

MATERIALES DIDÁCTICOS INTERACTIVOS DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA PARA FACILITAR LA FORMACIÓN DE LOS ALUMNOS DE NUEVO INGRESO EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID.

Grande, M.A.; Tévar, G.; Miranda, J.C.; Ayuga E. & González C.

Universidad Politécnica de Madrid. Grupo de innovación educativa: "Técnicas cuantitativas para la ingeniería medioambiental". E.T.S.I. Montes, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid (m.angeles.grande@upm.es)

RESUMEN *El material didáctico interactivo de matemáticas y física constituye una herramienta que puede ayudar a los estudiantes de nuevo ingreso en la Universidad Politécnica de Madrid. Estos materiales multimedia se han elaborado mediante el applet Descartes (CNICE. Ministerio de Educación), que proporciona un interface dinámico, gráfico y visual que permite al estudiante entender más fácilmente los conceptos. Para ello, se determinaron los conceptos que generan mayores dificultades a los estudiantes de nuevo ingreso mediante encuestas al profesorado, se recopilaron los recursos multimedia existentes y se desarrollaron nuevos materiales didácticos. Se estructuraron en una página Web, que incluye diez unidades para cada asignatura. Estas unidades incorporan el desarrollo teórico de las cuestiones, su aplicación a los materiales didácticos interactivos y algunos ejemplos para aclarar los conceptos. Los cursos serán incorporados a distintas plataformas (Curso de Inicio UPM, Proyecto Descartes y Proyecto Newton) con objeto de hacerlos accesibles a los estudiantes.*

1. Introducción: antecedentes y objetivos

En los últimos años, se han detectado ciertas deficiencias en el conocimiento de los alumnos de nuevo ingreso, principalmente en las asignaturas de matemáticas y física, en las que se observa que el nivel de conocimientos es menor año tras año. La Universidad Politécnica de Madrid (UPM) ha desarrollado algunas herramientas para intentar corregir esta situación (Punto de Inicio, Cursos cero). Estas herramientas podrían mejorarse con la incorporación de material didáctico interactivo. Este tipo de material ya está siendo utilizado en los proyectos Descartes y Newton (CNICE, Ministerio de Educación) dirigidos tanto a estudiantes como a profesores de la ESO y Bachillerato, por ello podría constituir un espacio común entre los institutos y la universidad (Tévar, Grande y Ayuga, 2006).

Este artículo resume el proyecto de innovación educativa concedido en la convocatoria de la UPM de ayudas a la innovación educativa en el marco del proceso de implantación del espacio europeo de educación superior y a la mejora de la calidad de la enseñanza para el curso 2007-08: *Elaboración de material didáctico interactivo y multimedia para la formación de estudiantes de bachillerato con el objetivo de facilitar su ingreso en la Universidad Politécnica de Madrid.*

Su objetivo es incorporar material didáctico interactivo de matemáticas y física en distintas plataformas con objeto de ayudar a los estudiantes de nuevo ingreso

en la Universidad Politécnica de Madrid. Estos materiales multimedia se han elaborado mediante el applet Descartes (CNICE. Ministerio de Educación), que proporciona un interface dinámico, gráfico y visual que permite al estudiante entender más fácilmente los conceptos.

El desarrollo de este proyecto ha sido en tres fases. La primera consiste en la búsqueda de los conceptos que generan mayores dificultades a los estudiantes de nuevo ingreso (Fase de Diagnóstico). La segunda se centra en la recopilación de recursos multimedia y el desarrollo de nuevos materiales (Fase de recopilación y desarrollo de materiales). La tercera fase es la incorporación de estos materiales en las plataformas más adecuadas para su difusión (Fase de Incorporación).

2. Diagnóstico de dificultades formativas

Se recopiló información de la plataforma de la UPM “Punto de Inicio” (www.upm.es/alumnos/punto_inicio.html). En esta plataforma, cada asignatura tiene su propio espacio (Física, Química, Matemáticas y Dibujo) donde el estudiante puede encontrar los conceptos que va a necesitar en su futuro universitario y también distintos test para autoevaluarse. Estos conceptos y test están estructurados en varias unidades. Cada unidad se corresponde con un área dentro de la asignatura (por ejemplo, en física las unidades son: mecánica, termodinámica, óptica, electromagnetismo y física moderna). Cada unidad se divide en dos niveles, intermedio y avanzado. En cada nivel hay una explicación de los conceptos incluidos en la unidad. Después de comprender la unidad, el estudiante puede autoevaluarse con los test incluidos al final de las unidades.

A partir de los resultados de estos formularios de autoevaluación, se elabora una lista con las preguntas que generan mayores dificultades a los alumnos para cada asignatura. Para ello se recurrió a un contraste de diferencia de medias. Inicialmente se calculó, para el total de las diez preguntas del test de conocimientos, la puntuación media (M_{tot}). Posteriormente se determinó la puntuación media de los alumnos en cada una de las preguntas del test (m_i) y se realizaron contrastes de hipótesis de igualdad de medias para poblaciones Normales, entre las medias por pregunta y la puntuación media total.

Los contrastes realizados tienen las siguientes características:

Hipótesis nula: $m_i - M_{tot} = 0$

Hipótesis alternativa: $m_i - M_{tot} < 0$

Nivel de significación: $\alpha = 0,05$

Aquellas preguntas en que se pudo rechazar la hipótesis nula son las que se incluyen en las encuestas. De este modo se obtienen las 15 preguntas más difíciles para los estudiantes. Las preguntas se muestran en las tablas 1 y 2.

1. MECÁNICA:
Conceptos del movimiento curvilíneo y circular (velocidad y aceleración angular)
Fuerzas centrípeta y centrífuga.
Resolución de problemas del momento angular
2. TERMODINÁMICA:
Representación de curvas presión volumen
Resolución de problemas de dilatación (lineal, superficial y cúbica)
Definición y expresiones de un proceso isoterma, isócoro, e isóbaro.
3. ELECTROMAGNETISMO:
Resolución de problemas de campos magnéticos generados por bobinas
Concepto de flujo magnético
Resolución de circuitos (ley de Ohm)
4. ÓPTICA:
Resolución de problemas con lentes delgadas
Concepto de dispersión de la luz
Concepto de índices de refracción
5. FÍSICA MODERNA:
Concepto de Longitud de onda de De Broglie.
Conceptos de energías (energía cinética, energía total y energía en reposo) en la teoría de la relatividad
Principio de incertidumbre de Heisenberg.

Tabla 1: dificultades con la física

1. ARITMÉTICA
Operaciones con potencias y raíces
Conceptos de progresión aritmética y progresión geométrica
Operaciones con números complejos
2. ÁLGEBRA
Resolver sistemas de ecuaciones
Definición de sistema homogéneo
Hallar raíces de ecuaciones algebraicas de grado $n > 2$
Álgebra de los números complejos
3. CÁLCULO
Cálculo con logaritmos
Resolución de límites: por la derecha, por la izquierda, de sucesiones
4. GEOMETRÍA
Geometría analítica (recta, elipse, hipérbola, parábola)
Trigonometría (Triángulos: secante, cosecante...)
5. PROBABILIDAD
Concepto de probabilidad condicional
Sucesos independientes
Variaciones, permutaciones y combinaciones
Concepto de éxito

Tabla 2: dificultades con las matemáticas

Estas preguntas se compararon con los programas de la ESO y Bachillerato. A partir de este contraste, se comprobó que la mayoría de los conceptos son desarrollados previamente en la enseñanza secundaria, pero algunos son nuevos para

los estudiantes. Las 15 preguntas de matemáticas están incluidas en el programa, pero las tres cuestiones de termodinámica no aparecen.

Con estas preguntas se realizó una encuesta entre los profesores del primer curso de las escuelas de la UPM para conocer la opinión de los profesores, tanto en lo que se refiere a las preguntas seleccionadas como al tipo de material más adecuado e incluso para aportar nuevas cuestiones que consideraran apropiadas.

Los resultados de las encuestas muestran que las 10 cuestiones de **matemáticas** que plantean mayores dificultades, según los expertos, son las siguientes:

- Resolver sistemas de ecuaciones
- Definición de sistema homogéneo
- Geometría analítica
- Permutaciones y combinaciones
- Cálculo con logaritmos
- Progresión aritmética y progresión geométrica
- Sucesos independientes
- Probabilidad condicional
- Geometría plana
- Operaciones con números complejos

Y en el caso de **física**:

- Conceptos del movimiento curvilíneo y circular (velocidad y aceleración angular)
- Fuerzas centrípeta y centrífuga
- Representación de curvas presión volumen
- Definición de proceso isocoro, isoterma e isóbaro
- Resolución de problemas de momento angular
- Concepto de flujo magnético
- Concepto de índices de refracción
- Resolución de circuitos (Ley de Ohm)
- Resolución de campos magnéticos generados por bobinas
- Concepto de dispersión de la luz

3. Recopilación y desarrollo de materiales didácticos

Para la elaboración del material didáctico interactivo, se debe emplear un software que sea fácil de utilizar, y que permita realizar cuestiones gráficas y problemas para aclarar conceptos.

El applet Descartes es un software que ha sido desarrollado por el Ministerio de Educación y Ciencia. La creación de este software está incluida en el proyecto Descartes (para matemáticas), y el proyecto Newton (para física). Estos dos proyectos fueron establecidos con el objetivo de poner a disposición de los profesores de la ESO y Bachillerato una herramienta multimedia que les ayudara

a mejorar sus explicaciones. Descartes y Newton tienen páginas Web en las que existen applets y conceptos teóricos de los distintos cursos de secundaria y bachillerato. Estas páginas crecen continuamente con la incorporación de nuevos applets elaborados por los profesores. Las páginas Web también están diseñadas para el uso de los estudiantes, permitiéndoles desarrollar los conceptos vistos en clase, y practicarlos con los applets.

Este software ha sido utilizado anteriormente por algunos de los integrantes del grupo de innovación educativa “Técnicas cuantitativas para la ingeniería medioambiental”, para la enseñanza de la cinemática plana con resultados satisfactorios (Tévar y Grande, 2007). Esta herramienta es muy útil para los objetivos del proyecto y se ha utilizado en la elaboración del material didáctico interactivo. La estructura básica de los cursos es similar a la de los proyectos Descartes y Newton.

La elaboración de los cursos es precedida por una revisión del material incluido en Descartes y Newton que permitió seleccionar todos los applets útiles para nuestros objetivos. En el caso del curso en matemáticas fue posible recopilar todos los datos necesarios de la página Web del proyecto Descartes. Sin embargo, en el curso de física, se tuvieron que elaborar algunos applets.

Una vez completado el material multimedia, éste se estructuró con un formato de página Web. Como se mencionó anteriormente, los cursos son de diez unidades para cada asignatura. Estas unidades incluyen tanto el desarrollo teórico de las cuestiones obtenidas a partir de la encuesta, como su aplicación a los materiales didácticos interactivos y algunos ejemplos para aclarar los conceptos. La unidad debería ser suficiente para permitir al estudiante entender en su totalidad cada concepto. La Figura 1 muestra las unidades didácticas de matemáticas.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Curso de inicio interactivo

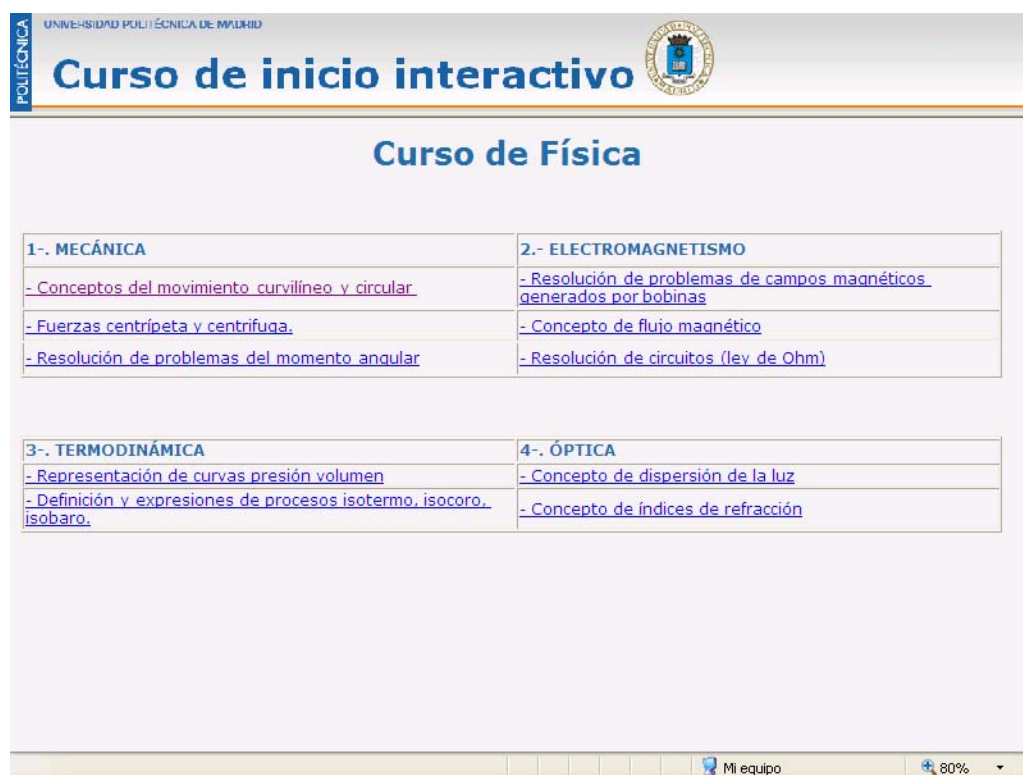
Curso de Matemáticas

1.- ARITMÉTICA - Conceptos de progresión geométrica y progresión aritmética - Operaciones con números complejos, hallar su argumento y su módulo.	2.- ÁLGEBRA - Resolución de sistemas de ecuaciones - Definición de sistema homogéneo (Rouche-Frobenius)
3.- GEOMETRÍA - Geometría analítica (recta, elipse, hipérbola, parábola) - Geometría plana (seno, coseno, secante, cosecante...)	4.- PROBABILIDAD - Concepto de probabilidad condicional - Sucesos independientes - Permutaciones y combinaciones
5.- CÁLCULO - Cálculo con logaritmos	

Mi equipo 80%

Figura1. Unidades didácticas de matemáticas del curso

En la Figura 2 se reflejan las unidades didácticas correspondientes a física.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Curso de inicio interactivo

Curso de Física

1- MECÁNICA	2- ELECTROMAGNETISMO
- Conceptos del movimiento curvilíneo y circular	- Resolución de problemas de campos magnéticos generados por bobinas
- Fuerzas centrípeta y centrífuga.	- Concepto de flujo magnético
- Resolución de problemas del momento angular	- Resolución de circuitos (ley de Ohm)
3- TERMODINÁMICA	4- ÓPTICA
- Representación de curvas presión volumen	- Concepto de dispersión de la luz
- Definición y expresiones de procesos isoterma, isocoro, isobaro.	- Concepto de índices de refracción

Mi equipo 80%

Figura 2. Unidades didácticas para Física

La Figura 3 presenta el applet desarrollado con Descartes por los autores, para la unidad que se centra en los conceptos de movimiento curvilíneo y circular.

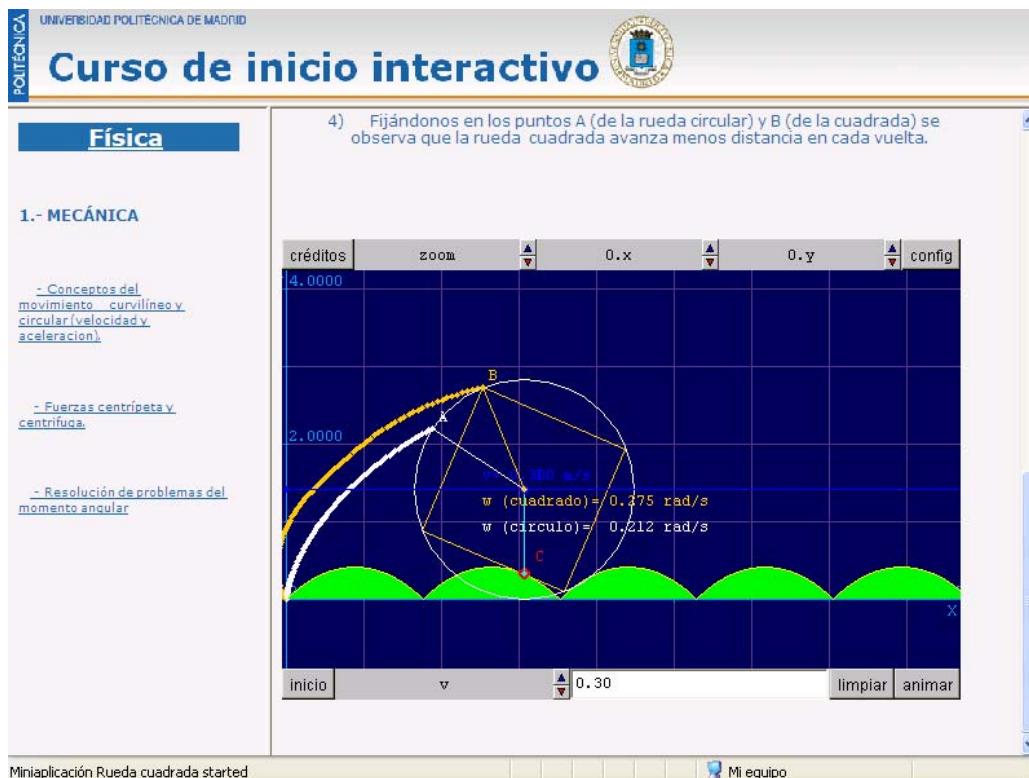


Figura 3. Applet interactivo para el concepto de movimiento curvilíneo y circular

4. Incorporación y difusión de materiales didácticos

Esta fase del proyecto es el objeto de un nuevo proyecto titulado “Difusión de la herramienta Descartes entre el profesorado de la Universidad Politécnica de Madrid, en colaboración con el Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa (CNICE)”. Los cursos elaborados serán incorporados a distintas plataformas con objeto de hacerlos accesibles a los estudiantes.

Existen tres plataformas adecuadas para la difusión de los resultados del proyecto. La primera de ellas es el “Punto de Inicio”. Esta página Web ayudará a alcanzar el máximo número de estudiantes. Los cursos servirán para mejorar el contenido de esta página Web. De este modo los cursos elaborados permiten establecer un puente entre los conocimientos que se tienen al acabar Bachillerato y los que se requieren en la Universidad Politécnica de Madrid.

Las otras dos plataformas son ambas del Ministerio de Educación y Ciencia: los proyectos Descartes y Newton. Como se ha mencionado anteriormente, se obtuvo información de estos proyectos, y los resultados de este proyecto pueden mejorar el nivel de esos dos Proyectos, proporcionando a los estudiantes que vayan a empezar una carrera una forma de empezar su camino hacia la universidad.

También sería útil incluir los resultados en los cursos cero de los centros ya que proporcionarían un apoyo a la labor docente del profesor y al aprendizaje del alumno.

REFERENCIAS

G. Tévar Sanz; M.A. Grande Ortiz & E. Ayuga Téllez. "The creation of applets by the students of Mechanics in the E.T.S.I. Montes (U.P.M.)". *IV Conferencia Internacional sobre multimedia y tecnologías de la información y comunicación en educación*. Sevilla; 22-25 noviembre de 2006.

G.Tévar Sanz y M.A. Grande Ortiz. "Un sistema de Applets para la enseñanza de la Cinemática Plana". *4º Simposio Iberoamericano de Educación, Cibernética e Informática (SIECI 2007)*. Orlando, Florida (USA); 12-15 de julio de 2007

<http://descartes.cnice.mec.es/>

<http://newton.cnice.mec.es/index2.html>

www.upm.es/alumnos/punto_inicio.html