

## **SOLICITUD DE PROYECTOS DEL PROGRAMA DE INNOVACIÓN Y BUENAS PRÁCTICAS DOCENTES**

**TÍTULO DEL PROYECTO:** Física de película

### **Sección 1: DESCRIPCIÓN Y PLAN DE TRABAJO**

#### **1.1.- Antecedentes (Descripción de la situación que se pretende mejorar con el proyecto de innovación):**

Uno de los mayores problemas con que se encuentran los profesores universitarios de ciencias es el hecho de que los alumnos recién ingresados entran en la Universidad con una comprensión deformada de la realidad. Entre otros motivos, podemos citar el bombardeo de estímulos audiovisuales que abrumba y equivoca la percepción del niño hasta el punto de que la “realidad” asimilada en el cine y la televisión tiene, en ocasiones, preferencia sobre los razonamientos del aula de ciencias.

Este proceso de asimilación de estímulos audiovisuales constituye un grave impedimento a un correcto aprendizaje. Por lo general, el estudiante debe tener algún tipo de conocimiento previo que le ayude a “anclar” el nuevo concepto. La asimilación de conocimientos nuevos a “anclas” falsas o incorrectas (problema conocido como *impedimento sustantivo*) da lugar a un fallo especialmente dañino en el aprendizaje, por cuanto el propio estudiante no es consciente de la existencia de tal fallo: el alumno no sabe, pero cree que sabe.

El problema es que, si las ideas previas son creadas por estudios de cine y televisión, en los que no prima necesariamente el rigor científico, acabarán conformando un marco de aprendizaje erróneo. De no corregirse, ello puede desembocar en una concepción pública de la ciencia como una actividad perversa y peligrosa, o peor aun, en la adopción de políticas equivocadas por parte de los estamentos del poder político. En un mundo que aún se está recuperando del accidente nuclear de Fukushima, asusta pensar en lo que pueden hacer en la actualidad líderes políticos cuya formación científica no va más allá de *Armageddon* o *El Síndrome de China* y que sonrían frente a los comentarios de Homer Simpson sobre haber provocado “tres fundiciones del núcleo y un Síndrome de China.”

La “Física del Correcaminos”, con situaciones físicas absurdas, busca la risa del niño; y la consigue precisamente porque le introduce a un mundo inesperado. Un Coyote en animación suspendida sobre un precipicio es ciertamente un absurdo divertido, pero introduce 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. No es ese el caso. Si bien James Bond o Jason Bourne se adaptan ya a la caída parabólica, lo compensan violando las leyes de conservación de la energía o del momento lineal. La película *Speed* es un caso clásico de mala física: un autobús salta horizontalmente un paso elevado de quince metros, sin caer hacia abajo ni un milímetro, en la mejor tradición del Coyote.

¿Puede el mismo medio corregir sus propios fallos? El poder de la televisión como herramienta educadora ha sido entendido y aprovechado extensamente, como es natural. Existen series documentales de gran calidad, tanto técnica como artística, aptas para la enseñanza, que abarcan una gran variedad de estilos: desde el estrictamente docente de Jacob Bronowski y David Goodstein, pasando por el corte clásico de Carl Sagan y Félix Rodríguez de la Fuente hasta la amenidad mediática de Neil deGrasse Tyson y Brian Cox. Por desgracia, no es habitual que obtengan el mismo grado de atención que las películas de acción, y suelen ser etiquetados por los estudiantes como aburridos y poco “cool.”

En un intento por atacar la raíz del problema, se han desarrollado diversas iniciativas para eliminar las malas ideas científicas del cine y la televisión. La Academia Nacional de Ciencias de EEUU ha desarrollado 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.

Por su parte, cada vez más directores se muestran interesados en dar a sus obras una base científica correcta. Valga como ejemplo la película *Sunshine*, que cuenta como asesor científico al astrofísico y divulgador Brian Cox. Mención aparte merece la serie de televisión *The Big Bang Theory (TBBT)*. Emitida actualmente por Neox en España, narra en clave de humor las aventuras de un grupo de físicos del instituto Caltech. Esta serie tiene una fuerte carga científica, cuya verosimilitud es verificada por el profesor David Salzberg, de la UCLA, y por la serie han desfilado físicos como Neil deGrasse Tyson y George Smooth (mientras escribo estas palabras, se ha confirmado la próxima aparición de Stephen Hawking).

La popularidad de esta serie es tal que en su emisión original ha llegado a desbancar a *American Idol* (versión norteamericana de nuestra *Operación Triunfo*). Los estudiantes británicos la mencionaron como uno de los tres estímulos (junto a Brian Cox y el CERN) que más les animan a la hora de escoger carrera, y se la considera uno de los factores que ayuda a explicar el repunte observado de las matriculaciones en la carrera de Física en el Reino Unido.

En la actualidad, se aprecia esa convergencia entre cine y ciencia, donde ambos mundos tienen mucho que ganar: credibilidad por un lado, y una muy poderosa herramienta pedagógica por el otro. Esta tendencia comenzó en el campo de la ciencia ficción. En fecha tan temprana como 1968, el escritor (y bioquímico) Isaac Asimov abogaba por la idea de utilizar relatos de ciencia ficción como ayuda a la enseñanza. La ciencia ficción ha sido promovida en Estados Unidos como elemento docente, de la

mano de profesores como Costas Efthimiou y Ralph Llewellyn (Universidad de Florida Central), James Kakalios (Universidad de Minnesota) o Lawrence Krauss (Universidad Case Western Reserve).

En España, y sin ánimo de ser exhaustivos, destaca la labor pionera de Pilar Bacas (en enseñanza secundaria); Jordi José, Manuel Moreno y Miquel Barceló, de la Universidad Politécnica de Cataluña; o Sergio Palacios, de la Universidad de Oviedo. Recientemente, la Revista Española de Física incluyó en portada el trabajo de dos profesores de instituto de Cantabria, que desde 2008 utilizan dibujos animados para divulgar Física entre sus alumnos. El artículo se titula “La Física del Correcaminos.”

Las posibilidades del cine en la docencia de Física van más allá de los campos de ciencia ficción, superhéroes, espías o similares. De hecho, ha trascendido incluso el propio campo de la ciencia. Tan sólo en la Universidad de Granada, se pueden contabilizar cuatro Proyectos de Innovación Docente en el curso 2010/11 con uso de herramientas cinematográficas, aplicadas a campos tan dispares como Toxicología, Historia y Literatura. Un blog recientemente abierto utiliza a los superhéroes para plantear dilemas de filosofía.

Desde la ya famosa escena del autobús volador en *Speed*, al refrigerador del Salvaje Oeste creado por Doc Brown en *Regreso al Futuro III*, pasando por los ejemplos de aberración en lentes de *Master and Commander: al Otro Lado del Mundo*, Hollywood nos brinda gran cantidad de ejemplos docentes útiles. Algunos son correctos, otros un despropósito patente; pero en todos los casos, constituyen ejemplos útiles para su uso didáctico. Ese es el trasfondo que subyace al proyecto *Física de Película*.

## 1.2.- Descripción y Objetivos del Proyecto:

El proyecto Física de Película (*FdP*) pretende mejorar la concepción que los estudiantes de Ciencias tienen acerca de la Física y del método científico, y actuar a la vez como herramienta didáctica de apoyo. Para ello, se escogen diversos fragmentos breves de películas y series de televisión, que son analizados en clase en busca de ejemplos de buena o de mala física, según sea el caso (ver 1.3, “Metodología”). Los principales objetivos son:

- Introducir al alumno a situaciones que no suelen darse en la vida cotidiana, y con las que por ello no se encuentra familiarizado
- Aprovechar la popularidad de películas, series y personajes de ellas para que actúen como elemento clave en el proceso de “anclar” y fijar conceptos
- Ayudar al alumno a distinguir entre situaciones verosímiles e inverosímiles desde el punto de vista físico
- Acostumbrar al estudiante a reconocer principios físicos en el mundo que le rodea
- Desarrollar el interés de los alumnos por la ciencia
- Fomentar el espíritu crítico y escéptico propio de un científico

- Potenciar y desarrollar la capacidad para rebatir argumentos científicamente inconsistentes
- Fomentar entre los alumnos las capacidades de resolver problemas, trabajar en equipo, generar conocimiento, actuar en público, organizar y planificar.

Asimismo, *Física de Película* ha sido extendido más allá de su concepción original, convirtiéndose en una actividad académicamente dirigida (AAD) según las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). La prueba piloto fue efectuada con éxito durante el curso 2010/11 y continuada en el 2010/12.

### 1.3.- Metodología:

El proyecto *Física de Película* se enmarca dentro del tipo *Acción 2 (Innovación en metodologías docentes para clases teóricas y prácticas)*. Se basa en el estudio en clase de diversos fragmentos de películas o series de televisión que contengan una fuerte carga científica. Dicha carga científica será positiva o negativa según se adhieran a los principios físicos o la vulneren (a tenor de lo visto en los cines, la carga de física mala predomina con mucho sobre la de física buena). Cada fragmento representa un aspecto de Física, y será utilizado cuando dicho aspecto sea desarrollado en clase.

Paralelamente a la presentación del fragmento de película en el aula, los contenidos de *FdP* incluyen (no en todos los casos) una breve explicación física del suceso visionado (“análisis”). Tendrá la forma de ecuaciones, descripciones cualitativas y/o diagramas diversos (vectores, descomposiciones de fuerzas, líneas de campo, diagramas de rayos, según el caso). En ocasiones, un principio físico determinado dispondrá de más de un fragmento de película para su visualización, y será el profesor quien, según su criterio docente, escogerá cuáles de los fragmentos o videoclips resultarán más adecuados. De ese modo, el estudiante tendrá una descripción física adecuada de la situación que se le está mostrando en el videoclip.

*Física de Película* se compone en la actualidad de aproximadamente 150 videoclips, con una duración de entre 10 segundos y 2-3 minutos de duración. Han sido escogidos según su capacidad de mostrar principios físicos concretos, evitando escenas violentas, sexistas o excesivamente inverosímiles. Los videoclips y sus análisis está divididos en 22 temas, configurados como presentación en formato PowerPoint o su equivalente en software libre (OpenOffice Impress). El profesor dispone de materiales adicionales de apoyo, como un “manual de uso,” una guía docente y un cuestionario de evaluación. Por su parte, los alumnos reciben una Guía del Alumno en la que aparecen todos los análisis mostrados en *FdP*. De esa forma, cuando vean en clase esos análisis no tendrán que perder tiempo y atención en copiarlos, ya que los tendrán a mano. Esta novedad respondió a una petición de los propios alumnos, y ha tenido una buena acogida.

La utilización de fragmentos de películas o series, protegidas por derechos de propiedad intelectual, están en nuestra opinión cubiertos por el derecho de cita, y en consecuencia podrán ser utilizados libremente por los profesores:

“Es lícita la inclusión en una obra propia de fragmentos de otras ajenas de naturaleza escrita, sonora o audiovisual, así como la de obras aisladas de carácter plástico o fotográfico figurativo, siempre que se trate de obras ya divulgadas y su inclusión se realice a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico. Tal utilización sólo podrá realizarse con fines docentes o de investigación, en la medida justificada por el fin de esa incorporación e indicando la fuente y el nombre del autor de la obra utilizada” [Artículo 32.1, Ley de Propiedad Intelectual]

El proyecto *Física de Película* básico abarca los principales bloques temáticos de una asignatura de Física General (Mecánica, Termodinámica, Electromagnetismo, Óptica). Se gestó originariamente en el marco del desarrollo de contenidos para la asignatura Física del primer curso de la Licenciatura en Química (ahora a extinguir). Con la adaptación de los estudios de dicha Licenciatura al nuevo Grado en Química, la asignatura de Física general quedó desdoblada en dos: Física I y Física II. Los contenidos de *FdP* pueden usarse igualmente en las nuevas asignaturas. Su uso es extensible de modo natural a asignaturas similares de Física en otras titulaciones, e incluso a otras asignaturas, en la medida en que éstas incluyan contenidos cubiertos en el proyecto *FdP*. En este sentido, hay que recalcar que, a pesar de que las asignaturas Física I y Física II no incluyen contenidos de Termodinámica, los temas correspondientes sí se han mantenido para su uso en otras asignaturas.

Paralelamente a su uso como ayuda a las explicaciones por parte del profesor, *Física de Película* ha sido también utilizado en su forma de seminario, como Actividad Académicamente Dirigida desde el curso 2010/11. Los alumnos, con carácter voluntario, escogen una película, o serie de televisión, y seleccionan uno o varios ejemplos de física (buena o mala). Sus resultados son presentados en clase, donde sus propios compañeros evalúan diversos aspectos como organización, contenido y presentación. La notas otorgadas por los propios alumnos, unida a la del profesor, cuenta con un 15% en la nota global.

#### 1.4.- Cronograma:

Los materiales de *Física de Película* se basan en fragmentos cinematográficos que se proyectan a los estudiantes en el momento en que los principios físicos a resaltar sean presentados a lo largo del curso. Por dicho motivo, el cronograma del desarrollo del proyecto irá paralelo al de la propia asignatura. Su estructuración en bloques modulares permite que *FdP* pueda ser utilizado cualquiera que sea el orden, extensión o velocidad del programa de la asignatura.

No obstante lo anteriormente expresado, la evaluación realizada al proyecto “Física de Película” de la convocatoria del curso anterior expresaba que “no se aporta la temporalización [de la asignatura]” No estamos completamente seguros de lo que significa “temporalización” en este contexto, pero por si se tratase de una referencia al desarrollo de la asignatura a lo largo del curso, a continuación incluimos el cronograma de las asignaturas Física I y Física II (Grado en Química), en los que el proyecto *FdP* ha

sido probado, en su convocatoria de 2011/12. Los elementos de FdP son, lógicamente, utilizados en la misma semana en la que se imparte la docencia del tema correspondiente.

#### Física I (primer semestre)

- Tema 1. Introducción	Semana 1
- Tema 2. Cinemática en una dimensión	Semana 1 - 2
- Tema 3. Cinemática en tres dimensiones	Semana 2
- Tema 4. Dinámica I: leyes de Newton	Semana 3
- Tema 5. Dinámica II: aplicaciones de las leyes de Newton	Semana 3 - 4
- Tema 6. Trabajo y energía	Semana 4 - 5
- Tema 7. Sistemas de partículas	Semana 5 - 6
- Tema 8. Movimiento de rotación	Semana 7 - 8
- Tema 9. Conservación del momento angular	Semana 8 - 9
- Tema 10. Gravitación	Semana 10 - 11
- Tema 11. Fluidos	Semana 12 - 13
- Tema 12. Movimiento oscilatorio.	Semana 14 - 16

#### Física II (segundo semestre)

- Tema 1. Fuerzas de la naturaleza: electromagnéticas	Semana 1
- Tema 2. Electricidad	Semana 1 - 5
- Tema 3. Magnetismo	Semana 5 - 7
- Tema 4. Circuitos eléctricos	Semana 7 - 9
- Tema 5. Ondas	Semana 10 - 11
- Tema 6. Óptica	Semana 12 - 15
- Tema 7. Instrumentación, métodos y técnicas en Química	Semana 15

### 1.5.- Programación de tareas entre los miembros del equipo.

Será tarea del Coordinador desarrollar, probar y actualizar los diversos contenidos del proyecto *FdP*, así como evaluar los resultados del proyecto en las asignaturas en los que se haya utilizado. Los Profesores actuarán, al igual que el Coordinador, como usuarios de dicho material en sus respectivas aulas. Se espera que los Profesores proporcionarán información al Coordinador, relativa a los resultados. Para ello, se realizarán encuestas y se recabará la opinión de los alumnos. Además de ello, los Profesores aportarán su propia experiencia como usuarios, exponiendo las ventajas e inconvenientes docentes del material usado, la forma en que podría mejorarse, y en general contribuyendo a crear una base de datos con información sobre la viabilidad docente del proyecto *FdP*.

[Entiéndanse los términos Coordinador, Profesor, Alumno, etc, como persona de género masculino o femenino indistintamente, de acuerdo con el “masculino genérico” según normas de la Real Academia]

**Sección 2: EXPERIENCIA DEL GRUPO EN LA MATERIA (incluya sólo la información mas relevante y relacionada con el proyecto a desarrollar)****2.1.- Comités de Autoevaluación o Evaluación Externa de la Calidad Docente:**

Uno de los Profesores forma parte de la Comisión de Seguimiento del Grado en Química. Dicho Profesor y el Coordinador participaron en las reuniones para elaborar el Informe de Seguimiento del primer Semestre (cursos 2010/11 y 2011/12).

**2.2.- Proyectos de Innovación Docente:**

El Coordinador solicitó y obtuvo por tres años consecutivos, el proyecto de Innovación Docente “Física de Película” (Proyecto 09/13, Convocatoria 2009/10; Proyecto 10/84, Convocatoria 2010/11; Proyecto 11/31, Convocatoria 2011/12). Todos los Profesores participantes en la propuesta actual fueron asimismo Profesor participante o Coordinador en uno o más Proyectos.

**2.3.- Proyectos de Acción Tutorial:**

Uno de los Profesores ha sido Coordinador del Plan de Acción Tutorial del Grado en Física (Fase 2) durante el curso 2011/12

**2.4.- Proyectos ECTS:**

El Coordinador y uno de los Profesores han formado parte de la Comisión de Química de la Universidad de Granada, participando en la elaboración del actual Grado en Química. Recibieron una dotación presupuestaria en concepto de material de apoyo para la implantación del sistema ECTS en la Licenciatura en Química. Formaron parte del proyecto piloto de implantación del sistema ECTS en la Universidad de Granada, dentro de la Licenciatura en Química (actual Grado en Química) desde el curso 2005/06. Uno de los Profesores formó parte del proyecto piloto correspondiente a la Licenciatura en Física (actual Grado en Física)

**2.5.- Proyectos de mejora de la calidad docente vinculados a Contratos-Programa:**

El Departamento de Física Aplicada, al que pertenecen el Coordinador y algunos de los Profesores participantes, incluye los Proyectos de Innovación Docente de la UGR como uno de los puntos a cumplir en su contrato-programa desde el curso pasado.

**2.6.- Cursos de Tutoría y Orientación:****2.7.- Proyectos de Estudios y Análisis:**

Uno de los Profesores ha participado en dos Proyectos dentro del programa TEMPUS, dotados conjuntamente con 1,2 millones de euros.

**2.8.- Congresos y Jornadas Docentes:**

Asistencia a las Jornadas Blog y Ciencia de la Universidad de Granada (Granada, 22-23 abril 2010)

Asistencia y presentación en las IV Jornadas de Innovación Docente de la Universidad de Granada (16-19 mayo 2011)

**2.9.- Investigación vinculada con la innovación docente en la Universidad (publicaciones, ponencias, comunicaciones, etc.):**

- *“Física de Película: una herramienta para la enseñanza de Física universitaria usando fragmentos de películas”* Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia **8** (3), 334-340 (2011)

**2.10.- Otros méritos relacionados:**

Durante el curso 2010/11, uno de los Profesores participó en los cursos del CEVUG “Nuevas tecnologías aplicadas a la docencia” y “La “eb 2.0, líneas de actuación,” así como en el curso “Estrategias concretas para la mejora docente del profesorado de la Facultad de Ciencias en el uso de las tecnologías de tipo Web 2.0” de la Universidad de Granada



**Sección 3: PRODUCTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO (RESULTADOS):****3.1.- Beneficios para una titulación, indicando cómo se garantizará su implantación real y continuidad temporal:**

Creemos que el proyecto *Física de Película* está contribuyendo de forma significativa a una mejor comprensión de la Física por parte de los alumnos (ver datos adicionales en el apartado 3.4). Esto resulta especialmente relevante en la titulación de Química, donde los profesores involucrados en la docencia de primer curso hemos notado el tradicional desinterés en las asignaturas de física por parte de muchos alumnos. Más allá de los motivos tradicionales (reputación de asignatura “hueso,” falta de preparación por parte de los alumnos, visión de la asignatura como aburrida o de escasa utilidad real), creemos que para dichos estudiantes la Física es considerada como una asignatura extraña; que no encaja en los estudios de Química; que hay que sobrellevar lo mejor posible para quitársela de encima pronto; y que, en consecuencia, no resulta de alta prioridad en su “lista de tareas” de asignaturas relevantes. El nexo de unión entre fenómenos físicos y películas ampliamente conocidas por todos ayuda a que los estudiantes vean la Física como algo más cercano, de aplicación inmediata y visible en el mundo que les rodea.

Una mejora de los contenidos de *FdP*, que quedó pendiente en la convocatoria pasada por motivos presupuestarios, es la inclusión de subtítulos, tanto en castellano como en otros idiomas. El subtítulo en castellano cumplirá dos propósitos: facilitar la comprensión de los videoclips en situaciones de acústica reducida o nula (las aulas de Química todavía no tienen sistemas de sonido, y no parece que el problema vaya a resolverse a corto plazo), y permitir su seguimiento a alumnos con sordera y otros problemas de audición. En cuanto al subtítulo y la confección de material audiodescrito en otros idiomas (se barajan las posibilidades del inglés y el francés, fundamentalmente) permitirá asimismo su mejor aprovechamiento por parte de alumnos extranjeros.

Creemos que el esfuerzo por crear subtítulos vale la pena. En este sentido, es interesante reseñar que dicho sub-proyecto entraría dentro del campo de las Acciones de Innovación Docente clase 3 (*Innovación en enseñanza bilingüe*) y 6 (*Innovación en la docencia para una mejor formación de estudiantes universitarios con necesidades educativas especiales*). Por supuesto, no hemos hecho intento alguno por presentar Acciones de ese tipo, por considerar que sería una duplicación innecesaria (aparte de estar vetado por las normas actuales), pero siempre resulta reconfortante ver que el esfuerzo propio no está centrado en una sola clase de acciones, sino que sirve también otros propósitos docentes.

En su primer curso de aplicación (2009/10), *FdP* fue utilizado como ayuda a la docencia presencial en un grupo de Física de primer curso; en el siguiente (2010/11), se usó en la asignatura de Física I, y se extendió a Física II en 2011/12. Esto es, en nuestra opinión, una garantía de su implantación real, ya que los contenidos creados están listos para ser usados año tras año, lo que permite una continuidad temporal. El Coordinador

del proyecto está encargado de efectuar el seguimiento del grado de éxito, apoyando a los profesores colaboradores que lo soliciten, coordinando la actuación de éstos y permitiendo una correcta evaluación de los resultados docentes obtenidos.

### **3.2.- Productos o recursos generados por el proyecto**

El proyecto *Física de Película* se basa en la generación de un conjunto de contenidos basados en fragmentos de películas, combinados con diagramas, fórmulas, descripciones y otro material de referencia. Uno de los objetivos que se cumplieron en la convocatoria 2011/12 es la adquisición del material audiovisual. Hasta entonces, los fragmentos (clips) procedían de películas obtenidas mediante descarga p2p. Ello comportaba el inconveniente de que cada fragmento tenía diferentes parámetros (tamaño, tasa de bits, etc), lo que producía material de calidad variable.

En la actualidad, se dispone de los vídeos originales de casi todas las películas que usa *FdP*, lo que garantiza la disponibilidad de material audiovisual de calidad alta y estandarizada. Se abre asimismo la posibilidad de que los alumnos puedan utilizar estas películas para efectuar sus propios materiales de *FdP*, ya que a lo largo de los dos cursos pasados, se ha utilizado este método como actividad académicamente dirigida (ver más adelante), con gran éxito.

El formato básico es la presentación en diapositivas, tipo PowerPoint, para su proyección en el aula. La experiencia obtenida durante años anteriores muestra que el formato PowerPoint es aún el preferido por los usuarios, que por lo general están más acostumbrados al producto de Microsoft que a su equivalente en software libre. Diversos motivos forzaron a desarrollar los contenidos de *FdP* en formato PowerPoint 2003. Nos hemos abstenido de “portar” los materiales a versiones más modernas (PowerPoint 2007, 2010) por razones de compatibilidad (no todos los usuarios tienen las versiones más modernas de PowerPoint, y realmente no son necesarias). La versión actual es fácilmente ejecutable en entornos Windows XP y 7. No se contempla su portación a Windows Vista por motivos evidentes.

Ello no obstante, este proyecto cree firmemente en principios del software libre. Los problemas encontrados en cursos pasados y relativos a su uso práctico no debe ser motivo para descartar el uso de SL. Muy al contrario, es hecho evidente que el uso de SL conlleva beneficios no solamente al usuario, sino también a la sociedad en general, en cuanto que sus principios abiertos concuerdan con los de una sociedad libre. Andalucía promueve y apoya el uso del SL mediante su distribución Linux (Guadalinex), en lo que respecta a la Universidad de Granada, su apoyo al SL es tan evidente que resulta superfluo repetirlo aquí. Destaque, simplemente, la adopción de Ubuntu Linux en todos los ordenadores de las aulas en la Facultad de Ciencias.

Por dicho motivo, durante el curso 2010/11 se procedió a comenzar a reformatear los materiales de *FdP* para adaptarlos a la suite ofimática OpenOffice. El proceso fue más difícil de lo proyectado (OpenOffice Impress tiene una filosofía mucho más “liberal” a la hora de evaluar la situación de los archivos, por ejemplo), pero

culminó con éxito en el curso pasado 2011/12. Solamente quedaron pendientes pequeños problemas derivados de la protección de los archivos, ya que consideramos que una protección contra modificaciones no autorizadas es la mejor garantía de que los materiales de *FdP* no sufrirán corrupción o alteraciones (sea por borrados accidentales, virus informáticos o por cualquier otro motivo). Se ha escogido la plataforma OpenOffice por su mayor implantación en el mundo del SL, sin perjuicio de una ulterior migración a LibreOffice si en el futuro se estima ventajoso.

Los contenidos fueron inicialmente incluidos en un disco DVD, con una extensión aproximada de unos 2 GB. En una época en la que el DVD está en retirada ante el almacenamiento en unidades Flash, es preferible su uso, pero en tal caso los contenidos quedan expuestos tanto a virus y troyanos como a alteraciones o borrados accidentales. Por dicho motivo, se ha escogido un formato híbrido: una unidad USB formateada como DVD. El ordenador interpreta la inserción del USB como si fuera realmente un disco DVD, y le otorga la misma protección que a éste. El formato ha sido probado con éxito en la versión PowerPoint, y se están haciendo pruebas para comprobar su validez con la versión Impress.

La posibilidad de hacer disponibles los contenidos de *FdP* mediante copia electrónica se sigue considerando, pero parece poco práctica. Existe el problema de controlar los permisos de descarga (autorizando solamente al profesorado de la Universidad de Granada), y del tamaño de los archivos (unos 2 GB). Puesto que, de todos modos, esos contenidos irán a un disco duro, el reparto en unidades USB tal vez sea el más eficiente. Dicho lo anterior, debemos recalcar que aún no hemos descartado del todo la distribución online.

En cuanto a otros materiales, su reparto es más sencillo. En particular, la Guía del Alumno se reparte a los estudiantes al comienzo del curso, bien en formato electrónico (pdf), bien en papel, a la discreción del profesor.

### **3.3.- Técnicas e instrumentos para la evaluación de la adquisición de competencias (en su caso):**

Nos resulta muy difícil para los integrantes del proyecto *FdP* desarrollar métodos para evaluar la adquisición de competencias específicas más allá de una perspectiva cualitativa. Evaluar cuantitativamente el grado en que se los alumnos adquieren, digamos, la capacidad de razonar críticamente o la de organizar y planificar, se escapa a nuestras posibilidades. En particular, las encuestas al alumno permiten, entre otras cosas, recabar su opinión sobre aspectos difíciles de medir, tales como las capacidades de organizar y planificar; de comunicarse en forma oral y escrita; de trabajar en equipo; de generar información/conocimiento; de realizar un aprendizaje autónomo, entre otras.

Sí contamos con herramientas para evaluar el impacto del proyecto en el rendimiento académico del alumno, que se describen con más detalles en los apartados siguientes.

### **3.4.- Descripción de la mejora que supone el proyecto para la mejora del aprendizaje del estudiante:**

Las mejoras son, en primer lugar, cualitativas. Al margen de correlaciones estadísticas, la aclaración de conceptos físicos (especialmente aquellos a que han sido sometidos desde la infancia por los medios de comunicación) es un salto cualitativo para muchos alumnos. El proceso de corrección de conocimientos previos (las “anclas” referidas en el apartado 1.1) ayuda a eliminar los problemas de impedimento sustantivo en el proceso de asimilación de conocimientos. Los propios alumnos se dan cuenta de que lo que creen que saben lo es siempre correcto.

*FdP* ayuda asimismo a la fijación de conocimientos. Para ello, los análisis que acompañan a la presentación de un videoclip, unidos a las explicaciones del profesor, son esenciales. Explicar que una persona no puede empujar a otra sin sufrir a su vez una fuerza de reacción sirve de poco si después el estudiante se cree una pelea entre Spiderman y el Duende Verde en la que se viola la Tercera Ley de Newton. Pero mostrar ambas situaciones a la vez (la cinematográfica y la real), mostrando las contradicciones y explicándolas, actúa como un fuerte elemento de refuerzo pedagógico positivo. O dicho de otro modo, el brillo en el rostro de los alumnos que parece decir “ah, o sea que era *así*, y no como creía antes” muestra que el proyecto ayuda al alumno a entender correctamente los conceptos físicos y, sobre todo, a desarraigar ideas preconcebidas incorrectas.

En tercer lugar, creemos haber contribuido a desterrar la idea de que la Física es una asignatura dura y aburrida, alejada de la experiencia del día a día. No podemos dejar de recalcar hasta qué punto la predisposición del alumno afectará a su rendimiento académico. “Me he entretenido aprendiendo” es uno de los mejores cumplidos que un profesor puede recibir, y refleja un cambio de actitud por parte de los alumnos.

El hecho de que la filosofía de *FdP* se haya plasmado también en una actividad de tipo seminario ha hecho desarrollar en los alumnos la capacidad de asimilar diversas competencias. Los alumnos que han realizado tales tareas de seminario han mostrado una buena capacidad de trabajar en grupo. Sus habilidades de razonamiento y planificación fueron puestas a prueba durante la preparación de los trabajos. Cuando surgieron problemas (como conflictos con algún miembro del grupo, fallos técnicos, etc), los alumnos supieron reaccionar de forma adecuada y autónoma. Tuvieron que mostrar sus resultados en público. Y ellos mismos formaron parte de una audiencia crítica, valorando las presentaciones que estimaron de más calidad técnica o artística. En la sección 4.6 se incluyen algunos de los comentarios de los alumnos al respecto.

### **3.5.- Medidas para la evaluación (interna y externa) del proyecto y, muy especialmente, de los resultados del proyecto:**

Una primera forma de evaluar los resultados de *FdP* consiste en usar los datos académicos (número de alumnos asistentes y matriculados, calificaciones, porcentaje de

asistencia en clase, etc.) como indicios indicativo. Hay muchas variables que influyen en estos resultados, pero aun así los datos obtenidos nos permiten efectuar ciertas valoraciones, especialmente en lo relativo a la evolución temporal (ver apartado 4.5).

En segundo lugar, nos basamos en la encuesta al alumno, realizada al terminar el curso, algunos de cuyos resultados se resumen en el apartado 4.6. Consideramos este elemento parte esencial del proceso de evaluación, hasta el punto de que estimamos que no hay otra forma mejor de evaluar los resultados. Siempre existe la posibilidad de que sus comentarios no sean equilibrados o justos, pero el anonimato les permite ser sinceros y les ofrece la posibilidad de contribuir a la mejora del proyecto; una oportunidad que, a tenor de lo visto, han aprovechado plenamente.

La propia presentación de “Física de Película” a consideración dentro del Programa de Innovación y buenas Prácticas Docentes de la Universidad de Granada nos da la oportunidad de evaluación adicional. El Proyecto de Innovación Docente “Física de Película”, de la convocatoria 2010/11 fue evaluado positivamente por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), con una calificación de 7,50 puntos sobre 10.

En lo que respecta a la convocatoria 2011/12, la valoración obtenida incluye máxima calificación en áreas como: beneficios para una titulación; garantía de su implantación real; claridad de la memoria; productos y recursos generados; capacidad del equipo para realizar el proyecto.

**Sección 4: DIFUSIÓN DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN DOCENTE ANTERIORES: (Esta sección sólo debe ser cumplimentada por proyectos que sean continuación de otros anteriores)**

**Describe, si procede, la difusión de los proyectos de innovación docente anteriores:**

**4.1.- Indicadores de utilización por el alumnado del producto generado:**

Los materiales del proyecto *FdP* no han sido diseñados para su uso por los alumnos, excepción hecha de la Guía del Alumno. A ese respecto, todos los alumnos asistentes a la asignatura Física I (Grupo A) recibieron una copia en papel de dicha Guía. Los materiales docentes fueron repartidos entre los profesores que manifestaron su interés en el proyecto.

En lo que respecta al aprovechamiento de *FdP* por parte de los alumnos, podemos medirla tanto por la asistencia a clase (donde aprovechan las explicaciones basadas en clips de películas) como por su participación voluntaria en los seminarios *FdP*. En ambos casos, los resultados son buenos. Durante el curso 2010/11, el porcentaje medio de asistencia a clase fue del 71%, y la participación en los seminarios académicamente dirigidos fue del 72%. En el curso 2011/12, la asistencia a clase fue idéntica, pero la participación en la actividades de seminario subió hasta el 92%

**4.2.- Publicaciones:**

- “*Física de Película: una herramienta para la enseñanza de Física universitaria usando fragmentos de películas*” Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia 8 (3), 334-340 (2011)

- “Aprovechemos el cine para la docencia universitaria: el proyecto *Física de Película*” Solicitado por el entonces director de la Unidad de Innovación Docente, Antonio Miñán (se ignora su ulterior uso)

**4.3.- Ponencias o comunicaciones en Congresos de Innovación Docente:**

El Proyecto correspondiente a la convocatoria 2009/10 fue mostrado en público en las IV Jornadas de Innovación Docente (Granada) el día 17 de mayo de 2011. El correspondiente a la convocatoria 2010/11 seguirá el mismo tratamiento, en fecha desconocida por el momento.

#### 4.4.- Difusión en medios de comunicación (prensa, TV, etc.):

“El increíble Hulk contra Einstein” Diario Granada Hoy 18/05/2011 pp. 50-51.

“Física de Película, un proyecto de innovación docente de la UGR” El Faro de Melilla, 23/09/2011 p. 17

Entrevista en Radio Nacional / Radio 5, 31/01/2012. Disponible como podcast: <http://www.rtve.es/alacarta/audios/entrevista-en-r5/entrevista-r5-arturo-quirantes/1308278/>

#### 4.5.- Indicadores de evolución de los resultados académicos de los alumnos:

*FdP* fue utilizado por primera vez en el curso 2009/10, dentro del primer curso de la Licenciatura en Química (a extinguir) de la Universidad de Granada. Los resultados mostraron una mejora en los resultados académicos de los alumnos respecto al curso 2008/09: si bien el porcentaje de alumnos presentados a examen 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).

Durante el curso 2010/11, pudimos evaluar los cambios en rendimiento y resultado académico de los alumnos de la asignatura Física I, Grupo A (Grado en Química). Aun teniendo en cuenta que la asignatura era nueva, correspondía a la mitad de la antigua asignatura Física (Licenciatura en Química, a extinguir), y que la introducción del nuevo sistema universitario de titulación comportaba un cambio en la forma de evaluación, pudimos comparar los datos obtenidos en la asignatura Física I (2010/11) con los de la cursos anteriores de la asignatura Física.

Se constató un aumento sustancial del porcentaje de alumnos asistentes a clase, que rozó de media el 71%. Este porcentaje se mantuvo, con pocas variaciones, a lo largo del curso, incluso en los días finales. Se notó asimismo un acusado cambio en el porcentaje de alumnos presentados a examen final, pasando del 36% de los dos años anteriores a un sorprendente 83%. Este es un resultado que debe ser resaltado, toda vez que los alumnos en primero de Químicas suele considerar la Física como una asignatura “hueso,” y es habitual que prefieran centrarse en las demás asignaturas, dejando Física para septiembre. En lo que respecta a los resultados académicos, los cambios 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%.

Los datos obtenidos en 2010/11 sirven asimismo como punto de comparación con los del curso 2011/12. En este caso, las asignaturas y la carrera (Física I, Grado en Química) eran iguales, y podía efectuarse una comparación directa, eliminando factores como los derivados del cambio de Licenciatura a Grado. (En este momento también se está utilizando *FdP* en la asignatura Física II, pero al ser del segundo semestre aún no disponemos de datos).

Se ha observado que el porcentaje de asistencia a clase se mantuvo igual que el del curso anterior, en torno al 71%. La tasa de presentación al examen final ordinario llegó al 92%, un porcentaje que quien escribe no había visto en veinte años de experiencia docente. También la participación en actividades de seminario relacionadas con *FdP* aumentó, pasando del 72% a más del 90%. Los datos sobre nota media (5,3) y porcentaje de aprobados (81%) se mantienen a la par del año pasado.

En nuestra opinión (complementada con la de los alumnos, ver punto 4.6), tales datos apuntan a un afianzamiento de Física como asignatura que no sólo se puede aprobar a la primera, sino que resulta incluso amena.

Por supuesto, pecaríamos de ingenuidad si creyésemos que *FdP* es el único responsable de estos resultados. En general, hemos notado un cambio en la actitud de los alumnos con relación a la asignatura, que en parte creemos generado por la nueva relación entre la carrera y ellos. Las Licenciaturas hacían hincapié en el examen teórico y en actividades obligatorias como las prácticas, y en ambos casos la actividad del alumno era bastante pasiva. Esto parece haber cambiado con los títulos de Grado. Resulta paradójico, por ejemplo, que la participación de los alumnos en las prácticas de laboratorio haya aumentado, a pesar de que ahora es una actividad voluntaria y antes se considerase requisito *sine qua non* para aprobar.

Es muy posible, a la vista de los datos, que la implantación de los títulos de Grado, con su mayor flexibilidad a la hora de evaluar y su mayor carga participativa por parte de los alumnos, esté haciendo que la actitud de éstos cambie, volviéndose más activa y participativa. Comenzamos a ver un cambio de tendencia, en la que el alumno trabaja para ver recompensado su esfuerzo a lo largo de todo el curso, no sólo a la hora del examen final. Si se trata al alumno en un esquema donde hay participación activa y retroalimentación, éste responde positivamente. En este sentido, *Física de Película*, usado tanto en su variante de herramienta de clase magistral como en la de actividad de seminario académicamente dirigida, está recibiendo una respuesta favorable por parte de los estudiantes.

#### 4.6.- Encuestas de satisfacción y opinión del alumnado:

La encuesta directa, como creo que hemos mencionado ya, ha sido una herramienta básica para obtener datos de evaluación del proyecto. Al final del curso, se llevó a cabo una encuesta anónima para sondear a los alumnos su opinión sobre la utilidad y deficiencias de *Física de Película*. En una escala que va de 1 (*en absoluto de acuerdo*) a 5 (*totalmente de acuerdo*), las respuestas positivas sobre *FdP* se enmarcaron en un rango alrededor de 4:

- *FdP* me ha servido para fijar conceptos: 4,1
- En general, creo que es una experiencia positiva: 4,6
- El concepto *FdP* debería ampliarse a otras asignaturas: 4,3
- *FdP* me ha servido como ayuda para recordar materia: 4,1



Al igual que en cursos pasados, nos preocupaba la posible génesis de un “efecto aguafiestas,” que hiciese que los alumnos dejasen de disfrutar el cine. Los resultados de la encuesta tranquilizan en este punto. Apenas un 10% de los alumnos encuestados están de acuerdo (en todo o en parte) con la afirmación de que su relación con las películas ha empeorado como resultado de *FdP*. Por el contrario, la pregunta “ahora, cuando veo una película, considero su vertiente física” obtuvo una nota de 4. Queremos creer que, con ello, estamos contribuyendo a fomentar el espíritu crítico entre los alumnos incluso en su vida cotidiana, fuera del aula.

El apartado “Opinión Personal” de la encuesta al alumno resulta especialmente revelador porque los estudiantes tienen la posibilidad de decir libremente lo que 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 el estudio de una película entera en grupo. La petición más común es la de más ejemplos.

Creemos que vale la pena añadir algunos comentarios personales de los alumnos, recogidos durante el curso 2011/12. Uno de ellos solicitó “*ejemplos de la vida diaria, por ejemplo, la catástrofe del Costa Concordia, los derrumbamientos de edificios que salen en las noticias, etc.*” Otro, aquejado de un leve miedo escénico, afirmó que “*me da corte exponer delante de 60 personas, pero debería de quitarse ese miedo y enfrentarme a ello*”.

En general, se valora positivamente el hecho de poder ver casos “reales” (o, al menos, todo lo reales que nos permite Hollywood) de sucesos vistos en clase de teoría:

- *Las escenas hacen que comprenda mejor los fenómenos físicos*
- *Podemos ver los ejemplos con nuestros ojos*
- *... algunos ejemplos, cuando el profesor lo explicaba, no me quedaba muy claro y al verlo en las pelis lo comprendía mejor*
- *Con ejemplos gráficos se ve la teoría mejor*
- *Es de gran ayuda tener una imagen visual de la situación. Las ecuaciones están muy bien en papel, pero si no sabes realmente lo que está pasando, sirve de poco aprenderlas.*

Se valora asimismo el factor ameno, que contribuye a captar la atención de los alumnos en una asignatura a veces difícil para ellos:

- *Me ayuda, ya que siempre te interesas más por la física si la ves en casos que te interesan y divierten*
- *Lleva a la realidad aburridas ecuaciones que a simple vista no dicen nada*
- *Me he entretenido aprendiendo*
- *Es una forma divertida de aprender*

Quizá lo más relevante de los comentarios es lo que no dicen. De todos los encuestados (en forma, repetimos, anónima), ni uno sólo expresó la idea de que *Física*

*de Película* no sirva, que no sea adecuada o que el tiempo invertido en ella debería ser utilizado mejor en otras actividades.

En el apartado de las actividades de seminario, los alumnos no solamente se calificaban unos a otros, sino que tenían la oportunidad de expresar sus comentarios. En esta ocasión (2011/12), el número de comentarios ha sido lo bastante alto como para que podamos extraer algunas conclusiones.

Una de las cosas que sorprende es el rigor con que algunos se toman la tarea de evaluar a sus compañeros. Un grupo recibió muchos comentarios sobre la falta de ecuaciones que sustentasen su trabajo; en otro caso, se criticó el uso de un videoclip excesivamente largo. Por lo general, se nota un interés por justificar algunas calificaciones, con comentarios de esta índole:

- *Han expuesto de una manera distinta, menos intuitiva, pero de una manera más fluida y clara, de ahí la nota [alta]*
- *No se han explicado todo lo que deberían*
- *Dan explicaciones cualitativas poco detalladas sin demostrar nada y sin aplicar las leyes físicas*
- *Podían haber puesto alguna otra ecuación en los movimientos de caída libre que se han hecho*

No solamente hacían crítica a la habilidad técnica del trabajo, sino también a las capacidades expositivas de los presentadores:

- *Han estado muy quietos y sin apenas gesticular aunque no han explicado mal*
- *Creo que el chico ha hecho un buen trabajo y que las ecuaciones estaban bien hechas, pero sin embargo, la chica estaba demasiado perdida y ha empeorado un poco la exposición*

Es conveniente aclarar que los alumnos recibieron carta blanca tanto en la organización del grupo (3-5 personas) como en la presentación. Es decir, podían exponer todos ellos, o solamente uno, a elección. En general, casi todos los grupos decidieron que todos los integrantes participaran en su presentación en clase, con independencia de la contribución hecha por cada uno. Un grupo en particular no lo hizo así, y el resto de la clase fue implacable con ellos: más de la mitad de las encuestas que incluyeron comentarios criticaron negativamente este aspecto, mostrando con ello la importancia que los alumnos otorgan al trabajo en equipo y al reparto equitativo del esfuerzo común:

- *Sólo hablan dos personas*
- *Sólo ha trabajado una persona en todo el grupo y queda bastante claro. Falta de trabajo en equipo*
- *Parece que el trabajo ha sido realizado por una sola persona porque el resto no ha parecido que ha participado, sólo era por nota*

- *La repartición del trabajo no ha sido equitativa. Alguno hablaba demasiadas escenas y otros ni han hablado habiendo material para hacerlo*
- *[Nombre] ha hecho una exposición excelente, con claridad, orden y precisión. Pienso que ha sobresalido mucho sobre el resto de los componentes del grupo que no han participado nada*
- *Justifico mi puntuación [muy baja] en el apartado de “organización” debido a que no me parece justo que de cinco integrantes en el grupo sólo hablen dos*
- *El grupo no ha repartido muy bien el trabajo, por lo que da mucho pensar sobre si realmente forman todos parte del grupo*

En el apartado negativo, los datos no permiten saber hasta qué punto las notas otorgadas por los alumnos son objetivas y justas. Si bien hay cierto consenso a la hora de mencionar fallos en ciertos grupos, un par de alumnos tuvieron la decencia de reconocer cierta falta de objetividad: *las votaciones en general no son sinceras ni honestas sino por amiguismo ... pienso que la puntuación por nuestra parte no es demasiado objetiva, no creo que se deba tener tanto en cuenta pues pienso que se ha votado por favoritismo.*

Como puede imaginarse, la naturaleza anónima de las encuestas es proclive a la falta de objetividad. No creemos que haya forma fácil de solventar este problema. Pero tampoco creemos que sea un demérito, ya que la evaluación que hacen los alumnos de su propia exposición pública cuenta con sólo el 5% de la nota global. Creemos que los comentarios reproducidos aquí son claros: los alumnos valoran mucho los aspectos de trabajo en equipo, justicia y equidad, capacidad de liderazgo, etc. Este aspecto nos interesa especialmente, y si para conseguirlo hubiese que sacrificar la fiabilidad de ese 5% de la nota global, creemos que sería una inversión que valdría la pena.

#### **4.7.- Otros:**

En el último curso (2011/12), los resultados de las sesiones de exposición (correspondientes a los seminarios *FdP* hechos por los alumnos) fueron transmitidos por medio de Twitter. La favorable acogida por parte de la comunidad online hace factible la posibilidad de realizar un podcast en directo para el año que viene. A tal fin, se buscará la cooperación con el CSIRC. Ignoramos si será posible tal retransmisión, pero lo intentaremos.

**Sección 5: COFINANCIACIÓN:**

**(Esta sección sólo debe ser cumplimentada si el proyecto va a contar con cofinanciación)**

**5.1.- Aportación de empresas y otras instituciones:**

**5.2.- Proyectos internacionales, nacionales y autónomos:**

**5.3.- Otras fuentes de financiación:**

**Sección 6: COORDINACIÓN CON OTROS PROGRAMAS DEL PLAN PROPIO DE DOCENCIA:**

(Esta sección sólo debe ser cumplimentada si ha solicitado o va a solicitar otro/s programa/s del Plan Propio de Docencia):

**6.1.- Indique el/los Programa/s del Plan Propio de Docencia, la referencia de su solicitud en dicho programa (título, nº de solicitud, ...), así como la financiación solicitada al efecto y en qué conceptos:**

Si el presente Proyecto es aprobado, se solicitará cofinanciación dentro del Programa de Acciones Formativas 2012, Programas 2.1.2 (Incorporación de metodologías activas al aula universitaria) y 3.1 (Asistencia a congresos y jornadas sobre docencia), en cantidad a determinar según las circunstancias.

Sin perjuicio de ello, hemos notado que en la convocatoria 2011/12 del Programa de Innovación y Buenas Prácticas Docentes se ha concedido una valoración cero al hecho de no solicitar otras solicitudes del Plan Propio de la UGR, u otras fuentes de financiación. Nosotros, por el contrario, siempre hemos estimado que el hecho de poder llevar a cabo un Proyecto sin necesidad de otras fuentes de financiación sería una ventaja extra para la Universidad, que no se vería sometida a un esfuerzo presupuestario extra. Por ello, solicitamos que la ausencia de financiación por otras fuentes no sea considerado como una desventaja a efectos de la presente evaluación.