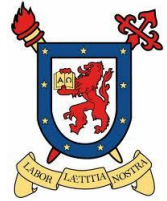


**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**



**PROPUESTA DIDÁCTICA PARA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS  
FÍSICOS A TRAVÉS DE ERRORES DE PELÍCULAS**

**Autores:**

**ORELLANA RAMOS ANTONIETA DEL PILAR**

**PAREDES ROJAS DARÍO ELISEO**

**Profesor Guía:**

Nelson Eduardo Mayorga Sariego

Profesor de Estado de Física

Seminario para obtener el Grado de  
Licenciada/o en Educación de  
Física y Matemática.

**Santiago, Chile**

**2013**

© 227708

**ANTONIETA DEL PILAR ORELLANA RAMOS**

**DARÍO ELISEO PAREDES ROJAS**

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

# **PROPUESTA DIDÁCTICA PARA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS FÍSICOS A TRAVÉS DE ERRORES DE PELÍCULAS**

**Autores:**

**ORELLANA RAMOS ANTONIETA DEL PILAR**

**PAREDES ROJAS DARÍO ELISEO**

Este trabajo de graduación fue elaborado bajo supervisión del profesor guía Sr. Nelson Mayorga Sariego del Departamento de Física y ha sido aprobado por los miembros de la comisión, Sr. Luis Presle y Sr. Francisco Riveros.

---

Luis Presle

---

Francisco Riveros

---

**DIRECTOR**

Yolanda Varga

---

**PROFESOR GUÍA**

Nelson Mayorga

## **AGRADECIMIENTOS**

*Hay muchas personas a las cuáles pudiese agradecer, pero deseo destacar primero a Jehová por toda la ayuda que me ha brindado, a través del tiempo desde que lo conocí. Mis papás, Pilar y Roberto, también han sido un apoyo fundamental en todos los procesos que he vivido, siempre apoyándome en desarrollar las metas que me he propuesto.*

*No quiero olvidar a mi esposo y compañero de tesis, Darío, quién siempre ha sido una fuente de ánimo y estímulo.*

*En fin, muchas personas quiénes me apoyaron, ayudaron y estuvieron y siguen estando presentes en mi vida y en el desarrollo de mi etapa universitaria.*

**Antonieta Orellana Ramos**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Con este seminario se termina una etapa más en mi vida, y no puedo dejar de agradecer en este momento importante. El agradecimiento va a mi padre Percy Enrique Paredes Jara y a mi madre Nolfá Yolanda Rojas Triviño. Fueron estas personas, junto a mis hermanos Rodrigo y Viviana, quienes me ayudaron, me animaron y me apoyaron en los momentos difíciles de este camino. Si bien no estuvieron presentes físicamente, ya que ellos viven en Osorno, sí estuvieron presentes en mi mente constantemente. A este grupo de apoyo se le agregó alguien recientemente, mi amada esposa Antonieta, con quien tengo el gusto de terminar esta etapa universitaria. A ellos vayan mis agradecimientos y mis más sinceros deseos.*

*Es un hecho de que muchas personas más participaron de este proceso, como profesores y compañeros de curso, ellos igual tienen que hacerse parte de estos agradecimientos, en especial nuestro profesor guía Nelson Mayorga.*

*Aunque es mucho lo que uno puede decir en estos momentos, me faltan las palabras necesarias para mencionar todo el apoyo y la ayuda que he recibido. A este grupo grande de personas, que no fueron mencionadas por nombre, que estuvieron ahí cuando lo necesite y a todas las mencionadas anteriormente: muchas gracias.*

**Darío Paredes Rojas**

## TABLA DE CONTENIDOS

HOJA DE CALIFICACIÓN.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
TABLA DE CONTENIDOS.....	iv
RESUMEN.....	1
PALABRAS CLAVES.....	1
ABSTRACT.....	2
KEY WORDS.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVO GENERAL.....	5
Objetivos Específicos.....	5
PROBLEMA.....	5
1. MARCO TEÓRICO.....	6
1.1 Fundamentos Teóricos. Contribuciones de: Lev S. Vygotsky, Jean Piaget, Jerome Bruner y David Ausubel.....	6
1.1.1 Contribuciones de Lev S. Vygotsky.....	6
1.1.2 Contribuciones de Jean Piaget.....	8
1.1.3 Contribuciones de Jerome Bruner.....	11
1.1.4 Contribuciones de David Ausubel.....	15
1.1.5 CUADRO COMPARATIVO.....	18
1.2 LAS IMÁGENES.....	20
1.2.1 Relación entre Física y los Estímulos Audiovisuales (cine).....	23
1.2.2 El Cine y la Enseñanza de la Ciencia.....	25
1.2.3 Experiencia en Aula.....	25
1.3 PRECONCEPCIONES.....	32
1.3.1 ¿Por qué tienen los alumnos preconcepciones? .....	33
1.3.2 ¿Cuál es su origen? .....	35
1.3.3 ¿Qué características presentan? .....	38
1.3.4 ¿Cómo se organizan? .....	40

1.3.5 ¿Cómo conocerlas? .....	42
1.4 HABILIDADES DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO.....	43
1.4.1 Pensamiento Crítico.....	47
1.5 PROGRAMAS DE ESTUDIO DE ENSEÑANZA MEDIA.....	47
1.5.1 Programas de Estudio de Enseñanza Media en el subsector de Física..	47
1.5.2 Áreas de la Física que Consideraremos.....	50
2. MARCO METODOLÓGICO.....	51
3. DESARROLLO.....	54
3.1 Introducción a Guías.....	54
3.2 Guías Estudiante.....	57
3.2.1 Guía 1: The Prestige.....	57
3.2.2 Guía 2: The Prestige.....	59
3.2.3 Guía 3: Taken 2.....	61
3.2.4 Guía 4: Mission Impossible.....	62
3.2.5 Guía 5: Speed.....	64
3.2.6 Guía 6: The Edge.....	66
3.2.7 Guía 7: Star Wars.....	68
3.3 Guías Docentes.....	69
3.3.1 Guía 1: The Prestige.....	69
3.3.2 Guía 2: The Prestige.....	73
3.3.3 Guía 3: Taken 2.....	76
3.3.4 Guía 4: Mission Impossible.....	78
3.3.5 Guía 5: Speed.....	82
3.3.6 Guía 6: The Edge.....	85
3.3.7 Guía 7: Star Wars.....	88
4 CONCLUSIÓN.....	95
5 BIBLIOGRAFÍA.....	97

## **RESUMEN**

Este seminario tiene como objetivo el desarrollo de una propuesta metodológica para enseñar Física. Se basa en la utilización de escenas de películas que poseen algún error físico como medio para generar aprendizaje significativo en los estudiantes, y de esta manera enseñar de una manera distinta y atractiva la Física.

Este trabajo se inicia examinando errores, en escenas de diferentes películas, relacionados con la Física. A partir de ellas realizamos guías, tanto para los estudiantes como para el docente. Estas guías promueven el análisis, por parte de los estudiantes, de los posibles errores que se evidencian en las escenas, poniendo a prueba sus conocimientos sobre el tema. Junto a lo anterior se proponen actividades experimentales, cuyos resultados permiten a los alumnos reconocer con facilidad los errores físicos en la escena. Las guías pueden ser utilizadas por cualquier docente que desee enriquecer su clase, provocando en los estudiantes una mayor atención que a la exposición tradicional y de esta manera propiciar al ambiente para que se produzca un aprendizaje significativo.

Algunas de las guías que presenta esta propuesta fueron implementadas en el Colegio Terraustral Oeste, de la comuna de Maipú. La respuesta de los y las estudiantes fue muy favorable, ya que al realizar una encuesta de opinión, a la gran mayoría le gustaría que se repitiera esta metodología de enseñanza.

## **PALABRAS CLAVES**

- Película
- Error
- Imágenes



## **ABSTRACT**

The goal of this seminar is the development of a methodological proposal when teaching physics. It is based on the use of movies scenes which present an error related to physics, as a medium to enhance significant learning on the students, so this way would lead students to learn physics in a more attractive way.

This work started by looking for mistakes related to physics in different movies. By selecting these scenes worksheets could be created and shared with students and teachers, so this way analysis skill could be fostered among students based on the mistakes seen on the movies, testing the students' knowledge, regarding this experimentals activities are proposed to make students aware of the errors related to physics on the movies. The worksheets are available to any teacher who wishes to make his/her class more dynamic and interesting for students.

The worksheets were applied in Terraustral Oeste school in Maipu county, students' feedback was very good because when a survey was applied they said that this methodology was very dynamic and that they wish having these kind of classes more often.

## **KEY WORDS**

- Movie
- Mistake
- Images

## INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo ha habido cambios en la forma de enseñar ciencias, más específicamente el área de física. Ya que se ha pasado desde el conductismo al constructivismo, esto ha generado el cambio en que ahora son los y las estudiantes los protagonistas de sus aprendizajes y el docente solo un facilitador de estos nuevos aprendizajes.

Por otro lado, podemos decir que hoy en día, las imágenes, como las imágenes en movimiento, tanto en la televisión, el cine, etcétera, son cosas cotidianas, que tanto docentes como estudiantes están habituados; por lo tanto deseamos desarrollar, a partir de lo anterior, nuestra propuesta metodológica que será de carácter cualitativo, es decir, está orientado a revelar cuáles son las características de alguna cosa, por lo tanto se centra en la calidad. En pocas palabras, lo que haremos, es valernos de los errores físicos presentes en estos medios comunicativos y aprovecharlos, no para general una preconcepción errónea o una interpretación de la realidad que no se ajusta a lo que es aceptado por la ciencia actual, sino para generar una instancia de aprendizaje significativo y un ambiente propicio para que el alumno construya su propio conocimiento

En nuestro caso se desarrollaran guía, tanto para el docente como para los estudiantes. Estas guías se centraran en reproducir, de una manera sencilla pero verás, lo que se observa en un determinado extracto de una película en el cual se presente un error físico. De esta manera el estudiante podrá manipular variables. Esta manipulación de variables no sería posible en una clase conductista. Además, los estudiantes podrán manipular las variables que ellos consideren necesarias, y no necesariamente las que el profesor mencione. Este ayudará a que ellos vayan construyendo su propio

conocimiento a partir de su propia intervención lo que, por lo general, genera mejores resultados.

En la intervención que se realizó, se realizó una encuesta de opinión, en la cual los estudiantes pudieron calificar su grado de interés en diversos ámbitos de la actividad planteada. Será interesante analizar estos resultados para determinar la futura implementación formal de una propuesta como esta.

## **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una propuesta didáctica para enseñar física a partir de errores que se manifiestan en películas

## **Objetivos Específicos**

- ☞ Detectar errores en diferentes películas relacionadas con ciencias
- ☞ Desarrollar espíritu crítico para analizar películas
- ☞ Confeccionar unas guías didácticas para el docente y el estudiante para realizar el análisis de película
- ☞ Implementar estas guías a través de la aplicación en dos cursos experimentales y evaluar el grado de motivación que ellas generan en los estudiantes.

## **Problema**

Teniendo en consideración que muchos estudiantes presentan preconcepciones en el área de las ciencias, muchas de las cuáles no son correctas y varias de las cuáles son creadas por los medios de difusión masivos (cine, televisión); se puede aprovechar esta situación para desarrollar una propuesta metodológica, que utiliza este mismo medio con el cual se crean los errores, para permitir un ambiente idóneo para generar aprendizaje significativo a través de escenas de películas en donde se presenten errores relacionados con la asignatura de física.

## **1. MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Fundamentos teóricos. Contribuciones de: Lev S. Vygotsky, Jean Piaget, Jerome Bruner y David Ausubel.**

#### **1.1.1 Contribuciones al currículo de Lev Vygotsky.**

Lev Vygotsky realizó muchos aportes a la educación. En lo particular mencionaremos lo que tiene relación con lo denominado: zona de desarrollo proximal (ZDP). Esta zona de desarrollo proximal o zona de desarrollo próximo es el área que existe entre la ejecución espontánea que realiza un niño o un adolescente utilizando sus propias actitudes y sus propios recursos y el nivel que puede alcanzar cuando recibe apoyo externo, esto, llevado al área de la educación, es el apoyo proporcionado por el educador. Es precisamente en esta área donde la educación actual debe interferir. Y si relacionamos esto con lo que estipula Piaget, se diría que la interacción social no debe darse exclusivamente con los maestros o educadores sino con quienes perteneces al contexto sociocultural (hablaremos de Piaget más adelante).

La educación debe ofrecer a los niños y a los adolescentes posibilidades de intercambio social que vayan más allá de los que éstos encuentran en sus medios habituales, sean estos sociales, culturales, etc. Es en esta zona de desarrollo próximo donde los alumnos interactúan con quienes pueden ejercer una influencia formadora en ellos, sean estas positivas o negativas. De esto se deduce que no solo los maestros y educadores se encontrarían en estas condiciones, de poder influir en la formación de los niños, sino que también los padres de familia, los medios masivos de comunicación, su entorno comunitario, incluso sus medios de entretenimiento como videojuegos, películas, series, etc. Aunque a los maestros les corresponden de una manera especial

este papel formador, no podemos negar que las demás áreas influyen de manera directa o indirecta en este proceso. Es aquí donde Vygotsky recalca que deberían existir redes de interacción educativa entre los ámbitos familiares, comunitarios y escolares. Y es que el aprendizaje se centra en la manera cómo interactúan con los alumnos los diferentes instrumentos culturales ya mencionados.

La zona de desarrollo próximo, es la distancia entre el nivel de desarrollo real del niño, tal y como puede ser determinada a partir de la resolución independientes de problemas, y el nivel más elevado de desarrollo potencial, tal y como es determinado bajo la guía del adulto o tutor educativo. En este sentido, el papel explícito del profesor es el de provocar en el alumno avances que no sucederían de manera espontánea, que el alumno no podría alcanzar por sí solo. Ahora bien, esto no significa que el alumno tengo que depender única y exclusivamente de su tutor o formador, de los adultos en general, para alcanzar los niveles de desarrollo que va necesitando en la vida.

Otra de las funciones fundamentales de los maestros es la de hacerse cada vez menos necesario en la medida en que se desarrolla en el alumno la conciencia de la autonomía y la capacidad de conducir sus propios procesos de formación. Se trata de un papel doble que no descansa sobre alguna contradicción que vaya en contra de la formación del alumno.

La zona de desarrollo próximo tendría que ofrecer las condiciones propicias para que estos dos procesos se realicen de una manera interactiva: con la guía y las relaciones de confianza y afecto que se construyan entre el alumno y sus maestros, y con su medio sociocultural, y poco a poco autogestivamente<sup>1</sup>, aunque siempre en contacto con la sociedad (Coll, 1993).

---

<sup>1</sup> Autogestivamente: Sistema de gestión de una empresa en el que los trabajadores tienen parte activa en las decisiones sobre la producción

### 1.1.2 Contribuciones al currículo de Jean Piaget

Jean Piaget (Omnia, 1990). Psicólogo suizo, elaboró una teoría amplia y original del desarrollo intelectual y perceptual (Jean Piaget y su influencia en la educación). Las teorías que más sobresalen de este psicólogo son:

#### 1. El funcionamiento de la inteligencia

La inteligencia, según Piaget, es un proceso de naturaleza biológica, es decir, constituye un proceso de adaptación que es continuación del biológico, de la manera en como los seres vivos nos desarrollamos; y de esto se desprenden dos procesos que son complementarios: la asimilación y la acomodación, la primera se refiere al modo en que un organismo se enfrenta a un estímulo del entorno en términos de organización actual, mientras que la acomodación implica una modificación de la organización actual en respuesta a las demandas del medio.

A medida que el desarrollo cognitivo se va desarrollando ambos procesos señalados anteriormente no se ven afectados, es decir, no varían, esto para Piaget se conoce como equilibración donde ambos procesos se mantienen en equilibrio, y de esta manera sirve como regulador.

#### 2. El concepto de esquema

El concepto de esquema para Piaget, se refiere a una estructura mental determinada que puede ser transferida y generalizada. Por ejemplo Uno de los primeros esquemas es el del objeto permanente, que permite al niño responder a objetos que no están presentes sensorialmente. Más tarde el niño consigue el esquema de una clase de objetos, lo que le

permite agruparlos en clases y ver la relación que tienen los miembros de una clase con los de otras.

### 3. El proceso de equilibración

Para Piaget el proceso de equilibración entre asimilación y acomodación se establece en tres niveles sucesivamente más complejos:

- a. El equilibrio se establece entre los esquemas del sujeto y los acontecimientos externos.
- b. El equilibrio se establece entre los propios esquemas del sujeto
- c. El equilibrio se traduce en una integración jerárquica de esquemas diferenciados.

Un nuevo concepto de suma importancia: ¿qué ocurre cuando el equilibrio establecido en cualquiera de esos tres niveles se rompe? Es decir, cuando entran en contradicción bien sean esquemas externos o esquemas entre sí. Se produciría un conflicto cognitivo que es cuando se rompe el equilibrio cognitivo. El organismo, en cuanto busca permanentemente el equilibrio busca respuestas, se plantea interrogantes, investiga, descubre, etc, hasta llega al conocimiento que le hace volver de nuevo al equilibrio cognitivo. En otras palabras, en el intercambio con el medio que lo rodea, el individuo va construyendo tanto sus conocimientos como sus estructuras cognitivas, las anteriores no son producto, necesariamente, de factores internos o ambientales, de lo contrario de la propia actividad que va realizando el individuo.

### 4. Etapas del desarrollo cognitivo

Piaget (González, 2003) distingue etapas, estadios o períodos de desarrollo que los caracteriza por una determinada estructura. Estas etapas van desde la infancia hasta la adolescencia: como las estructuras psicológicas se desarrollan a partir de los reflejos innatos, se organizan



durante la infancia en esquemas de conducta, se internalizan durante el segundo año de vida como modelos de pensamiento, y se desarrollan durante la infancia y la adolescencia en complejas estructuras intelectuales que caracterizan la vida adulta. Piaget divide el desarrollo cognitivo en cuatro periodos importantes:

- a) Estadio sensorio-motor: Desde el nacimiento hasta aproximadamente dos años. En este estadio los individuos no registran pensamientos lógicos, solo comienzan a explorar el mundo que los rodea guiándose mediante sus reflejos y capacidades sensoriales.
- b) Estadio preoperatorio: Entre los 2 y los 7 años de edad. En este estadio los individuos presentan pensamientos individualistas y egocéntricos. Al plantearse problemas a los individuos, estos buscan solución sin aceptar ayuda externa, siendo incapaces de formalizar sus descubrimientos en este proceso de búsqueda de resultados.
- c) Estadio de las operaciones concretas: De 7 a 11 años de edad. En este estadio los individuos poseen la capacidad de generar operaciones lógicas durante la resolución de problemas, deja de lado las ideas egocéntricas, sin embargo no le es complicado posicionarse en situaciones hipotéticas.
- d) Estadio de las operaciones formales: Desde los 12 años de edad en adelante (toda la vida adulta). En este estadio el individuo tiene la capacidad de generar pensamientos lógicos y abstractos. Ante una problemática compleja, los individuos son capaces de desligar responsabilidades a sus pares y en conjunto formalizar los aprendizajes y generar nuevos conocimientos.

Según Martín Socas (2000), él concluye que Piaget construye una compleja teoría evolutiva y estructural, que trata de explicar el conocimiento como el

resultado de un proceso evolutivo (paso de un nivel de conocimiento a otro mayor) a través del cual se construyen estructuras cognitivas que le permiten comprender la realidad que le rodea.

### **1.1.3 Contribuciones al currículo de Jerome Bruner**

La didáctica de una clase tradicional se puede resumir de la siguiente manera: el profesorado es el poseedor de la verdad y del conocimiento, cumpliendo un rol activo dentro de la clase, mientras que los estudiantes cumplen un rol pasivo, actuando solo como receptores de la información entregada por el o la docente. Al implementar medios audiovisuales, sean imágenes o películas, en los cuales el estudiante tenga que determinar el error físico presente, se presenta un quiebre estructural en la didáctica de la clase tradicional. Este quiebre provoca que los estudiantes sean los y las responsables de la construcción de su propio conocimiento, logrando de esta manera que ellos aprendan a aprender. En este quiebre estructural de la didáctica de la clase el profesor ya no es el actor principal, o el poseedor de la verdad, sino que se transforma en el encargado de guiar al estudiante en un proceso que Bruner descubrimiento. En este proceso de descubrimiento es importante que el profesor no exponga directamente los contenidos sino que entregue estrategias metodológicas, acordes al nivel del curso y a los objetivos, para direccionar dicho descubrimiento.

Según Baro (2011) existen tres tipos de descubrimientos:

- “Descubrimiento inductivo: implica la colección y la reordenación de datos para llegar a una nueva categoría, concepto o generalización”.
- “Descubrimiento deductivo: implicaría la combinación o puesta en relación de ideas generales, con el fin de llegar a enunciados específicos, como en la construcción de un silogismo”.

- “Descubrimiento transductivo: el individuo relaciona o compara dos elementos particulares y advierte que dos similares en uno o dos aspectos”.

Baro (2011) indica que para que se produzca un aprendizaje por descubrimiento por parte del estudiante, la búsqueda debe ser restringida, para que se dirija directamente al objetivo planteado. Los objetivos tienen que ser específicos y los medios tienen que ser atractivos, para que el estudiante se incentive en este tipo de aprendizaje. Para este aspecto, la selección de películas tiene que ser tal, que logre captar el interés del estudiantado, para que logre este incentivo de parte de los alumnos. Aunque Bruner menciona que el profesor no es el actor principal, si desempeña un papel clave a la hora de producirse este descubrimiento. El profesor debe guiar adecuadamente los conocimientos previos que existen en los alumnos. Además, debe estar familiarizado con los procedimientos de observación, búsqueda, control y medición de variables, ya que estas son herramientas para el proceso de descubrimiento. Pero lo más importante, es que la tarea debe tener sentido para el estudiante, de esta manera se incentivará a dicho descubrimiento.

Otro aporte de Bruner en lo relacionado con la educación es lo que se conoce como la metáfora del andamiaje. Junto con Wood y Ross ilustran los procesos de enseñanza y aprendizaje que tienen lugar en las interacciones entre las personas adultas y las criaturas (Wood, Bruner y Ross, 1976). Esta metáfora hace referencia a un hecho observado en distintos trabajos. Cuando un adulto interactúa con un niño o niña con la intención de enseñarle algo tiende a adecuar el grado de ayuda al nivel de competencia que percibe de él o ella. A menor competencia, mayor será la ayuda que le proporcionará el adulto. Por ejemplo, cuando un instructor de autoescuela percibe que su alumno no sabe conducir aumenta las ayudas (verbales, incluso físicas) que ejercen de

andamio. Este andamio permite que el aprendiz vaya aprendiendo a usar el instrumento correctamente (el coche). A medida que la persona va siendo más competente el monitor o enseñante retira su ayuda y concede más responsabilidad y control de la tarea al aprendiz, para que pueda, finalmente, realizar la actividad o tarea autónomamente. El resultado final es que el “andamio” (las ayudas del instructor), al ser innecesario, se retira.

En esta nueva visión de la educación no se acentúa el trabajo en solitario de la representación y categorización cognitiva. Al contrario, la educación es un proceso público que consiste en intercambiar, compartir y negociar significados. Los andamios o, sistemas de ayuda en los procesos de enseñanza – aprendizaje, permiten moverse en seguridad hacia el próximo escalón. Y el próximo escalón es siempre la apropiación de una determinada herramienta cultural (la lectura, la escritura, la notación matemática, el uso de Internet, etc.). En este sentido la mente no se forma de dentro hacia fuera (tesis piagetiana), sino que las “prótesis” de la cultura (por ejemplo, sistemas institucionalizados para recordar, un cuerpo de leyes, Internet, un conjunto de historias) nos permiten amplificar nuestras capacidades psicológicas o, dicho con otras palabras, nos permiten recordar, pensar o intercambiar información. No podemos recordarlo todo y por eso inventamos la escritura y construimos monumentos, al igual que no podemos ver de muy lejos y por eso construimos telescopios. La cultura permite construir la mente humana a través de la educación. Y es que participando en situaciones de enseñanza y aprendizaje es como las personas adquieren los instrumentos culturales (lenguaje, oral y escrito, notación matemática, representaciones gráficas) que les permiten dar sentido y significado a la realidad. Según Bruner (1997) “el objetivo de la educación consiste en ayudarnos a encontrar nuestro camino dentro nuestra cultura, a comprenderla en sus complejidades y contradicciones [...] No sólo de pan vive el hombre; ni sólo de matemáticas, ciencias y de las nuevas tecnologías de la información. La tarea central es crear un mundo que dé

significado a nuestras vidas, a nuestros actos, a nuestras relaciones”. Y el modo que tenemos para dar significado a nuestras vidas y comprender las ajenas, para entender nuestros actos e interpretar las acciones de los otros y otras es mediante narraciones, relatos que permiten comprender lo extraño o aquello que quebranta lo esperable, canónico o normativo (Bruner, 2008).

Resumiendo lo ya expuesto, los aportes de Bruner son:

- El profesor debe guiar los procesos de enseñanza – aprendizaje adecuando su grado de ayuda al nivel de competencia que percibe del aprendiz y dando más responsabilidad y dominio de la tarea a medida que el niño o niña se apropia (aprende a dominar) el instrumento, concepto, habilidad o conocimiento. Sea dicho de paso, esta noción debe mucho al concepto vygotkiano de “zona de desarrollo próximo”.
- Mediante las narraciones construimos y compartimos significados para entender el mundo y buscar un sitio en él. Se deben utilizar relatos, historias, narraciones en clase. Podemos entender la ciencia, por ejemplo, como una historia de seres humanos que superan ideas recibidas para solucionar problemas “nuevos”.

Los procesos de enseñanza y aprendizaje se deben desarrollar en prácticas cooperativas de trabajo en grupo. La “enseñanza recíproca” de Ann Brown es un ejemplo práctico. Se trata de enseñar y aprender compartiendo, “haciendo cosas conjuntamente”, mediante comunidades de aprendizaje implicadas en la resolución de problemas. El trabajo individual, el trabajo cooperativo, la enseñanza a otros compañeros, el uso de apoyos instrumentales como la wikipedia, el youtube o el Facebook son instrumentos inseparables para garantizar el aprendizaje de contenidos y, lo que es más importante aún, formas de expresión, negociación y utilización de la mente (aprender a trabajar en equipo, a reflexionar sobre el proceso de aprendizaje, a utilizar la narración

como instrumento de pensamiento y de intercambio, a usar la tecnología disponible o a enseñar y comunicar a otros los conocimientos adquiridos).

#### **1.1.4 Contribuciones al currículo de David Ausubel**

David Ausubel (Rodríguez, 2011), psicólogo americano; construyó lo que se conoce como Teoría del aprendizaje Significativo.

Por mucho tiempo se consideró el aprendizaje como un cambio de conducta en el individuo, pero el verdadero aprendizaje va más allá esto, es un proceso complejo que se origina en el interior del sujeto y que explica el, ¿cómo se aprende?, ¿Cuáles son los límites del aprendizaje?, ¿por qué se olvida lo aprendido? Y tantas otras interrogantes que surgen de este tema.

Ausubel plantea que el aprendizaje depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información; debe entenderse como “estructura cognitiva”, aquellos que el individuo posee de información con respecto a un determinado tema. Pero no sólo basta saber cuanta información maneja el estudiante, sino que con cuanta profundidad.

Ausubel puede resumir su obra de la siguiente manera “Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente” (Ausubel, 1983); el conocimiento previo es muy importante, la labor del profesor es identificar ese conocimiento y la enseñanza que el docente tiene es actuar en consecuencia con lo que el alumno ya sabe y los objetivos específicos del profesor.

Un aprendizaje es significativo cuando los contenidos son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no literalmente) con lo que el alumno ya conoce. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas

se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición (Ausubel, 1983)

El proceso educativo se desarrollará de manera correcta siempre y cuando el estudiante conecte los conocimientos que ya posee con aquellos con los que debe aprender, de manera que funcionen como punto de anclaje a las primeras.

Aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje por recepción

En el aprendizaje por recepción, el contenido o motivo de aprendizaje se presenta al alumno en su forma final, sólo se le exige que internalice o incorpore el material (leyes, un poema, un teorema de geometría, etc.), que se le presenta de tal modo que pueda recuperarlo o reproducirlo en un momento posterior.

En el aprendizaje por descubrimiento, lo que va a ser aprendido no se da en su forma final, sino que debe ser re-construido por el alumno antes de ser aprendido e incorporado significativamente en la estructura cognitiva

El aprendizaje por descubrimiento involucra que el alumno debe reordenar la información, integrarla con la estructura cognitiva y reorganizar o transformar la combinación integrada de manera que se produzca el aprendizaje deseado. Si la condición para que un aprendizaje sea potencialmente significativo es que la nueva información interactúe con la estructura cognitiva previa y que exista una disposición para ello del que aprende, esto implica que el aprendizaje por descubrimiento no necesariamente es significativo y que el aprendizaje por recepción sea obligatoriamente mecánico. Tanto uno como el otro pueden ser

significativo o mecánico, dependiendo de la manera como la nueva información es almacenada en la estructura cognitiva del alumno.

Finalmente es necesario considerar lo siguiente: "El aprendizaje por recepción, si bien es fenomenológicamente más sencillo que el aprendizaje por descubrimiento, surge paradójicamente ya muy avanzado el desarrollo y especialmente en sus formas verbales más puras logradas, implica un nivel mayor de madurez cognoscitiva (Ausubel, 1983).

Ausubel distingue tres tipos de aprendizaje significativo:

1. Aprendizaje de representaciones. Es el aprendizaje más elemental del cual dependen los demás tipos de aprendizaje. Consiste en la atribución de significados a determinados símbolos, al respecto Ausubel dice: "Ocurre cuando se igualan en significado símbolos arbitrarios con sus referentes (objetos, eventos, conceptos) y significan para el alumno cualquier significado al que sus referentes aludan" (Ausubel, 1983).
2. Aprendizaje de conceptos. Los conceptos se definen como "objetos, eventos, situaciones o propiedades de que posee atributos de criterios comunes y que se designan mediante algún símbolo o signos" (Ausubel, 1983). Se diferencia de lo anterior porque en este tipo de aprendizaje se dan dos tipos de procesos. La formación que es donde los conceptos se adquieren a través de la experiencia directa; en tanto que el proceso de asimilación se produce a medida que el sujeto utiliza combinaciones de estructuras cognitivas.
3. Aprendizaje de proposiciones. Es la combinación de las dos anteriores, ya no son palabras aisladas, es un conjunto que representa algo en



especial, provocando un nuevo significado que es asimilado en la estructura cognitiva.

### 1.1.5 Cuadro Comparativo

El siguiente cuadro, señalaremos una recopilación de todos los autores antes mencionados, recogiendo lo principal y que afecte de manera directa a nuestra investigación.

<b>Lev Vygotsky</b>	Investigamos sobre la “zona de desarrollo proximal”, ya que es en esta zona donde el alumno construye su propio conocimiento en base a lo que él ya sabe junto con lo que el profesor le entrega (además influyen muchos otros factores). Como queremos que los alumnos construyan su propio conocimiento en base a errores de películas, es necesario conocer muy bien esta zona.
<b>Jean Piaget</b>	Nos centraremos en el estadio de las operaciones formales, ya que según la teoría, los niños con más de 12 años pueden ya construir pensamientos lógicos y abstractos; esto nos ayuda porque los adolescentes pueden desarrollar el espíritu crítico analizando las escenas de películas
<b>Jerome Bruner</b>	Metáfora del andamiaje. Cuando se enseña en base a errores, como los errores de películas, es fundamental la buena construcción de este andamio para que los alumnos logren el fin: construir su conocimiento sin la ayuda del profesor.
<b>David Ausubel</b>	Su frase que resume todo su trabajo es: “El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese

	<p>consecuentemente”. Esto nos indica que debemos averiguar las preconcepciones que poseen los alumnos y en base a ello trabajar y enseñar para profundizar más los contenidos.</p>
--	---

## 1.2 Las imágenes

En esta sección consideraremos porqué es de importancia el uso de imágenes en movimiento en el aprendizaje de un estudiante.

La imagen ha desbordado los límites de la palabra escrita y se ha convertido en una forma específica de comunicación. Actualmente la imagen domina en la cultura de hoy en día. Las nuevas generaciones están acostumbradas a contemplar muchas imágenes, pero no las asimilan. Los avances tecnológicos no se pueden parar, y en esta evolución se hace necesaria la individualización de las técnicas audiovisuales, la conjugación de medios de comunicación de masas con otros más flexibles, lo cual está llevando a la necesidad de una colaboración más estrecha entre la educación y los medios de comunicación (M. Pró, 2003).

Estamos en un momento en el que predomina la imagen y ni los adultos ni los alumnos de nuestras escuelas están acostumbrados a descodificarla. Además un niño conoce más cosas a través de la imagen que por su propia experiencia (M. Pró, 2003).

Nuestros alumnos están acostumbrados a ver muchas imágenes fuera de los colegios, mientras que en éstos predominan todavía la comunicación verbal y escrita. Los recursos iconográficos, que, por otra parte, ayudarían a entender más la información que se utiliza en las escuelas, están bastante desaprovechados (M. Pró, 2003).

Cuando la imagen se pone al servicio de una pedagogía activa, se consigue que los alumnos tengan una actitud investigadora, crítica y reflexiva. Al alumno

habitado a tener esa actitud crítica en la escuela, le será más fácil adoptarla delante de los audiovisuales que recibe fuera de ella (M. Pró, 2003).

La educación formal, y con ella la mayoría de los maestros, se siguen aferrando al libro y el texto escrito como única fuente de información y aprendizaje. Incluso es frecuente escuchar voces que alertan frente al peligro de perder la cultura del libro y de la lectura. Existen muchos maestros, intelectuales y padres de familia que ven en la experiencia del cine, el video, la televisión y la Internet una reducción en el desarrollo del pensamiento. Según ellos, la pantalla está fomentando una actitud pasiva del joven, que estaría de tal manera hipnotizado por los sucesos que ve en ella que dejaría de pensar y formularse una opinión propia (Meier, 2003).

Opinan que los nuevos medios matan la imaginación y la creatividad. Frente a esta actitud de muchos educadores, el joven se encuentra en un dilema porque mientras que en su tiempo de ocio y su futuro como profesionista se encuentra en la era global y se comunica mediante la electrónica con el resto del mundo, en la escuela y la universidad el libro y el texto escrito siguen jugando un papel dominante (Meier, 2003).

Las características de la imagen en los medios de comunicación son:

1. La comunicación a través de la imagen es una mediación. A veces se ha planteado que la información que recibimos mediante la observación directa es más completa y verídica que la obtenida a través de los medios de comunicación. Pero el modelo de comunicación es diferente: mientras que el primero se basa en los sentidos, el segundo no se puede verificar mediante la experiencia propia, sino que su credibilidad depende de la confianza que nos merece el comunicante, ya que se trate de la

televisión, del autor de un videograma. Enseñar a la persona a evaluar la veracidad de la información que le llega por los medios de comunicación consiste en enseñarle a utilizar el juicio de autoridad como un criterio de verdad. Es difícil distinguir entre las informaciones verdaderas y las erróneas, y se ha de tener en cuenta el riesgo de manipulación y la dificultad de descodificación.

2. Rapidez en la selección de la información. Las imágenes en los medios de comunicación de masas no nos proporcionan una información equilibrada. Es un planteamiento consumista en la selección de la información por parte del espectador.
3. La visión industrial de la comunicación. Los mensajes que se establecen vienen condicionados por un modelo de producción social y económico. Para obtener beneficios, el producto ha de gustar al cliente, y éste ha de ser inducido a un cambio constante del producto.
4. Comunicación con redundancia. La redundancia lleva a establecer unas relaciones cuyo desarrollo y cuyos personajes son muy parecidos, y que tienden a establecer una trama de consumo de sensaciones, más que de otros aspectos.

En resumen, mediación, rapidez, motivación y repetición son alguna de las características propias de los medios de comunicación que inciden sobre nuestros alumnos (M. Pró, 2003).

### 1.2.1 Relación entre física y los estímulos audiovisuales (cine)

Uno de los mayores problemas con que se encuentran los profesores de ciencias es el hecho de que los alumnos poseen una comprensión deformada de la realidad. Este fenómeno puede explicarse, desde una óptica simplista, en virtud de una escasa o incorrecta labor por parte de los docentes de dicha área. Pero la realidad es más compleja. El continuo bombardeo de estímulos audiovisuales abruma y equivoca la percepción del niño, y posteriormente del adolescente, de tal forma que la “realidad” asimilada en el cine y la televisión tiene, en ocasiones, preferencia sobre los razonamientos del aula de ciencias. De no corregirse, la “Física de Hollywood” da lugar a adultos con pocos o nulos conocimientos científicos útiles. En casos extremos, puede desembocar en una concepción de la ciencia como una actividad perversa y peligrosa (Elías, 2010)

El hecho de que, incluso en las altas esferas, Luke Skywalker<sup>2</sup> disfrute de un estatus divulgativo más elevado que Carl Sagan<sup>3</sup>, es en realidad el resultado de un proceso largo de exposición a estímulos audiovisuales. La “Física del Correcaminos”<sup>4</sup>, con situaciones físicas absurdas, busca la risa del niño; y la consigue, pero al coste de introducir al futuro ciudadano a una concepción falsa de la realidad física. Podríamos pensar que, al crecer, los estímulos audiovisuales se adaptan mejor a las leyes de la Física, pero no siempre es así. La película *Speed*<sup>5</sup> es un caso clásico: un autobús salta horizontalmente un paso elevado de quince metros sin caer hacia abajo ni un milímetro, en la mejor tradición del Coyote. La profusión de efectos especiales por ordenador, donde se suele primar la espectacularidad frente al rigor, tampoco ayuda. Y, por supuesto, los comentarios de Homero Simpson sobre haber provocado “tres

---

<sup>2</sup> Luke Skywalker es el protagonista original de la trilogía original de la saga Star Wars

<sup>3</sup> Carl Sagan fue un astrónomo, astrofísico, cosmólogo, escritor y divulgador científico estadounidense

<sup>4</sup> Revista (<http://www-revista.iaa.es/35/la-f%C3%ADsica-del-correcaminos>)

<sup>5</sup> Speed película que traducida al español es “Máxima velocidad”

fundiciones del núcleo y un Síndrome de China” resultan cómicos, pero no ayudan a la comprensión de los fenómenos de Fukushima. (Quirantes, 2011)

Este proceso constituye, a la larga, un impedimento a un correcto aprendizaje. Por lo general, el estudiante debe tener algún tipo de conocimiento previo que le ayude a “anclar” los conceptos nuevos. Un problema, conocido como impedimento sustantivo, se manifiesta cuando el conocimiento “ancla” es incorrecto. La asimilación de conocimientos nuevos a concepciones previas falsas da lugar a un fallo especialmente dañino en el proceso de aprendizaje, por cuanto no hay constancia siquiera de su existencia: el alumno no sabe, pero cree que sabe. Si las ideas previas son generadas en estudios de cine y televisión, en los que no prima necesariamente el rigor, y son asimiladas por personas que carecen de herramientas para el análisis crítico, acabarán conformando un marco de aprendizaje erróneo (Saber, 2001).

En un intento por atacar la raíz del problema, la Academia Nacional de Ciencias de EEUU ha desarrollado recientemente el programa *Science and Entertainment Exchange*, que intenta hacer converger la ciencia correcta con el entretenimiento bien hecho. Su consejo asesor incluye, además de personalidades científicas, nombres del mundo del cine como Dustin Hoffman, Jerry Zucker y Seth MacFarlane (SEE 2011). Por su parte, cada vez más directores de películas y series enfocan sus productos hacia una audiencia que se muestra interesada por temas de ciencia. Valga como ejemplo la película *Sunshine*, que cuenta como asesor científico a Brian Cox, astrofísico y divulgador; o la serie de televisión *Big Bang*, cuyo trasfondo científico es desarrollado por el profesor David Salzman, de la Universidad de California – Los Angeles, UCLA (Salzman 2011). En la actualidad, se aprecia una convergencia entre cine y ciencia, donde ambos mundos tienen mucho que ganar: credibilidad y una poderosa herramienta pedagógica, respectivamente. (Quirantes, 2011).

### **1.2.2 El cine y la enseñanza de la ciencia**

En las últimas décadas, se ha intensificado una tendencia consistente en utilizar ejemplos de cine para ilustrar principios científicos. Los pioneros han sido los estudiosos de la ciencia ficción. Ya en 1968, el escritor Isaac Asimov abogaba por la idea de utilizar relatos de ciencia ficción como ayuda a la enseñanza (Asimov 1968). La ciencia ficción ha sido promovida como elemento docente, de la mano de profesores como Costas Efthimiou y Ralph Llewellyn, de la Universidad de Florida Central.

Otro género explorado en la enseñanza de la física es el de superhéroes (Gresh y Weinberg 2006, Kakalios 2009). En España destaca la labor pionera de profesores como Pilar Bacas (en enseñanza secundaria), Jordi José, Manuel Moreno y Miquel Barceló, en la Universidad Politécnica de Cataluña, o Sergio Palacios, en la Universidad de Oviedo. Este último imparte con gran éxito una asignatura llamada *Física y Ciencia Ficción* (Palacios 2008, 2011).

### **1.2.3 Experiencia en aula**

En este último tiempo se ha innovado en la utilización de métodos didácticos para la enseñanza de la ciencia y el cine no es la excepción. Por ejemplo, Arturo Quirantes (2011) desarrolló un proyecto llamado “Física de Película” (FdP). Este método consiste en el uso de un conjunto de pequeños fragmentos de película, de cualquier temática, para su uso en el aula de Física como elemento didáctico. Es decir, no forma un curso por sí solos, sino que funciona como material de ayuda a la docencia.

De entre todos los ejemplos posibles, algunos hubieron de ser descartados por su brevedad; otros resultaban excesivamente violentos, sexistas, o claramente inverosímiles. Tras un proceso de selección, se pudo compilar una base de conocimiento con aproximadamente 150 fragmentos, o videoclips, de entre 10 segundos y 2,5 minutos de duración (Quirantes, 2011).



Los videoclips fueron en maquetados en una presentación ofimática (formatos OpenOffice y Microsoft PowerPoint), junto con gráficas y ecuaciones adicionales para ayudar a explicar algunos de los conceptos presentados. Física de Película se compone de un total de 22 presentaciones, correspondientes a otros tantos temas de Física General.

Física de Película fue utilizado por primera vez en el curso 2009/10, en la asignatura de primer curso Física, Grupo A (28 alumnos), de la Licenciatura en Química (a extinguir) de la Universidad de Granada. Los resultados mostraron una mejora en el rendimiento académico de los alumnos respecto al curso 2008/09 (22 alumnos): si bien el porcentaje de alumnos presentados a examen clase no varió (36% de media), la tasa de aprobados ascendió del 45% al 64%, y la nota media aumentó de 3,50 a 4,57 (datos examen final de Junio)

En el curso 2010/11, la asignatura anual Física fue sustituida parcialmente por Física I, semestral, enmarcada en el nuevo Grado en Química. El grupo A, de referencia, contaba con 63 alumnos matriculados. La primera particularidad observada ha sido un aumento significativo del porcentaje de alumnos asistentes a clase, que rozó de media el 77%. Se observó asimismo una tendencia a la disminución en el número de asistentes conforme avanzaba el curso, aunque con caídas mucho menos bruscas que en años anteriores. El porcentaje de alumnos presentados a examen final aumentó sustancialmente, del 36% de los dos años anteriores a un sorprendente 83%. En lo que respecta a los resultados académicos, fueron asimismo satisfactorios. La nota final media aumentó hasta el 5,73, con un porcentaje de alumnos aprobados (respecto a los presentados) superior al 80% (Quirantes, 2011).

La disparidad entre la duración de ambas asignaturas y la introducción del nuevo sistema de títulos de grado dificultan una comparación entre los datos obtenidos en Física I (2010/11) y los de la primera evaluación de Física General (2008/09 y 2009/10). Aun así, el dato de que Física I (Grupo A) haya sido la

asignatura de Primer Curso con mayor tasa de éxito académico en el Grado en Química 2010/11 es un indicativo de que Física de Película puede haber contribuido a la mejora en el resultado final. Aunque el método no es el mismo, se observó asimismo un efecto de mejora académica en cursos similares de EEUU (Efthimiou, Llewellyn 2006).

Se efectuó una encuesta anónima al final de la asignatura para sondear a los alumnos su opinión sobre la utilidad y deficiencias de *Física de Película*. En una escala de 0 (en absoluto de acuerdo) a 3 (totalmente de acuerdo), las respuestas positivas sobre Física de Película (FdP) se enmarcaron en un rango alrededor de 2 (casi de acuerdo):

- FdP me ha servido para fijar conceptos: 1,98
- En general, creo que es una experiencia positiva: 2,17
- El concepto FdP debería aplicarse a otras asignaturas: 1,88
- FdP me ha servido como ayuda para recordar materia: 2,00

*Física de Película* fue asimismo utilizado como actividad académicamente dirigida. Los estudiantes escogieron películas o series de televisión, para comentar posteriormente en un seminario los aspectos de buena o mala física detectados. Cada grupo tuvo que efectuar una exposición pública de sus resultados ante los demás alumnos, quienes evaluaron aspectos tales como presentación y contenidos. Los resultados, que contaban (junto con una evaluación paralela del profesor) con 15% a la nota global, muestran que los alumnos son perfectamente capaces de comportarse como evaluadores con criterio objetivo, incluso en primer curso. Asimismo, destaca la alta participación en esta actividad voluntaria, que rozó el 75% del alumnado matriculado.

Existía un apartado bajo el subtítulo llamado “Opinión personal” en la encuesta al alumno que resulta especialmente revelador, porque refleja lo que

los estudiantes realmente piensan sobre el nuevo método docente. En general, la experiencia de los alumnos es positiva. Han sugerido nuevas películas a considerar, así como modificaciones al método existente, como la inclusión de fragmentos más largos (no siempre posible, por desgracia) o el estudio de una película entera en grupo (a considerar para cursos futuros). La petición más común es la de más ejemplos. Un alumno se quejó de “un poco de descontrol,” derivado de un conjunto de problemas de índole práctica que se tuvo en el aula, como la ausencia de altavoces, aunque él mismo concede generosamente que “con el tiempo esta actividad irá puliéndose”. Ciertamente pensamos que la aplicación de Física de Película en el curso 2010/11 ha resuelto muchos de los problemas que se encontraron en el curso anterior, y el proceso de mejora sigue en curso. Algunos de ellos son:

- *“Lo ves más cercano a ti, algo que pasa de verdad (aunque sea en ficción), pero te ayuda y le prestas más atención a un fragmento de una película con sonido y todo, que a un dibujo muy bien hecho del profesor”*
- *“Me ayuda porque se ven más claros los casos”*
- *“Es sólo interesante. En realidad, no ayuda, simplemente hace que visualices las películas de manera física”*
- *“Me ayudaría bastante más a aprender física si hubiera dado física años atrás (no es el caso), por lo que entender algunas cosas me ha costado incluso sin FdP”*
- *“Ayuda pues asimilas conceptos de forma entretenida”*
- *“Sólo voy a decir que me ha gustado la idea de FdP, ya que las clases se hacen menos pesadas, y es más divertido aprender (o al menos intentarlo)” (Quirantes, 2011).*

Una de las conclusiones a la que llegó el grupo que realizó dicho proyecto fue la siguiente: “El proyecto *Física de Película* ha mostrado, en el

curso 2010/11, un éxito alentador, confirmando con ello su validez como complemento docente para años futuros. Esperamos que, con ello, hayamos podido contribuir a una mayor retención de ideas por parte de los alumnos, así como a su mejor comprensión de la realidad física.” (Quirantes, 2011).

Otro proyecto que plasma muy bien la incorporación de estos métodos didácticos se llevó a cabo en la Universidad Politécnica de Madrid. En ella, un grupo de profesores realizó una experiencia en uno de los talleres de video del ICE de la Universidad Politécnica de Madrid. Estos talleres están formados por profesores que han asistido al curso: “Realización de programas didácticos en video” cuyo primer objetivo fundamental es: “Analizar las posibilidades pedagógicas, técnicas y expresivas de la imagen en video.”

La experiencia toma “El puente de hilo” como objeto de la comunicación. Toma a dos grupos de alumnos, que procuran que sean homogéneos. El equipo que denominamos A, recibió, su clase por método tradicional, pero contemplando las peores condiciones, es decir, un profesor que daba por primera vez clase; y el grupo B recibió la clase a través de vídeo, también en las peores condiciones, es decir sin una estrategia didáctica previamente diseñada, que es la forma en que habitualmente se hacen este tipo de presentaciones.

La población estaba formada por alumnos de primer curso de la EUIT Aeronáutica.

- El grupo A está formado por 45 alumnos.
- El grupo B tenía 60 alumnos.

En ambos casos la cifra de asistentes es superior a la media que se registra a finales del curso. En definitiva, estábamos buscando los dos grupos más numerosos del total de siete que hay en primer curso de la Escuela.

Partimos de la base de que ambos grupos eran homogéneos en su rendimiento académico hasta ese momento, si bien se constató que en el grupo experimental (B) había más repetidores que en el grupo de control (A).

La prueba se realizó en las siguientes condiciones:

- El fundamento teórico había sido explicado dos meses antes
- La experiencia no había sido anunciada previamente.
- No se utilizó ninguna estrategia didáctica. Es decir el vídeo se pasó sin una previa presentación y sin ningún otro apoyo, a excepción de unos apuntes donde existían espacios en blanco que los estudiantes tenían que rellenar. Esta técnica no la comprendieron y supuso un elemento de distracción.
- El test sobre conocimientos era idéntico para ambos grupos. Si bien el grupo experimental tenía que contestar, además, una serie de preguntas sobre la aceptación del método y las características técnicas y expresivas del medio empleado.
- El cuestionario era anónimo y en consecuencia no tendría incidencia alguna sobre las calificaciones.
- El profesor que dio la explicación era la primera vez que impartía clase.
- El vídeo se pasó sólo una vez.
- La duración de la sesión fue similar en ambos grupos. Unos 20 minutos.
- En ningún caso se dio opción a preguntar a los alumnos.
- El equipo utilizado para la exhibición del vídeo fue un magnetoscopio VHS y un televisor en color de 27 pulgadas, colocado a una altura que permitía su visibilidad desde los distintos puntos de la clase.
- El lugar de exhibición fue una de las aulas comunes de la Escuela.

Los resultados fueron los siguientes: Respecto a los conocimientos globales, traducidos a calificaciones tradicionales: suspenso, aprobado, notable

y sobresaliente; una vez corregidas los tests hemos obtenido los siguientes resultados:

- Han Suspendido el 8,9% de los alumnos que han recibido la clase de forma tradicional frente al 37,7% que ha recibido la clase a través de vídeo.
- Han obtenido una nota de aprobado el 26,7% de los alumnos que han recibido clase de forma tradicional, frente a un 42,6% que han recibido la clase a través del vídeo.
- Han obtenido la calificación de Notable el 53,3% de los alumnos que han recibido la clase de forma tradicional frente a un 19,7% de los que la han recibido a través de vídeo.
- Han obtenido la calificación de sobresaliente el 11,1% de los alumnos de clase tradicional frente a 0% de los alumnos que han recibido la clase a través de vídeo.

Un aspecto interesante a tener en cuenta es el elevado número de preguntas que no han sido contestadas por los alumnos que han recibido la clase a través de vídeo, frente a los que han recibido la clase de modo tradicional que no han dejado en blanco ninguna pregunta.

Las conclusiones a las que se llegaron fueron las siguientes:

- El profesor es insustituible como medio de comunicación de conocimientos técnicos. El vídeo, en este sentido, es un simple recurso en manos del profesor, que es quien, en definitiva, da la clase.
- Resulta difícil vencer la inercia de considerar al vídeo como un medio de evasión y de entretenimiento meramente pasivo. Por lo que su utilización no debe hacerse como si de una mera exhibición se tratara. Detrás de cada vídeo debe haber una estrategia de utilización que pondere las potencialidades del medio y rompa la pasividad el alumno.

- Cada uno de los videos didáctico debe ser realizado formulando, previamente, una serie de objetivos a los que debe dar respuesta.
- La guía de explotación didáctica es una herramienta imprescindible para el buen aprovechamiento de un video.
- Los alumnos ven más amena e interesante una presentación en vídeo que la explicación de un profesor, siendo un complemento idóneo a la mera clase teórica. (Bugallo, 1992).

### **1.3 Preconcepciones**

Todas las investigaciones parecen indicar que los alumnos saben algo sobre lo que se les va a enseñar y que es importante que el alumno aprenda a partir de esto que sabe. Como profesores, necesitamos conocer estas ideas previas de los alumnos para que a partir de ellas elaboremos las diferentes actividades de aprendizaje (Llinás, 2003).

Hoy en día existe evidencia empírica de que los alumnos antes de llegar a la instrucción formal ya tienen sus propias concepciones sobre los fenómenos naturales y sobre lo que se les va a enseñar. La investigación sobre la construcción de ideas y conocimientos previos, por los alumnos, en el aprendizaje de la Ciencia ha suscitado un complicado debate que todavía continúa vigente (Driver y Easley, 1978; Rubio y col. 1994; Marín, 2001).

El estudiante, al enfrentarse a una instrucción formal, tiene unos esquemas mentales previos, que son los que utiliza para interpretar lo que se le está enseñando, los cuales interfieren de manera decisiva en la adquisición de conceptos científicos (Montanero y col., 2002). En la mayoría de los casos estas concepciones no se alteran después de la instrucción. Se han realizado muchas investigaciones en las cuales se mencionan preconcepciones erróneas en distintos ámbitos de la Física (Solano y col., 2002; Gil y col., 2003).

Una causa importante de la persistencia de los errores conceptuales es el hecho de que los modelos didácticos utilizados habitualmente por los profesores, transmisión verbal de conocimientos ya elaborados o descubrimiento inductivo y autónomo, no tienen en cuenta las estructuras conceptuales previas de los alumnos en las que los nuevos conocimientos han de integrarse (Llinás, 2003).

Es por eso, que en este apartado, profundizaremos en cinco preguntas relacionadas con las preconcepciones, las cuales son:

1. ¿Por qué tienen los alumnos preconcepciones?
2. ¿Cuál es su origen?
3. ¿Qué características presentan?
4. ¿Cómo se organizan estas ideas en la mente del alumno?
5. ¿Cómo pueden conocerse?

### **1.3.1 ¿Por qué tienen los alumnos preconcepciones?**

La respuesta a esta cuestión es la que da sentido al llamado Constructivismo, una manera de entender el funcionamiento psicológico de las personas según el cual no podemos conocer el mundo de un modo directo sino a través del filtro impuesto por nuestras ideas o expectativas. La idea constructivista, que podría resumirse brevemente con la frase “vemos las cosas no como son, sino como somos nosotros”, supone que siempre que intentamos entender o dar significado a algo lo hacemos a partir de una idea o un conocimiento previo que tenemos (Llinás, 2003)

Todos elaboramos teorías de cuanto nos rodea, entre ello de los fenómenos físicos de nuestro ámbito de experiencia. La construcción de estas teorías responde a necesidades funcionales de organización de nuestro mundo. Un niño de 2 años sabe que si balancea su cuerpo en un balcón puede caer. Su



teoría física le permite hacer esta predicción. Por lo tanto, la necesidad de elaborar predicciones correctas se apunta como una característica esencial de este tipo de interpretaciones, necesidad que está apoyada en una preferencia por las explicaciones causales (Pozo y col., 1992).

Una de las formas de entender por qué tenemos ideas causales tan influyentes y persistentes sobre la realidad es comprender las funciones que el conocimiento causal tiene en nuestra vida ordinaria. Nuestras ideas o conceptos parecen cumplir dos funciones fundamentales para nuestra supervivencia física y mental: nos permiten predecir acontecimientos futuros, deseados o temidos y, además de predecir esas situaciones, las podemos controlar.

Por otra parte, las personas no intentamos sólo predecir y controlar sino también explicar o, si se prefiere, atribuir un efecto a una determinada causa. Se ha comprobado por ejemplo que un factor que influye en la motivación de los alumnos (y de los profesores) es la interpretación que hacen de sus éxitos y fracasos. Lo grave no es sólo fracasar sino cómo explicamos el fracaso. Si lo atribuimos a causas que no controlamos, nos hallaremos indefensos ante el futuro. Por ello, en ocasiones resulta más conveniente desde el punto de vista de nuestra autoestima crearnos lo que los psicólogos denominan una ilusión de control, es decir, creer que controlamos incluso los acontecimientos que están fuera de nuestro control. Las creencias mágicas y sobrenaturales en los pueblos primitivos, o incluso entre nosotros, parecen tener una función de controlar, aunque sea ilusoriamente, fenómenos naturales muy relevantes para la vida social. Sean animistas o causales, las explicaciones reducen lo aleatorio y lo incierto, infundiéndonos mayor seguridad en nuestras muchas veces aleatorias e inciertas decisiones y creencias. Abandonar una idea en la que creemos, supone perder control sobre la realidad a no ser que dispongamos de una idea mejor (Llinás 2003).

### 1.3.2 ¿Cuál es su origen?

El por qué se forman estas ideas se debe a varios factores, unos relacionados directamente con la formación escolar y otros con el mundo no escolar en el que los alumnos están inmersos. Las causas principales de formación de estas ideas son (Montanero y col., 1991):

- Los libros de texto u otros materiales utilizados en los estudios.
- Experiencias y observaciones de la vida cotidiana.
- Interferencia del vocabulario científico con el lenguaje cotidiano.
- La cultura propia de cada civilización y los medios de comunicación.

Los libros de texto son una de las principales causas de la formación de preconcepciones. En muchos casos utilizan una terminología ambigua que induce a confusión. Por ejemplo relacionado con óptica: “Las imágenes reales no se ven a simple vista, las imágenes virtuales no existen” (Peña y García, 1998).

Probablemente las ideas más persistentes sean aquellas que están relacionadas con las experiencias y observaciones de la vida cotidiana de los alumnos. El conocimiento sobre el mundo natural es en muchos casos espontáneo y tiene su origen en la percepción inmediata del entorno y en un razonamiento intuitivo que intenta dar sentido al comportamiento de los objetos (Driver, Guesne y Tiberghien, 1989; Pozo y col., 1991).

Hay una clara interferencia entre el lenguaje cotidiano y el científico (Jiménez-Liso, 2002). Muchas palabras no tienen el mismo significado en el lenguaje científico y en el coloquial. Decimos: “Me reflejo en el espejo” (cuando es la luz la que se refleja).

Por último, nos vamos a referir a la influencia que tiene en la formación de ideas previas la propia cultura, es decir, las creencias y prácticas del entorno inmediato al alumno (familia, amigos....). En la actualidad forman parte también de nuestra cultura los medios de comunicación, sobre todo la televisión y el cine. Ésta refuerza la interferencia entre el lenguaje cotidiano y el científico (Llinás 2003).

Todas las causas antes mencionadas pueden, según dice Pozo (Pozo y col., 1991), clasificarse en tres grandes grupos, que originarían tres tipos de concepciones levemente diferenciadas, aunque en continua interacción, que podrían resumirse así:

Origen sensorial: Concepciones espontáneas. Se formarían en el intento de dar significado a las actividades cotidianas y se basarían esencialmente en el uso de reglas de inferencia causal aplicadas a datos recogidos, en el caso del mundo natural, mediante procesos sensoriales y perceptivos.

Origen cultural: Representaciones sociales. El origen de estas concepciones no estaría tanto dentro del alumno como en su entorno social, de cuyas ideas se impregnaría el alumno. La cultura es entre otras muchas cosas un conjunto de creencias compartidas por unos grupos sociales, de modo que la educación y la socialización tendrían entre sus metas prioritarias la asimilación de esas creencias por parte de los individuos. Dado que el sistema educativo no es hoy el único vehículo de transmisión cultural, los alumnos accederían a las aulas con creencias socialmente inducidas sobre numerosos hechos y fenómenos.

Concepciones analógicas: A pesar de la universalidad de las teorías implícitas, existen algunas áreas de conocimiento con respecto a las cuales los alumnos carecerían de ideas específicas, ya sea espontáneas o inducidas, por lo que para poder comprenderlas, se verían obligados a activar, por analogía, una concepción potencialmente útil para dar significado a ese dominio. Cuanto

menor sea la conexión de un dominio con la vida cotidiana mayor será la probabilidad de que el alumno carezca de ideas específicas al respecto. De esta forma, la comprensión debe basarse en la formación de analogías, ya sean generadas por los propios alumnos o sugeridas a través de la enseñanza.

Esta distinción no implica que desde un punto de vista cognitivo las diferentes concepciones funcionen por separado. De hecho, como acabamos de sugerir, las analogías se basan en concepciones ya existentes, normalmente formadas a través de las otras vías. Del mismo modo, las concepciones socialmente transmitidas deben ser asimiladas por cada persona en función de sus conocimientos previos, en los cuales, obviamente, las concepciones espontáneas desempeñan una función primordial. En todo caso, hay motivos para creer que las ideas previas pueden ser de diferente naturaleza en unos dominios y otros.

Sin embargo, en algunas áreas del mundo físico, por ser inaccesibles a la percepción directa, las ideas de los alumnos se basan, en gran medida, en modelos o analogías recibidos a través de la enseñanza, pero no siempre bien asimilados. No obstante, la fuerte influencia de los medios de comunicación como la televisión y el cine hace que en algunas áreas del conocimiento científico las ideas de los alumnos estén constituidas por representaciones sociales que, en lugar de ser una construcción más o menos espontánea del alumno, se transmiten a través de esos canales de socialización.

A partir de su formación por cualquiera de las vías antes mencionadas, las ideas les sirven a los alumnos para comprender y predecir el mundo que les rodea. Según Claxton (1984), lejos de consistir en ideas deslavazadas, los conocimientos de las personas se organizan en forma de verdaderas teorías implícitas o preconcepciones erróneas.

### 1.3.3 ¿Qué características presentan?

Ya que estas ideas aparecen en todos los campos de las Ciencias, es de imaginar que tendrán unas características comunes. Aunque los conocimientos espontáneos son heterogéneos en función de la edad de los alumnos, la instrucción recibida, etc., presentan las siguientes características comunes desarrolladas por J. Pozo (1991) y colaboradores:

- Son construcciones personales de los alumnos, es decir, han sido elaborados de modo más o menos espontáneo en su interacción cotidiana con el mundo y con las personas. Desde la cuna los niños están percibiendo el movimiento, el sonido, la luz..., y prediciendo de modo más o menos fiable su comportamiento. Se forman así ideas previas que, aunque suelen ser incoherentes desde el punto de vista científico, no lo son desde el punto de vista del alumno. De hecho, suelen ser bastante predictivas con respecto a fenómenos cotidianos, aunque no sean científicamente correctas. El alumno predice con bastante éxito cómo se mueven los objetos, pero sus explicaciones se alejan de la mecánica newtoniana.
- Son bastante estables y resistentes al cambio. Se observan no sólo en niños y adolescentes, sino también entre adultos, incluso graduados. Hemos comprobado que aun después de la enseñanza formal, las ideas o concepciones de los alumnos no se modifican en un gran número de casos (Gil y col., 2003). El porqué de esta persistencia se debe a que para los alumnos sus concepciones son verdades indiscutibles, por estar basadas en la epistemología del sentido común, les dan seguridad y les facilitan la toma de decisiones. El profesor también es culpable de esta persistencia, ya que al ignorar estas ideas, no realiza actividades para superarlas.

- Son compartidas por personas de muy diversas características (edad, país, formación, etcétera), a pesar de ser construcciones personales. Existen en general unas pocas tipologías en las que pueden clasificarse la mayor parte de las concepciones alternativas en un área determinada. Esta universalidad llega incluso a trascender el tiempo, y aparecen en algunos casos ideas similares a las que poseían filósofos y científicos de tiempos pasados. Por ejemplo, los alumnos sostienen una concepción pitagórica del modelo de visión: “algo sale de los ojos que se dirige al objeto” (Guesne, 1989).
- Tienen carácter implícito frente a los conceptos explícitos de la ciencia. Ello condiciona la metodología a utilizar para su estudio, ya que, aunque en algunos casos se identifican a través del lenguaje, la mayoría se descubren implícitos en las actividades o predicciones de los alumnos, constituyendo teorías que los estudiantes no pueden verbalizar. De hecho, uno de los factores a tener en cuenta para promover el aprendizaje a partir de los conocimientos previos, será fomentar en primer lugar la toma de conciencia de los alumnos con respecto a sus propias ideas, ya que sólo haciéndolas explícitas y siendo conscientes de ellas, lograrán modificarlas.
- Los conocimientos personales buscan la utilidad más que la verdad. Así, las teorías implícitas sobre el movimiento de los objetos sirven para mover con eficacia los objetos, mientras que los conocimientos científicos sirven para descubrir leyes generales sobre el movimiento de los objetos y no necesariamente para moverlos mejor (al alejarnos de un espejo los alumnos opinan que la imagen disminuye). Es decir, en el aula se le proporcionan conocimientos generales, mientras que sus ideas son específicas, se refieren a realidades próximas a las que el alumno no sabe aplicar las leyes generales que se explican en clase. Una solución

podría ser presentar el conocimiento científico en situaciones y contextos próximos a la vida cotidiana.

- El razonamiento de los estudiantes se centra en estados cambiantes más que en estados de equilibrio. Así, por ejemplo, establecen que actúa una fuerza cuando se observa movimiento, pero reconocen, en muy pocas ocasiones, la existencia de fuerzas en sistemas en equilibrio estático. La idea de que es el cambio lo que requiere explicación está en la raíz del razonamiento causal de los alumnos.
- Guardan un cierto paralelismo con las mantenidas por los científicos a lo largo de la Historia, como ocurre con la generación espontánea, la teoría aristotélica del movimiento, etc., sin querer esto decir que el pensamiento del alumno siga el mismo desarrollo que el de los científicos. En cualquier caso, el conocimiento de la Historia de la Ciencia nos puede ser útil para comprender mejor algunas de las dificultades que tienen nuestros alumnos para la elaboración de conceptos científicos.
- Son ideas dominadas por la percepción, “lo que se ve es lo que se cree”. Por ejemplo, los cuerpos más pesados caen más rápido, hace falta una fuerza constante para mantener un movimiento uniforme, la luz es algo estático que llena el espacio, etcétera.
- Dependen mucho del contexto, ya que un mismo individuo puede mantener diferentes concepciones sobre un determinado fenómeno, utilizando argumentos diferentes ante situaciones que son equivalentes desde el punto de vista científico.

#### **1.3.4 ¿Cómo se organizan?**

Aunque buena parte de los estudios sobre preconcepciones de los alumnos se limitan a estudiar una o unas pocas ideas aisladas, resulta útil pensar que los

alumnos disponen de verdaderas teorías implícitas sobre diversos ámbitos de la ciencia (Montanero y col., 2002).

Las preconcepciones suelen subyacer a la acción, manifestándose sólo a través de ella y resultando en muchos casos muy difíciles de verbalizar. Ello plantea un serio reto metodológico a los investigadores, ya que no basta con preguntar a un sujeto sobre un tema para conocer sus preconcepciones, dado que es muy probable que el propio sujeto las ignore. Un maestro que nos habla sobre su forma de dar clase o un paciente que expone a un psicólogo sus problemas y angustias puede ignorar sus verdaderas representaciones implícitas a su acción (Llinás 2003).

Además, el carácter implícito de las teorías de los alumnos conecta con la necesidad, de fomentar la toma de conciencia con respecto a sus propias ideas como uno de los requisitos del llamado cambio conceptual. La frase de Vygotsky (1979) según la cual “la conciencia es contacto social con uno mismo” cobra aquí todo su significado.

Con lo anterior dicho se podría decir que las preconcepciones son gravemente erróneas y por tanto inútiles o ineficaces. Sin embargo, no es así. En tanto se mantienen, las preconcepciones suelen generar predicciones con bastante éxito en la vida cotidiana. Las personas levantan objetos, lanzan balones a canasta, andan en bicicleta o caminan a diario con un cierto nivel de éxito sin conocer las leyes físicas que gobiernan cada uno de los movimientos. De hecho, cuando se investigan las teorías implícitas de la gente sobre el movimiento de los objetos y la gravedad (Pozo, 1987) se descubre que éstas son científicamente incorrectas. Esta paradoja aparente se resuelve cuando pensamos que las teorías científicas buscan metas distintas.

Como señala Claxton (1984) las teorías personales deben ser útiles; las teorías científicas deben ser ciertas. Esta diferencia de criterios está una vez más



conectada con el carácter implícito o explícito de las ideas de los alumnos. Esto conecta con otra importante diferencia: mientras que las teorías científicas tienden a ser deductivas y falsacionistas, las teorías personales serían más bien inductivas y verificacionistas. Aunque esta diferencia no sea, una vez más, dicotómica, dada la resistencia a la falsación existente en la propia labor científica, puede mantenerse como una tendencia.

Dado el distinto objetivo de las teorías personales y las teorías científicas el papel de los datos contrarios a ellas es muy diferente en uno u otro caso. La aparición de un solo dato contrario muestra la falsedad de una teoría científica, pero reduce muy poco la utilidad de una teoría personal que se ha aplicado con eficacia en muchas ocasiones anteriores. Como ha mostrado Carretero (1984) los adolescentes que encuentran un dato contrario a sus teorías recurren a veces a la idea popular según la cual “la excepción confirma la regla”, manteniendo intacta su teoría a pesar de los datos contrarios.

### **1.3.5 ¿Cómo conocerlas?**

Las técnicas más utilizadas para el conocimiento de las preconcepciones son las siguientes según Llinás (2003):

- El coloquio. Es tal vez el más fácil de utilizar en clase y muy efectivo. Los coloquios se pueden realizar con toda la clase o en pequeño grupo (cuatro o cinco alumnos). Es importante que la discusión se lleve a cabo en un ambiente libre, siendo importante el papel del profesor como animador, sin emitir juicios y animando a los alumnos a opinar.
- El torbellino de ideas. Es una técnica igual de efectiva que la anterior, pero con la ventaja de que permite saber un gran número de ideas en muy poco tiempo. Se plantea una o más preguntas al empezar el tema.
- Posters. Es importante tener constancia de las respuestas que dan los alumnos para que una vez finalizadas las actividades encaminadas al

aprendizaje del concepto, podamos comparar si las ideas han cambiado. Una solución es la utilización de posters en los que se escriben o dibujan las diferentes respuestas. Los posters generalmente se realizan por grupos de cuatro a cinco alumnos.

- Dibujos. En determinados temas de la Física una de las técnicas más recomendada es la libre expresión de los alumnos mediante dibujos.
- Cuestionarios. Otra manera de detectar las preconcepciones en clase es mediante cuestionarios. Esta técnica tiene la ventaja de que se conocen las ideas a título individual y que, por tanto, se consiguen un gran número de respuestas. Las que consumen menos tiempo y por tanto las más adecuadas, son las preguntas cerradas.
- Mapas conceptuales. Es una de las técnicas que sirve para detectar las ideas previas de los alumnos. La gran desventaja consiste en que para su realización se necesita un período de aprendizaje por parte de quien va a confeccionar los mapas.

#### **1.4 Habilidades del Pensamiento Científico**

Según el periódico *Altablero* (2004), quién realizó una entrevista a cuatro destacados científicos colombianos, una de las preguntas realizadas fue:

*¿Qué características tiene el pensamiento científico?*

Primero responde Moisés Wasserman (decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional) Yo diría que el pensamiento científico consiste en un conjunto de metodologías que le permiten al individuo distinguir las premisas falsas, aunque ellas sean aparentemente verdaderas o provengan de una fuente de autoridad. Eso es suficiente. La ciencia, me atrevo a decirlo -aunque hoy en día en algunos círculos esta afirmación sea "políticamente incorrecta"- tiene como objeto la verdad. Es claro que ésta no se puede probar inequívocamente, pero sí es susceptible de una aproximación asintótica usando los métodos científicos. Por otro lado, lo que sí se puede probar sin duda es la

falsedad de una afirmación. El pensamiento científico por tanto constituye un acercamiento a la verdad por descarte de afirmaciones falsas.

Luego Margarita Garrido (profesora e investigadora de la Universidad de los Andes) Tener un pensamiento científico no es algo prescrito sólo para algunos. El paradigma científico tradicional de una ciencia que produce verdades eternas, comprobables y replicables ha sido cuestionado. La ciencia es viva y dinámica, incompleta, en permanente cambio, en contexto, en diálogo e interlocución entre diversos saberes; permite la migración de paradigmas de una disciplina a otra; pregunta y liga los diferentes aspectos de la realidad, lo abstracto y lo concreto; es crítica, cuestiona las ideas espontáneas con el uso de conceptos, modelos y teorías; y es capaz de transformar las representaciones sociales y los procesos productivos.

También responde Eduardo Posadas (Presidente de la asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia) El pensamiento científico se origina en la curiosidad del ser humano para comprender su entorno; es fundamentalmente crítico y analítico pero, al mismo tiempo, desarrolla la creatividad y la capacidad de pensar de manera diferente.

Finalmente Jorge Orlando Melo (Director de la Biblioteca Luis Ángel Arango) Las definiciones se prestan usualmente a debates muy finos que no conducen a mayores resultados. Pero, es evidente que el pensamiento científico es el que trata de comprender la realidad a partir de procedimientos rigurosos de observación, buscando explicar los diferentes fenómenos mediante evaluaciones precisas de causas y relaciones entre ellos. El pensamiento científico sólo usa argumentos demostrables racionalmente: renuncia a creer algo porque alguna autoridad lo sostenga, no acepta explicar nada con base en elementos misteriosos o indeterminados. La ciencia es limitada y sabe que hay cosas que desconoce, pero no acepta explicar irracionalmente lo desconocido.

Otra pregunta que se les realizó a los científicos fue: *¿Cuáles creen que son las principales habilidades científicas que debe desarrollar un estudiante?*

M. Wasserman responde: Para ejercer el pensamiento científico el estudiante debe ser imaginativo en sus propuestas de solución y riguroso en las pruebas a que las somete; ser capaz de localizar la literatura relevante a sus preocupaciones y entenderla adecuadamente, lo que incluye el dominio de lenguajes altamente formalizados como el matemático; y debe ser capaz de estimar los límites de credibilidad de la misma. Por supuesto, estas son las habilidades generales. Hay también habilidades específicas para cada área del conocimiento.

M. Garrido. Creo que la habilidad para formular preguntas es la principal. Implica habilidades para observar, analizar, relacionar lo concreto y lo abstracto, y comprender y sintetizar. Creo que una habilidad muy importante es la de trabajar desde distintas representaciones de la realidad, distintos lenguajes y distintos puntos de vista. Las habilidades para trabajar en equipo, argumentar, plantear disensos y construir consensos, y evitar la reducción de los problemas a una sola dimensión especializada del conocimiento.

E. Posada. Dado que la información es hoy mucho más accesible que en el pasado, se debe desarrollar la capacidad crítica para utilizarla adecuadamente. Eso requiere, antes que todo, comprender los conceptos básicos de la ciencia y, sobre esa base, desarrollar el espíritu crítico y la creatividad.

J. O. Melo. El estudiante debe desarrollar unas habilidades y capacidades muy elementales: despertar la curiosidad, el afán de entender el mundo, de explicar; adquirir la disciplina para conocer lo mejor posible una disciplina: para leer literatura científica y comprenderla, para buscar información en los libros y la bibliotecas; desarrollar la capacidad de razonar, argumentar, hablar con claridad y precisión, distinguir los argumentos válidos de los sofismas, de los argumentos personales, de los recursos retóricos efectistas, de las palabras grandiosas; disciplinarse para observar y registrar las observaciones de la

realidad sin sesgos ni prejuicios y en forma ordenada; ser capaz de abstraer los elementos críticos de un proceso y definir con precisión los problemas, de evaluar cómo se resuelven los problemas y cómo se comprueban las posibles explicaciones, y de proponer y buscar explicaciones sin prejuicios.

Finalmente como tercera pregunta es: *¿Cómo y por qué las habilidades científicas ayudan a desarrollar pensamiento concreto, abstracto y crítico?*

E. Posada responde al respecto. En las ciencias naturales se establecen, a partir de observaciones de la naturaleza y a través de un proceso de abstracción, modelos o teorías que, para ser válidos, deben ser sometidos a verificación experimental. Esto obliga necesariamente a formular planteamientos concretos y a analizar los datos de manera crítica.

M. Garrido. Al enfrentarse a la formulación de una pregunta y a la solución de problemas, el estudiante se verá obligado a pasar de ser oyente a ser lector; a buscar cómo otros han formulado esa pregunta y cuáles respuestas se han dado; a reconocer en la lectura determinaciones, estructuras, conceptos y aun intuiciones de los autores. En el análisis de preguntas y respuestas dadas aprenderá, entre otras muchas operaciones, a establecer relaciones entre lo concreto y lo abstracto, entre los hechos y los procesos, entre la permanencia y el cambio, entre la cantidad y la calidad, la acumulación y la duración, la intensidad y la densidad, los detalles y la síntesis. Aprenderá a observar desde diversas representaciones, paradigmas y lenguajes, a comparar, a descubrir similitudes y diferencias, paralelismos, simetrías y asimetrías, balances y desequilibrios. Con todo ello se formará un pensamiento crítico, la capacidad de preguntar y de responder siguiendo métodos de búsqueda que lo llevan a apropiarse del conocimiento, a argumentar y ser capaz de producir sus propias respuestas.

J. O. Melo. El pensamiento científico realiza procesos muy drásticos de abstracción de la realidad. La matemática, la geometría, son ejemplos radicales de abstracción. La ciencia tiende a no mirar el objeto concreto, el aquí y el ahora de la gravedad, sino "la fuerza de gravedad": mientras se refiera menos a individuos y más a reglas generales, más sólida es una ciencia. Sin embargo, el saber abstracto y general se aplica a hechos concretos. Las leyes de la mecánica son abstractas, el uso que les doy al calcular la trayectoria de una rama de árbol que voy a tumbar es una aplicación concreta. Esta dialéctica de lo general y abstracto a lo particular y concreto y viceversa es esencial en la ciencia.

#### **1.4.1 Pensamiento Crítico**

Según María J. Beltrán (2010), El pensamiento crítico de acuerdo con Halpern (2006) "...es la clase de pensamiento que está implicado en resolver problemas, en formular inferencias, en calcular probabilidades y en tomar decisiones...". El pensamiento crítico según Hannel y Hannel (1998), mayer y goodchild (1990), nickerson (1994) y Halpern (1998) pretende mejorar la calidad de vida y la participación ciudadana. Este tipo de pensamiento se demuestra al desarrollar ciertas habilidades (Halpern,1998, 2006; nieto, saiz, & orgaz 2009) y como razonamiento verbal y análisis de argumentos, comprobación de hipótesis, probabilidad e incertidumbre, toma de decisiones y solución de problemas.

### **1.5 Programas de Estudio de Enseñanza Media**

#### **1.5.1 Programas de Estudio de Enseñanza Media en el subsector de Física**

Dentro del marco curricular, están presentes los planes y programas de estudio, estos a su vez, tienen la finalidad de orientar de manera secuencial y lógica, la entrega de los contenidos pedagógicos a cada uno de los y las

estudiantes. Este conforma parte de un diseño curricular, el cual permite que se elaboren y sean de manera confiable, en cuanto a lo que se refiere en su cantidad y calidad. Cada descripción de un conjunto de actividades donde se involucre el proceso de enseñanza y aprendizaje, debe estar estructuradas de tal manera, que conduzcan al estudiantado a alcanzar una serie de objetivos de aprendizajes determinados.

En definitiva, en nuestro país los planes y programas de estudio son elaborados y regularizados por el *Ministerio de Educación de Chile*<sup>6</sup> (MINEDUC), mediante los encargados del área currículo y evaluación. Cabe destacar que el MINEDUC señala que “los planes de estudio definen la organización de cada nivel escolar. Consignan las actividades curriculares que los estudiantes deben cursar y el tiempo mínimo semanal que se les dedica”<sup>7</sup>. En resumen, es lo que permite y determina la organización de cada nivel considerando la demora.

No obstante, los programas de estudio dentro de la enseñanza escolar forman parte de aspectos fundamentales en la toma de decisiones de los y las docentes, puesto que son una manera válida que brinda para guiar las actividades pedagógicas escolares.

Según la definición que plantea el MINEDUC, es que los *programas de estudio ofrecen una propuesta para organizar y orientar el trabajo pedagógico del año escolar. Esta propuesta tiene como propósito promover el logro de los Objetivos Fundamentales*<sup>8</sup> y el desarrollo de los *Contenidos Mínimos*

---

<sup>6</sup> Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC): su misión es asegurar un sistema educativo equitativo y de calidad que contribuya a la formación integral y permanente de las personas y al desarrollo del país, mediante la formulación e implementación de políticas, normas y regulación sectorial.

<sup>7</sup> Extraído de la página web del Ministerio de Educación, <http://mineduc.cl/>

<sup>8</sup> Objetivos Fundamentales (OF): son los aprendizajes que los alumnos y las alumnas deben lograr al finalizar los distintos niveles de la Educación Básica y Media. Se refieren a conocimientos, habilidades y

*Obligatorios<sup>9</sup> (CMO) que define el marco curricular. Los principales componentes que conforman la propuesta del programa son:*

*Los aprendizajes Esperados<sup>10</sup>, que corresponden a una especificación de los aprendizajes que se deben lograr para alcanzar los Objetivos Fundamentales y los Contenidos Mínimos Obligatorios.*

- Una organización temporal de estos aprendizajes en semestres y unidades
- Una propuesta de actividades de aprendizajes y de evaluación, presentadas a modo de sugerencia

También los programas de estudio tienen funciones determinadas como lo es de seleccionar una cantidad de conocimientos de una asignatura específica, lo que ha probado ser necesario para el aprendizaje de los educandos; deben facilitar la enseñanza y aprendizaje, pues es un programa de acción sugerida, donde se especifican los métodos, las actividades, recursos y material para alcanzarlo; proporcionar al estudiantado un grado de autonomía en el estudio y garantizar la libertad o posibilidad de aprender, pues, no depende exclusivamente de la información que entregan los docentes, sino que se entrega una visión global de lo que se tendrá que aprender en un determinado período escolar; permitir una evaluación más justa del aprendizaje de los educandos, debido a que, estas formas de evaluaciones están relacionadas directamente con el programa de estudio

---

actitudes que han sido seleccionados considerando que favorezcan el desarrollo integral de alumnos y alumnas y su desenvolvimiento en distintos ámbitos, lo que constituye el fin del proceso educativo. ([http://www.docentemas.cl/docs/2011/instrumentos/MC\\_Educacion\\_Basica\\_Media.pdf](http://www.docentemas.cl/docs/2011/instrumentos/MC_Educacion_Basica_Media.pdf))

<sup>9</sup> Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO): explicitan los conocimientos, habilidades y actitudes implicados en los OF y que el proceso de enseñanza debe convertir en oportunidades de aprendizaje para cada estudiante con el fin de lograr los Objetivos Fundamentales ([http://www.docentemas.cl/docs/2011/instrumentos/MC\\_Educacion\\_Basica\\_Media.pdf](http://www.docentemas.cl/docs/2011/instrumentos/MC_Educacion_Basica_Media.pdf))

<sup>10</sup> Aprendizajes Esperados (AP): corresponde a los aprendizajes, expresados en objetivos o competencias, que se espera que el participante de una actividad de capacitación logre tanto durante como al final de proceso de capacitación ([http://www.educ.cl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=21&Itemid=20#A](http://www.educ.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=21&Itemid=20#A))



que ellos previamente han conocido; y finalmente, orientar la enseñanza de objetivos semejantes para todos los y las estudiantes, aunque la asignatura la impartan diferentes profesores.

Otro aspecto relevante es la función cognoscitiva de los programas de estudios, es el desarrollo de las potencialidades los estudiantados y los educadores, posibilitar que en la elaboración de los programas de estudios los resultados se puedan concretizar en el aula y que los y las estudiantes se conviertan en responsables de su propio aprendizaje, desarrollando las habilidades de buscar, seleccionar, analizar y evaluar, los contenidos asumiendo un papel más activo y protagónico en la construcción de su propio conocimiento así puedan ocupar un rol más participativo y colaborativo en su proceso formativo mediante actividades que les permitan exponer e intercambiar ideas, opiniones, experiencias con sus pares. Todo lo anteriormente señalado tiene por objeto que los y las estudiantes estén en contacto con su entorno para intervenir social y profesionalmente en él, a través de las actividades como trabajar en proyectos, estudiar y proponer soluciones a problemas.

### **1.5.2 Áreas de la Física que Consideraremos**

En cada uno de los cuatro años de enseñanza media, son distintas las unidades en el área de la física, en el siguiente cuadro se muestra los temas a tratar en esta investigación

Nivel	Subsector	Formación	Unidad
1° Medio	Física	General	El Sonido y La Luz
2° Medio	Física	General	Fuerza y Movimiento
4° Medio	Física	General	Electricidad y Magnetismo

## 2. Marco Metodológico

En esta sección analizaremos paso a paso el desarrollo de nuestra investigación.

1.- En primer lugar buscamos antecedentes bibliográficos, es decir, información referente a nuestro tema, como por ejemplo los aportes realizados por grandes personajes de la educación como: Lev Vigotsky, Jean Piaget, etc. Además de ello, buscamos información la incidencia de las imágenes o videos en los estudiantes mostrando particular interés en proyectos ya realizados sobre la implementación de esta metodología en las salas de clases.

2.- Lo siguiente fue buscar, dentro de toda la gama posible de películas, aquellas que tengan relación con temas físicos. Para ello, realizamos un examen riguroso sobre que películas tienen contenido físico y cuales no.

3.-Luego, como nuestro tema es enseñar física a través de los errores que cometen ciertas películas, debimos buscar películas que cometieran errores físicos. Esto se llevó a cabo viendo y recordando películas personalmente, además, preguntamos a colegas, profesores y amigos si conocían películas con errores físicos. Algunas de las películas que encontramos fueron: The illusionist (2006), Speed (1994), The Prestige (2006), entre otras.

4.- De las películas seleccionadas, se identificó la o las escenas en las cuales se encontraban errores relacionados con Física. Solo por mencionar uno: en la película “The Prestige”, se observa como una persona camina a través de una lluvia de rayos cayendo aleatoriamente sobre el suelo sin que ellos se guiaran por el cuerpo humano conductor

de corriente. El seleccionar las escenas es de mucha importancia, ya que mostrar demasiado extracto de la película haría que se desvíe el objetivo principal de la actividad, además de reducir los tiempos para el resto de la actividad.

5.- Una vez escogidas las escenas, procedimos a seleccionar los contenidos que el Ministerio de Educación propone para cada curso y que coincidiera con los temas que deseamos tratar con nuestras películas, de esta manera las películas elegidas coincidirían con el marco curricular que se propone.

6.- Como ya tenemos seleccionadas las escenas de las películas, utilizamos un programa que edita videos, de esta manera se puede elaborar y editar sólo las escenas que nos interesan que vean los estudiantes. El editar solo un extracto de la película es de vital importancia, ya que, como se explicó anteriormente, el tiempo de concentración de un estudiante es reducido y acotado.

7.-Una vez que ya tenemos editadas las escenas de las películas, se procede a construir una guía para cada película que esta destinada exclusivamente para el profesor, en ella se desea acentuar un contexto de la película que se desea presentar, luego los conceptos previos con respecto al tema a tratar, el tiempo que tardarán los estudiantes en realizar la guía de ellos.

8.- Después que se ha construido la guía del profesor, se elabora la guía del estudiante, en ella primero se pide los conceptos previos que poseen con respecto a cierto tema, luego que los estudiantes analizan la escena

que se desea mostrar, la primera pregunta para ellos es la observación de ellos de manera crítica y en forma física la escena observada.

9.-Posteriormente se evalúa el contenido. Se aplica las guías

10- Una vez realizada la evaluación se procede a analizar e interpretar los datos obtenidos durante la clase, se evalúa, la manera como los estudiantes tomaron esta nueva experiencia, se consideran los errores conceptuales físicos que tuvieron los alumnos antes de presentar el video junto con la explicación correspondiente, se analizan las respuestas de la evaluación; se tabulan los datos obtenidos.

11.- Con los datos anteriores, podemos llegar a conclusiones, y de esta manera señalar la importancia de los medios audiovisuales hoy en día. Para ello, se crearán guías de evaluación del proceso educativo. El enfoque de estas guías será dado tanto a lo cognitivo como al interés que los alumnos mostraron al proceso educativo con y sin el método empleado.

### **3. DESARROLLO**

#### **3.1 Introducción a guías**

En este apartado añadiremos las guías tanto de los estudiantes como de los docentes. La mayoría de las guías de los estudiantes son para el desarrollo de la clase, excepto algunas, que se especifican, son para la evaluación al final de la clase.

Fichas de Películas

1) Título original: The prestige

Director: Christopher Nolan

País: El Reino Unido, Estados Unidos

Año: 2006

Duración: 130 min.

Género: Drama, Thriller, Intriga, Ciencia ficción, Fantástico

Reparto: Hugh Jackman, Christian Bale, Michael Caine, Piper Perabo, Rebecca Hall, Scarlett Johansson, Samantha Mahurin, David Bowie, Andy Serkis, Daniel Davis

Guión: Christopher Nolan, Jonathan Nolan

Productora: Warner Bros. Pictures, Touchstone Pictures, Syncopy, Newmarket Productions

2) Título original: Taken 2

Director: Olivier Megaton

País: Francia

Año: 2012

Duración: 91 min.

Género: Thriller. Acción | Secuela

Reparto: Liam Neeson, Maggie Grace, Luke Grimes, Famke Janssen, Rade Serbedzija, Leland Orser, Jon Gries

Guión: Luc Besson, Robert Mark Kamen

Productora: Europa Corp.

3) Título original: Mission Impossible

Director: Brian de Palma

País: Estados Unidos

Año: 1996

Duración: 110 minutos

Reparto: Tom Cruise, Emmanuelle Béart, Jon Voight, Jean Reno, Vanessa Redgrave, Kristin Scott Thomas, David Schneider, Emilio Estévez, Henry Czerny, Ving Rhames, Ingeborga Dapkunaite, Marcel Iures, Marek Vasut

Guión: Robert Towne, David Koepp (Historia: Steven Zaillian, David Koepp. Serie de TV: Bruce Geller)

Productora: Paramount Pictures

4) Título original: Speed

Director: Jan de Bont

País: Estados Unidos

Año: 1994

Duración: 116 minutos

Reparto: Sandra Bullock, Keanu Reeves, Jeff Daniels, Alan Ruck, Dennis Hopper, Joe Morton

Guión: Joss Whedon, Graham Yost

Productora: Mark Gordon, Ian Bryce

5) Título original: The Edge

Director: Lee Tamahori

País: Estados Unidos

Año: 1997

Duración: 117 minutos

Reparto: Alec Baldwin, Anthony Hopkins, Bart the Bear, David Lindstedt, Eli Gabay, Elle Macpherson, Harold Perrineau, Kathleen Wilhoite, L.Q. Jones, Mark Kiely

Guión: David Mamet

Productora: Art Linson

6) Título original: Star Wars: Episode IV – A New Hope

Director: George Lucas

País: Estados Unidos

Año: 1977

Duración: 124 minutos

Reparto: Alec Guinness, Anthony Daniels, Carrie Fisher, David Prowse, Harrison Ford, Kenny Baker, Mark Hamill, Peter Cushing, Peter Mayhew, Phil Brown

Guión: George Lucas

Productora: Rick McCallum

## 3.2 Guías Estudiantes

### 3.2.1 Guía 1: The Prestige

#### Conocimientos previos

Para el buen desarrollo de esta guía, tendrás que recordar conocimientos previos relacionados con electricidad, tales como:

- Carga eléctrica
- Materiales conductores de corriente eléctrica

#### Materiales

- Una ampollita pequeña
- Cables conductores de electricidad
- Un vaso precipitado
- Sal
- Una batería de 9 volts

#### Desarrollo

1. Observar el extracto de la película The Prestige que previamente ha seleccionado el profesor
2. Escribe con tus propias palabras el o los errores que, desde el punto de vista de la física, se observa en la película.

---

---

3. Reúnete con tres o cuatro de tus compañeros y comparte tus observaciones fundamentando lo que afirmas. Luego, como grupo, escriban las conclusiones a las que llegaron.

---

---



4. Luego, junto con tus compañeros y utilizando los materiales realiza el siguiente procedimiento.

- a. Llenen el vaso con agua y le agregan 5 cucharadas de sal (necesario para que el agua conduzca la electricidad)
- b. Luego, junto con la batería y los cables reproduzcan el esquema que ven a continuación



- c. Sumerjan en el agua con sal toda la base de la ampollita para simular la acción que realizó el actor de tomar la ampollita y transferirle energía a toda la base de dicha ampollita. Anoten lo que observen
- d. A continuación adhieran a la parte superior de la base de la ampollita uno de los cables y sumerjan en el agua salada solo parte inferior de la ampollita, como lo muestra la figura. Anoten lo que sucede y, con fundamento científico, expliquen en que difiere de lo que realizaron en el paso anterior.



5. Con lo que acaban de responder, observen nuevamente el extracto de la película. El error que anotaron anteriormente es el mismo o descubrieron un error distinto.

### **Aplica y expone lo que aprendiste**

Junto con tu grupo expongan brevemente el error descubierto.

Indiquen y, con fundamentos científicos, expliquen qué elementos o condiciones faltaron para que la escena no presentara errores físicos.

## **3.2.2 Guía 2: The Prestige**

### **Conocimientos previos**

Para el buen desarrollo de esta guía, tendrás que recordar conocimientos previos relacionados con electricidad, tales como:

- Carga eléctrica
- Materiales conductores de corriente eléctrica

### **Desarrollo**

1. Observar el extracto de la película The Prestige que previamente ha seleccionado el profesor
2. Escribe con tus propias palabras el o los errores que, desde el punto de vista de la física, se observa en la película.

---

---

3. Reúnete con tres o cuatro de tus compañeros y comparte tus observaciones fundamentando lo que afirmas. Luego, como grupo, escriban las conclusiones a las que llegaron.

---

---

4. Luego, junto con tus compañeros y utilizando una lámpara de plasma que te ha entregado el profesor, colócala en posición invertida de tal manera que la parte superior de la lámpara esté a unos 5 centímetros de la superficie de la mesa, simulando el aparato que lanzaba rayos en la película. Observen lo que sucede con los rayos dentro de la lámpara y anótenlos a continuación.



5. A continuación, que uno de los integrantes del grupo coloque su dedo entre el espacio que hay entre la mesa y la lámpara simulando al personaje de la película que camina entre los rayos. Observen lo que sucede y anoten en las siguientes líneas qué diferencia hubo con lo que realizaron en el paso anterior.

---

6. Con lo que acaban de responder, observen nuevamente el extracto de la película. El error que anotaron anteriormente es el mismo o descubrieron un error distinto.

**Aplica y expone lo que aprendiste.**

Junto con tu grupo expongan brevemente el error descubierto.

Indiquen y, con fundamentos científicos, expliquen qué elementos o condiciones faltaron para que la escena no presentara errores físicos.

### 3.2.3 Guía 3: Taken 2

Esta guía es evaluativa, se recomienda aplicarla al final de la clase

1. Observar el extracto de la película Taken 2 que previamente ha seleccionado el profesor
2. Escribe con tus propias palabras el o los errores que, desde el punto de vista de la física, se observa en la película.

---

---

3. Reúnete con tres o cuatro de tus compañeros y comparte tus observaciones fundamentando lo que afirmas. Luego, como grupo, escriban las conclusiones a las que llegaron.

---

---

4. Escriban, con fundamento científico, que es lo que debería haber sucedido. Si pueden realizar cálculos matemáticos, realícenlos.

#### **Aplica y expone lo que aprendiste.**

Junto con tu grupo expongan brevemente el error descubierto.

Indiquen y, con fundamentos científicos, expliquen qué elementos o condiciones faltaron para que la escena no presentara errores físicos.

### **3.2.4 Guía 4: Mission Impossible**

#### **Conocimientos previos**

Para el buen desarrollo de esta guía, tendrás que recordar conocimientos previos relacionados con electricidad, tales como:

- Leyes de Newton
- Fuerza

#### **Materiales**

- Hilo delgado (cualquier color)
- Una pelota de pin-pon
- Un secador de pelo

#### **Desarrollo**

1. Observar el extracto de la película Mission Impossible que previamente ha seleccionado el profesor
2. Escribe con tus propias palabras el o los errores que, desde el punto de vista de la física, se observa en la película.

---

---

3. Reúnete con tres o cuatro de tus compañeros y comparte tus observaciones fundamentando lo que afirmas. Luego, como grupo, escriban las conclusiones a las que llegaron.

---

---

4. Luego, junto con tus compañeros y utilizando los materiales para esta actividad, cuelguen la pelota de pin-pon con el hilo (simulando un helicóptero suspendido en el aire). Discute con tus compañeros que fuerzas están actuando y dibújenlas.

5. A continuación, para simular al helicóptero volando a alta velocidad, como en el caso de la película, y el efecto que tendría el aire sobre dicho helicóptero cuelga la pelota, como en el caso anterior, y con el secador de pelo encendido suminístrenle aire. Observen lo que sucede con el hilo que sostiene la pelota de pin-pon. Discute con tus compañeros que fuerzas están actuando y dibújenlas
6. Con lo que acaban de responder y sabiendo que las aspas de un helicóptero generan fuerza en una dirección determinada, dibujen las fuerzas que actúan sobre cada una de los helicópteros y discutan el o los movimiento que producen en cada caso.



7. Con las respuestas, observa nuevamente el extracto de la película ¿El error que anotaron al comienzo es el mismo o descubrieron un error distinto?

**Aplica y expone lo que aprendiste.**

Junto con tu grupo expongan brevemente el error descubierto.

Indiquen y, con fundamentos científicos, expliquen qué elementos o condiciones faltaron para que la escena no presentara errores físicos.

### 3.2.5 Guía 5: Speed

#### Conceptos previos:

Para el buen desarrollo de esta guía tendrás que recordar conocimientos previos relacionados con el movimiento como por ejemplo:

- Movimiento rectilíneo uniforme
- Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

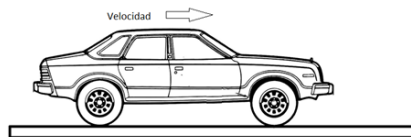
#### Forma grupos de 3 o 4 personas

1. Observar el extracto de la película Speed que previamente ha seleccionado el profesor
2. Escribe con tus propias palabras el o los errores que, desde el punto de vista de la física se observa en la película

---

---

3. Reúnete con tres o cuatro de tus compañeros y comparte tus observaciones fundamentando lo que afirmas. Luego, como grupo escriban las conclusiones a que llegaron.
4. Luego, junto con tus compañeros y utilizando el autito que te ha entregado el profesor lánzalo por la superficie de la mesa con una pequeña velocidad y luego con una velocidad mayor. Observa la trayectoria que toma el auto una vez que sale disparado de la superficie de la mesa y dibújalas rotulado la que corresponde a la velocidad mayor y a la menor.



5. A continuación coloca otra mesa de igual altura a unos 30 cm del punto de salida del auto e intenta que el auto lanzado desde la primera mesa

llegue a la segunda mesa para continuar su camino. Inténtalo aplicando diferentes velocidades de lanzamiento. Discute con tus compañero los resultados obtenidos y explique con fundamentos científicos lo ocurrido.



6. Con las respuestas, observa nuevamente el extracto de la película  
¿El error que anotaron al comienzo es el mismo o descubrieron un error distinto?

---

---

7. Intercambien las guías con otros grupos y discutan cuáles errores son acertados y cuáles no.

**Aplica y expone lo que aprendiste**

Junto con tu grupo expongan a qué altura debió encontrarse la segunda plataforma para que el autobús cruzase de manera correcta



### **3.2.6 Guía 6: The Edge**

#### **Conocimientos previos**

Para el buen desarrollo de esta guía, tendrás que recordar conocimientos previos relacionados con electricidad, tales como:

- Carga eléctrica
- Electromagnetismo

#### **Materiales**

- Clip
- Hojas de árbol del porte de un clip que floten en agua
- Plato hondo
- Un imán
- Una brújula
- Una prenda de verter de lana

#### **Desarrollo**

1. Observar el extracto de la película The Edge que previamente ha seleccionado el profesor
2. Escribe con tus propias palabras el o los errores que, desde el punto de vista de la física, se observa en la película.

---

---

3. Reúnete con tres o cuatro de tus compañeros y comparte tus observaciones fundamentando lo que afirmas. Luego, como grupo, escriban las conclusiones a las que llegaron.

---

---

4. Luego, junto con tus compañeros y utilizando los materiales para esta actividad, estiren el clip, frótenlo en la prenda de vestir de lana y colóquenlo sobre la hoja de tal manera que flote. Observen lo que sucede y lleguen a una conclusión de lo que observaron.
5. A continuación, coloquen el imán cerca de la brújula y denle una vuelta completa lentamente alrededor de la brújula. Observen que sucede con la aguja de la brújula. Discutan lo que sucede y, con argumentos científicos, lleguen a una conclusión.
6. Realiza el procedimiento anterior, pero ahora, con la hola con el clip encima. Observa lo que sucede y anota si vez algo distinto. Discute con tus compañeros sobre las razones físicas de lo que sucedió.
7. Con las respuestas, observa nuevamente el extracto de la película ¿El error que anotaron al comienzo es el mismo o descubrieron un error distinto?

**Aplica y expone lo que aprendiste.**

Junto con tu grupo expongan brevemente el error descubierto. Indiquen y, con fundamentos científicos, expliquen qué elementos o condiciones faltaron para que la escena no presentara errores físicos.

### 3.2.7 Guía 7: Star Wars

Esta guía es evaluativa, al final de la clase se les aplica a los estudiantes

1. Observar el extracto de la película Star Wars IV que previamente ha seleccionado el profesor
2. Escribe con tus propias palabras el o los errores que, desde el punto de vista de la física, se observa en la película.

---

---

3. Reúnete con tres o cuatro de tus compañeros y comparte tus observaciones fundamentando lo que afirmas. Luego, como grupo, escriban las conclusiones a las que llegaron.

---

---

4. Escriban, con fundamento científico, que es lo que debería haber sucedido. Si pueden realizar cálculos matemáticos, realícenlos.

#### **Aplica y expone lo que aprendiste.**

Junto con tu grupo expongan brevemente el error descubierto. Indiquen y, con fundamentos científicos, expliquen qué elementos o condiciones faltaron para que la escena no presentara errores físicos.

### 3.3 Guías Docentes

#### 3.3.1 Guía 1: The Prestige

**Aprendizaje esperado:** A partir de una observación de una escena de una película y una experimentación de electricidad y magnetismo determinar, con bases científicas, el error que evidencias en la escena.

#### **Conocimientos previos**

Para el buen desarrollo de esta guía, tendrás que recordar conocimientos previos relacionados con electricidad, tales como:

- Carga eléctrica
- Materiales conductores de corriente eléctrica

#### **Materiales**

- Una ampolleta pequeña
- Cables conductores de electricidad
- Un vaso precipitado
- Sal
- Una batería de 9 volts

#### **Desarrollo**

1. Observar el extracto de la película The Prestige que previamente ha seleccionado el profesor
2. Escribe con tus propias palabras el o los errores que, desde el punto de vista de la física, se observa en la película.

La persona que tiene la ampolleta en la mano dice estar cargada eléctricamente y por eso se enciende la ampolleta, pero eso no es posible debido a que debe existir un circuito cerrado y eso no existe en la escena observada.

3. Reúnete con tres o cuatro de tus compañeros y comparte tus observaciones fundamentando lo que afirmas. Luego, como grupo, escriban las conclusiones a las que llegaron (Hipótesis grupal).

La persona que tiene la ampolleta en la mano dice estar cargada eléctricamente y por eso se enciende la ampolleta, pero eso no es posible debido a que debe existir un circuito cerrado y eso no existe en la escena observada.

4. Luego, junto con tus compañeros y utilizando los materiales realiza el siguiente procedimiento.
  - a. Llenen el vaso con agua y le agregan 5 cucharadas de sal (necesario para que el agua conduzca la electricidad)
  - b. Luego, junto con la batería y los cables reproduzcan el esquema que ven a continuación



- c. Sumerjan en el agua con sal toda la base de la ampolleta para simular la acción que realizó el actor de tomar la ampolleta y transferirle energía a toda la base de dicha ampolleta. Anoten lo que observen

Aparentemente no se observa ninguna cosa, de hecho, la ampolleta no enciende. Aunque el agua está transfiriendo energía la ampolleta no enciende porque no se forma un circuito cerrado de energía para que circule corriente por el filamento incandescente.

- d. A continuación adhieran a la parte superior de la base de la ampolleta uno de los cables y sumerjan en el agua salada solo

parte inferior de la ampolla, como lo muestra la figura. Anoten lo que sucede y, con fundamento científico, expliquen en que difiere de lo que realizaron en el paso anterior.



En este caso se puede observar como la ampolla enciende, esto debido a que hay circulación de corriente eléctrica. En este caso está formado el circuito, el agua salada transmite corriente a la base de la ampolla, pasa por el filamento incandescente, y por el cable, vuelve a la batería.

5. Con lo que acaban de responder, observen nuevamente el extracto de la película. El error que anotaron anteriormente es el mismo o descubrieron un error distinto.

La persona que tiene la ampolla en la mano dice estar cargada eléctricamente y por eso se enciende la ampolla, pero eso no es posible debido a que debe existir un circuito cerrado y eso no existe en la escena observada.

**Aplica y expone lo que aprendiste.**

Junto con tu grupo expongan brevemente el error descubierto. Indiquen y, con fundamentos científicos, expliquen qué elementos o condiciones faltaron para que la escena no presentara errores físicos.

Es imposible que solo una persona forme un circuito cerrado de manera tal que encienda una ampolla de filamento incandescente. Se necesitaría un mínimo

de dos personas, una que tomara el cuello de la base y otra que tomara la parte inferior de la base. Una sola de ellas tiene que estar cargada y la otra tiene que estar “haciendo tierra”. De esa manera se crea una corriente a través del filamento de la ampolleta.

### **3.3.2 Guía 2: The Prestige**

**Aprendizaje esperado:** A partir de una observación de una escena de una película y una experimentación de electricidad y magnetismo determinar, con bases científicas, el error que evidencias en la escena.

#### **Conocimientos previos**

Para el buen desarrollo de esta guía, tendrás que recordar conocimientos previos relacionados con electricidad, tales como:

- Carga eléctrica
- Materiales conductores de corriente eléctrica

#### **Desarrollo**

1. Observar el extracto de la película The Prestige que previamente ha seleccionado el profesor
2. Escribe con tus propias palabras el o los errores que, desde el punto de vista de la física, se observa en la película.

Se puede observar que Tesla camina en presencia de una diferencia de potencial, esta es la que genera los rayos que se pueden observar en la escena de la película. Es imposible que Tesla camine entre esa gran cantidad de rayos, debido a que Tesla se pudiese considerar como un pararrayos y luego todos los rayos debiesen converger en él, pero no ocurre.

3. Reúnete con tres o cuatro de tus compañeros y comparte tus observaciones fundamentando lo que afirmas. Luego, como grupo, escriban las conclusiones a las que llegaron.

Se puede observar que Tesla camina en presencia de una diferencia de potencial, esta es la que genera los rayos que se pueden observar en la escena de la película. Es imposible que Tesla camine entre esa gran cantidad de rayos, debido a que Tesla se pudiese considerar como un



pararrayos y luego todos los rayos debiesen converger en él, pero no ocurre.

4. Luego, junto con tus compañeros y utilizando una lámpara de plasma que te ha entregado el profesor, colócala en posición invertida de tal manera que la parte superior de la lámpara esté a unos 5 centímetros de la superficie de la mesa, simulando el aparato que lanzaba rayos en la película. Observen lo que sucede con los rayos dentro de la lámpara y anótenlos a continuación.



Se puede observar como los rayos emergen del centro de la lámpara, en dirección a todos los puntos de la lámpara, al igual que en la película

5. A continuación, que uno de los integrantes del grupo coloque su dedo entre el espacio que hay entre la mesa y la lámpara simulando al personaje de la película que camina entre los rayos. Observen lo que sucede y anoten en las siguientes líneas qué diferencia hubo con lo que realizaron en el paso anterior.

Al colocar un dedo sobre la lámpara de plasma, todos los rayos que emergen del centro, irán directamente hacia donde esté ubicado el dedo del estudiante; por lo que se demuestra que todos los rayos convergen en un sólo punto. Esto se produce ya que el dedo actúa como pararrayos.

6. Con lo que acaban de responder, observen nuevamente el extracto de la película. El error que anotaron anteriormente es el mismo o descubrieron un error distinto.

Se puede observar que Tesla camina en presencia de una diferencia de potencial, esta es la que genera los rayos que se pueden observar en la escena de la película. Es imposible que Tesla camine entre esa gran cantidad de rayos, debido a que Tesla se pudiese considerar como un pararrayos y luego todos los rayos debiesen converger en él, pero no ocurre.

**Aplica y expone lo que aprendiste.**

Junto con tu grupo expongan brevemente el error descubierto.

Indiquen y, con fundamentos científicos, expliquen que elementos o condiciones faltaron para que la escena no presentara errores físicos.

Para que Tesla caminara por esa gran cantidad de rayos y estos no se desviarán hacia él, Tesla tendría que estar cubierto completamente con un material 100% aislante.

### 3.3.3 Guía 3: Taken 2

1. Observar el extracto de la película Taken 2 que previamente ha seleccionado el profesor
2. Escribe con tus propias palabras el o los errores que, desde el punto de vista de la física, se observa en la película.

Los fuegos artificiales se ven y escuchan en el mismo instante, esto no es posible debido a que las diferencias de velocidad de propagación tanto de la luz como del sonido son distintas, el primero es de  $3 \cdot 10^8$  (m/s) y la del sonido es de 340 (m/s) y los actores se encuentran a una distancia considerable (1 o 2 kilómetros) de los fuegos artificiales.

3. Reúnete con tres o cuatro de tus compañeros y comparte tus observaciones fundamentando lo que afirmas. Luego, como grupo, escriban las conclusiones a las que llegaron (Hipótesis grupal).

Los fuegos artificiales se ven y escuchan en el mismo instante, esto no es posible debido a que las diferencias de velocidad de propagación tanto de la luz como del sonido son distintas, el primero es de  $3 \cdot 10^8$  (m/s) y la del sonido es de 340 (m/s) y los actores se encuentran a una distancia considerable (1 o 2 kilómetros) de los fuegos artificiales.

4. Escriban, con fundamento científico, que es lo que debería haber sucedido. Si pueden realizar cálculos matemáticos, realícenlos.

La luz debió verse primero y luego de unos instantes escucharse la explosión de los fuegos artificiales.

Si se considera que la distancia es de unos 1,5 Km se puede calcular el tiempo en que demoraría en percibir cada uno de los sucesos.

Tiempo que tarda la luz en ser observada =  $5 \times 10^{-6}$  segundos

Tiempo que tarda el sonido en ser escuchado = 4,411 segundos

**Aplica y expone lo que aprendiste.**

Junto con tu grupo expongan brevemente el error descubierto.

Indiquen y, con fundamentos científicos, expliquen que elementos o condiciones faltaron para que la escena no presentara errores físicos.

Para que esto ocurriera, la luz debió de verse primero y luego de 4,411 segundos escucharse el sonido. Otra opción es que los personajes estuvieran mucho más cerca de la explosión, cosa que la diferencia en el tiempo que tarda la luz y el sonido fuese tan pequeño que sea imperceptible a los sentidos humanos.

### **3.3.4 Guía 4: Mission Impossible**

**Aprendizaje esperado:** A partir de una observación de una escena de una película y una experimentación de fuerzas y descomposición de fuerzas determinar, con bases científicas, el error que evidencias en la escena.

#### **Conocimientos previos**

Para el buen desarrollo de esta guía, tendrás que recordar conocimientos previos relacionados con electricidad, tales como:

- Leyes de Newton
- Fuerza

#### **Materiales**

- Hilo delgado (cualquier color)
- Una pelota de pin-pon
- Un secador de pelo

#### **Desarrollo**

1. Observar el extracto de la película Mission Impossible que previamente ha seleccionado el profesor
2. Escribe con tus propias palabras el o los errores que, desde el punto de vista de la física, se observa en la película.

En la escena observada se ve claramente como el helicóptero vuela de forma paralela al tren, esto no es posible ya que para que un helicóptero vuele rápidamente hacia adelante tiene que estar inclinado hacia adelante y por lo tanto se genera una descomposición de fuerzas, actuando una componente en el eje x que provoca el movimiento hacia adelante y otra en y que impide que el helicóptero caiga.

Si algún estudiante descubre que el error es que el actor de la película cae en una forma que no coincide según el movimiento que realiza el tren, se explica que ese tema se analizará en una próxima clase, esto, con el objetivo de solo remitirnos al helicóptero.

3. Reúnete con tres o cuatro de tus compañeros y comparte tus observaciones fundamentando lo que afirmas. Luego, como grupo, escriban las conclusiones a las que llegaron.

En la escena observada se ve claramente como el helicóptero vuela de forma paralela al tren, esto no es posible ya que para que un helicóptero vuele rápidamente hacia adelante tiene que estar inclinado hacia adelante y por lo tanto se genera una descomposición de fuerzas, actuando una componente en el eje x que provoca el movimiento hacia adelante y otra en y que impide que el helicóptero caiga.

Si algún estudiante descubre que el error es que el actor de la película cae en una forma que no coincide según el movimiento que realiza el tren, se explica que ese tema se analizará en una próxima clase, esto, con el objetivo de solo remitirnos al helicóptero.

4. Luego, junto con tus compañeros y utilizando los materiales para esta actividad, cuelguen la pelota de pin-pon con el hilo (simulando un helicóptero suspendido en el aire). Discute con tus compañeros que fuerzas están actuando y dibújenlas.

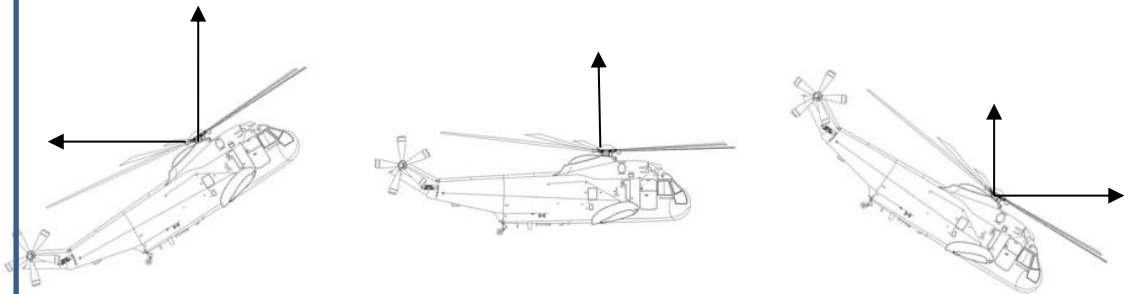
Actúa la fuerza peso que va dirigida hacia abajo y la tensión que va dirigida hacia arriba por medio de la cuerda. Es esta la fuerza que impide que la pelota de pin-pon caiga. Recalcar que esta tensión es similar a la fuerza que generan las aspas del helicóptero.

5. A continuación, para simular al helicóptero volando a alta velocidad, como en el caso de la película, y el efecto que tendría el aire sobre dicho helicóptero cuelga la pelota, como en el caso anterior, y con el secador de pelo encendido suminístrele aire. Observen lo que sucede con el hilo que sostiene la pelota de pin-pon. Discute con tus compañeros que fuerzas están actuando y dibújenlas

Por motivo de que el viento que produce el secador, la pelota tenderá a hacer un movimiento oblicuo con el hilo que la sostiene, provocando que

las fuerzas que actúan en él se descompongan, una en el eje x y otra en el eje y. Nuevamente, recalcar que la tensión simula la fuerza que genera las aspas. Una componente de la fuerza impide que la pelota caiga y la otra componente provoca que la pelota soporte el aire a alta velocidad que lanza el secador.

6. Con lo que acaban de responder y sabiendo que las aspas de un helicóptero generan fuerzas en una dirección determinada, dibujen las fuerzas que generan cada una de las aspas y discutan el o los movimiento que producen en cada caso.



El primer helicóptero va a retroceder y esto queda claro por la componente en eje x de la fuerza, el segundo realizará un movimiento paralelo al eje de las ordenadas y el tercero realizará un movimiento en dirección positiva el eje de las abscisas. En el caso del primero y último, la componente de la fuerza en el eje Y es la encargada de hacer que el helicóptero no caiga al suelo.

7. Con las respuestas, observa nuevamente el extracto de la película ¿El error que anotaron al comienzo es el mismo o descubrieron un error distinto?

En la escena observada se ve claramente como el helicóptero vuela de forma paralela al tren, esto no es posible ya que para que un helicóptero vuele rápidamente hacia adelante tiene que estar inclinado hacia adelante y por lo tanto se genera una descomposición de fuerzas,

actuando una componente en el eje x que provoca el movimiento hacia adelante y otra en y que impide que el helicóptero caiga.

Si algún estudiante descubre que el error es que el actor de la película cae en una forma que no coincide según el movimiento que realiza el tren, se explica que ese tema se analizará en una próxima clase, esto, con el objetivo de solo remitirnos al helicóptero.

**Aplica y expone lo que aprendiste.**

Junto con tu grupo expongan brevemente el error descubierto. Indiquen y, con fundamentos científicos, expliquen qué elementos o condiciones faltaron para que la escena no presentara errores físicos.

Una condición puede ser que el helicóptero esté inclinado hacia adelante para que se produzca la descomposición de fuerzas. Otra condición sería que tanto el helicóptero como el tren estuvieran detenidos.



### 3.3.5 Guía 5: Speed

**Aprendizaje Esperado:** A partir de una observación de una escena de una película y una experimentación sobre lanzamiento horizontal determinar, con bases científicas, el error que evidencias en la escena.

#### **Conceptos previos:**

Para el buen desarrollo de esta guía tendrás que recordar conocimientos previos relacionados con el movimiento como por ejemplo:

- Movimiento rectilíneo uniforme
- Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

#### **Forma grupos de 3 o 4 personas**

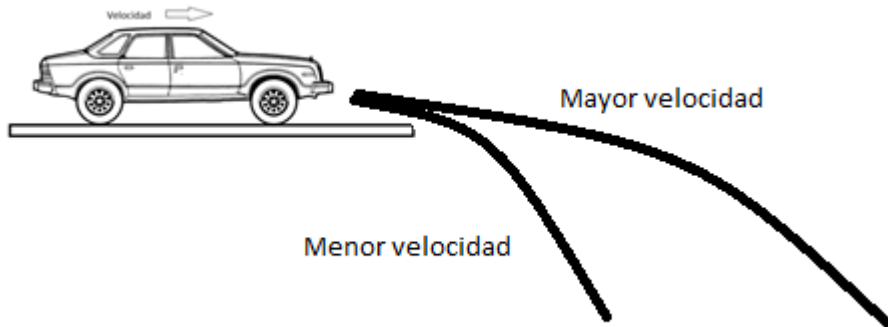
1. Observar el extracto de la película Speed que previamente ha seleccionado el profesor
2. Escribe con tus propias palabras el o los errores que, desde el punto de vista de la física se observa en la película

No es posible que el autobús cruce en medio de las dos autopistas separadas por 19 metros y estando ambas plataformas a la misma altura.

3. Reúnete con tres o cuatro de tus compañeros y comparte tus observaciones fundamentando lo que afirmas. Luego, como grupo escriban las conclusiones a que llegaron.

No es posible que el autobús cruce en medio de las dos autopistas separadas por 19 metros y estando ambas plataformas a la misma altura.

4. Luego, junto con tus compañeros y utilizando el autito que te ha entregado el profesor lánzalo por la superficie de la mesa con una pequeña velocidad y luego con una velocidad mayor. Observa la trayectoria que toma el auto una vez que sale disparado de la superficie de la mesa y dibújalas rotulado la que corresponde a la velocidad mayor y a la menor.



5. A continuación coloca otra mesa de igual altura a unos 30 cm del punto de salida del auto e intenta que el auto lanzado desde la primera mesa llegue a la segunda mesa para continuar su camino. Inténtalo aplicando diferentes velocidades de lanzamiento. Discute con tus compañero los resultados obtenidos y explique con fundamentos científicos lo ocurrido.



El autito jamás llegará a la otra mesa, independiente de la velocidad con que sea lanzado inicialmente. Esto debido a que si no posee superficie por donde desplazarse no puede realizar una trayectoria rectilínea, sino curva como se mostró en el caso anterior. De esta manera el auto empezará a caer desde el mismo instante en que se encuentre sin superficie (mesa).

6. Con las respuestas, observa nuevamente el extracto de la película. ¿El error que anotaron al comienzo es el mismo o descubrieron un error distinto?

No es posible que el autobús cruce en medio de las dos autopistas separadas por 19 metros y estando ambas plataformas a la misma altura.

7. Intercambien las guías con otros grupos y discutan cuáles errores son acertados y cuáles no.

### **Aplica y expone lo que aprendiste**

Junto con tu grupo expongan a qué altura debió encontrarse la segunda plataforma para que el autobús cruzase de manera correcta

Como el autobús se mueve a 67 millas/h, al transformarlo a km/h resulta 107,826048; luego esto al cambiarlo a m/s queda: 29,95168

Si utilizamos la fórmula de  $v = d/t$ , esto porque el autobús se mueve en línea recta; podremos calcular el tiempo que podría utilizar en seguir recto, ya que sabemos que la distancia que separa los dos bloques es de 19 [m]; resultando 0,63455 [s]

Por otro lado, la ecuación de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado es:  $x = x_0 + v_0t + at^2/2$ ;  $x_0$  es cero;  $v_0$  también es cero

Finalmente resulta

$$x = at^2/2$$

$$x = 9,8 * 0,63455^2 / 2$$

$$x = 1,973 \text{ [m]}$$

Por lo tanto para que el autobús no cayera, la otra rampa debió encontrarse a 1,973 [m] más debajo de la inicial.

### **3.3.6 Guía 6: The Edge**

**Aprendizaje esperado:** A partir de una observación de una escena de una película y una experimentación de carga y electromagnetismo determinar, con bases científicas, el error que evidencias en la escena.

#### **Conocimientos previos**

Para el buen desarrollo de esta guía, tendrás que recordar conocimientos previos relacionados con electricidad, tales como:

- Carga eléctrica
- Electromagnetismo

#### **Materiales**

- Clip
- Hojas de árbol del porte de un clip que floten en agua
- Plato hondo
- Un imán
- Una brújula
- Una prenda de verter de lana

#### **Desarrollo**

1. Observar el extracto de la película The Edge que previamente ha seleccionado el profesor
2. Escribe con tus propias palabras el o los errores que, desde el punto de vista de la física, se observa en la película.

El error presente es que es imposible que un cuerpo cargado eléctricamente se transforme en un imán.

3. Reúnete con tres o cuatro de tus compañeros y comparte tus observaciones fundamentando lo que afirmas. Luego, como grupo, escriban las conclusiones a las que llegaron.

El error presente es que es imposible que un cuerpo cargado eléctricamente se transforme en un imán.

4. Luego, junto con tus compañeros y utilizando los materiales para esta actividad, estiren el clip, frótenlo en la prenda de vestir de lana y colóquenlo sobre la hoja de tal manera que flote. Observen lo que sucede y lleguen a una conclusión de lo que observaron.

No se debería observar ningún movimiento, salvo el movimiento provocado por el hecho de colocarlo sobre el agua

5. A continuación, coloquen el imán cerca de la brújula y denle una vuelta completa lentamente alrededor de la brújula. Observen que sucede con la aguja de la brújula. Discutan lo que sucede y, con argumentos científicos, lleguen a una conclusión.

El imán atraerá una de las puntas de la aguja y repelerá la punta opuesta. Al darle la vuelta, la aguja igual realizará el mismo movimiento.

6. Realiza el procedimiento anterior, pero ahora, con la hola con el clip encima. Observa lo que sucede y anota si vez algo distinto. Discute con tus compañeros sobre las razones físicas de lo que sucedió.

No sucederá nada ya que el objeto cargado, el clip, no se comporta de la misma manera que un objeto imantado (la aguja de la brújula).

7. Con las respuestas, observa nuevamente el extracto de la película ¿El error que anotaron al comienzo es el mismo o descubrieron un error distinto?

El error presente es que es imposible que un cuerpo cargado eléctricamente se transforme en un imán.

### **Aplica y expone lo que aprendiste.**

Junto con tu grupo expongan brevemente el error descubierto.

Indiquen y, con fundamentos científicos, expliquen que elementos o condiciones faltaron para que la escena no presentara errores físicos.

Para que la escena sea correcta desde el punto de vista de la física, el personaje no debió de frotar el clip con una prenda de vestir, sino, frotarlo con un imán. De esta manera, las propiedades del imán se transferirían momentáneamente al clip, por lo tanto si podría alinearse con el campo magnético de la tierra.

### 3.3.7 Guía 7: Star Wars

1. Observar el extracto de la película Star Wars IV que previamente ha seleccionado el profesor
2. Escribe con tus propias palabras el o los errores que, desde el punto de vista de la física, se observa en la película.

En esta escena hay dos errores, el primero es que al haber una explosión en el espacio (donde hay vacío) no se debería escuchar ninguna cosa, debido a que, como sabemos, el sonido es una onda mecánica y como tal necesita de un medio material para propagarse.

El segundo error es el hecho de que tanto la luz de la explosión como el sonido de la misma se ven y escuchan en el mismo instante, eso no es posible debido a que la velocidad de la luz es mucho más rápida que la del sonido. ( $3 \cdot 10^8$  (m/s) la velocidad de la luz y 340 (m/s) la del sonido)

3. Reúnete con tres o cuatro de tus compañeros y comparte tus observaciones fundamentando lo que afirmas. Luego, como grupo, escriban las conclusiones a las que llegaron (Hipótesis grupal).

En esta escena hay dos errores, el primero es que al haber una explosión en el espacio (donde hay vacío) no se debería escuchar ninguna cosa, debido a que, como sabemos, el sonido es una onda mecánica y como tal necesita de un medio material para propagarse.

El segundo error es el hecho de que tanto la luz de la explosión como el sonido de la misma se ven y escuchan en el mismo instante, eso no es posible debido a que la velocidad de la luz es mucho más rápida que la del sonido. ( $3 \cdot 10^8$  (m/s) la velocidad de la luz y 340 (m/s) la del sonido)

4. Escriban, con fundamento científico, que es lo que debería haber sucedido. Si pueden realizar cálculos matemáticos, realícenlos.

En esta escena hay dos errores, el primero es que al haber una explosión en el espacio (donde hay vacío) no se debería escuchar ninguna cosa, debido a que, como sabemos, el sonido es una onda mecánica y como tal necesita de un medio material para propagarse.

El segundo error es el hecho de que tanto la luz de la explosión como el sonido de la misma se ven y escuchan en el mismo instante, eso no es posible debido a que la velocidad de la luz es mucho más rápida que la del sonido. ( $3 \cdot 10^8$  (m/s) la velocidad de la luz y 340 (m/s) la del sonido)

Si algún estudiante estima una posible distancia de la explosión se podrían realizar cálculo matemático. Pero tendría que estar dentro del rango de los  $10^8$  metros

**Aplica y expone lo que aprendiste.**

Junto con tu grupo expongan brevemente el error descubierto.

Indiquen y, con fundamentos científicos, expliquen qué elementos o condiciones faltaron para que la escena no presentara errores físicos.

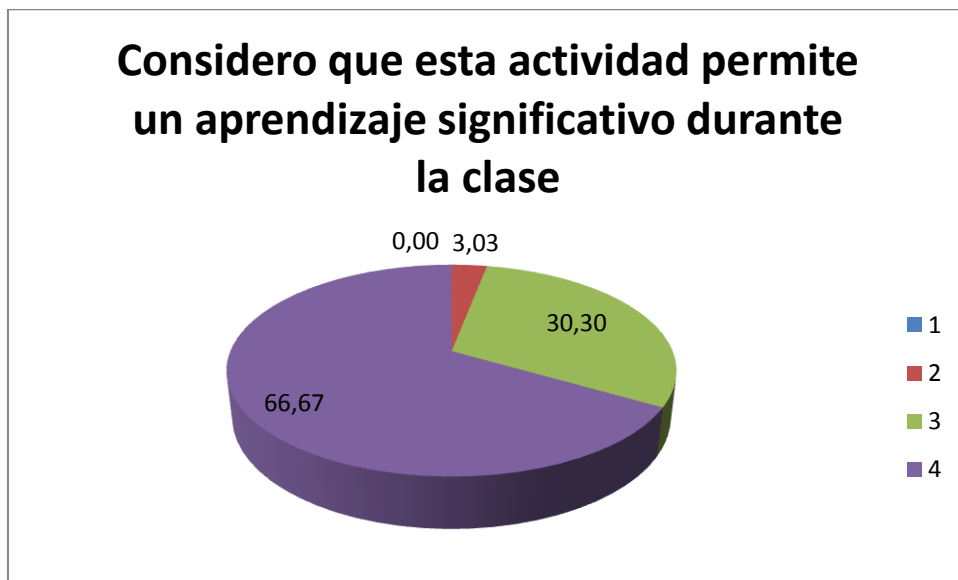
Para que esto ocurriera, la luz debió de verse primero y luego de unos varios segundos (horas en realidad) escucharse el sonido. La opción de que estuvieran cerca del evento no sea posible que se destruyeran en la explosión.



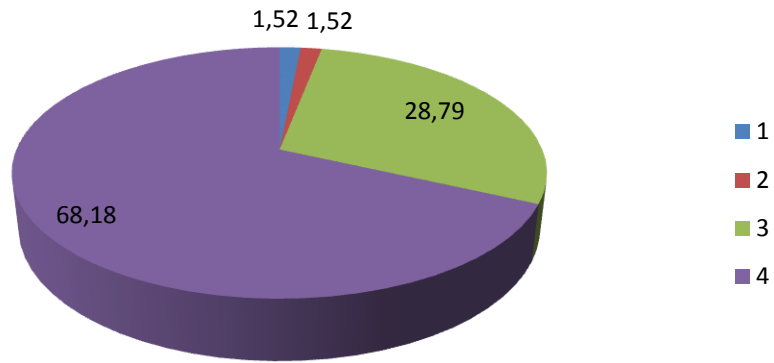
En relación a la encuesta que se realizó a cada uno de los estudiantes después de acabada la actividad, estos fueron los resultados obtenidos en el curso I y II, con 37 estudiantes en el curso I y 29 en el curso II, en total 66 estudiantes. La guía que ellos trabajaron fue tomada de la escena de la película “Speed”, teniendo en cuenta que las opciones eran:

- Muy en desacuerdo ■
- En desacuerdo ■
- De acuerdo ■
- Muy en acuerdo ■

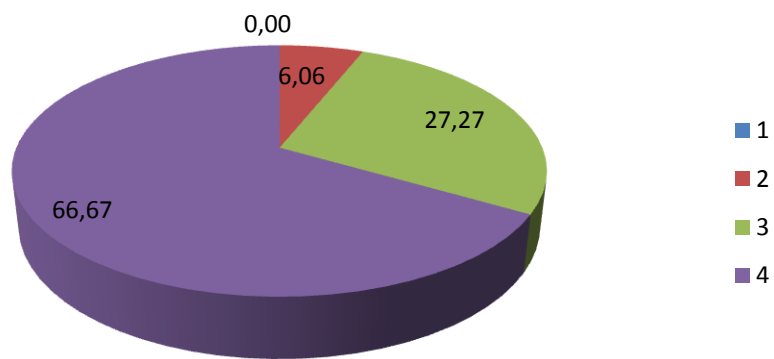
Los gráficos que aparecerán a continuación refleja el nivel de satisfacción frente a cada pregunta



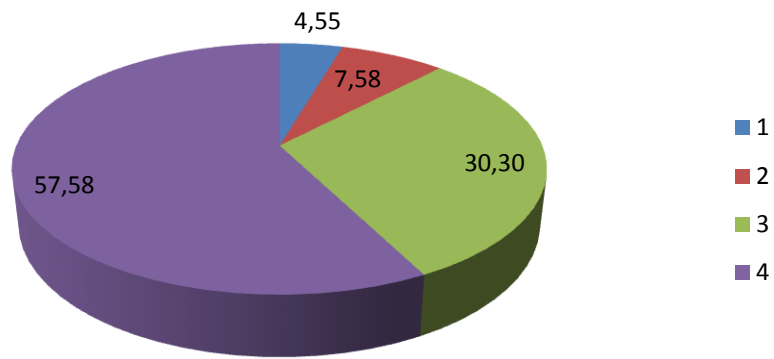
### Me interesan que se repitan actividades como éstas



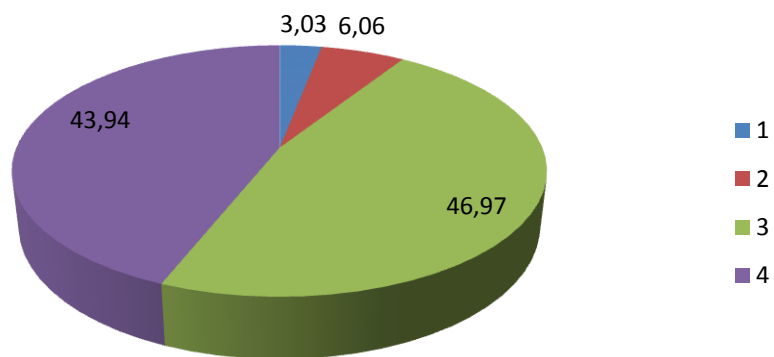
### El tiempo destinado a desarrollar la actividad fue óptimo



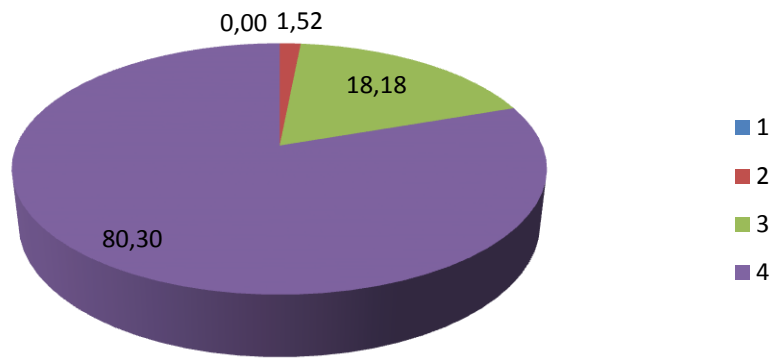
### Actividades como estas me animan a estudiar física



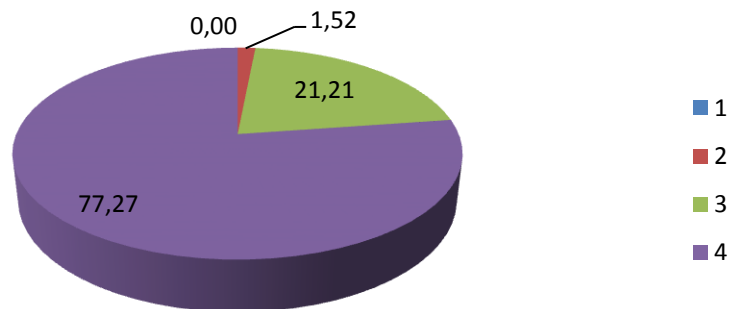
### Fue interesante debatir con mis compañeros temas científicos



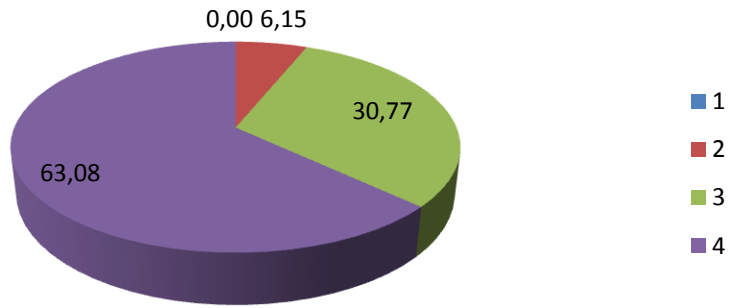
### La actividad me ayudo a comprender el error físico de la escena observada



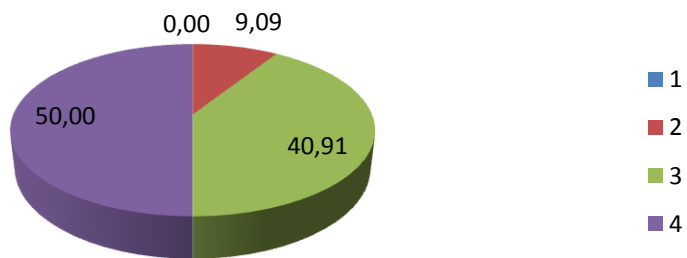
### Considero que esta metodología podría ser utilizada en otros temas de física



**Esta nueva metodología me permite aprender con más facilidad y mejorará mis calificaciones**



**Esta actividad me ha permitido hacer un análisis crítico con fundamentos científicos de lo que se presenta en las películas**



#### 4. CONCLUSIONES

Por lo que podemos analizar de los gráficos, en términos de motivación la actividad resultó bastante motivadora para muchos de los estudiantes, y la mayoría considera que esta nueva herramienta puede ser utilizada en otros aspectos de la física.

Por otro lado en términos cognitivos, la gran mayoría de los estudiantes consideran que desarrollaron aprendizaje significativo en relación al tema tratado y, además, la gran mayoría comprendió el error físico involucrado en la escena de la película.

Además con respecto a debatir temas científicos y analizar críticamente lo observado, muchos de ellos no se sintieron completamente agradados realizando ese tipo de actividades, aunque sí estuvieron de acuerdo

Además de las preguntas señaladas, se añadió una última en la que se les pedía a los estudiantes que escribieran que les había parecido la actividad y que le mejorarían. La actividad en general tuvo una buena aceptación, he aquí algunos de los comentarios: “Esta clase me gustó, fue innovadora y significativa, ya que al estudiar y experimentar de forma real la materia queda mucho mejor en la mente por lo tanto se aprende más rápido. Me gustaría que las clases fueran siempre así ya que son más entretenidas y no tan estructuradas”. Y otro estudiante señaló: “Desde mi punto de vista la clase en general y en específico fue didáctica, entretenida y fácil de entender, en lo personal no le cambiaría nada, ya que se puede captar satisfactoriamente la materia”. Las respuestas de estos dos alumnos son un ejemplo de todas las apreciaciones que obtuvimos.

Una de las preguntas de la encuesta, que menciona: “Considero que esta metodología podría ser utilizada en otros temas de física” es digna de mencionar, ya que, como hemos mencionado, las demás películas abordan temas en distintos niveles de la educación media. En cuanto a esto, la gran mayoría está “de acuerdo” o “muy de acuerdo” en que sea utilizada en otros

temas de física, lo que nos proporciona una base para afirmar que esta metodología tendría aceptación, junto con buenos resultados, en los demás temas que tratamos en este seminario.

Un aspecto que no está abarcado en la encuesta y que es difícil de cuantificarlo para un análisis posterior es la percepción del profesor en cuanto a la recepción, actitud y comportamiento de los estudiantes frente a una actividad como esta. Los estudiantes estaban visiblemente entusiasmados con la actividad, haciendo preguntas y respondiéndoselas entre ellos mismos. El mismo hecho de que preguntaran: “profesor, vamos a hacer más actividades como esta” menciona que realmente les agrado la actividad. Este aspecto nos motiva como profesores a esforzarnos por mejorar cada vez más en nuestras estrategias docentes dentro del aula.

En cuanto a las debilidades de este seminario podemos decir, basándonos en la aplicación que realizamos, que una limitante es el número de alumnos por sala. Es muy difícil para el docente aplicar esta guía con una gran cantidad de estudiantes que requieren atención y dirección dentro del aula. Además, si el alumno está demasiado acostumbrado a una clase conductista y no está abierto a cambios como este costará mucho que realice la actividad (ocurrió con un alumno de cada curso)

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel, David, Psicología Educativa y la Labor Docente, Red [en línea] [Fecha de consulta 12 de enero de 2013]. Disponible en internet <http://es.scribd.com/doc/53579808/9/La-Psicologia-educativa-y-la-labor-docente>
- Altablero. No. 30 junio – julio 2004. [Fecha de consulta 13 de enero de 2013] Disponible <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87456.html>
- Beltrán, María J. Una cuestión socio-científica motivante para trabajar pensamiento crítico. [Fecha de consulta 13 de enero de 2013] Disponible en línea [https://www.google.cl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=20&cad=rja&ved=0CGgQFjAJOAo&url=http%3A%2F%2Frcientificas.uninorte.edu.co%2Findex.php%2Fzona%2Farticle%2Fdownload%2F1141%2F712&ei=PF7zUI33JIWs8ATom4CwBA&usg=AFQjCNEo22FHIMISh-Ew0hCvOyrG246L1w&sig2=zALyne\\_ysL1OFGQfqIRN3A&bvm=bv.1357700187,d.eWU](https://www.google.cl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=20&cad=rja&ved=0CGgQFjAJOAo&url=http%3A%2F%2Frcientificas.uninorte.edu.co%2Findex.php%2Fzona%2Farticle%2Fdownload%2F1141%2F712&ei=PF7zUI33JIWs8ATom4CwBA&usg=AFQjCNEo22FHIMISh-Ew0hCvOyrG246L1w&sig2=zALyne_ysL1OFGQfqIRN3A&bvm=bv.1357700187,d.eWU)
- Bugallo, F., Bravo, JL. Y otros (1992) Una experiencia para la enseñanza de la física mediante video: El puente de hilo.
- Calvo, J. L.; Suero, M. I.; Pérez, A. L; Peña, J. J.; Rubio, S. y Montanero, M. (1992b): *Preconcepciones en Dinámica: su persistencia en niveles universitarios*. Revista Española de Física.
- Carretero, M. (1984). *De la larga distancia que separa la suposición de la certeza*.
- Claxton, N. G. (1984): *Vivir y aprender*. Alianza Editorial, España.
- Coll, C. (1993): *El constructivismo en el aula*. Graó. Barcelona.
- Elena, M. & González, J., (2003). *El pensamiento Psicológico y pedagógico de Jean Piaget*,
- Europa C., Megaton O., 2012, “Taken 2” <http://www.identi.li/index.php?topic=154909>
- Gil, D. (1983): *Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las Ciencias*. Enseñanza de las Ciencias, 1, pp. 26-33.



- Gil, D. (1993): *Contribución de la historia y de la filosofía de de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación*. Enseñanza de las Ciencias, 11(2), pp. 197-212.
- Linson, A., Tamahori, L., 1997, “The Edge” <http://alejandro160.blogspot.com/2012/08/the-edge-1997-720p-brrip.html>
- Mark Gordon, M. y otro; De Bont, J., 1994, “Speed” <http://www.cinefis.com.ar/maxima-velocidad/pelicula/3914>
- *Iberoamericana de Física*, 6(1), 2-3. <http://www.feiasofi.net/images/revistaibfísica/num6/textos/foro.pdf>
- Jiménez-liso, M. R. y De Manuel, E (2002): *La neutralización ácido-base a debate*. Enseñanza de las Ciencias, 20(3), pp. 451-464.
- McCallum, R., Lucas, G., 1977, “Star Wars: Episode IV – A New Hope” <http://alejandro160.blogspot.com/2012/09/star-wars-episode-iv-new-hope-1977-720p.html>
- Meier, Annemarie (2003); “El cine como agente de cambio educativo”.
- Omnia. (1990). *Jean Piaget* [Fecha de consulta 12 de enero de 2013]. Disponible en internet [http://www.opuslibros.org/Index\\_libros/Recensiones\\_1/piaget\\_obr.htm](http://www.opuslibros.org/Index_libros/Recensiones_1/piaget_obr.htm)
- Palacios, S. (2008). *La Guerra de Dos Mundos*. Barcelona: Ma Non Troppo.
- Palacios, S. (2011). *Física en la Ciencia Ficción*. <http://fisicacf.blogspot.com/>
- Paramount Pictures, De Palma, B., 1996, “Mission Impossible” <http://www.pelisdscargas.com/mision-imposible-1996-brrip-latino/>
- Peña, A. y García, J.A. (1998). *Física 2.( Astralia 21)*. Ed. Mc Graw-Hill. Madrid.
- Piaget, Jean [en línea] [Fecha de consulta 12 de enero de 2013]. Disponible en internet [http://www.opuslibros.org/Index\\_libros/Recensiones\\_1/piaget\\_obr.htm](http://www.opuslibros.org/Index_libros/Recensiones_1/piaget_obr.htm)
- Pozo, J. I. (1987): *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Ed. Visor. Madrid.

- Pozo, J. I.; Sanz, A.; Gómez, M. A. y Limón, W. (1991): *Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la Psicología cognitiva*. Enseñanza de las Ciencias.
- Pozo, J. I.; Perez, M. P.; Sanz, A. y Limón, M. (1992): *Las ideas de los alumnos sobre la ciencia como teorías implícitas*. Infancia y aprendizaje.
- Pró, Maite (2003); “Aprender con imágenes. Incidencia y uso de la imagen en las estrategias de aprendizaje”; Barcelona; Ediciones Paidós.
- Quirantes, A. (2011) Física de Película: una herramienta docente para la enseñanza de Física universitaria usando fragmentos de películas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8 (3), 334-340.
- Rodríguez, A. (2011). AUSUBEL, David, Psicología Educativa y la Labor Docente [Fecha de consulta 12 de enero de 2013]. Disponible en internet <http://es.scribd.com/doc/53579808/9/La-Psicologia-educativa-y-la-labor-docente>
- Rubio, S.; Suero, M. I.; Pérez, A. L.; Calvo, J. L.; Montanero, M. y Peña, J. J. (1994): *El calor y la temperatura en el Curso de Orientación Universitaria: errores conceptuales*. Volumen I, pp. 149-158. Publicaciones ICE Universidad de Extremadura. Badajoz.
- Socas, Martín. Jean Piaget y su influencia en la educación. (2000) [Fecha de consulta 12 de enero de 2013] Disponible en internet: <http://www.sinewton.org/numeros/numeros/43-44/Articulo74.pdf>
- Solano, F.; Gil, J.; Pérez, A. L. y Suero, M. I., (2002): *Persistencia de preconcepciones sobre los circuitos eléctricos de corriente continua*. Revista Brasileira de Ensino de Física. 24, (4), pp. 460-470.
- Vygoski, L. S. (1979): *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Editorial Crítica. Barcelona.
- Warner Bros. Pictures, Nolan, C., 2006, “The Prestige” <http://www.labutaca.net/films/47/theprestige.htm>