



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE ID2014/0230

**Implementación en Studium Plus de un curso
con materiales y herramientas para la
asignatura de Física**

Equipo de Trabajo:
Benjamín Alonso Fernández

Departamento de Física Aplicada
Escuela Politécnica Superior de Zamora
Universidad de Salamanca

Zamora, 30 de junio de 2015

Introducción

La materia de Física resulta de remarcable dificultad tanto en carreras técnicas como de otras ramas. En la Escuela Politécnica Superior de Zamora se imparten titulaciones de Ingeniería y Arquitectura. En particular, el presente proyecto se ha aplicado a las asignaturas de Física del Grado de Ingeniería Agroalimentaria, y de Física de las Instalaciones del Grado en Arquitectura Técnica. Ambas tienen carácter de formación básica y son impartidas en el primer curso de la titulación.

En ellas, es habitual encontrar índices de superación de las asignaturas relativamente bajos, lo cual provoca que el espectro de alumnos matriculados cubra todos los cursos de la titulación, debido a que con la normativa vigente es obligatorio matricularse para poder cursar otras asignaturas más avanzadas. En determinado momento, es inevitable el solapamiento de horarios, dificultando aún más el seguimiento de la asignatura.

Todo ello, unido a que la materia no es formación específica de la titulación, lleva a una situación en la cual gran porcentaje de alumnos se ha descolgado de la asignatura, desconoce la planificación de la misma y carece de apuntes apropiados, favoreciendo el hecho de arrastrar la asignatura hasta prácticamente el término del grado.

En este contexto, la ayuda de herramientas de formación virtual y/o a distancia, puede ser de gran utilidad. Por este motivo, se ha propuesto apoyarse en la plataforma de elearning basada en Moodle, Studium Plus (Studium+ o Studium 2), proporcionada por la Universidad de Salamanca.

En dicha plataforma, se han creado sendos cursos para cada una de las asignaturas mencionadas anteriormente, gracias a lo cual se ha proporcionado a los alumnos materiales lectivos, materiales multimedia e información sobre el progreso de la asignatura.

Por otra parte, es de especial interés la utilización de materiales y recursos multimedia de apoyo a la docencia para favorecer y estimular el aprendizaje, como se verá en detalle posteriormente.

Finalmente, también se ha utilizado la herramienta para crear cuestionarios online en Studium+, personalizados y evaluables, sobre los cuales comentaré más en detalle posteriormente.

Objetivos del trabajo

El objetivo fundamental del presente proyecto consiste en la implantación de recursos materiales y actividades online en Studium+ para las asignaturas de Física de los Grados en Ingeniería Agroalimentaria y en Arquitectura Técnica haciendo uso de la plataforma Moodle (versión 2).

Los objetivos concretos del proyecto son la elaboración de materiales didácticos en formato digital:

- Diapositivas de las presentaciones utilizadas en clase (PowerPoint)
- Ejercicios propuestos y ejercicios resueltos de Física
- Laboratorio virtual de Física (*applets*)
- Cuestionarios evaluables sobre la materia
- Herramienta de información sobre el desarrollo del curso
- Tutoriales, *solvers* y ejercicios de refuerzo de Matemáticas

Se pretende alcanzar dichos objetivos partiendo de cero.

Actividades desarrolladas

Las actividades que se han llevado a cabo están directamente relacionadas con cada uno de los objetivos particulares que se han expresado anteriormente. Los recursos docentes están disponibles en el curso correspondiente de Studium+ alojado en la dirección url: <https://moodle2.usal.es/>

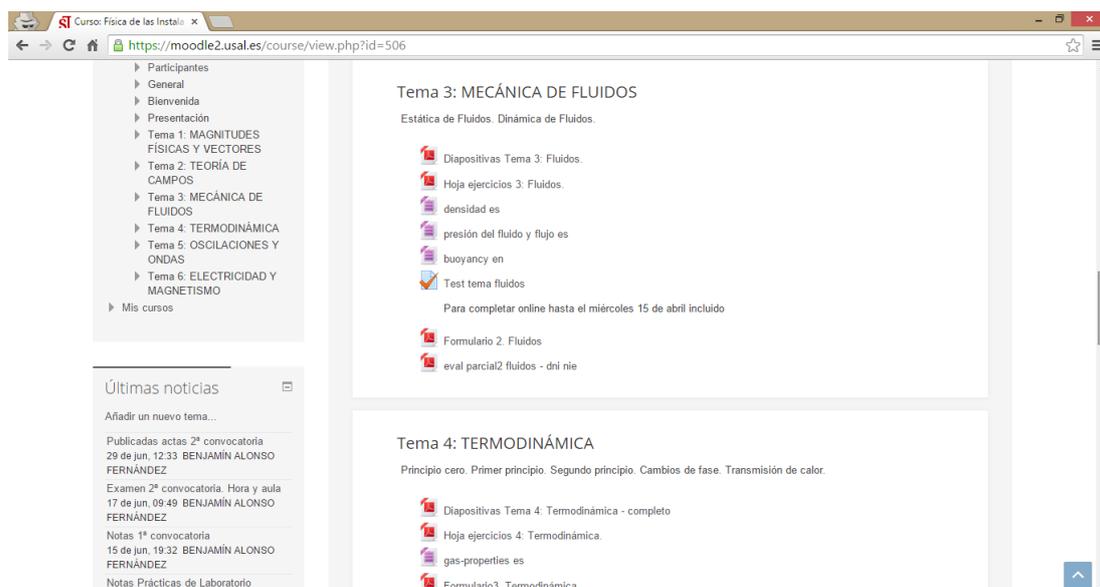


Figura 1. Vista del curso de Física de las Instalaciones en Studium2.

Diapositivas y hojas de ejercicios

En primer lugar, se elaboraron las presentaciones de diapositivas (utilizando Microsoft PowerPoint) en las que se plasmaban las guías de los temas con un pequeño desarrollo, para así facilitar el seguimiento durante las clases presenciales y para aquellos alumnos que no pudiesen asistir a clase.

Se desarrolló este material para todos los temas y se proporcionó a los alumnos para que pudieran visualizarlo desde sus casas/biblioteca, además de imprimirlo para llevarlo a clase. A modo ilustrativo, en la Figura 2 se incluyen dos diapositivas empleadas en el tema de Física de Fluidos.

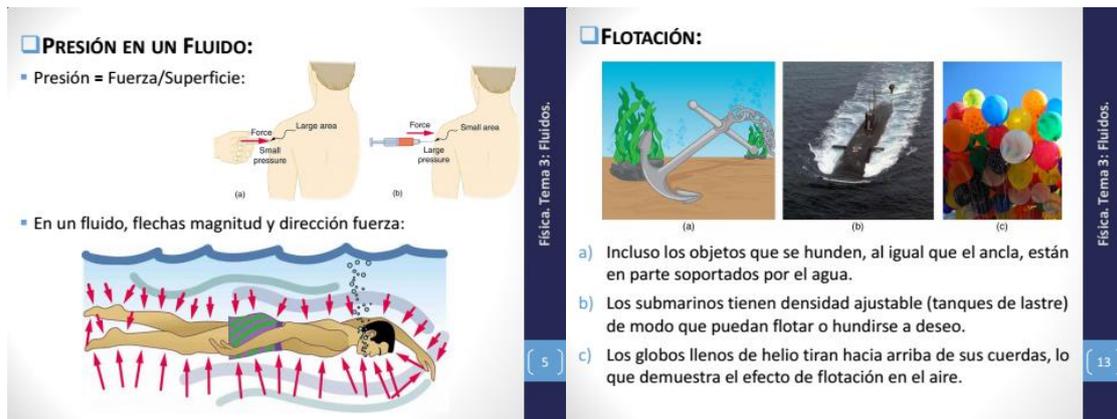
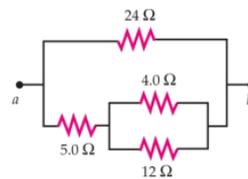
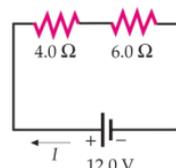
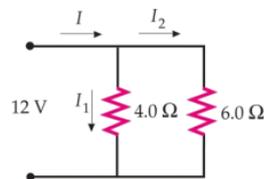


Figura 2. Diapositivas empleadas durante las clases.

En segundo lugar, se facilitaron las tradicionales hojas de ejercicios para cada uno de los temas. En general, se acompañan de la solución final de forma que el alumno pueda comprobar que ha alcanzado el resultado correcto. Con carácter excepcional, se proporcionan también algunos ejercicios con la resolución completa a modo de muestra.

25. Una diferencia de potencial de 12 V se aplica en la combinación en paralelo de resistencias de 4 Ω y 6 Ω que se muestra en la figura. Encuentra (a) la resistencia equivalente, (b) la corriente total, (c) la corriente en cada resistencia, (d) la potencia disipada en cada resistencia, y (e) la potencia suministrada por la batería de 12 V. [Sol.: (a) 2.4 Ω , (b) 5.0 A, (c) 3.0 A, 2.0 A, (d) 36 W, 24 W, (e) 60 W]



26. Una resistencia de 4 Ω y una resistencia de 6 Ω están conectadas en serie a una batería de 12 V cuya resistencia interna es despreciable. Encuentra (a) la resistencia equivalente, (b) la corriente en el circuito, (c) la caída de potencial a través de cada resistencia, (d) la potencia disipada en cada resistencia, y (e) la potencia total disipada. [Sol.: (a) 10 Ω , (b) 1.2 A, (c) 4.8 V, 7.2 V, (d) 5.8 W, 8.6 W, (e) 14.4 W]

27. Encuentra la resistencia equivalente de la combinación de resistencias. [Sol.: 6 Ω]

Figura 3. Ejemplo de hojas de ejercicios.

Applets multimedia con simulaciones

Para la explicación de los conceptos físicos clave en cada uno de los temas, resulta de gran ayuda la utilización de *applets* o animaciones interactivas. En este caso, se decidió utilizar simulaciones Java Flash multimedia desarrolladas por el proyecto PhET de la University of Colorado Boulder, las cuales son de acceso abierto en <https://phet.colorado.edu>.

En general, estos simuladores ilustran los conceptos de forma sencilla y permiten a alumno y profesor interactuar o ajustar distintas variables, observando el resultado en tiempo real. Así, es posible utilizarlos en clase antes de explicar la teoría para enmarcar esta, o al contrario, aprovecharlos para comprobar los fenómenos predichos por la teoría a modo de experimento virtual. Por supuesto, existen multitud de simuladores de acceso gratuito y de pago aparte del proyecto PhET. Sin embargo, el abanico de *applets* disponible en PhET es más que suficiente para este objetivo y cubre todos los temas de la materia de las asignaturas bajo consideración. Debido a su carácter generalista o básico, se han utilizado como apoyo para sentar la base teórica y posteriormente se ha profundizado en los temas mediante desarrollos en case.

Además de su utilización en clase, se han puesto a disposición de los alumnos a través del curso de Studium+ como material complementario que pudiera ser utilizado fuera del aula.

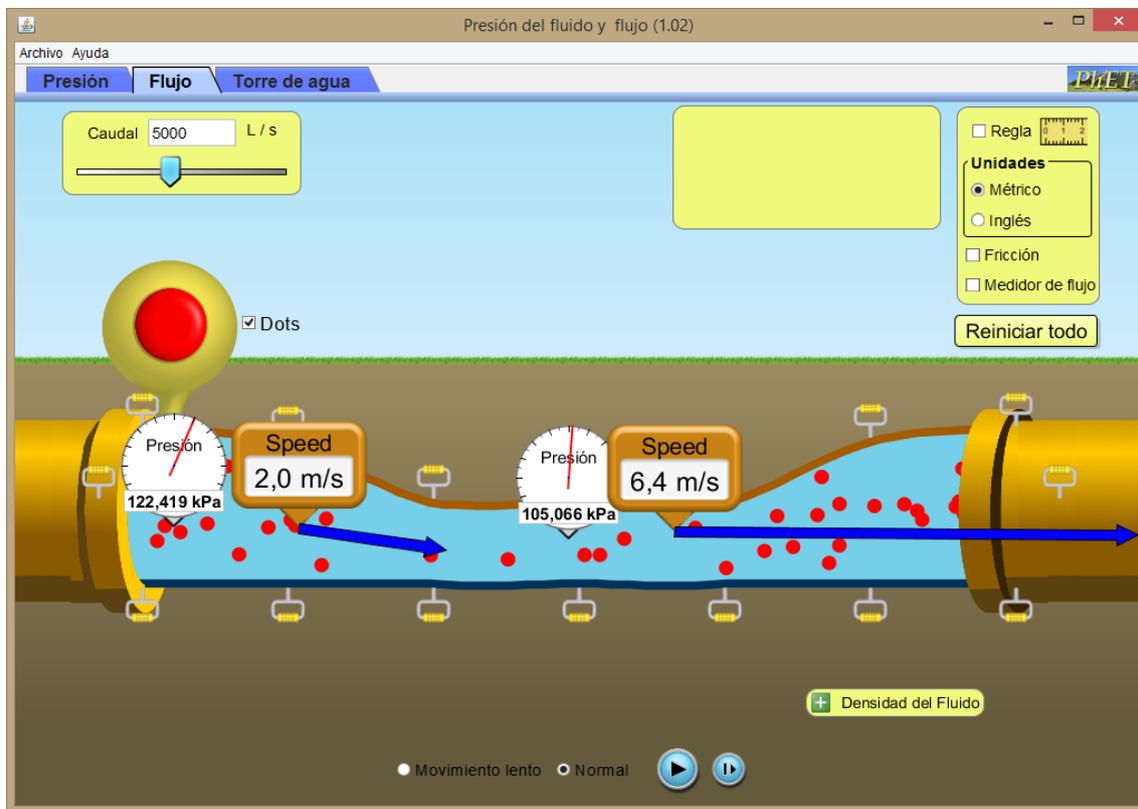


Figura 4. Applet para estudiar el flujo en dinámica de fluidos.

En la Figura 4, se muestra una captura de pantalla de uno de estos *applets*, en el cual se puede estudiar la dinámica de un flujo en una tubería, cuya altura y sección transversal puede ser variada, entre otros parámetros. La simulación incluye herramientas de medida que permiten comprobar distintas magnitudes físicas y analizar su variación en función de la posición, el tiempo o de otros parámetros. Estas herramientas juegan un papel similar al de los instrumentos de medida del laboratorio (en ocasiones yendo más allá). Además, es posible estudiar distintos fenómenos más complejos, como por ejemplo el rozamiento viscoso en el flujo mencionado.

Las distintas simulaciones del proyecto PhET permitieron cubrir los siguientes puntos incluidos en el temario de las asignaturas de Física: mecánica clásica (cinemática, dinámica de partículas y de sólido rígido), fluidos (estática y dinámica), termodinámica (ecuaciones de estado, transferencia de calor y trabajo, cambios de estado), oscilaciones y ondas, y electromagnetismo (fuerzas y energía eléctrica, circuitos eléctricos). Por ejemplo, la Figura 5 muestra un circuito de corriente alterna, el cual es más difícil de entender teóricamente. En él, se muestra cómo es posible visualizar el movimiento de los electrones, los voltajes aplicados, la corriente variable (incluyendo gráfica), la carga de los condensadores, también, variable, etcétera. Se puede diseñar el circuito y variar los valores de las baterías, resistencias y resto de componentes.

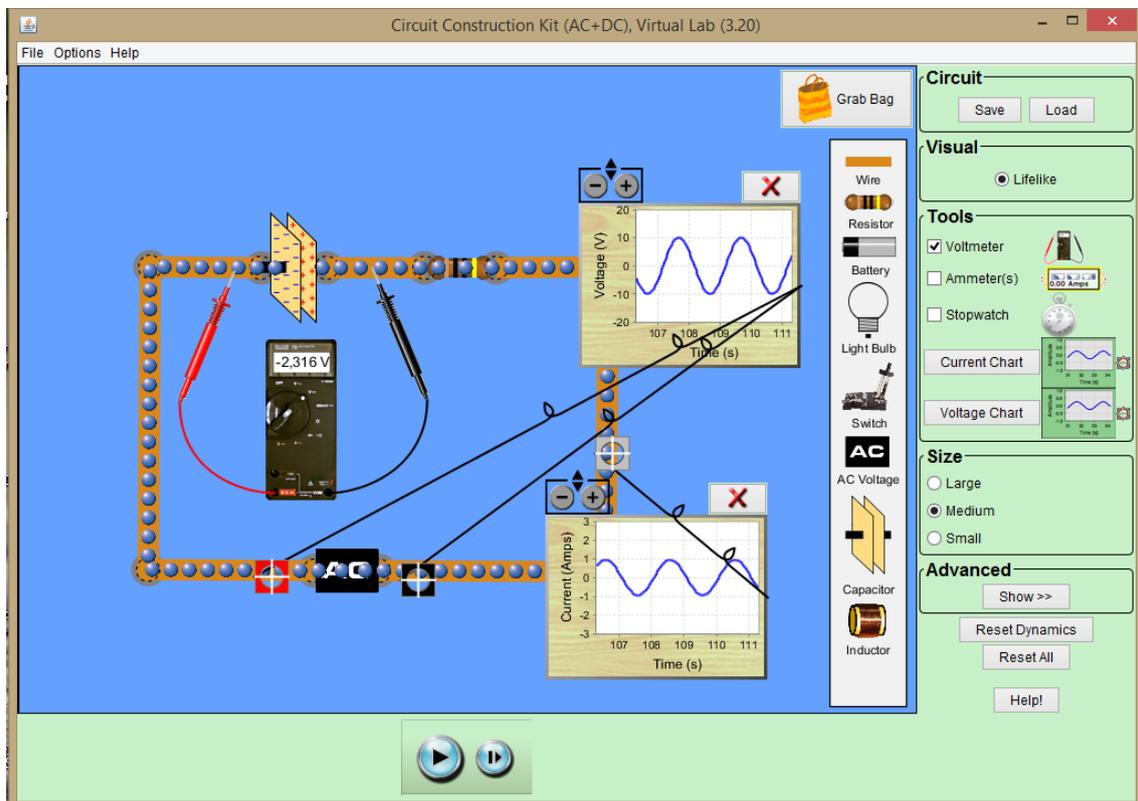
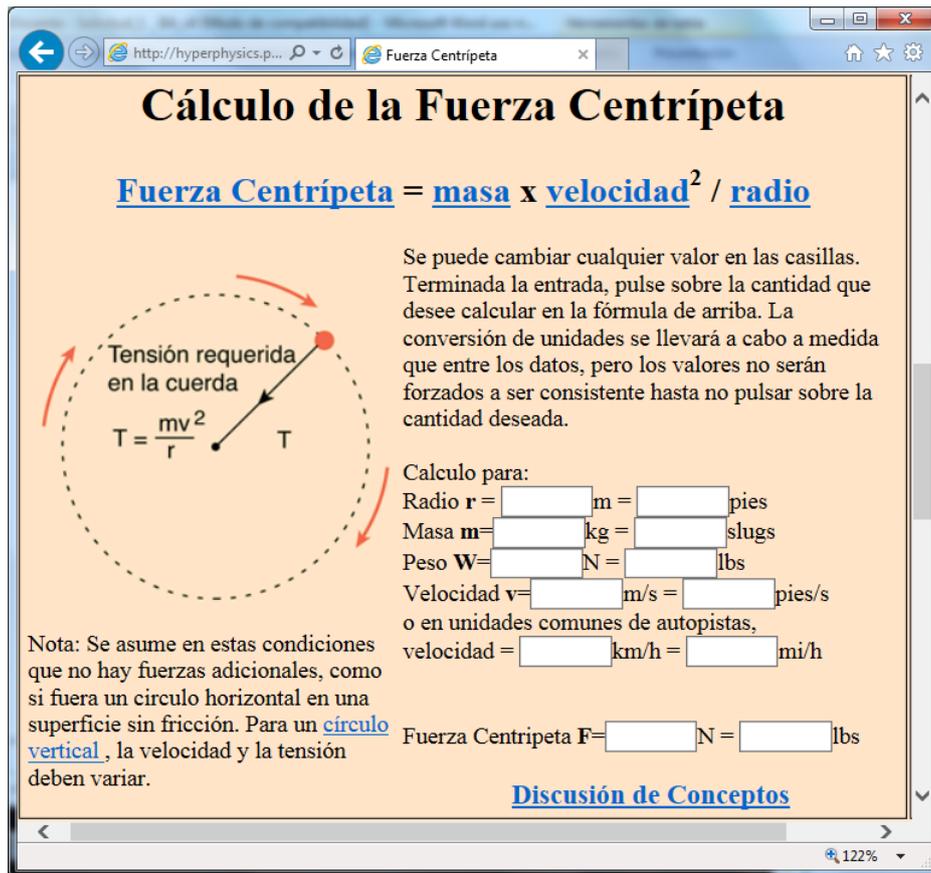


Figura 5. Applet que simula circuitos y magnitudes eléctricas.

Cabe mencionar que estas herramientas han de considerarse como apoyo a las clases teóricas y como complemento a las prácticas en laboratorio real que se desarrollan en ambas asignaturas.

Para completar esta parte, también se puso a disposición de los alumnos el recurso Hyperphysics, un banco de material didáctico de Física con algunos recursos interactivos de cálculo (ejemplo Figura 6), disponible en la dirección <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/hframe.html>.



Cálculo de la Fuerza Centrípetra

Fuerza Centrípetra = masa x velocidad² / radio

Se puede cambiar cualquier valor en las casillas. Terminada la entrada, pulse sobre la cantidad que desee calcular en la fórmula de arriba. La conversión de unidades se llevará a cabo a medida que entre los datos, pero los valores no serán forzados a ser consistente hasta no pulsar sobre la cantidad deseada.

Calculo para:

Radio **r** = m = pies
Masa **m** = kg = slugs
Peso **W** = N = lbs
Velocidad **v** = m/s = pies/s
o en unidades comunes de autopistas,
velocidad = km/h = mi/h

Fuerza Centripeta **F** = N = lbs

[Discusión de Conceptos](#)

Nota: Se asume en estas condiciones que no hay fuerzas adicionales, como si fuera un círculo horizontal en una superficie sin fricción. Para un [círculo vertical](#), la velocidad y la tensión deben variar.

Figura 6. Herramienta Hyperphysics.

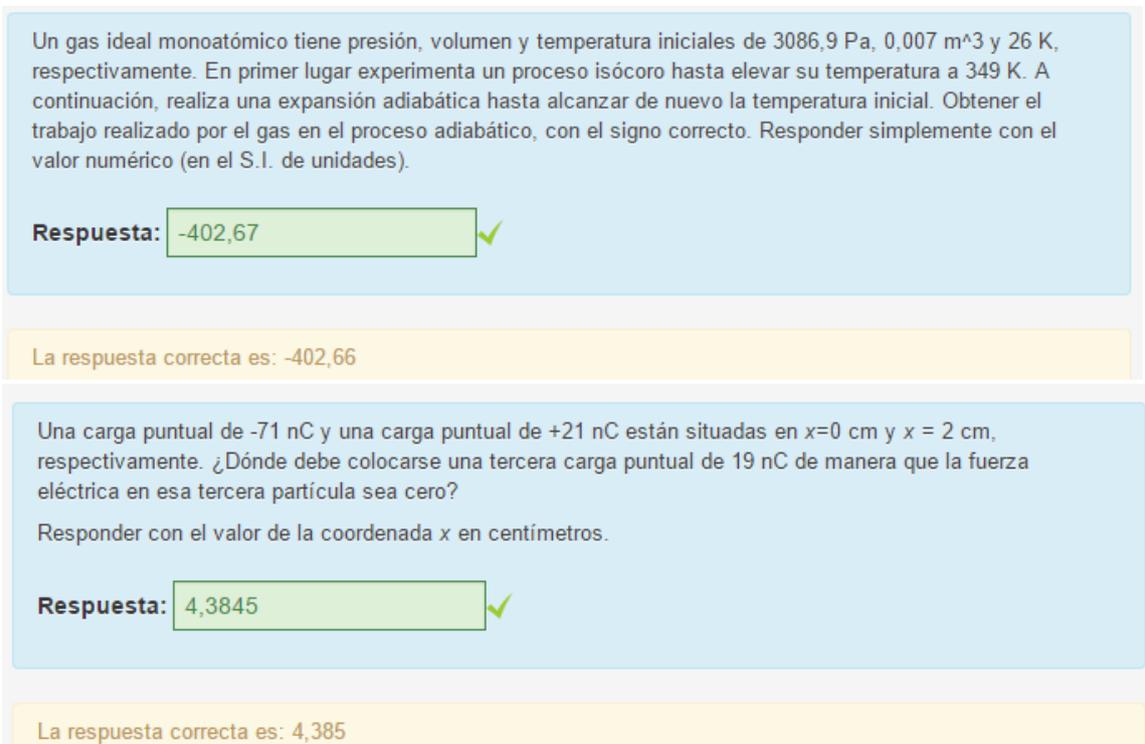
Cuestionarios evaluables en Studium+

En el marco del Plan Bolonia, el cual promueve favorecer la evaluación continua de la asignatura, se pidieron a los alumnos varias entregas durante el cuatrimestre, que fueron tenidas en cuenta para su calificación final.

Las entregas tradicionales de ejercicios tienen el inconveniente de que los alumnos copian unos de otros o directamente encargan su resolución a terceras personas. Por tanto, se pierde la valiosa componente de aprendizaje en dichas tareas. Además, en asignaturas con un elevado número de alumnos, el tiempo de corrección necesario limita considerablemente la cantidad de entregas que se pueden solicitar.

Por este motivo, la mayoría de las entregas se realizó online a través de Studium+, mediante cuestionarios abiertos al usuario una franja temporal anunciada con anterioridad. Inicialmente, los cuestionarios fueron tipo test e iguales para todos los alumnos. Este paso solucionó el asunto del tiempo de corrección, pero no el que los estudiantes copiasen unos de otros (a pesar de que es posible barajar respuestas y alterar el orden de las preguntas). Por otra parte, facilita el proceso de entrega para alumnos con circunstancias geográficas particulares por motivos laborales o familiares.

Sin embargo, es de especial interés el siguiente paso, por el cual se puede personalizar de forma relativamente sencilla el cuestionario planteado a cada alumno. La idea es plantear una serie de problemas idénticos a los alumnos, pero en los cuales cada uno de ellos tenga unos datos iniciales distintos. Mediante la pregunta calculada simple disponible en Moodle, se plantean los problemas, se eligen y programan los datos variables (rango y tipo de datos) y las soluciones correspondientes. Aunque los alumnos aún pueden interactuar entre ellos, en este caso cada uno de ellos deberá realizar el desarrollo completo del problema para llegar al resultado, lo cual favorece el objetivo de aprendizaje, más allá de la mera calificación de la tarea. El alumno debe introducir el resultado del problema dentro de un margen de tolerancia definido por el profesor, a la vez que se le pueden solicitar las unidades físicas de dicho valor. En la Figura 7, se muestran dos ejemplos de preguntas calculadas (temas de termodinámica y de electricidad) con la respuesta introducida por el alumno y la respuesta correcta.



Un gas ideal monoatómico tiene presión, volumen y temperatura iniciales de 3086,9 Pa, 0,007 m³ y 26 K, respectivamente. En primer lugar experimenta un proceso isócoro hasta elevar su temperatura a 349 K. A continuación, realiza una expansión adiabática hasta alcanzar de nuevo la temperatura inicial. Obtener el trabajo realizado por el gas en el proceso adiabático, con el signo correcto. Responder simplemente con el valor numérico (en el S.I. de unidades).

Respuesta: ✓

La respuesta correcta es: -402,66

Una carga puntual de -71 nC y una carga puntual de +21 nC están situadas en $x=0$ cm y $x = 2$ cm, respectivamente. ¿Dónde debe colocarse una tercera carga puntual de 19 nC de manera que la fuerza eléctrica en esa tercera partícula sea cero?

Responder con el valor de la coordenada x en centímetros.

Respuesta: ✓

La respuesta correcta es: 4,385

Figura 7. Herramienta pregunta calculada simple de Moodle.
https://docs.moodle.org/all/es/Tipo_de_Pregunta_Calculada_Simple

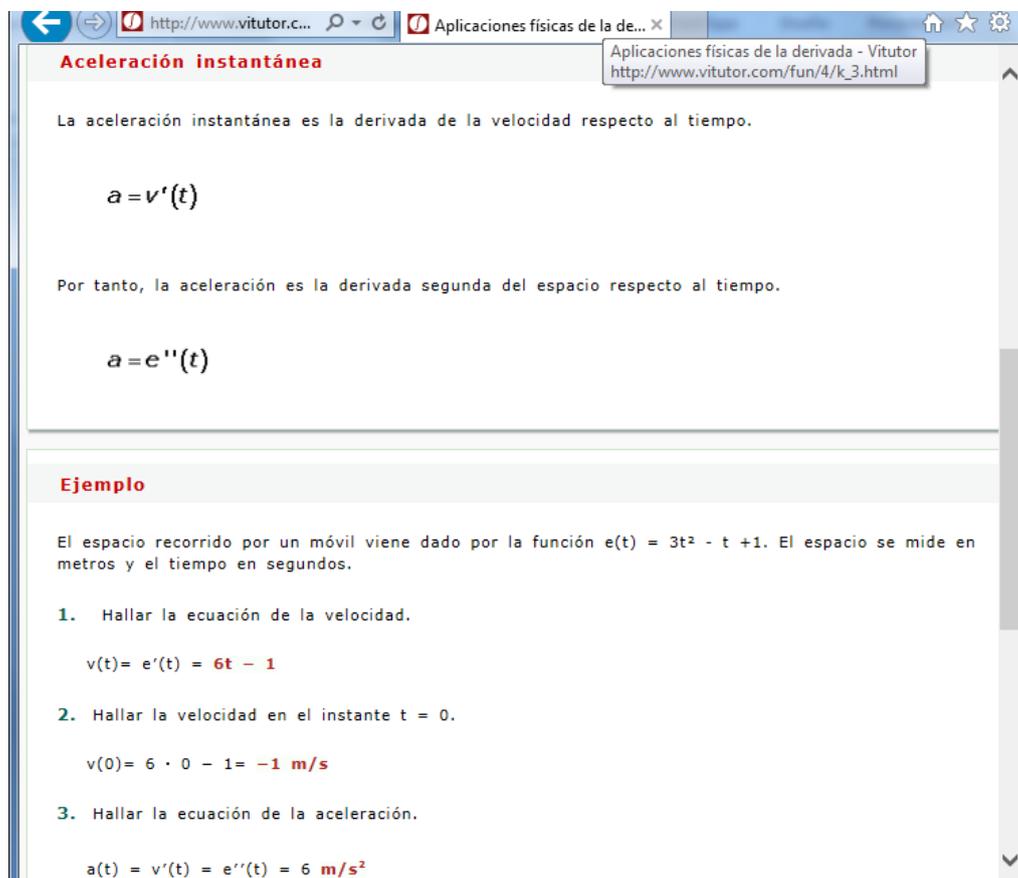
Herramienta de información sobre el desarrollo del curso

Como se ha mencionado anteriormente, un elevado porcentaje de alumnos presenta dificultades para asistir asiduamente a clase, de manera que este problema de continuidad a menudo desemboca en un abandono de la asignatura que podría evitarse. Además de los materiales didácticos y lectivos descritos en los puntos previos, la utilidad del Foro de Novedades de Studium+ ha servido para mantener a los alumnos informados del progreso de la asignatura, de la programación de los exámenes parciales, entregas, seminarios y tutorías, organización de grupos de laboratorio y otros asuntos de interés general que, de otra manera, posiblemente solo llegasen a los asistentes a clase.

Tutoriales, solvers y ejercicios de refuerzo de Física y Matemáticas

Un problema recurrente al que tienen que enfrentarse los alumnos es la relativamente frecuente dificultad de pensamiento matemático, a menudo ligada a una base insuficiente en esta materia. Nos encontramos con alumnos que en ocasiones ni si quiera han cursado Física en Bachillerato o que provienen de Bachilleratos de Ciencias Sociales o de Artes.

Se pretende animar a estos alumnos a utilizar el material Vitutor con tutoriales de matemáticas de dificultad baja y media, y sus aplicaciones físicas, con multitud de ejemplos y ejercicios resueltos.



The screenshot shows a web browser window with the URL http://www.vitutor.com/fun/4/k_3.html. The page title is "Aplicaciones físicas de la derivada - Vitutor". The main content is titled "Aceleración instantánea" and explains that instantaneous acceleration is the derivative of velocity with respect to time, $a = v'(t)$, and the second derivative of position, $a = e''(t)$. An example problem is provided: "El espacio recorrido por un móvil viene dado por la función $e(t) = 3t^2 - t + 1$. El espacio se mide en metros y el tiempo en segundos." The example asks for three things: 1. Find the velocity equation, resulting in $v(t) = e'(t) = 6t - 1$. 2. Find the velocity at $t = 0$, resulting in $v(0) = 6 \cdot 0 - 1 = -1 \text{ m/s}$. 3. Find the acceleration equation, resulting in $a(t) = v'(t) = e''(t) = 6 \text{ m/s}^2$.

Figura 8. Ejercicio de cinemática elemental en Vitutor, <http://www.vitutor.com/>.

El objetivo de este punto es que el alumno que presente dificultades pueda trabajar de forma autónoma para solventarlas y alcanzar el nivel necesario para poder seguir la asignatura.

En el mismo sentido, es habitual que el alumno que cursa la asignatura se enfrente a ecuaciones o funciones de complejidad moderada. La herramienta gratuita WolframAlpha (<http://www.wolframalpha.com/>) tiene una gran potencia para resolver ecuaciones tanto de álgebra y cálculo, representar gráficas..., de forma que es un recurso muy útil para los alumnos.

Por ejemplo, en la Figura 9 se encuentra la representación gráfica de una función insertando el comando $\text{Plot}[(x-1)(x+1.5)(x-1.5)(x+1)(x+0.2),\{x,-2,2\}]$, que nos permite especificar cualquier tipo de función para ser representada y elegir el rango. Por supuesto, se pueden representar varias funciones a la vez.

La utilidad WolframAlpha nace del conocido software *Mathematica*, pero a través del enlace anterior puede ser utilizada de forma gratuita y online, sin requerir instalación.

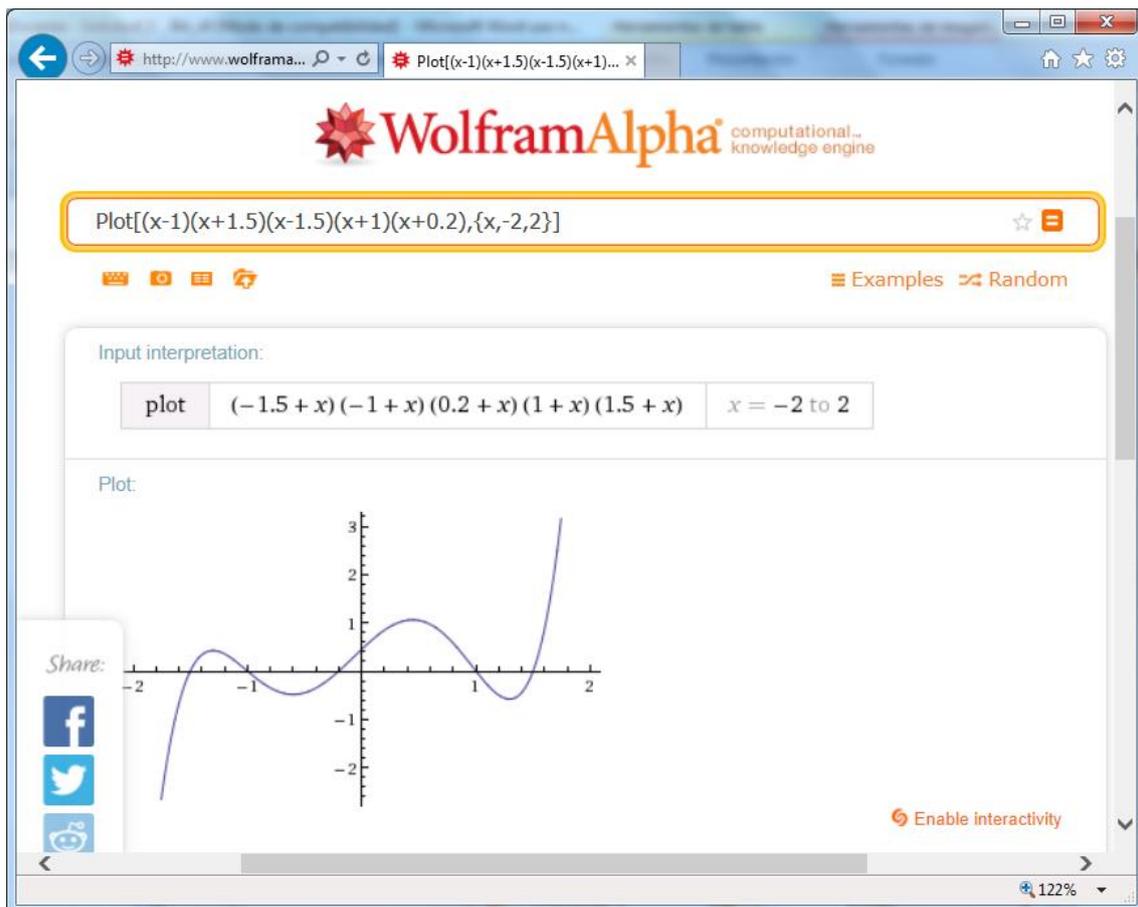


Figura 9. Ejemplo de representación de funciones en WolframAlpha.

Resultados y mejoras obtenidos. Conclusiones

Mejoras obtenidas:

- Desarrollo de nuevo material para aprendizaje presencial y online
- El alumno que dispone de los apuntes durante la clase puede concentrarse en las explicaciones del profesor, mientras que el formato digital mejora la accesibilidad desde distintas localizaciones.
- Desarrollo de sistemas de entregas más eficaces
- Adquisición de destrezas en resolución de problemas, al proporcionar más materiales y herramientas a los alumnos
- Mejora de las bases y el razonamiento matemático del alumnado
- Incremento del número de alumnos presentados, así como de la tasa de éxito de la asignatura

Impacto sobre la docencia:

- Facilitar el proceso de aprendizaje de los alumnos
- Incremento de la motivación de los estudiantes

Conclusiones

Se han implementado una serie de medidas de mejora docente en el marco de la plataforma Studium+. Entre ellas se incluyen la elaboración de materiales didácticos (diapositivas) o la utilización de *applets* con simulaciones físicas, para promocionar la fijación de nuevos conceptos físicos.

La creación de cuestionarios individualizados para la evaluación de entregas favorece el aprendizaje y su evaluación.

Se ha promovido el seguimiento de la asignatura a través, en parte, del fácil acceso para los alumnos. Por ello, los porcentajes de alumnos presentados y de alumnos que han superado la asignatura, se encuentran en valores satisfactorios en el contexto de enseñanzas superiores técnicas.

En el futuro se espera sacar provecho de la experiencia y de las actividades planteadas en esta memoria para profundizar en ellas y seguir mejorando en la transmisión de la Física en las titulaciones señaladas o afines.