre lo observado (García Borrás, 2008). No es necesario llevar a cabo un trabajo extenso ni tan siquiera evaluable, pero sí dedicar un pequeño espacio de tiempo a pensar y relacionar con los contenidos. Un breve debate, una propuesta de situaciones similares por parte de los alumnos o incluso la búsqueda de otras escenas parecidas que recuerden en alguna película que hayan visualizado, puede ser suficiente para favorecer la interiorización del contenido y, en definitiva, su aprendizaje.

Conviene recordar que, de acuerdo a la Ley de Propiedad Intelectual, la visualización de obras completas en el aula requeriría una autorización para que esta proyección fuese legal, sin embargo, tal y como recoge dicha ley, modificada en 2014 (Ley N °21, 2014) en su artículo 32.3, el profesorado de la educación reglada no necesitará de autorización para la reproducción de pequeños fragmentos de obras cuando el fin de ésta sea didáctico. De este modo, el empleo de dichas escenas como recurso educativo podrá realizarse con total libertad.

### **3.3 Metodologías**

Para trabajar de manera adecuada los diferentes contenidos se van a emplear distintas metodologías en función de la actividad propuesta en cada caso. Los métodos que se van a llevar a cabo son los siguientes:

- Aprendizaje basado en problemas (en adelante ABP): tras la visualización de la escena correspondiente se planteará a los estudiantes una serie de preguntas o se les pedirá que imaginen situaciones relacionadas con lo observado. Con este planteamiento se pretende incitar a la reflexión y hacer que sean los propios alumnos los que se cuestionen acerca de lo que ven. (Morales y Landa, 2004)

- Indagación: se pedirá a los alumnos que se documenten y recaben información que les permita comprender determinados fenómenos que sucedan en las secuencias que se visualicen. De este modo, no será el docente el que aporte las soluciones sino que serán los estudiantes los que tengan que emplear sus propios recursos. (Romero-Ariza, 2017)
- Experiencias de aula: en ocasiones se acompañará el visionado de la escena con una experiencia práctica realizada por el propio docente en el aula que se relacione con el mismo contenido, pero que permita al alumno tener un punto de vista diferente y le facilite la comprensión. (Corominas, 2013)
- Trabajo colaborativo: esta metodología se empleará combinada con otras, de modo que, algunas actividades basadas en problemas o tareas de indagación se realizarán de manera cooperativa formando grupos heterogéneos en los que todos los miembros tengan una función definida y puedan aprender unos de otros. (Johnson, Johnson, y Holubec, 2008)
- Expositiva: esta manera de trabajar se empleará en dos vertientes. En ocasiones será el docente el que exponga conceptos a la clase resolviendo posibles dudas y proporcionando un *feedback* a las aportaciones realizadas por los alumnos, mientras que, en otros casos, serán los propios estudiantes los que expliquen sus ideas, sus respuestas a problemas o los resultados de sus indagaciones al resto de compañeros. (Rodríguez Sánchez, 2011)
- Prácticas de laboratorio: la realización de experiencias prácticas por parte de los alumnos ayudará a asentar conceptos, ya que aquello que se vive en primera persona se fija con mucha mayor facilidad. (Corominas, 2013)
- Tormenta de ideas: la puesta en común de los conocimientos previos de los alumnos acerca de un tema concreto es una manera sencilla de hacerles partícipes de lo que se va a tratar a continuación, despertando en ellos interés y motivación por conocer más y permitiendo que se cuestionen si sus ideas son correctas y coherentes. (Dugosh, Paulus, Roland, y Yang, 2000)

### **3.4 Material didáctico a emplear como estrategia de aprendizaje**

A continuación, se va a exponer la relación de actividades que se proponen para el trabajo en el aula, así como la conexión de éstas con los contenidos específicos de cada curso concreto, los objetivos que se pretenden alcanzar, la temporalización recomendada y las diferentes metodologías que se van a emplear en cada caso.

Tal y como se ha mencionado con anterioridad, entre las actividades que se proponen se distinguen dos tipos de materiales de trabajo con escenas cinematográficas.

En primer lugar, se incluyen escenas para trabajar los contenidos directamente y, a continuación, se tratan también escenas que contienen errores de coherencia con el conocimiento científico, que se mostrarán a los alumnos como medio para detectar si han interiorizado o no los conceptos y crear en ellos un espíritu crítico.

Cabe recordar que el material aportado se trata de la propuesta de una serie de actividades que se sugieren como adecuadas para trabajar, pero cuya estructura, temporalización o metodología puede ser adaptada o modificada por cada profesor en función de sus necesidades.

#### **3.4.1 Visualización de escenas y adquisición de contenidos curriculares**

Se han planteado un total de 10 actividades con escenas de diferentes películas que van a permitir trabajar diversos contenidos relacionados con la Física y la Química tanto en la educación secundaria como en el bachillerato.

En la Tabla 1, se muestra un resumen de las distintas actividades propuestas. Para cada una de ellas se indican diferentes aspectos como el curso para el que se plantea, los contenidos y los objetivos que se trabajan con cada actividad, así como las metodologías a emplear y la temporalización de cada una de ellas.

<b>Actividad (película)</b>	<b>Curso</b>	<b>Contenidos</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Metodologías</b>
1. Edificios de basura. (WALL-E)	3º ESO	La Química en la sociedad. La Química y el medioambiente. Medidas para reducir el impacto.	Concienciar sobre el efecto de la industria en el planeta. Conocer los efectos de la contaminación. Proponer medidas.	4 sesiones.	ABP. Tormenta de ideas. Trabajo colaborativo. Indagación.
2. Creando H <sub>2</sub> O en Marte. (Marte)	2º Bach. Química	Investigación científica. El laboratorio de Química. Principales compuestos orgánicos de interés biológico e industrial.	Interpretar y predecir fenómenos químicos y obtener conclusiones. Elaborar y defender informes de carácter científico. Escribir y ajustar reacciones de compuestos orgánicos.	3 sesiones.	ABP. Prácticas de laboratorio. Trabajo colaborativo. Indagación. Expositiva.
3. La capa de invisibilidad. (Harry Potter y la piedra filosofal)	2º Bach. Física	Reflexión y refracción de la luz.	Conocer los principios de reflexión y refracción.	1 sesión.	Indagación. Experiencia de aula. ABP. Trabajo colaborativo.
4. Nicolas Flamel y la alquimia. (Harry Potter y la piedra filosofal)	2º ESO	Introducción histórica a la Química. El Sistema Periódico de los elementos.	Reconocer elementos químicos presentes en la vida cotidiana, sus características y aplicaciones.	20 minutos.	Expositiva. Tormenta de ideas. Trabajo colaborativo.
5. El autobús noctámbulo. (Harry Potter y el prisionero de Azkaban)	4º ESO	Naturaleza vectorial de las fuerzas. Leyes de Newton. Fuerzas de especial interés.	Conocer el concepto de fuerza y su relación con fenómenos cotidianos.	1 sesión.	Expositiva. Trabajo colaborativo. ABP.

6. La potente voz de la Señora Gorda. (Harry Potter y el prisionero de Azkaban)	2º Bach. Física	Intensidad de una onda. El sonido. Energía e intensidad de las ondas sonoras.	Conocer las cualidades de las ondas sonoras, tales como la energía y vibración asociada a estas.	30 minutos.	Tormenta de ideas. ABP. Expositiva.
7. La gravedad de la caída. (Origen)	1º Bach.	La fuerza como interacción. Efectos de las fuerzas. Ley de Gravitación Universal. Fuerza de atracción gravitatoria.	Comprender el efecto de la fuerza gravitatoria en fenómenos cotidianos. Identificar las variaciones de la gravedad con la altura.	1 sesión.	ABP. Trabajo colaborativo. Expositiva. Indagación.
8. El tótem que gira y gira. (Origen)	1º Bach.	Dinámica del movimiento circular uniforme. Fuerza centrípeta. Conservación del momento angular.	Fijar los conocimientos relativos al movimiento circular. Entender el concepto de una fuerza y la conservación del momento angular.	1 sesión.	ABP. Trabajo colaborativo. Indagación.
9. Retroceder el reloj. (La teoría del todo)	2º Bach. Física	Historia y composición del Universo. La teoría del Big Bang.	Conocer las teorías del origen del universo que se han ido aceptando a lo largo de la historia.	1 sesión y media.	Trabajo colaborativo. Indagación. Tormenta de ideas.
10. Los efectos de la presión. (Ice Age 4: La formación de los continentes)	4º ESO	Presión. Aplicaciones. Principio fundamental de la hidrostática. Principio de Arquímedes. Flotabilidad de los objetos.	Comprender los efectos de la presión hidrostática. Entender el concepto de flotabilidad y su relación con el peso.	30 minutos.	Tormenta de ideas. ABP. Expositiva.

Tabla 1. Relación de actividades para el trabajo de contenidos.

De estas actividades recogidas en la Tabla 1, únicamente se han seleccionado para ser detalladas en el cuerpo del trabajo dos de ellas, una por cada etapa educativa; secundaria y bachillerato. El resto de las actividades propuestas se mostrarán resumidas en este apartado, incluyéndose completas como anexos al final del documento. Además, los vídeos de las escenas empleadas se recogen en el *pendrive* que se adjunta al trabajo.

A continuación, se presenta la primera actividad planteada para el trabajo de contenidos en la etapa de secundaria:

**ACTIVIDAD 1: WALL-E** (Stanton, 2008)

Esta película de animación plantea la vida en un futuro en el que la Tierra ha sido devastada por la acción humana. Contaminada y llena de basura, la vida en el planeta azul ya no es viable, por lo que toda la humanidad ha emigrado a un nuevo planeta, quedándose en la Tierra, WALL-E, un robot de limpieza diseñado para recoger los desperdicios que dejaron los humanos, con la esperanza de que un día ésta vuelva a ser habitable y las personas que se fueron puedan regresar.

**Escena elegida: Edificios de basura**

Con esta escena de 2 minutos de duración comienza la película mostrando como la basura, no solo en la propia Tierra, sino también diversos satélites abandonados que orbitan a su alrededor, han llevado al planeta a una situación insostenible en el que la vida ya no es posible. El consumismo, el abuso de los combustibles fósiles y en definitiva, la acción humana ha conducido a la Tierra a una situación catastrófica. Como se puede ver en la Imagen 1, la contaminación ha llegado a tal punto que es posible realizar edificios con los desechos que se han ido acumulando.



Imagen 1. Fuente: elaboración propia (captura de la película).

Curso: 3º ESO

Contenidos: la Química en la sociedad.

La Química y el medioambiente: efecto invernadero, lluvia ácida y destrucción de la capa de ozono. Medidas para reducir su impacto. (BLOQUE II: *Los cambios*)

Objetivos: concienciar a los alumnos sobre el efecto que la actividad industrial tiene sobre el planeta. Ampliar los conocimientos acerca de los fenómenos negativos producidos a causa de la contaminación. Proponer medidas viables para paliar dichos efectos.

Temporalización: 4 sesiones (tres para la realización del trabajo y una para exponerlo).

Metodologías: aprendizaje basado en problemas, tormenta de ideas, trabajo colaborativo e indagación.

Actividad propuesta:

- 1) Durante la visualización del vídeo se detendrá el mismo antes de que se muestren las posibles causas de la situación que se muestra y se pedirá a los estudiantes que propongan ideas acerca de lo que ha causado semejante desastre. Esas ideas se anotarán en la pizarra y se terminará de ver la secuencia.
- 2) Tras la visualización del vídeo se incitará a la reflexión, pidiendo a los alumnos que lean las ideas de la pizarra propuestas por ellos mismos y se les preguntará:
  - ¿Difieren estas acciones de lo que sucede realmente en la Tierra?
  - ¿Qué medidas se toman en la actualidad?
  - ¿Qué podemos hacer cada uno individualmente para evitar llegar a la situación de la película?

Tras la reflexión individual (5 minutos) se procederá a la puesta en común.

- 3) Por último, se propondrá a los alumnos la realización de una actividad de indagación con grupos cooperativos de 4-5 estudiantes, acerca de alguno de los siguientes temas relacionados con la contaminación:
  - El agujero de la capa de Ozono
  - El cambio climático
  - La lluvia ácida
  - La contaminación del agua
  - El efecto invernadero

La actividad de indagación será realizada a lo largo de tres sesiones de clase empleando una cuarta para la realización de una presentación al resto de compañeros. El formato de la misma será totalmente libre valorándose la rigurosidad de la información recopilada, la originalidad en la presentación, el empeño en la concienciación del problema y la propuesta de soluciones.

Esta segunda actividad se ha desarrollado para el trabajo de contenidos en la etapa de bachillerato:

### **ACTIVIDAD 2: Marte** (Scott, 2015)

La película Marte muestra una misión de la NASA en el planeta rojo compuesta por 6 astronautas de diferentes nacionalidades y especializados en diferentes áreas de la ciencia. Durante el día 18 de estancia en el planeta, tiene lugar una tormenta cuya gravedad obliga a cancelar la misión y emprender la vuelta a la Tierra. Sin embargo, en el proceso de evacuación, el botánico Mark Watney recibe un fuerte impacto provocando que pierda la comunicación con el resto de compañeros, viéndose estos obligados a abandonar Marte sin Mark, al que suponen muerto.

Watney, que sobrevive a la tormenta debe lograr subsistir solo en Marte durante cuatro años, fecha en la que está prevista la llegada de una nueva misión que lo rescatará. Para ello debe conseguir provisiones; según sus propias palabras: *“Debo cultivar alimento para tres años en un planeta donde no crece nada; por suerte, soy botánico”*.

#### **Escena elegida: Creando H<sub>2</sub>O en Marte**

En esta escena, de tres minutos de duración, Watney hace recuento de las provisiones que tiene y se da cuenta de que necesita obtener alimentos para poder sobrevivir hasta que una misión de rescate acuda en su ayuda. Para ello, crea una especie de invernadero para plantar patatas empleando tierra de Marte, heces como abono y energía procedente de placas solares, pero eso no es todo, necesita un sistema de riego para que su cultivo crezca. Con este fin consigue generar agua a partir de hidracina ( $\text{NH}_2\text{-NH}_2$ ) que se emplea como combustible. Plantea una peligrosa reacción química en la que pasa la hidracina por un catalizador de Iridio haciendo que se separen Nitrógeno e Hidrógeno. Al quemar este último en contacto con el Oxígeno del interior de la nave consigue generar agua y las patatas crecen, tal y como podemos observar en la Imagen 2.



Imagen 2. Fuente: elaboración propia (captura de la película).

Curso: 2º Bach - Química

Contenidos: investigación científica: documentación, elaboración de informes, comunicación y difusión de resultados. Fuentes de información científica. El laboratorio de Química: actividad experimental, normas de seguridad e higiene, riesgos, accidentes más frecuentes, equipos de protección habituales, etiquetado y pictogramas de los distintos tipos de productos químicos (BLOQUE I: *La actividad científica*)

Funciones orgánicas de interés. Principales compuestos orgánicos de interés biológico e industrial. Macromoléculas y materiales polímeros. Reacciones de polimerización. Polímeros de origen natural. Polímeros de origen sintético. (BLOQUE IV: *Síntesis orgánica y nuevos materiales*)

Objetivos: interpretar y predecir fenómenos químicos a partir de los datos de una investigación científica y obtener conclusiones. Aplicar la prevención de riesgos en el laboratorio de Química. Analizar, diseñar, elaborar, comunicar y defender informes de carácter científico realizando una investigación basada en la práctica experimental. Formular compuestos orgánicos sencillos con varias funciones, identificando los principales tipos de reacciones orgánicas. Escribir y ajustar reacciones de obtención o transformación de compuestos orgánicos en función del grupo funcional presente.

Temporalización: 3 sesiones (una sesión introductoria y de preparación para la práctica, otra sesión práctica en el laboratorio y la última sesión para exponer el trabajo realizado).

Metodologías: aprendizaje basado en problemas, prácticas de laboratorio, trabajo colaborativo, indagación y expositiva.

Actividad propuesta:

- 1) Tras la visualización de la escena se plantearía a los alumnos, para que resuelvan en un máximo de 10 minutos, las siguientes cuestiones:
  - ¿Es posible generar agua de la manera que se produce en la película?
  - Formula las diferentes reacciones que tienen lugar y plantea los peligros que entraña.

Estas preguntas serían respondidas por los alumnos trabajando por parejas. Las respuestas serán puestas en común empleando otros 10 minutos y obteniendo el *feedback* adecuado por parte del docente.

2) A continuación se les propondrá a los alumnos la creación de un guion de prácticas de laboratorio para generar algún compuesto o sustancia de síntesis no demasiado compleja. Este guion se realizará en parejas, comenzando en la sesión de clase y siendo finalizado en horario extraescolar. Tras ser elaborado y revisado por el profesor obteniendo el *feedback* adecuado para poder realizar la práctica, ésta se llevaría a cabo en una sesión en el laboratorio. Los alumnos podrían elegir entre:

- Síntesis de urea.
- Síntesis de aspirina.
- Síntesis de nylon.
- Síntesis de jabón.
- Síntesis de vinagre.

El guion de la práctica deberá seguir el siguiente esquema:

1. Objetivo de la práctica: breve descripción de lo que se pretende.
  2. Fundamento teórico: introducción descriptiva del proceso que se va a llevar a cabo, incluyendo las reacciones que van a tener lugar en el mismo.
  3. Material y productos: todo aquello que resulte necesario para la realización de la práctica.
  4. Procedimiento: descripción detallada en pasos de los procesos a realizar, incluyendo los datos acerca de cantidades, concentraciones, temperaturas y demás variables que se deban conocer.
  5. Normas de seguridad y eliminación de residuos: basándose en las indicaciones del etiquetado de los productos empleados, se deberá indicar las precauciones a tener en cuenta en su empleo y su eliminación una vez finalizada la síntesis del producto que se buscaba.
  6. Conclusiones (a completar tras la realización de la práctica): reflexión acerca de las dificultades observadas, así como del aprendizaje obtenido en la actividad, tanto relacionado con la habilidad en el trabajo en el laboratorio como con la propia reacción o reacciones químicas.
- 3) Por último, todos los alumnos expondrán brevemente (5 minutos) a sus compañeros, cómo han realizado su trabajo en el laboratorio, de modo que puedan conocer más síntesis además de la que ellos mismos han realizado.

Tras la descripción detallada de las dos primeras actividades, a continuación se realiza una pequeña explicación del resto de las propuestas, justificando su elección y describiendo brevemente la sinopsis de la película correspondiente para contextualizar la escena. Las actividades aparecen recogidas como anexos del I al VIII.

### **ACTIVIDADES 3 - 6: La magia, o no, de las películas de Harry Potter (2001-2011)**

La saga de Harry Potter es, sin duda, uno de los fenómenos literarios de las últimas décadas. Sus libros cuentan con traducción a más de setenta idiomas (Flores, 2018) siendo uno de los veinte libros más traducidos de la historia. Si las cifras de los libros son espectaculares la adaptación cinematográfica no se queda atrás, solo la última de las ocho películas que componen la saga ha recaudado 1200 millones de euros en todo el mundo (Ruiz, 2019). Las aventuras del joven mago, al que se puede observar en la Imagen 3, que descubre que lo es y acude a la Escuela Hogwarts de Magia y Hechicería para mejorar en

el empleo de sus capacidades, son mundialmente

conocidas. Pero, más allá de los efectos especiales y las situaciones de

ficción atribuidas al uso de la magia,

también podemos encontrar que en las

películas no todo es magia, sino también ciencia.



*Imagen 3. Fuente: elaboración propia (captura de la película).*

Se han seleccionado un total de cuatro escenas de diferentes películas de la saga cinematográfica, las dos primeras pertenecen al primer film de la saga, Harry Potter y la piedra filosofal (Colombus, 2001) y las dos siguientes proceden del tercero, Harry Potter y el prisionero de Azkaban (Cuarón, 2004). Las correspondientes cuatro actividades se incluyen como anexos I, II, III y IV.

**ACTIVIDADES 7 y 8: Origen** (Nolan, 2010)

Origen es una película de ciencia ficción en la que un grupo de ladrones con habilidades muy especiales son capaces de adentrarse en los sueños de la gente y conocer así sus secretos más íntimos, indagando en su subconsciente durante la vigilia, cuando se vuelven más vulnerables.

Esta habilidad resulta tremendamente útil en el espionaje industrial, sin embargo, todo se complica cuando a Dom Cobb y sus compañeros les proponen ir más allá, deben implantar una idea en una mente en lugar de robarla. Para conseguirlo se ven obligados a crear distintos niveles de sueños, es decir, un sueño dentro de otro, de modo que lo que suceda en el primer sueño afectará a las leyes físicas que rigen cada uno de los sueños dentro de él.

Se han seleccionado dos escenas que se pueden emplear como recursos para la enseñanza de contenidos de cursos diferentes, para cada una de ellas se propone una actividad concreta que permita a los alumnos interiorizar los contenidos. Éstas se incluyen como anexos V y VI.

**ACTIVIDAD 9: La teoría del todo** (Marsh, 2014)

Esta película narra la vida de Stephen Hawking desde sus inicios como estudiante en la Universidad de Cambridge hasta convertirse el físico mundialmente conocido. Sus amistades, su vida familiar, su enfermedad y su pasión por la Física aparecen reflejadas en el film, así como la búsqueda incansable de cómo se produjo el origen del universo, es decir, la ecuación que *lo explique todo*.

Se ha seleccionado una escena en la que Hawking, tras acudir a una conferencia de un famoso matemático se pregunta cómo poder explicar el origen del universo a partir de un agujero negro, es decir, ¿puede ser el inicio de todo lo que conocemos un agujero negro que explotó en el espacio hace millones de años? La actividad correspondiente se incluye como anexo VII.

**ACTIVIDAD 10: Ice Age 4 – La formación de los continentes** (Martino & Thurmeier, 2012)

La ardilla Scrat persigue a su bellota por todo el planeta hasta que, cuando ha conseguido atraparla, ésta se clava en un gran bloque de hielo que comienza a resquebrajarse afectando a toda la Tierra. Múltiples movimientos en el núcleo terrestre dan lugar a la separación de las placas tectónicas y con ello la formación de los continentes tal y como los conocemos. Con todos estos acontecimientos el sable Diego, el perezoso Sid y el mamut Manny, a

los que podemos observar en la Imagen 4, se ven obligados a embarcarse en una gran aventura recorriendo el océano con un único objetivo, regresar a casa.



Imagen 4. Fuente: elaboración propia (captura de la película).

Se ha seleccionado una escena en la que se observan los efectos de la presión hidrostática sobre Scrat cuando se sumerge hasta el fondo del océano para recuperar su bellota. La actividad correspondiente a esta escena se incluye como anexo VIII.

### **3.4.2 Visualización de escenas y detección de errores científicos**

En este apartado se van a describir las actividades desarrolladas en el trabajo para escenas cinematográficas que contienen errores científicos. En las películas de ciencia ficción, en muchas ocasiones, los directores o guionistas se permiten ciertas licencias con el objetivo de hacer la historia más atractiva para el espectador, de modo que, la ciencia pasa a un segundo plano y algunos conceptos son solo ficción, algo que puede provocar en los alumnos la adquisición de ideas erróneas.

La metodología de trabajo utilizada (tormenta de ideas), para este tipo de escenas se plantea para ser aplicada con posterioridad a la adquisición de los estándares de aprendizaje propios del currículo.

De esta manera la actividad planteada se empleará a modo de certificación de que los contenidos se han adquirido, ya que los estudiantes serán capaces de detectar en las escenas los errores de coherencia respecto a lo aprendido, afianzando lo ya conocido.

Sin embargo, al igual que con el resto de las actividades propuestas, éstas pueden ser adaptadas por cada docente empleando las escenas de ficción y la posterior reflexión sobre la coherencia del concepto tratado, como introducción de los contenidos de la materia.

A continuación, en la Tabla 2, se muestran las cuatro actividades propuestas en este trabajo, indicando en función de su contenido y objetivos, el curso en el cual se pueden desarrollar, así como su temporalización y la metodología seleccionada. En este caso, las escenas seleccionadas hacen referencia a contenidos de 2º de Bachillerato, al considerarse que en esta etapa los alumnos poseen un nivel de conocimientos más amplio y una madurez mayor que les permite tener un espíritu crítico más desarrollado pudiendo así a detectar estos errores. Sin embargo, es posible emplear esta misma estrategia educativa en etapas más tempranas adaptando las escenas, objetivos y contenidos al nivel del alumnado.

La visualización de estos fragmentos y el trabajo posterior por parte de los alumnos nos va a permitir lograr el objetivo de desarrollar en ellos un espíritu crítico que les permita distinguir lo que es correcto de lo que es únicamente fantasía.

<b>Actividad (película)</b>	<b>Curso</b>	<b>Contenidos</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Metodologías</b>
11. El mundo cuántico. (Antman y la avispa)	2º Bach Física	Física Cuántica. La idea de la cuantización de la energía.	Entender correctamente el concepto cuántico en Física.	15 minutos.	Tormenta de ideas.
12. Los campos de fuerza. (Los juegos del hambre: En llamas)	2º Bach Física	Campo eléctrico. Líneas de campo eléctrico. Intensidad del campo eléctrico. Campo magnético. Líneas de campo magnético.	Comprender los conceptos de campo eléctrico y magnético.	15 minutos.	Tormenta de ideas.
13. El ataque de los neutrinos. (2012)	2º Bach Física	Interacciones fundamentales de la naturaleza y partículas fundamentales. Partículas fundamentales constitutivas del átomo: electrones y quarks. Los neutrinos y el bosón de Higgs.	Conocer el neutrino como partícula. Comprender las interacciones propias de las partículas fundamentales.	15 minutos.	Tormenta de ideas.
14. Sonido y láseres en el espacio. (La guerra de las galaxias episodio IV: Una nueva esperanza)	2º Bach Física	El sonido. Cualidades del sonido. Ondas electromagnéticas. La luz como onda electromagnética.	Diferenciar las propiedades y propagación de ondas sonoras y luminosas.	15 minutos.	Tormenta de ideas.

*Tabla 2 Relación de actividades para el trabajo de errores cinematográficos.*

Seguidamente se desarrollan estas cuatro actividades propuestas para la detección por parte de los alumnos, de errores cinematográficos relacionados con contenidos del currículo de Física y Química.

**ACTIVIDAD 11: El mundo cuántico – Antman y la avispa** (Reed, 2018)

En esta película se habla de manera recurrente del mundo cuántico como un universo de tamaño diminuto, inferior al átomo, en el que los protagonistas pueden entrar gracias a su capacidad de reducir su propio tamaño, como se puede observar en la Imagen 5. En este microuniverso las reglas que rigen el tiempo y el espacio son diferentes. Sin embargo, tal y como afirma uno de los protagonistas, el término *cuántico* se emplea con total libertad pudiendo provocar confusiones con la Física cuántica, los cuantos de energía etc.



*Imagen 5. Fuente: elaboración propia (captura de la película).*

Curso: 2º Bachillerato – Física.

Contenidos: Física Cuántica. Insuficiencia de la Física Clásica. La idea de la cuantización de la energía. (BLOQUE VI: *Física del siglo XX*).

Objetivos: entender correctamente el concepto cuántico en Física.

Temporalización: 15 minutos.

Metodología: tormenta de ideas.

**ACTIVIDAD 12: Los campos de fuerza – Los juegos del hambre: En llamas**

*(Lawrence, 2013)*

En esta película, los tributos representantes de cada distrito, es decir los competidores en los Juegos del hambre, deben competir con el objetivo de sobrevivir. Sin embargo, lo que no saben es que además de competir contra el resto de rivales, el propio recinto alberga trampas, campos de fuerza que separan cada una de las doce regiones en las que se divide el lugar, algo se puede observar en la Imagen 6. Estos campos de fuerza electromagnéticos pueden electrocutar a quien se acerque en exceso ya que actúan como superconductores.



*Imagen 6. Fuente: elaboración propia (captura de la película).*

Este concepto de los campos de fuerza como barreras invisibles que provocan descargas eléctricas se aleja bastante del concepto físico de campo de fuerzas, que pretende explicar la interacción a distancia entre cuerpos u objetos, es decir, el campo de fuerza sería el radio de actuación del efecto provocado por el cuerpo concreto, bien una atracción magnética, un efecto gravitatorio etc.

Curso: 2º Bachillerato – Física.

Contenidos: campo eléctrico. Líneas de campo eléctrico. Intensidad del campo eléctrico. Campo magnético. Líneas de campo magnético. (BLOQUE III: *Interacción electromagnética*).

Objetivos: comprender los conceptos de campo eléctrico y magnético.

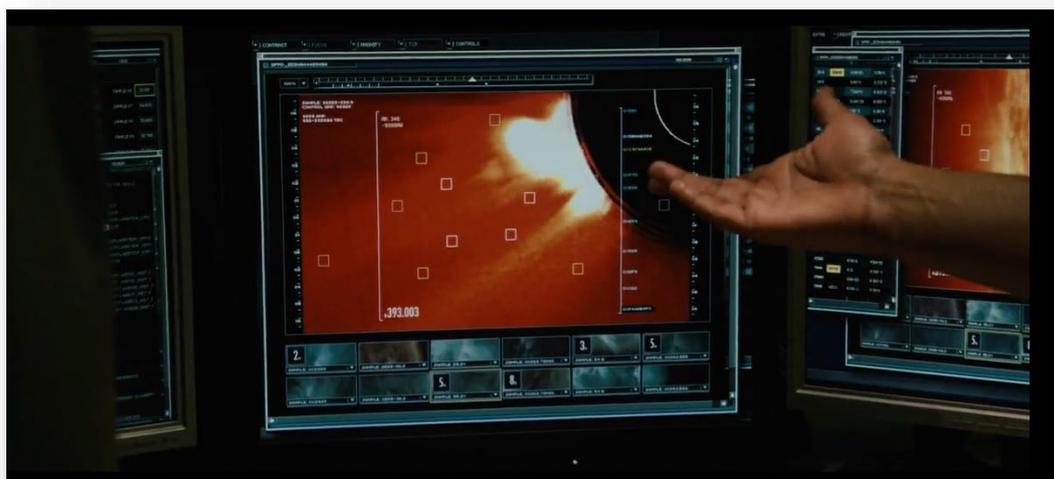
Temporalización: 15 minutos.

Metodología: tormenta de ideas.

**ACTIVIDAD 13: El ataque de los neutrinos - 2012** (Emmerich, 2009)

En esta película se habla de los neutrinos como de unas partículas procedentes de las erupciones solares que apenas interaccionan con la materia, como se observa en la Imagen 7. Hasta ese punto todo parece coherente y se ajusta con lo conocido hasta el momento acerca de las partículas elementales. Se afirma en la película que dichos neutrinos han mutado interaccionando ahora sí con la materia y provocando un aumento de la temperatura del núcleo terrestre que amenaza con destruir el planeta.

Es en este punto en el que la ficción recoge el testigo de la ciencia, ya que los neutrinos son partículas estables pero que pueden sufrir cambios entre los tres tipos de neutrinos conocidos, electrónico, tauónico o muónico, es decir, podrían mutar tal y como afirma en el film. Sin embargo, las tres variedades de neutrinos son igualmente reacios a interaccionar con la materia, por lo que resulta difícil de creer que los neutrinos que mutan causen este efecto de calentamiento global.



*Imagen 7. Fuente: elaboración propia (captura de la película).*

Curso: 2º Bachillerato – Física.

Contenidos: interacciones fundamentales de la naturaleza y partículas fundamentales. Partículas fundamentales constitutivas del átomo: electrones y quarks. Los neutrinos y el bosón de Higgs. (BLOQUE VI: *Física del siglo XX*).

Objetivos: conocer el neutrino como partícula. Comprender las interacciones propias de las partículas fundamentales.

Temporalización: 15 minutos.

Metodología: tormenta de ideas.

**ACTIVIDAD 14: Sonido y láseres en el espacio – La guerra de las galaxias****episodio IV: Una nueva esperanza** (Lucas, 1977)

En esta película, que forma parte de la saga de la Guerra de las galaxias, se describen las aventuras de un grupo de personajes que viven una galaxia ficticia y tienen que acabar con el Imperio Galáctico cuyo dominio podría causar la destrucción de muchos planetas. En consecuencia se producen batallas en mitad del espacio en las que las naves espaciales se disparan unas a otras empleando rayos láseres. Estos disparos y su sonido correspondiente son fácilmente escuchables a pesar de que la guerra tiene lugar en el espacio, lugar en el que el vacío existente impediría la transmisión del sonido tanto de los disparos, como de los choques o explosiones. Además las trayectorias de los rayos láseres se observan sin ningún tipo de problema desde el lugar de su emisión, tal y como se ve en la Imagen 8, hasta el de su impacto. Este hecho se puede desmentir con facilidad si empleamos un láser y lo enfocamos sobre una superficie, ya que observaremos únicamente el lugar de incidencia de la luz, a no ser que en el medio haya un gran número de partículas en suspensión que nos permitan seguir la trayectoria del haz, cosa que no sucede en el film.



Imagen 8. Fuente: elaboración propia (captura de la película).

Curso: 2º Bachillerato – Física.

Contenidos: el sonido. Cualidades del sonido. Energía e intensidad de las ondas sonoras. Ondas electromagnéticas. La luz como onda electromagnética. Naturaleza y propiedades de las ondas electromagnéticas. (BLOQUE IV: *Ondas*).

Objetivos: diferenciar las propiedades y propagación de ondas sonoras y luminosas.

Temporalización: 15 minutos.

Metodología: tormenta de ideas.

### **3.5 Evaluación**

La evaluación de las actividades propuestas se realizará mediante rúbricas de evaluación. Estas rúbricas evaluarán, por un lado la metodología o metodologías empleadas en cada actividad y por otro lado, los contenidos propios del currículum que se han trabajado. Al tratarse de actividades muy diversas y que abarcan diferentes cursos no es posible establecer un porcentaje de puntuación para cada una de ellas respecto a la nota final del trimestre o de la asignatura, sin embargo, sí que se detallará la ponderación de cada elemento de la actividad y cada tarea a realizar en el total del valor de la actividad.

Todas las rúbricas cuentan con una valoración entre 0 y 4, siendo la primera la valoración más baja y la última la máxima calificación posible. La calificación de cada actividad dependerá un 50 % de la evaluación metodológica, es decir, cómo realiza las tareas el alumno y el otro 50 % de la evaluación de contenidos, o lo que es lo mismo, qué ha aprendido el estudiante. De este modo, cada tarea tendrá un valor asignado dentro de la rúbrica, que al sumar ambas rúbricas darán como resultado la nota total de la actividad.

A continuación, se muestra como ejemplo la rúbrica de evaluación de las metodologías empleadas en la Actividad 1. En este caso los métodos de trabajo propuestos en la primera tarea son la tormenta de ideas y el aprendizaje basado en problemas, por lo que éstas se evalúan en base a la reflexión y posterior puesta en común acerca de la contaminación. En el resto de tareas se desarrollan la indagación y el trabajo colaborativo, que se tienen en cuenta en la realización y posterior presentación de una indagación cooperativa acerca de un fenómeno relacionado con la contaminación. El peso de cada ítem evaluable en la calificación final de la actividad aparece reflejado en la rúbrica detallada de la Tabla 3.

Las rúbricas de evaluación metodológica y de objetivos didácticos del resto de actividades se incluyen como anexos del IX a XVIII.

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN METODOLÓGICA DE LA ACTIVIDAD 1: Edificios de basura</b>					
<b>Tarea</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Reflexión y puesta en común acerca de las causas de la contaminación. (10 % de la calificación)	El alumno expresa sus respuestas de manera adecuada y con argumentos científicos.	El alumno participa y relaciona sus respuestas con aspectos científicos aunque éstas no sean totalmente adecuadas.	El alumno participa aunque sus respuestas están mal expresadas o carecen de base científica.	El alumno no participa en el debate pero muestra interés.	El alumno no participa en la puesta en común ni muestra interés.
Trabajo de indagación acerca de la contaminación. (25 % de la calificación)	El grupo entrega el trabajo organizándose correctamente y la información recogida está contrastada empleando fuentes fiables y está expresada de manera adecuada.	El grupo entrega el trabajo organizándose correctamente y la información recogida está contrastada empleando fuentes fiables aunque no se expresa con precisión.	El grupo entrega el trabajo pero la información recogida no procede de fuentes fiables o está mal expresada.	El grupo entrega el trabajo pero la información recogida no procede de fuentes fiables y está mal expresada.	El grupo no entrega el trabajo.
Exposición del trabajo cooperativo realizado. (15 % de la calificación)	Los alumnos realizan la exposición apoyándose en varios elementos (presentación, vídeo o póster) y se expresan adecuadamente sin leer su guion.	Los alumnos realizan la exposición apoyándose en algún elemento (presentación, vídeo o póster) y se expresan adecuadamente sin leer ningún guion.	Los alumnos realizan la exposición apoyándose en algún elemento (presentación, vídeo o póster) pero leen su guion.	Los alumnos realizan la exposición sin apoyo de ningún elemento (presentación, vídeo, póster) limitándose a leer su guion.	Los alumnos no realizan la exposición.

Tabla 3. Rúbrica de evaluación metodológica de la Actividad 1.

Con las mismas valoraciones y criterios que la tabla anterior con puntuaciones entre 0 y 4, se establece a continuación la rúbrica de evaluación de los objetivos específicos correspondientes a la Actividad 1 (Tabla 4):

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE CONTENIDOS DE LA ACTIVIDAD 1: Edificios de basura</b>					
<b>Objetivos</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<p>Concienciar a los alumnos sobre el efecto que la actividad industrial tiene sobre el planeta.</p> <p>Ampliar los conocimientos acerca de fenómenos negativos que se producen a causa de la contaminación.</p> <p>(35 % de la calificación)</p>	<p>El alumno es capaz de relacionar en profundidad todos los efectos trabajados en el aula con la actividad industrial teniendo rigor.</p>	<p>El alumno conoce los efectos de la contaminación y relaciona algunos de ellos con la actividad industrial teniendo rigor.</p>	<p>El alumno conoce los efectos de la contaminación y los relaciona con la actividad industrial de manera superficial, sin gran profundidad o rigor.</p>	<p>El alumno conoce efectos como la destrucción de la capa de ozono o la contaminación del agua pero no es capaz de explicar su relación con la actividad industrial.</p>	<p>El alumno no conoce o es incapaz de describir ningún fenómeno de contaminación producido por la actividad industrial.</p>
<p>Proponer medidas viables para paliar dichos efectos.</p> <p>(15 % de la calificación)</p>	<p>El alumno propone soluciones para todos los efectos trabajados y explica cómo aplicar todas ellas.</p>	<p>El alumno propone soluciones para todos los efectos trabajados y explica cómo aplicar algunas de ellas.</p>	<p>El alumno propone soluciones para todos los efectos trabajados pero sin explicar cómo aplicar dichas medidas.</p>	<p>El alumno propone solución para alguno de los efectos sin explicar cómo aplicar dichas medidas.</p>	<p>El alumno no propone ninguna medida para paliar los efectos de la contaminación.</p>

*Tabla 4. Rúbrica de evaluación de objetivos de la Actividad 1.*

**4.**

## **Conclusiones e implicaciones**

Para finalizar este TFM se van a detallar las siguientes conclusiones que se han alcanzado en referencia a los tres objetivos didácticos planteados inicialmente:

- Se han propuesto diferentes actividades con gran variedad de metodologías, con el concepto común de que se emplean escenas que suceden en películas conocidas como elemento introductor, en el que se basan para lograr el aprendizaje de conceptos y contenidos propios de la materia de Física y Química.
- Se han aportado propuestas educativas que permiten detectar y combatir los errores conceptuales inducidos por la falta de comprensión o explicación incorrecta de determinados hechos que tienen lugar en escenas cinematográficas populares.
- Con este trabajo se aporta material didáctico que servirá como herramienta para trabajar diversos contenidos de Física y Química en diferentes cursos pudiendo ser adaptadas o modificadas por los docentes.

El hecho de que no haya sido posible poner en práctica las actividades de manera real con el alumnado dificulta extraer conclusiones al respecto de su aplicabilidad, que podrán deducirse una vez hayan sido probadas en el aula. Haber llevado las actividades a la práctica hubiese sido lo deseable para poder realizar mejoras y las oportunas correcciones de las propuestas, por lo tanto queda aún una parte de trabajo por realizar para consolidar y perfeccionar dichas actividades.

Además, después de ser probadas en el aula se podrán establecer nuevos criterios, tanto en peso en la calificación de cada uno de los apartados, como en la forma de realizar la evaluación, la metodología empleada en cada tarea o la temporalización de las mismas.

Una vez detectados posibles errores, la experiencia del docente y la continua puesta en práctica de las propuestas didácticas permitirá evaluar la eficacia de cada actividad en el aprendizaje de los alumnos, que es, en definitiva, el principal objetivo del planteamiento de cada tarea.

Aun así, vemos en este trabajo una propuesta atractiva y con material de utilidad suficiente para ser empleada como recurso en el aula en el futuro por los docentes que así lo deseen.

**5.**

## **Referencias bibliográficas**

- Blesio, G., Godino, M. E., Cadierno, M., y Belletti, S. (2015). Visualización de Fenómenos de Ondas a través del cine y la televisión. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27 N<sup>o</sup> Extra, 717-722.
- Colombus, C. (Dirección). (2001). *Harry Potter and the Philosopher's Stone* [Película].
- Corominas, J. (2013). Actividades experimentales POE\* en la enseñanza de la química y de la física. *Revista Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 74, 69-75.
- Cuarón, A. (Dirección). (2004). *Harry Potter and the prisoner of Azkaban* [Película].
- Dugosh, K., Paulus, P., Roland, E., y Yang, H. (2000). Cognitive stimulation in brainstorming. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79 (5), 722-735.
- Emmerich, R. (Dirección). (2009). *2012* [Película].
- Flores, A. B. (1 de Diciembre de 2018). *www. rtve.es*. Obtenido de <http://www.rtve.es/noticias/20181201/pottermania-no-para-crecer/1846480.shtml>
- García Borrás, F. J. (2005). Star Trek: Un viaje a las leyes de la dinámica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (1), 79-90.
- García Borrás, F. J. (2008). Bienvenido Mister cine a la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (1), 79-91.
- García Borrás, F. J. (2011). Las escenas cinematográficas: una herramienta para el estudio de las concepciones alternativas de física y química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (3), 291-311.
- Griep, M. A., y Mikasen, M. L. (2009). *ReAction! Chemistry in the Movies*. New York: Oxford University Press
- Guerra Retamosa, C. (2004). Laboratorios y batas blancas en el cine. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), 52-63.
- Guo, P., Kim, J., y Rubin, R. (2014). How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos. *Proceedings of the first ACM conference on learning @ scale conference*, pp. 41-50.
- Johnson, D., Johnson, R., y Holubec, E. (2008). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Argentina: Paidós.

- Lawrence, F. (Dirección). (2013). *The Hunger Games: Catching Fire* [Película].
- Ley 21/2014. Ley de Propiedad Intelectual. BOE. Madrid. 4 de noviembre de 2014.
- Lucas, G. (Dirección). (1977). *Stars Wars: Episode IV - A New Hope* [Película].
- Marsh, J. (Dirección). (2014). *The Theory of Everything* [Película].
- Martino, S., y Thurmeier, M. (Dirección). (2012). *Ice Age 4: Continental Drift* [Película].
- Méndez Coca, D. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educación XXI*, 18(2), 215-235.
- Mora Penagos, W. M., y Parga Lozano, D. L. (2010). La imagen pública de la química y su relación con la generación de actitudes hacia la química y su aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 27, 67-93.
- Morales, P., y Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria* 13, 145-157.
- Nolan, C. (Dirección). (2010). *Inception* [Película].
- Orden EDU/362/2015 y EDU/363/2015 BOCYL núm. 86. Valladolid, 4 de mayo de 2015.
- Petit, M. F., y Solbes, J. (2012). La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 30 (2), 55-72.
- 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.
- Reed, P. (Dirección). (2018). *Ant-Man and the Wasp* [Película].
- Rodríguez Sánchez, M. (2011). Metodologías docentes en el EEES: de la clase magistral al portafolio. *Tendencias pedagógicas*, 17, 83-103.
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 14 (2), 286-299.
- Ruiz, C. C. (6 de Mayo de 2019). [www.vandal.elespanol.com](http://www.vandal.elespanol.com). Obtenido de <http://.vandal.elespanol.com/random/articulos/2067/las-peliculas-mas-taquilleras-de-la-historia>

Scott, R. (Dirección). (2015). *The Martian* [Película].

Solbes, J., Montserrat, 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.

Stanton, A. (Dirección). (2008). *WALL-E* [Película].

## **6.**

### **Anexos**

## **ANEXO I**

### **ACTIVIDAD 3: La capa de invisibilidad – Harry Potter y la piedra filosofal (2001)**

En esta escena, Harry Potter se despierta la mañana de Navidad y descubre que debajo del árbol hay regalos para él. Emocionado comienza a abrirlos acompañado por su amigo



*Imagen 9. Fuente: elaboración propia (captura de la película).*

Ron. Entre dichos regalos descubre una capa, una capa muy especial. Cuando Harry se la prueba descubre que no puede ver las partes de su cuerpo cubiertas por ella, como se puede observar en la Imagen 9. Ron no tiene dudas, se trata de una capa de invisibilidad.

Curso: 2º Bach - Física

Contenidos: reflexión y refracción de la luz. (BLOQUE IV: *Ondas*)

Objetivo: conocer los principios de reflexión y refracción.

Temporalización: 1 sesión.

Metodologías: indagación, experiencia de aula, aprendizaje basado en problemas y trabajo colaborativo.

Actividad propuesta:

- 1) Tras ver el vídeo se propondrá a los alumnos el planteamiento de hasta qué punto la invisibilidad es magia, es decir, ¿podría la ciencia lograr la invisibilidad? Reflexionarían individualmente sobre esto durante un par de minutos para posteriormente realizar una puesta en común durante unos 5 minutos.
- 2) A continuación se llevaría a cabo una experiencia de aula en el que se emplearían un vaso de vidrio Pyrex (nombre comercial para el vidrio de borosilicato), un vaso grande de vidrio, aceite de girasol y una varilla de vidrio. Con estos elementos procederíamos de la siguiente manera:

- Verteríamos aceite de girasol en un vaso, hasta más o menos la mitad de su capacidad y el resto del vaso contendría agua.
- Introduciríamos dentro del vaso la varilla de vidrio, observando que podemos ver la varilla en su interior aunque parezca que está fracturada.
- Por último, cambiaríamos la varilla por el vaso pequeño de Pyrex, introduciéndolo en el recipiente con aceite y echaríamos también aceite en su interior, observando en este caso que en la fase del aceite el vaso desaparece, como se observa en la Imagen 10.



Imagen 10. Fuente: elaboración propia (experimento realizado en el aula).

Esta experiencia supondría unos 10 minutos de la sesión.

- 3) Al finalizar esta experiencia, les plantearíamos a los alumnos algunas preguntas sobre las que reflexionar:
  - ¿Puedes dar una explicación a la “invisibilidad” del vaso en el aceite? ¿Es magia o ciencia?
  - ¿Sucedería lo mismo empleando agua u otro líquido en lugar de aceite?
  - ¿Existe alguna diferencia entre la varilla de vidrio, que no “desaparece” y el vaso que sí lo hace?

Estas cuestiones serían debatidas en grupos de 3-4 estudiantes durante 10 minutos tras haber realizado previamente una reflexión individual de un par de minutos.

- 4) Finalmente, propondríamos a los alumnos que indagaran sobre este fenómeno y procederíamos a comenzar las explicaciones sobre la reflexión y refracción de la luz. Intentaríamos no hacer clara referencia a la relación con la “invisibilidad” pero daríamos a los alumnos la información suficiente para que puedan llegar a descubrir por sí mismos que la coincidencia de los índices de refracción para el vidrio Pyrex y el aceite hacen que la luz no sea desviada, percibiendo el ojo humano que el vaso desaparece en el aceite. Esta indagación se plantearía como una tarea a presentar en la próxima sesión, los estudiantes deberán entregar por escrito y de manera individual su explicación al fenómeno observado y las conclusiones alcanzadas.

## **ANEXO II**

### **ACTIVIDAD 4: Nicolas Flamel y la alquimia – Harry Potter y la piedra filosofal (2001)**

En esta escena, Harry y sus amigos Ron y Hermione, después de haber consultado todos los libros de la biblioteca de Hogwarts descubren quien es Nicolas Flamel, el cual resulta ser un alquimista, descubridor de un objeto valiosísimo, la piedra filosofal. Dicha piedra, que se puede observar en la Imagen 11, y contiene el elixir de la vida y permite convertir cualquier material en oro.



*Imagen 11. Fuente: elaboración propia (captura de la película).*

Curso: 2º ESO

Contenidos: introducción histórica a la Química.

El Sistema Periódico de los elementos: grupos y períodos. Símbolos químicos de los elementos más comunes. Elementos y compuestos de especial interés con aplicaciones industriales tecnológicas y biomédicas. (BLOQUE II: *La materia*)

Objetivos: reconocer los distintos elementos químicos presentes en la vida cotidiana, así como sus características y aplicaciones.

Temporalización: 20 minutos y continuación durante el resto de sesiones de trabajo del tema.

Metodologías: expositiva, tormenta de ideas y trabajo colaborativo.

Actividad propuesta:

- 1) Tras ver el vídeo se preguntará a los alumnos qué conocen acerca de la Química. Para ello se les explicará brevemente la historia de los alquimistas como predecesores de los químicos y se les propondrá que nombren diferentes elementos químicos que conozcan, los cuales se irán apuntando en la pizarra.
- 2) A continuación, se les intentará conducir para que aporten entre todos más datos acerca de esos elementos, por ejemplo, si conocen su símbolo, si saben cuál es su estado de agregación a temperatura ambiente o alguna aplicación que puedan tener en la vida cotidiana. En esta puesta en común inicial se emplearán un máximo de 20 minutos de la primera sesión de introducción al sistema periódico.
- 3) Esta información, recopilada conjuntamente, será copiada en el cuaderno en una tabla que se irá completando a lo largo del tema, de modo que, según se vaya avanzando en los contenidos se puedan ir añadiendo datos hasta que, al finalizar, se pueda obtener un resumen acerca de los principales elementos.

### **ANEXO III**

#### **ACTIVIDAD 5: El autobús noctámbulo – Harry Potter y el prisionero de Azkaban (2004)**

En esta escena, Harry ha huido de casa de sus tíos y vaga perdido sin saber a dónde dirigirse cuando, de repente, aparece ante sus ojos un extraño autobús, que es *el transporte de emergencia para el brujo o mago extraviado*. Sin otra opción decide subir en él para llegar a Londres, sin embargo, el viaje no resulta ser precisamente confortable, como se puede observar en la Imagen 12.



*Imagen 12. Fuente: elaboración propia (captura de la película).*

Curso: 4º ESO

Contenidos: naturaleza vectorial de las fuerzas. Composición y descomposición de fuerzas. Resultante. Leyes de Newton. Fuerzas de especial interés: peso, normal, rozamiento, centrípeta. (BLOQUE II: *El movimiento y las fuerzas*)

Objetivos: conocer el concepto de fuerza y su relación con fenómenos cotidianos.

Temporalización: 1 sesión.

Metodologías: expositiva, trabajo colaborativo y aprendizaje basado en problemas.

Actividad propuesta:

- 1) Tras ver el vídeo se preguntará a los alumnos para que reflexionen durante 5 minutos:
  - ¿Por qué Harry sale disparado hacia el cristal cuando el autobús frena de repente?
  - ¿Qué hace que Stan, el revisor del bus, no se mueva igual que Harry con cada arrancada o frenazo del vehículo?
  - Quizá te ayude en tu razonamiento pensar en la existencia de fuerzas, ¿podrías definir qué es una fuerza?
- 2) A continuación, se debatirán de manera conjunta las respuestas dadas a estas preguntas. Se emplearán un máximo de 15 minutos en repasar estos conceptos que ya se conocen, corrigiendo posibles errores conceptuales mediante el *feedback* del docente. Seguidamente, en la misma sesión, se introducirán nuevos conceptos, por ejemplo, acerca de las Leyes de Newton, relacionándolas con acciones cotidianas como en este caso con la Ley de la Inercia.
- 3) Por último, en los minutos finales de la clase se plantearán cuestiones relacionadas con la escena para que los alumnos reflexionen, introduciendo contenidos a tratar en siguientes sesiones. Las preguntas a resolver como tarea serían:
  - Vamos a suponer que la masa de Harry es de 55 kg, si en lugar de él viajara en el autobús fuera su amigo Hagrid, que es un semigigante y tiene una masa mucho mayor, ¿cambiaría de algún modo lo que le sucedería a Hagrid cuando el bus frena o arranca?
  - Hemos visto al autobús noctámbulo circular a una velocidad increíble por las carreteras de Londres, ¿qué sucedería si en lugar de viajar por Londres lo hiciera por un camino de tierra? ¿Podría mantener la misma velocidad sin modificar la fuerza que ejerce el motor?
  - En su trayecto por las calles londinenses el autobús tiene que tomar algunas curvas hasta llegar al destino de Harry, ¿hacia dónde se desplaza el mago cuando el vehículo realiza estos giros?

Estas preguntas se irán relacionando con los contenidos según se vayan impartiendo, sirviendo como introducción para conceptos como la fuerza de rozamiento o la fuerza centrípeta del movimiento circular.

## **ANEXO IV**

### **ACTIVIDAD 6: La potente voz de la Señora Gorda – Harry Potter y el prisionero de Azkaban (2004)**

En esta escena, la Señora Gorda, que es la mujer protagonista del cuadro que guarda la entrada a la Torre de Gryffindor, la casa de Harry, está practicando sus dotes como soprano mientras los alumnos esperan a que termine para poder entrar a sus cuartos. La Señora Gorda está convencida de que posee una voz capaz de romper la copa de cristal que tiene en su mano, como se puede observar en la Imagen 13. Ante la impaciencia de los estudiantes y la incapacidad de la “cantante” para lograrlo, ésta decide, golpear la copa haciendo que se rompa y fingir que el mérito ha sido exclusivamente de su potente voz.



*Imagen 13. Fuente: elaboración propia (captura de la película).*

Curso: 2º Bach – Física

Contenidos: energía y potencia asociadas al movimiento ondulatorio. Intensidad de una onda. El sonido. Cualidades del sonido. Energía e intensidad de las ondas sonoras. Percepción sonora. Nivel de intensidad sonora y sonoridad. (BLOQUE IV: *Ondas*)

Objetivos: conocer las cualidades de las ondas sonoras, tales como la energía y vibración asociada a estas.

Temporalización: 30 minutos.

Metodologías: tormenta de ideas, aprendizaje basado en problemas y expositiva.

Actividad propuesta:

- 1) Tras ver el vídeo se preguntará a los alumnos si creen que se puede romper una copa de vidrio con la voz. Se compartirán opiniones durante unos 5 minutos.
- 2) Tras llegar a la conclusión de que sí es posible, a continuación, se propondrá a los alumnos que escriban en un papel de manera individual, en un máximo de 5 minutos, la respuesta a las siguientes preguntas:
  - ¿Qué características del sonido llevarían a que esto sucediera?
  - En tu opinión, ¿cómo debería ser la copa para favorecer su rotura? ¿Qué características debería tener la voz?
  - ¿Se te ocurre algún otro fenómeno de este tipo provocado por el sonido?

Seguidamente, realizaríamos una puesta en común de las respuestas dadas durante unos 10 minutos.

- 3) Finalmente, basándonos en las ideas aportadas daríamos una respuesta adecuada a las preguntas planteadas, introduciendo conceptos como vibración, intensidad o frecuencia del sonido.

## **ANEXO V**

### **ACTIVIDAD 7: La gravedad de la caída – Origen (2010)**

Esta escena se ha creado a partir de un conjunto de cortes de diferentes secuencias de manera que su duración final sea inferior a tres minutos. En este fragmento, los protagonistas del film están sumergidos en una secuencia de tres sueños, de manera que, mientras en el primer sueño están dormidos a bordo de una furgoneta, en el segundo descansan en una habitación de hotel. Sin embargo, cuando el vehículo del primer sueño cae por un puente, los efectos de esta caída afectan a las leyes que rigen el segundo sueño haciendo que sus

cuerpos floten. De esta forma, para poder despertarles de este segundo sueño, a Arthur, el compañero que se ha quedado

despierto protegiéndoles, solo se le ocurre una manera, debe hacerles caer sin

gravedad, por lo que recurre a introducirles dentro de un ascensor, como se puede observar en la Imagen 14.



*Imagen 14. Fuente: elaboración propia (collage de capturas de la película)*

Curso: 1º Bach

Contenidos: la fuerza como interacción. Efectos de las fuerzas. Leyes de Newton. Concepto de tensión. Ley de Gravitación Universal. Fuerza de atracción gravitatoria. El peso de los cuerpos. (BLOQUE VII: Dinámica)

Objetivos: comprender el efecto de la fuerza gravitatoria en fenómenos cotidianos. Identificar las variaciones de la gravedad con la altura y las similitudes entre ingravidez y caída libre.

Temporalización: 1 sesión.

Metodologías: aprendizaje basado en problemas, trabajo colaborativo, expositiva e indagación.

Actividad propuesta:

1) El fragmento se irá parando durante su visualización para realizar las siguientes preguntas a los alumnos:

- ¿Por qué los cuerpos flotan durante la caída?
- ¿Se ve modificada de alguna manera la gravedad terrestre?
- ¿Cómo harías para provocar una caída en ausencia de gravedad?

Las respuestas se darán en común para toda la clase, respondiendo aquellos a los que el docente se lo indique o que pidan el turno de palabra. Emplearemos un máximo de 15 minutos en ver la escena y responder a las cuestiones.

2) Tras ver el vídeo se propondrá a los alumnos reflexionar acerca de la coherencia con el conocimiento científico que poseen los fenómenos mostrados en la película, con el objetivo de detectar posibles errores. El método de debate será el mismo que en el caso anterior, dedicando unos 5 minutos a esta reflexión.

3) A continuación se propondrá un problema sobre ascensores que deberán resolver por grupos de 2-3 estudiantes sin haber dado ningún tipo de explicación previa sobre el comportamiento de la gravedad en estos aparatos. El problema propuesto será el siguiente:

Imagina una persona de 50 kg de masa que está dentro de un ascensor (ver Imagen 15). Calcula el sistema de fuerzas que actúan cuando:

- a) El ascensor asciende con una aceleración de  $0,75 \text{ m/s}^2$ .
- b) El ascensor desciende con una aceleración de  $1,1 \text{ m/s}^2$ .
- c) El ascensor asciende con velocidad constante.
- d) La cuerda que sostiene al ascensor se rompe y éste cae.

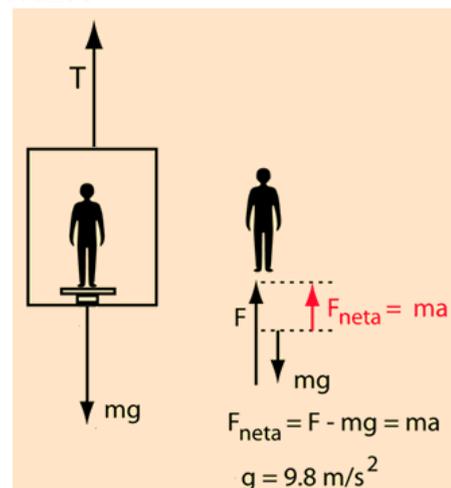


Imagen 15. Fuente: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/elev.html>.

Compara lo que sucede en este ascensor con lo que ocurre cuando cae el ascensor de la película. ¿Qué fuerzas actúan en ese caso dentro del ascensor sabiendo que cuando el ascensor estaba parado los cuerpos flotaban?

Se dejarán unos 10 minutos para llevar a cabo la actividad y seguidamente será realizada por el docente con la colaboración de todos los alumnos, que obtendrán las correcciones necesarias por parte del profesor para entender los conceptos.

4) Por último se propondrá una actividad de indagación acerca de la Estación Espacial Internacional (ISS). Los alumnos deberán prepararse en casa recopilando información acerca de ésta y se les propondrá resolver el problema siguiente:

Sabiendo que la masa de la Tierra es de  $5,972 \times 10^{24}$  kg, su radio es de  $6,371 \times 10^6$  m y que la media del radio orbital de la ISS es de 404 km desde la superficie de la Tierra ¿Cuál es el valor de la aceleración de la gravedad en el interior de la Estación? Conociendo este dato, explica por qué los astronautas flotan en el interior de la Estación.

## ANEXO VI

### ACTIVIDAD 8: El tótem que gira y gira – Origen (2010)

En esta escena, de poco más de dos minutos de duración, se muestra el tótem del protagonista, un pequeño objeto (Imagen 16) que llevan todos los miembros del grupo



Imagen 16. Fuente: elaboración propia (captura de la película).

que les permiten distinguir cuando sueñan y cuando no. En su caso se trata de una pequeña peonza metálica que hace girar y que cuando su dueño está soñando permanece girando infinitamente, sin embargo, si está despierto la peonza se ajusta a las leyes físicas de la Tierra y acaba cayendo.

Curso: 1º Bach

Contenidos: dinámica del movimiento circular uniforme. Fuerza centrípeta. Momento de una fuerza y momento angular. Conservación del momento angular (BLOQUE VII: *Dinámica*)

Objetivos: fijar los conocimientos relativos al movimiento circular. Entender el concepto de una fuerza y la conservación del momento angular.

Temporalización: 1 sesión

Metodologías: aprendizaje basado en problemas, trabajo colaborativo e indagación.

Actividad propuesta:

- 1) Tras la visualización del vídeo se propondrá a los alumnos las siguientes preguntas:
  - ¿Por qué el tótem se mantiene en equilibrio?
  - ¿Qué es lo que hace que caiga?
  - ¿Podría darse la situación en el mundo real en la que girase indefinidamente?

- 2) A continuación, tras dar 2-3 minutos para la reflexión individual de las respuestas, se debatiría durante 5 minutos en grupos heterogéneos de 3-4 estudiantes, de modo que se alcancen conclusiones comunes. Finalmente, se realizará una puesta en común de las ideas alcanzadas que se irían anotando en la pizarra, tanto las que se ajustan a la realidad como las que no.

Esto supondría, en total, no más de 15-20 minutos de la clase introductoria al movimiento circular. En esta primera sesión se continuaría con el repaso de los contenidos previos acerca de este movimiento, adquiridos en cursos anteriores.

- 3) Las ideas alcanzadas conjuntamente tendrán que ser copiadas y analizadas por los alumnos, que se encargarán, para la siguiente sesión de indagar y desmentir o confirmar cada una de ellas. Realizándose, así mismo, una breve puesta en común de los resultados obtenidos, que será supervisada y corregida por el docente para evitar posibles concepciones erróneas.

## ANEXO VII

### ACTIVIDAD 9: Retroceder el reloj – La teoría del todo (2014)

En esta escena, tras acudir a una conferencia de un famoso matemático acerca de los agujeros negros y la relatividad del espacio y el tiempo, Hawking, al que se puede observar en la Imagen 17, se plantea si sería posible explicar el origen de todo lo que conocemos a partir de esa misma teoría. ¿Qué sucedería si fuese capaz de explicar el origen del universo con una sola ecuación?



*Imagen 17. Fuente: elaboración propia (captura de la película).*

Curso: 2º Bach – Física.

Contenidos: historia y composición del Universo. La teoría del Big Bang. (BLOQUE VI: *Física del siglo XX*)

Objetivos: conocer las teorías del origen del universo que se han ido aceptando a lo largo de la historia.

Temporalización: 1 sesión y 20 minutos de la siguiente para debatir.

Metodologías: trabajo colaborativo, indagación y tormenta de ideas.

Actividad propuesta:

- 1) Tras la visualización de la escena se planteará a los alumnos la realización de una tarea de indagación, que realizarán en grupos de trabajo cooperativo durante una sesión de clase. La indagación consistirá en hacer una revisión sobre los avances al respecto de la explicación del origen del universo a lo largo del tiempo, comenzando en la época de Einstein (principios de siglo XX) hasta nuestros días.
- 2) A continuación, tras el trabajo de indagación, cada grupo elaborará un cuadro-resumen de los avances en este campo, que será evaluado. Si no disponen de tiempo suficiente para terminarlo en la sesión en el aula tendrán que finalizarlo antes de la próxima clase de la asignatura.
- 3) Por último, tras haber realizado la labor de documentación se realizará, en la siguiente sesión, un breve debate (en torno a 20 minutos) acerca del rumbo que debe tomar la ciencia en la explicación del universo y qué beneficios aportaría un descubrimiento de este calibre al terreno científico.

## ANEXO VIII

### ACTIVIDAD 10: Los efectos de la presión – Ice Age 4 La formación de los continentes (2012)

En esta escena, la ardilla Scrat llega a una pequeña isla en mitad del océano, al observar bajo el agua desde la orilla descubre que su amada bellota se encuentra en el fondo, por lo que, sin dudarlo, decide sumergirse para recuperarla, tal y como se observa en la Imagen 18. En su trayecto desde la superficie hasta el fondo oceánico puede sentir, en su propio cuerpo, los efectos de la presión hidrostática.



*Imagen 18. Fuente: elaboración propia (captura de la película).*

Curso: 4º ESO

Contenidos: presión. Aplicaciones. Principio fundamental de la hidrostática. Principio de Arquímedes. Flotabilidad de objetos. (BLOQUE II: *El movimiento y las fuerzas*)

Objetivos: comprender los efectos de la presión hidrostática. Entender el concepto de flotabilidad y su relación con el peso.

Temporalización: 30 minutos.

Metodologías: tormenta de ideas, aprendizaje basado en problemas y expositiva.

Actividad propuesta:

- 1) Durante la visualización del vídeo se detendrá el mismo antes de que Scrat se lance al agua y se preguntará a los alumnos por qué emplea una roca para llegar hasta el fondo del océano. De este modo surgirá el concepto de flotabilidad y la relación de la fuerza del peso y el empuje, que será explicado por parte del docente.
- 2) Tras la visualización del vídeo se incitará a la reflexión, pidiendo a los estudiantes que observen lo que sucede al protagonista según desciende hacia el fondo y se les realizará las siguientes preguntas:
  - ¿Qué efectos provoca en Scrat el aumento de la profundidad según va descendiendo?
  - ¿A qué se debe este fenómeno?
  - ¿Sucede algo parecido cuando cambia la altura de la superficie de la Tierra?

Estas cuestiones se contestarán de manera individual durante unos 5 minutos.

- 3) Por último, se pondrán en común durante 10 minutos estas ideas acerca de la presión que surgirán de los alumnos y que serán ratificadas o corregidas por el profesor.

**ANEXO IX**

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN METODOLÓGICA DE LA ACTIVIDAD 2: Creando H<sub>2</sub>O en Marte</b>					
<b>Tarea</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Reflexión por parejas y puesta en común.  Formular las reacciones que tienen lugar y plantear los peligros que entrañan.  (5 % de la calificación)	El alumno expresa sus respuestas de manera adecuada con argumentos científicos.	El alumno participa y relaciona sus respuestas con aspectos científicos aunque estas no sean totalmente adecuadas.	El alumno participa aunque sus respuestas están mal expresadas o carecen de base científica.	El alumno no participa en el debate pero muestra interés.	El alumno no participa en la puesta en común ni muestra interés.
Elaboración del guion de prácticas por parejas.  (25 % de la calificación)	Los alumnos entregan el guion completo, la información procede de fuentes fiables y se expresan de la manera adecuada.	Los alumnos entregan el guion completo y las fuentes empleadas son fiables aunque no se expresan con precisión.	Los alumnos entregan el guion pero está incompleto o las fuentes empleadas no son fiables.	Los alumnos entregan el guion pero está incompleto, las fuentes empleadas no son fiables.	Los alumnos no entregan el guion.
Realización de la práctica de laboratorio y redacción de las conclusiones obtenidas.  (10 % de la calificación)	Los alumnos realizan la práctica y entregan las conclusiones obtenidas, éstas son correctas y están documentadas adecuadamente.	Los alumnos realizan la práctica y entregan las conclusiones obtenidas, pero son incorrectas o no están documentadas adecuadamente.	Los alumnos realizan la práctica y entregan las conclusiones obtenidas, pero son incorrectas y no están documentadas adecuadamente.	Los alumnos realizan la práctica pero no entregan las conclusiones obtenidas.	Los alumnos no realizan la práctica ni entregan las conclusiones obtenidas.

Exposición del trabajo realizado en el laboratorio. (10 % de la calificación)	Los alumnos realizan la exposición apoyándose en varios elementos (presentación, vídeo o póster) y se expresan adecuadamente sin leer ningún guion.	Los alumnos realizan la exposición apoyándose en algún elemento (presentación, vídeo o póster) y se expresan adecuadamente sin leer ningún guion.	Los alumnos realizan la exposición apoyándose en algún elemento (presentación, vídeo o póster) pero leen su guion.	Los alumnos realizan la exposición sin apoyo de ningún elemento (presentación, vídeo, póster) limitándose a leer su guion.	Los alumnos no realizan la exposición.
--	---	---	--	--	--

**RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE CONTENIDOS DE LA  
ACTIVIDAD 2: Creando H<sub>2</sub>O en Marte**

<b>Objetivos</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Interpretar y predecir fenómenos químicos a partir de los datos de una investigación científica y obtener conclusiones. (10 % de la calificación)	El alumno interpreta fenómenos químicos a partir de datos de investigación, obteniendo conclusiones adecuadas y prediciendo correctamente fenómenos similares.	El alumno interpreta los fenómenos químicos una vez vistos, obteniendo conclusiones adecuadas y predice correctamente otros antes de llevarlos a cabo en el laboratorio.	El alumno interpreta los fenómenos químicos una vez vistos, obteniendo conclusiones adecuadas pero no es capaz de predecir otros antes de llevarlos a cabo en el laboratorio.	El alumno interpreta los fenómenos químicos una vez vistos, pero no es capaz obtener conclusiones adecuadas ni de predecir otros antes de llevarlos a cabo en el laboratorio.	El alumno no es capaz de interpretar fenómenos químicos ni de obtener conclusiones a partir de ellos.
Aplicar la prevención de riesgos en el laboratorio de Química. (5 % de la calificación)	El alumno conoce todos los riesgos de trabajo en el laboratorio y los aplica adecuadamente.	El alumno conoce todos los riesgos de trabajo en el laboratorio y aplica la mayoría de ellos.	El alumno conoce todos los riesgos de trabajo en el laboratorio y aplica algunos de ellos.	El alumno conoce algunos de los riesgos de laboratorio pero no los aplica en el trabajo en él.	El alumno no conoce ni aplica la prevención de riesgos en el laboratorio.

<p>Analizar, diseñar, elaborar, comunicar y defender informes de carácter científico realizando una investigación basada en la práctica experimental. (20 % de la calificación)</p>	<p>El alumno elabora informes científicos relacionados con la práctica experimental y es capaz de analizar y defender tanto sus propios informes como otros que no han sido realizados por él.</p>	<p>El alumno elabora y defiende informes científicos relacionados con la práctica experimental y es capaz de analizar otros informes que no han sido realizados por él.</p>	<p>El alumno elabora y defiende informes científicos relacionados con la práctica experimental pero no es capaz de analizar otros informes que no han sido realizados por él.</p>	<p>El alumno elabora informes científicos relacionados con la práctica experimental pero no es capaz de defenderlos ni de analizar otros informes que no han sido realizados por él.</p>	<p>El alumno no es capaz de analizar, elaborar ni comunicar informes de carácter científico relacionados con la práctica experimental</p>
<p>Formular compuestos orgánicos sencillos con varias funciones, identificando los principales tipos de reacciones orgánicas. (5 % de la calificación)</p>	<p>El alumno es capaz de formular compuestos orgánicos sencillos con varias funciones e identifica todos los tipos de reacciones orgánicas.</p>	<p>El alumno es capaz de formular compuestos orgánicos sencillos con una única función e identifica todos los tipos de reacciones orgánicas.</p>	<p>El alumno es capaz de formular compuestos orgánicos sencillos con una única función e identifica algunos tipos de reacciones orgánicas.</p>	<p>El alumno es capaz de formular compuestos orgánicos sencillos con una única función pero no identifica los tipos de reacciones orgánicas.</p>	<p>El alumno no es capaz de formular compuestos orgánicos ni de identificar los principales tipos de reacciones orgánicas.</p>
<p>Escribir y ajustar reacciones de obtención o transformación de compuestos orgánicos en función del grupo. (10 % de la calificación)</p>	<p>El alumno es capaz de escribir todas las reacciones de obtención y transformación de compuestos orgánicos que se le proponen, ajustándolas correctamente.</p>	<p>El alumno es capaz de escribir la mayoría de las reacciones de obtención y transformación de compuestos orgánicos ajustándolas correctamente.</p>	<p>El alumno es capaz de escribir algunas reacciones de obtención o transformación de compuestos orgánicos ajustándolas correctamente.</p>	<p>El alumno es capaz de escribir algunas reacciones de obtención o transformación de compuestos orgánicos pero no las ajusta correctamente.</p>	<p>El alumno no es capaz de escribir ni ajustar reacciones de compuestos orgánicos.</p>

**ANEXO X**

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN METODOLÓGICA DE LA ACTIVIDAD 3: La capa de invisibilidad</b>					
<b>Tarea</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Reflexión y puesta en común: ¿podría la ciencia lograr la invisibilidad?	El alumno expresa sus respuestas de manera adecuada, con argumentos científicos.	El alumno participa y relaciona sus respuestas con aspectos científicos aunque éstas no sean totalmente adecuadas.	El alumno participa aunque sus respuestas están mal expresadas o carecen de base científica.	El alumno no participa en el debate pero muestra interés.	El alumno no participa en la puesta en común ni muestra interés.
Reflexión y puesta en común tras la realización de la experiencia de aula.  (10 % de la calificación)					
Entrega individual de los resultados de la indagación.  (40 % de la calificación)	El alumno entrega la tarea tras haber indagado, relacionado correctamente la información y expresado sus propias conclusiones.	El alumno entrega la tarea tras haber indagado y relacionado la información pero no profundizada ni saca conclusiones de la búsqueda realizada.	El alumno entrega la tarea tras haber indagado pero no ha entendido o relacionado correctamente la información.	El alumno entrega la tarea pero sus respuestas denotan que no ha indagado sobre el fenómeno.	El alumno no entrega la tarea.

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE CONTENIDOS DE LA ACTIVIDAD 3: La capa de invisibilidad</b>					
<b>Objetivos</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Conocer los principios de reflexión y refracción. (50 % de la calificación)	El alumno conoce los principios de reflexión y refracción explicando ambos de manera adecuada.	El alumno conoce los principios de reflexión y refracción explicando al menos uno de ellos de manera adecuada.	El alumno conoce los principios de reflexión y refracción pero no es capaz de explicarlos.	El alumno conoce los principios de reflexión o refracción pero no es capaz de explicarlos.	El alumno no conoce los fenómenos de reflexión y refracción.

**ANEXO XI**

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN METODOLÓGICA DE LA ACTIVIDAD 4: Nicolas Flamel y la alquimia</b>					
<b>Tarea</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Puesta en común de los conocimientos iniciales sobre elementos químicos. (15 % de la calificación)	El alumno expresa sus respuestas de manera adecuada con argumentos científicos.	El alumno participa y relaciona sus respuestas con aspectos científicos aunque estas no sean totalmente adecuadas.	El alumno participa aunque sus respuestas están mal expresadas o carecen de base científica.	El alumno no participa en el debate pero muestra interés.	El alumno no participa en la puesta en común ni muestra interés.
Cuadro – resumen sobre los diferentes elementos. (35 % de la calificación)	El alumno entrega el cuadro – resumen completo y sin errores, ampliando la información.	El alumno entrega el cuadro – resumen completo y sin errores limitándose a lo trabajado en el aula.	El alumno entrega el cuadro – resumen incompleto o con errores.	El alumno entrega el cuadro – resumen incompleto y con errores.	El alumno no entrega el cuadro – resumen.

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE CONTENIDOS DE LA ACTIVIDAD 4: Nicolas Flamel y la alquimia</b>					
<b>Objetivos</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Reconocer los elementos químicos presentes en la vida cotidiana, sus características y aplicaciones. (50 % de la calificación)	El alumno reconoce la mayoría de los elementos presentes en la vida cotidiana describiendo características y aplicaciones de todos ellos.	El alumno reconoce la mayoría de los elementos presentes en la vida cotidiana describiendo características y aplicaciones de algunos de ellos.	El alumno reconoce algunos elementos presentes en la vida cotidiana describiendo alguna característica o aplicación.	El alumno reconoce algunos elementos presentes en la vida cotidiana sin ser capaz de describir características o aplicaciones.	El alumno no reconoce elementos químicos presentes en la vida cotidiana.

**ANEXO XII**

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN METODOLÓGICA DE LA ACTIVIDAD 5: El autobús noctámbulo</b>					
<b>Tarea</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Reflexión y puesta en común acerca de las fuerzas. (10 % de la calificación)	El alumno expresa sus respuestas de manera adecuada con argumentos científicos.	El alumno participa y relaciona sus respuestas con aspectos científicos aunque éstas no sean totalmente adecuadas.	El alumno participa aunque sus respuestas están mal expresadas o carecen de base científica.	El alumno no participa en el debate pero muestra interés.	El alumno no participa en la puesta en común ni muestra interés.
Tarea para casa: respuesta a supuestos que requiere indagación. (40 % de la calificación)	El alumno entrega la tarea tras haber indagado, relacionado correctamente la información y expresado sus propias conclusiones.	El alumno entrega la tarea tras haber indagado y relacionado la información pero no profundizada ni saca conclusiones de la búsqueda realizada.	El alumno entrega la tarea tras haber indagado pero no ha entendido o relacionado correctamente la información.	El alumno entrega la tarea pero sus respuestas denotan que no ha indagado sobre el fenómeno.	El alumno no entrega la tarea.

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE CONTENIDOS DE LA ACTIVIDAD 5: El autobús noctámbulo</b>					
<b>Objetivos</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<p>Conocer el concepto de fuerza y su relación con fenómenos cotidianos. (50 % de la calificación)</p>	<p>El alumno conoce y es capaz de explicar el concepto de fuerza y relacionarlo adecuadamente con todos fenómenos cotidianos que se le proponen.</p>	<p>El alumno conoce y es capaz de explicar el concepto de fuerza y lo relaciona adecuadamente con algunos fenómenos cotidianos.</p>	<p>El alumno conoce y es capaz de explicar el concepto de fuerza pero no lo relaciona con fenómenos cotidianos.</p>	<p>El alumno tiene nociones sobre el concepto de fuerza pero no lo relaciona con fenómenos cotidianos.</p>	<p>El alumno desconoce el concepto de fuerza y no lo relaciona con fenómenos cotidianos.</p>

**ANEXO XIII**

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN METODOLÓGICA DE LA ACTIVIDAD 6: La potente voz de la Señora Gorda</b>					
<b>Tarea</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Reflexión y puesta en común acerca de las propiedades de las ondas sonoras. (50 % de la calificación)	El alumno expresa sus respuestas de manera adecuada, con argumentos científicos.	El alumno participa y relaciona sus respuestas con aspectos científicos aunque éstas no sean totalmente adecuadas.	El alumno participa aunque sus respuestas están mal expresadas o carecen de base científica.	El alumno no participa en el debate pero muestra interés.	El alumno no participa en la puesta en común ni muestra interés.

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE CONTENIDOS DE LA ACTIVIDAD 6: La potente voz de la Señora Gorda</b>					
<b>Objetivos</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Conocer las cualidades de las ondas sonoras, tales como la energía y vibración asociada a estas. (50 % de la calificación)	El alumno conoce el concepto de onda, las particularidades de las ondas sonoras y es capaz de describir las cualidades de las mismas.	El alumno conoce el concepto de onda, las particularidades de las ondas sonoras y es capaz de describir algunas cualidades de las mismas.	El alumno conoce el concepto de onda y las particularidades de las ondas sonoras pero no es capaz de describir las cualidades de las mismas.	El alumno conoce el concepto general de onda pero no es capaz de describir las cualidades de las ondas sonoras.	El alumno desconoce el concepto de onda así como las cualidades de las ondas sonoras.

**ANEXO XIV**

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN METODOLÓGICA DE LA ACTIVIDAD 7: La gravedad de la caída</b>					
<b>Tarea</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Reflexión, puesta en común y coherencia científica de los fenómenos mostrados. (10 % de la calificación)	El alumno expresa sus respuestas de manera adecuada, con argumentos científicos.	El alumno participa y relaciona sus respuestas con aspectos científicos aunque éstas no sean totalmente adecuadas.	El alumno participa aunque sus respuestas están mal expresadas o carecen de base científica.	El alumno no participa en el debate pero muestra interés.	El alumno no participa en la puesta en común ni muestra interés.
Resolución por grupos del problema del ascensor. Comparar lo que sucede en este ascensor con lo que sucede cuando cae el ascensor de la película. (20 % de la calificación)	El grupo realiza la actividad organizándose correctamente y expresa sus respuestas de manera adecuada, con argumentos científicos.	El grupo realiza la actividad organizándose correctamente y relaciona sus respuestas con aspectos científicos aunque éstas no sean totalmente adecuadas.	El grupo realiza la actividad organizándose correctamente aunque sus respuestas están mal expresadas o carecen de base científica.	El grupo realiza la actividad pero sin colaborar entre ellos.	El grupo no es capaz de organizarse y realizar la actividad.
Indagación sobre la ISS y resolución del problema relacionado. (20 % de la calificación)	El alumno entrega la tarea tras haber indagado, relacionado correctamente la información y expresado sus propias conclusiones.	El alumno entrega la tarea tras haber indagado y relacionado la información pero no profundizada ni saca conclusiones de la búsqueda realizada.	El alumno entrega la tarea tras haber indagado pero no ha entendido o relacionado correctamente la información.	El alumno entrega la tarea pero sus respuestas denotan que no ha indagado sobre el fenómeno.	El alumno no entrega la tarea.

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE CONTENIDOS DE LA ACTIVIDAD 7: La gravedad de la caída</b>					
<b>Objetivos</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Comprender el efecto de la fuerza gravitatoria en fenómenos cotidianos. (25 % de la calificación)	El alumno conoce el concepto de fuerza gravitatoria y es capaz de explicarlo identificando su influencia en todos los fenómenos cotidianos en los que interviene.	El alumno conoce el concepto de fuerza gravitatoria y es capaz de explicarlo identificando su influencia en algunos fenómenos cotidianos.	El alumno conoce el concepto de fuerza gravitatoria e identifica su influencia en algunos fenómenos cotidianos.	El alumno conoce el concepto de fuerza gravitatoria pero no identifica su influencia en fenómenos cotidianos.	El alumno no comprende el concepto de fuerza gravitatoria.
Identificar las variaciones de la gravedad con la altura y las similitudes entre ingravidez y caída libre. (25 % de la calificación)	El alumno conoce que existe relación gravedad/ altura e ingravidez/ caída libre y es capaz de explicar ambas relaciones.	El alumno conoce que existe relación gravedad/ altura e ingravidez/ caída libre y es capaz de explicar al menos una de las relaciones.	El alumno conoce que existe relación gravedad/ altura e ingravidez/ caída libre pero no es capaz de explicar dichas relaciones.	El alumno conoce que existe relación gravedad/ altura o ingravidez/ caída libre pero no es capaz de explicar dichas relaciones.	El alumno no identifica la relación entre gravedad y altura o ingravidez y caída libre.

**ANEXO XV**

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN METODOLÓGICA DE LA ACTIVIDAD 8: El tótem que gira y gira</b>					
<b>Tarea</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Reflexión individual y puesta en común. (10 % de la calificación)	El alumno expresa sus respuestas de manera adecuada, con argumentos científicos.	El alumno participa y relaciona sus respuestas con aspectos científicos aunque éstas no sean totalmente adecuadas.	El alumno participa aunque sus respuestas están mal expresadas o carecen de base científica.	El alumno no participa en el debate pero muestra interés.	El alumno no participa en la puesta en común ni muestra interés.
Indagación sobre las ideas aportadas y puesta en común. (40 % de la calificación)	El alumno participa en la puesta en común tras haber indagado, relacionado correctamente la información y expresa sus propias conclusiones.	El alumno participa en la puesta en común tras haber indagado y relacionado la información pero no profundizada ni saca conclusiones de la búsqueda realizada.	El alumno participa en la puesta en común tras haber indagado pero no ha entendido o relacionado correctamente la información.	El alumno participa en la puesta en común pero sus respuestas denotan que no ha investigado sobre la cuestión.	El alumno no participa en la puesta en común ni muestra interés.

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE CONTENIDOS DE LA ACTIVIDAD 8: El tótem que gira y gira</b>					
<b>Objetivos</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<p>Fijar los conocimientos relativos al movimiento circular. (15 % de la calificación)</p>	<p>El alumno entiende todos los conceptos relativos al movimiento circular y es capaz de explicarlos y de calcular su valor a partir de datos numéricos.</p>	<p>El alumno entiende todos los conceptos relativos al movimiento circular y es capaz de explicar alguno de ellos o calcular su valor a partir de datos numéricos.</p>	<p>El alumno entiende todos los conceptos relativos al movimiento circular pero no es capaz de explicarlos o calcular su valor a partir de datos numéricos.</p>	<p>El alumno entiende alguno de los conceptos relativos al movimiento circular pero no es capaz de explicarlos o calcular su valor a partir de datos numéricos.</p>	<p>El alumno no entiende conceptos relativos al movimiento circular, tales como aceleración o fuerza centrípeta, periodo, frecuencia o velocidad angular.</p>
<p>Entender el concepto de una fuerza y la conservación del momento angular. (35 % de la calificación)</p>	<p>El alumno entiende el concepto de fuerza y de conservación del momento angular y es capaz de explicar ambos conceptos y aplicar su conocimiento a la resolución práctica de ejercicios.</p>	<p>El alumno entiende el concepto de fuerza y de conservación del momento angular y es capaz de explicar al menos uno de los dos conceptos y aplicar su conocimiento a la resolución práctica de ejercicios.</p>	<p>El alumno entiende el concepto de fuerza y de conservación del momento angular pero no es capaz de explicarlos o de aplicar su conocimiento a la resolución práctica de ejercicios.</p>	<p>El alumno entiende el concepto de fuerza pero no el de conservación del momento angular.</p>	<p>El alumno no entiende el concepto de fuerza ni el de conservación del momento angular.</p>

**ANEXO XVI**

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN METODOLÓGICA DE LA ACTIVIDAD 9: Retroceder el reloj</b>					
<b>Tarea</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<p>Cuadro – resumen sobre los avances en la explicación del origen del universo en el siglo XX. (35 % de la calificación)</p>	<p>El grupo entrega la tarea organizándose correctamente y la información recogida está contrastada empleando fuentes fiables y está expresada de manera adecuada.</p>	<p>El grupo entrega la tarea organizándose correctamente y la información recogida está contrastada empleando fuentes fiables aunque no se expresa con precisión.</p>	<p>El grupo entrega la tarea organizándose correctamente pero sus respuestas no proceden de fuentes fiables o están mal expresadas.</p>	<p>El grupo entrega la tarea pero sus respuestas no proceden de fuentes fiables y están mal expresadas.</p>	<p>El grupo no entrega la tarea.</p>
<p>Debate acerca del rumbo que debe tomar la ciencia en la explicación del universo y qué beneficios aportaría un descubrimiento de este calibre al terreno científico. (15 % de la calificación)</p>	<p>El alumno expresa sus respuestas de manera adecuada, con argumentos científicos.</p>	<p>El alumno participa y relaciona sus respuestas con aspectos científicos aunque éstas no sean totalmente adecuadas.</p>	<p>El alumno participa aunque sus respuestas están mal expresadas o carecen de base científica.</p>	<p>El alumno no participa en el debate pero muestra interés.</p>	<p>El alumno no participa en el debate ni muestra interés.</p>

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE CONTENIDOS DE LA ACTIVIDAD 9: Retroceder el reloj</b>					
<b>Objetivos</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Conocer las teorías del origen del universo que se han ido aceptando a lo largo de la historia. (50 % de la calificación)	El alumno conoce todas las teorías del origen del universo que se han trabajado en el aula y es capaz de explicarlas adecuadamente.	El alumno conoce todas las teorías del origen del universo que se han trabajado en el aula y es capaz de explicar adecuadamente algunas de ellas.	El alumno conoce varias de las teorías del origen del universo y es capaz de explicar adecuadamente alguna de ellas.	El alumno conoce al menos una teoría sobre el origen del universo y es capaz de explicarla.	El alumno no conoce las teorías del origen del universo que se han ido aceptando a lo largo de la historia.

**ANEXO XVII**

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN METODOLÓGICA DE LA ACTIVIDAD 10: Los efectos de la presión</b>					
<b>Tarea</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Reflexión y puesta en común acerca de los efectos de la presión hidrostática según se descende en el océano y la relación con la presión atmosférica.  (50 % de la calificación)	El alumno expresa sus respuestas de manera adecuada, con argumentos científicos.	El alumno participa y relaciona sus respuestas con aspectos científicos aunque éstas no sean totalmente adecuadas.	El alumno participa aunque sus respuestas están mal expresadas o carecen de base científica.	El alumno no participa en el debate pero muestra interés.	El alumno no participa en la puesta en común ni muestra interés.

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE CONTENIDOS DE LA ACTIVIDAD 10: Los efectos de la presión</b>					
<b>Objetivos</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Comprender los efectos de la presión hidrostática. (20 % de la calificación)	El alumno comprende que la presión del agua tiene efecto sobre los cuerpos y es capaz de explicar dichos efectos y aplicar sus conocimientos a la realización de todo tipo de ejercicios.	El alumno comprende que la presión del agua tiene efecto sobre los cuerpos y es capaz de explicar dichos efectos y aplicar sus conocimientos a la realización de ejercicios sencillos.	El alumno comprende que la presión del agua tiene efecto sobre los cuerpos pero no es capaz de explicar, o bien, de aplicar dichos conocimientos a la realización de ejercicios.	El alumno comprende que la presión del agua tiene efecto sobre los cuerpos pero no es capaz de explicar ni aplicar dichos conocimientos a la realización de ejercicios.	El alumno no comprende los efectos que la presión del agua tiene sobre los cuerpos.
Entender el concepto de flotabilidad y su relación con el peso. (30 % de la calificación)	El alumno entiende el concepto de flotabilidad y su relación con la fuerza del peso, es capaz de explicarlo y de aplicar dichos conocimientos a la realización de ejercicios.	El alumno entiende el concepto de flotabilidad, su relación con la fuerza del peso y es capaz de explicarlo pero no de aplicar dichos conocimientos a la realización de ejercicios.	El alumno entiende el concepto de flotabilidad y su relación con la fuerza del peso, pero no es capaz de explicarlo o de aplicar dichos conocimientos a la realización de ejercicios.	El alumno entiende el concepto de flotabilidad pero no lo relaciona con la fuerza del peso.	El alumno no entiende el concepto de flotabilidad ni su relación con la fuerza del peso.

**ANEXO XVIII**

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN METODOLÓGICA DE LA ACTIVIDAD 11-14: ERRORES CINEMATOGRAFICOS</b>					
<b>Tarea</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<p>Tormenta de ideas acerca de los conceptos que aparecen en las escenas y que son incoherentes con el conocimiento científico. (50 % de la calificación de cada actividad)</p>	<p>El alumno expresa sus ideas de manera adecuada relacionando los conceptos erróneos con aspectos científicos y justifica las incoherencias que detecta.</p>	<p>El alumno participa y relaciona algunos conceptos erróneos con aspectos científicos aunque no explica adecuadamente las incoherencias que detecta.</p>	<p>El alumno participa aunque las ideas que aporta están mal expresadas o no se ajustan a lo que se requiere.</p>	<p>El alumno no participa aportando sus ideas pero muestra interés por las propuestas de sus compañeros.</p>	<p>El alumno no participa aportando ideas ni muestra interés.</p>

**RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE CONTENIDOS DE LAS  
ACTIVIDAD 11-14: ERRORES CINEMATOGRAFICOS**

<b>Actividad /Objetivos</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<p><b>Actividad 11:</b> El mundo cuántico. Entender correctamente el concepto cuántico en Física. (50 % de la calificación)</p>	<p>El alumno entiende el concepto cuántico en el ámbito de la Física, es capaz de explicarlo y sabe que existen diferencias respecto al concepto cuántico de la película, siendo capaz de identificar todos los errores cinematográficos.</p>	<p>El alumno entiende el concepto cuántico en el ámbito de la Física, es capaz de explicarlo y sabe que existen diferencias respecto al concepto cuántico de la película, siendo capaz de identificar algunos errores en la película.</p>	<p>El alumno entiende el concepto cuántico en el ámbito de la Física, es capaz de explicarlo y sabe que existen diferencias respecto al concepto cuántico de la película.</p>	<p>El alumno entiende que existen diferencias entre el concepto cuántico en el ámbito de la Física y el de la película pero no sabe explicar dichas diferencias.</p>	<p>El alumno no entiende el concepto cuántico en el ámbito de la Física.</p>
<p><b>Actividad 12:</b> Los campos de fuerza. Comprender los conceptos de campo eléctrico y magnético. (50 % de la calificación)</p>	<p>El alumno comprende los conceptos de campo eléctrico y magnético y es capaz de explicar todas las diferencias con los conceptos de la película.</p>	<p>El alumno comprende los conceptos de campo eléctrico y magnético y es capaz de explicar alguna diferencia con los conceptos de la película.</p>	<p>El alumno comprende los conceptos de campo eléctrico y magnético pero no es capaz de explicar las diferencias con los conceptos de la película.</p>	<p>El alumno comprende los conceptos de campo eléctrico o magnético pero no es capaz de explicar las diferencias con los conceptos de la película.</p>	<p>El alumno no comprende los conceptos de campo eléctrico y magnético.</p>

<p><b>Actividad 13:</b> El ataque de los neutrinos. Conocer del neutrino como partícula. (20 % de la calificación)</p>	<p>El alumno conoce al neutrino como partícula subatómica sin carga y es capaz de encontrar y explicar todas las diferencias existentes con los conceptos que se trabajan en la película.</p>	<p>El alumno conoce al neutrino como partícula subatómica sin carga y es capaz de encontrar y explicar alguna diferencia con los conceptos que se trabajan en la película.</p>	<p>El alumno conoce al neutrino como partícula subatómica sin carga pero no es capaz de explicar más características.</p>	<p>El alumno tiene nociones del neutrino como partícula pero no es capaz de explicar características de los mismos.</p>	<p>El alumno desconoce el concepto de neutrino.</p>
<p>Comprender de las interacciones propias de las partículas fundamentales. (30 % de la calificación)</p>	<p>El alumno conoce y comprende las cuatro interacciones propias de las partículas fundamentales siendo capaz de explicarlas.</p>	<p>El alumno conoce y comprende las cuatro interacciones propias de las partículas fundamentales y es capaz de explicar alguna de ellas.</p>	<p>El alumno conoce y comprende las cuatro interacciones propias de las partículas fundamentales pero no es capaz de explicarlas.</p>	<p>El alumno conoce que existen interacciones propias de las partículas fundamentales pero no es capaz de explicarlas.</p>	<p>El alumno no conoce ni comprende las interacciones propias de las partículas.</p>
<p><b>Actividad 14:</b> Sonido y láseres en el espacio. Diferenciar entre las propiedades y propagación de las ondas sonoras y las luminosas. (50 % de la calificación)</p>	<p>El alumno conoce el concepto de ondas sonoras y luminosas siendo capaz de explicar las características de propagación de ambas, identificando las diferencias que existen.</p>	<p>El alumno conoce el concepto de ondas sonoras y luminosas siendo capaz de explicar las características de propagación de al menos una de ellas.</p>	<p>El alumno conoce el concepto de ondas sonoras y luminosas pero no es capaz de explicar diferencias en su propagación.</p>	<p>El alumno conoce el concepto de ondas sonoras o luminosas pero no es capaz de explicar diferencias en su propagación.</p>	<p>El alumno desconoce las propiedades de la propagación de ondas sonoras y luminosas.</p>