



**MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS.
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE.
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD.
XII CONVOCATORIA (2010-2011)**



DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto

Introducción a las ecuaciones diferenciales resolviendo problemas físico-tecnológicos y utilizando entornos de cálculo simbólico-numérico y modelado: implementación en plataformas de aprendizaje.

2. Código del Proyecto

Nº Proyecto: 106015

3. Resumen del Proyecto

Se ha llevado a cabo una actividad interdisciplinar entre las asignaturas de Fundamentos Físicos de la Ingeniería I, Fundamentos de Matemáticas I y Circuitos que se imparten en el primer y segundo curso de Ingeniería Técnica Industrial de la Universidad de Córdoba, y se ha utilizado la plataforma de e-learning Moodle.

Las actividades interdisciplinarias se han creado en torno a “núcleos temáticos”, que interconectan temas de dichas asignaturas, en un trabajo conjunto de resolución de problemas, utilizando entornos de cálculo simbólico-numérico y modelado de sistemas físico-tecnológicos del ámbito de la Física y Circuitos.

El elemento fundamental de los núcleos temáticos es el planteamiento de un problema de Física (Circuitos), para cuya resolución se utilizan los conceptos, leyes y teorías físicas pertinentes al problema, haciéndole ver a los alumnos la necesidad de utilizar los conceptos y herramientas matemáticas, tanto para la formulación del modelo que representa matemáticamente al fenómeno o sistema físico-técnico, como para la resolución de las diversas ecuaciones que surgen, simulaciones y aplicaciones tecnológicas.

4. Coordinador del Proyecto

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Categoría Profesional
M ^a Antonia Cejas Molina	Matemáticas	033	PDI

5. Otros Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Categoría Profesional
Antonio Blanca Pancorbo	Física Aplicada	021	PDI
José Luis Olivares Olmedilla	Ingeniería Eléctrica	033	PDI

6. Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de conocimiento	Titulación/es
Fundamentos Físicos de la Ingeniería I	Física Aplicada	Graduado en Ingeniería Electrónica Industrial
Matemáticas	Matemáticas	Graduado en Ingeniería Eléctrica
Circuitos	Ingeniería Eléctrica	Ing. Téc. Industrial en Electricidad

MEMORIA DE LA ACCIÓN

1. Introducción

El aprendizaje a distancia u online permite un acceso abierto a la educación libre de restricciones de tiempo y lugar, ofreciendo un aprendizaje flexible bien a los alumnos individualmente o a grupos de alumnos. Los procesos de enseñanza-aprendizaje utilizando plataformas de aprendizaje tipo Moodle tienen implicaciones pedagógicas, económicas y de organización [1,2].

Entre algunas de sus ventajas se encuentran que pueden ser actualizados dinámicamente. Cada alumno posee una enorme variedad y diversidad de recursos disponibles (*texto, audiovisuales, etc.*), tienen más libertad de acceder a ellos libre de horarios fijos, restricciones geográficas, personales, culturales, sociales, etc., (*algunas personas no pueden dejar su trabajo para asistir clase, etc.*). Este acceso permite también una formación continua para aquellas personas que deseen ampliar, actualizar o continuar su formación, sin las ataduras de la enseñanza presencial.

La interactividad en tiempo real es muy importante en los procesos de enseñanza-aprendizaje ya que posibilita una realimentación adecuada para evitar que los alumnos capten erróneamente los conceptos, técnicas, etc., y puedan adecuar sus esquemas explicativos a los más contrastados científicamente.

Los foros de debate, clases virtuales (a distancia), boletines de novedades, correos electrónicos, etc., posibilitan una interacción alumno(s)-alumno(s), profesor-alumno(s) que suple y /o complementa la interactividad presencial, pudiendo realizarse síncrona o asíncronamente (*los alumnos pueden tener una interacción personal con el profesor o con otro u otros alumnos independientemente de los lugares donde se encuentren localizados, o de rígidos horarios*).

Estas nuevas tecnologías permiten que nos planteemos nuevas formas de organizar los procesos de enseñanza-aprendizaje, además de replantearnos la efectividad de las metodologías utilizadas en este tipo de enseñanza, así como en la más tradicional, realizada fundamentalmente de modo presencial.

Así que, los procesos enseñanza-aprendizaje utilizando plataformas e-learning sirven a un doble objetivo: distribuir materiales y recursos de aprendizaje, y establecer una comunicación adecuada entre los dos elementos más importantes de los procesos de enseñanza-aprendizaje, profesores y alumnos.

Hay que señalar también que la evaluación es un elemento fundamental en todo proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que posibilitan que tanto profesores como alumnos sean conscientes de las deficiencias que se dan en estos procesos (*errores conceptuales, concepciones previas erróneas; metodologías, materiales, recursos didácticos inadecuados; necesidad de adaptar el nivel de dificultad y/o motivacional de las explicaciones, problemas planteados, ejemplos propuestos, etc., para entroncar con los conocimientos previos de los alumnos y sus centros de interés*) para procurar corregirlos lo más rápido que sea posible, posibilitando la asimilación adecuada del conocimiento implicado y del nuevo que se le vaya impartiendo.

La enseñanza a través de plataformas tipo Moodle está íntimamente ligada a la innovación en las tecnologías de información y comunicación, a la identificación de nuevas necesidades de aprendizaje y de nuevas ideas en relación a cómo puede accederse a la información, y cómo organizarla y utilizarla en la mejora del aprendizaje de nuestros alumnos.

La mayoría de los centros educativos (*colegios, institutos, universidades*) el profesor es el responsable de la organización y del control de la información diseñando los cursos de las asignaturas que imparten, también son los encargados de motivar y evaluar a sus alumnos. Con la enseñanza a distancia se pueden sustituir algunas de las funciones desempeñadas por el profesor, o al menos, ayudarle a complementar los materiales y recursos educativos, metodologías a aplicar, interacción con los alumnos, etc.

Los avances en el campo científico-tecnológico hacen que los problemas planteados en su ámbito sean difíciles de afrontar individual o colectivamente desde una concepción únicamente disciplinar, en general, exige la integración de conocimientos procedentes de diversos ámbitos, para superar el tratamiento inconexo y fragmentado de dichos problemas. Muchos de estos problemas pertenecen al dominio de la investigación, aplicación y desarrollo, y otros surgen en el de la docencia.

Es natural plantearse: ¿en qué consiste la interdisciplinariedad?, ¿por qué es importante abordar los procesos de enseñanza-aprendizaje desde un enfoque interdisciplinario y qué posibilitan?, etc. [3-6]. La interdisciplinariedad no se reduce sólo a los conocimientos, incluye además un sistema de hábitos, habilidades y competencias que deben lograrse como resultado de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Caine et al. (2008) [7] establecen dos razones a favor de la enseñanza interdisciplinaria: el cerebro busca patrones y conexiones comunes y, los problemas y fenómenos reales que se busca resolver y estudiar implican elementos, que en general pertenecen a varias asignaturas.

La interdisciplinariedad puede utilizarse como una metodología de enseñanza-aprendizaje que les permite a los alumnos comprender y llevar a cabo la resolución de una serie de problemas utilizando conocimientos y técnicas de disciplinas diferentes, algo que en general se les planteará en el desarrollo de su profesión.

Esto suele conducir a cambios metodológicos en la impartición de las asignaturas. Por ejemplo el programa puede elaborarse en torno a temas, problemas o asuntos que son estudiados combinando diversas perspectivas desde las asignaturas implicadas.

Por otro lado, en algunas de las asignaturas implicadas se estudian sistemas físico-tecnológicos, y el modelado es un intento de describir de un modo preciso sus estados y sus interacciones con otros elementos. Los modelos deberán describirse física-matemáticamente de forma detallada para que en principio, puedan ser utilizados para simular el comportamiento del sistema en un ordenador.

Se puede decir que el modelo viene a ser una simplificación del sistema que modela. Ello permite probar que las deducciones que se extraen del mismo coinciden con los resultados obtenidos experimentalmente, lo que nos indica si su comprensión y conocimiento son correctos y si las hipótesis simplificadoras realizadas son válidas.

Otra ventaja de la modelación es hacer predicciones sobre el comportamiento del sistema, a través de experimentos virtuales, que de otra forma generalmente serían difíciles, consumidores de tiempo, dinero y recursos, o imposibles de realizar en el laboratorio. Además, la realización de modelaciones-simulaciones tienen un gran componente motivacional aparte de permitirles conectar con la forma en que se suelen enfrentar actualmente, los científicos y técnicos, con los problemas del mundo real. Se les muestra una metodología de trabajo ya implantada en el ámbito de la empresa, cosa importante en el logro de competencias de las titulaciones implicadas.

2. Objetivos

Con este proyecto, se ha llevado a cabo una actividad interdisciplinar entre las asignaturas de Fundamentos Físicos de la Ingeniería I, Matemáticas, Circuitos [8-10] utilizando la plataforma de e-learning Moodle.

Se han elaborado una serie de materiales docentes (*ficheros de texto, tutoriales y presentaciones en diversos formatos –texto, audiovisuales, etc., ejercicios y cuestiones de diverso tipo (de elección múltiple, verdadero-falso, emparejamiento de conceptos, ordenación atendiendo a determinados criterios, etc.)* que hemos utilizado tanto en los procesos de enseñanza-aprendizaje como para su evaluación (*que puede considerarse formando parte de los anteriores en su versión formativa –detección de esquemas de conocimiento erróneos, técnicas aplicadas incorrectamente, etc., con la posibilidades de corregirlos interactivamente--*) y autoevaluación.

Se han incluido en el currículo de las asignaturas participantes en el proyecto, el desarrollo de actividades de modelado y simulación de sistemas físico- tecnológicos utilizando los entornos de cálculo simbólico y numérico Mathematica , Matlab y Comsol Multiphysics 4.1.

3. Descripción de la experiencia

Como en el proyecto se implementan las actividades interdisciplinarias para su realización online en la plataforma Moodle, hemos utilizado algunos programas que permiten adaptar los materiales didácticos a las normas SCORM, esto lo hemos realizado con el programa CourseLab 2.4 que es de uso libre, y Adobe Captivate.

Otro de los elementos que se han planteado en este proyecto es el diseño de tutoriales y actividades para resolver las derivadas, integrales, ecuaciones, etc., que surgen en la resolución del problema, tanto simbólica como numéricamente, utilizando los programas Mathematica, Comsol Multiphysics 4.1 y Matlab [11-15]. Esto les ha dado una perspectiva más amplia para poder analizar y estudiar diversas aplicaciones que les hemos planteado (trabajos con sistemas físicos algo más complejos, etc.,) tanto en esta asignatura como en otras con temática análoga (de sus titulaciones).

Se trata de un Proyecto en el que participamos profesores que pertenecemos a diferentes departamentos (Física Aplicada, Matemáticas e Ingeniería Eléctrica de la E.P.S.), además, se encuentran implicadas asignaturas diferentes correspondientes a distintos cursos y titulaciones. Esto hace que tengamos que realizar la modelización-simulación de sistemas físico-técnicos diferentes, tanto en el tipo de sistemas como en su complejidad, implementación experimental y tipo de análisis a realizar.

Las actividades se han planteado adoptando un enfoque constructivista de los procesos de enseñanza-aprendizaje de modo que nuestros alumnos comprendan en todo momento el significado de la información y las técnicas que se les proporciona, a través de una asimilación activa y crítica.

La experiencia docente se llevará a cabo con los alumnos del 1º curso del Graduado de Ingeniería Electrónica Industrial, Graduado de Ingeniería Eléctrica y Ing. Téc. Industrial en Electricidad, y las asignaturas implicadas son las de:

Fundamentos Físicos en la Ingeniería I.....60

Matemáticas para la Ingeniería I.....63

Matemáticas para la Ingeniería II.....58

Circuitos.....72

Las actividades interdisciplinarias se han planteado en torno a “núcleos temáticos”, que interconectan temas de dichas asignaturas, en un trabajo conjunto de resolución de problemas del ámbito de la Física y Circuitos.

Los núcleos temáticos a trabajar en esta experiencia son:

- 1) Estudio del movimiento de los cuerpos: álgebra vectorial.
- 2) Estudio del movimiento de los cuerpos: derivación e integración.
- 3) Estudio del movimiento de los cuerpos: ecuaciones diferenciales.
- 4) Oscilaciones mecánicas: ecuaciones diferenciales.
- 5) Oscilaciones eléctricas: ecuaciones diferenciales

Dichos núcleos temáticos se han estudiado desde una óptica interdisciplinaria. El elemento fundamental ha sido el planteamiento de un problema de las asignaturas de Física y Circuitos, para cuya resolución se han utilizado los conceptos, leyes y teorías físicas pertinentes al problema, haciéndoles ver a los alumnos la necesidad de utilizar los conceptos y herramientas matemáticas, tanto para la formulación del modelo que representa matemáticamente al fenómeno o sistema físico, como para la resolución de las diversas ecuaciones que surgen.

En cada asignatura se han escogido dos grupos, uno experimental y otro de control. Dichos grupos se han formado con los alumnos que asisten habitualmente a clase y se les ha dado la posibilidad de apuntarse al grupo experimental voluntariamente tras haberles aclarado en qué consiste la experiencia.

Se han planteado una serie de actividades correspondientes a los diferentes núcleos temáticos interdisciplinarios a ambos grupos, con un nivel de dificultad parecido; con el grupo experimental se han resuelto utilizando el enfoque interdisciplinar a través de las actividades planteadas online y con el grupo de control se ha seguido el método utilizado habitualmente para explicar la asignatura, consistente fundamentalmente en clases teóricas y de problemas, así como las prácticas de laboratorio y simuladas.

En cada una de las asignaturas ha sido el mismo profesor el encargado de la docencia en los dos grupos (experimental y control), impartiendo también la teoría-problemas y las prácticas.

Los alumnos del grupo experimental han trabajado por grupos de forma cooperativa algunas de las actividades propuestas, y han utilizado los foros de la plataforma Moodle para algunos de los debates en grupo. También han utilizado la web en la búsqueda de información para la resolución de algunas de las actividades planteadas.

Unas pocas actividades se han presentado metodológicamente como un aprendizaje basado en problemas, de forma que se ha partido del planteamiento de un problema y los alumnos han tenido que ir buscando, seleccionando y analizando la información teórico-metodológica correspondiente para resolverlo. De esta manera han ido incorporando los conceptos, leyes, técnicas, etc., a sus esquemas explicativos conforme los han ido necesitando en su análisis del problema (elaboración y contraste de hipótesis, etc.).

Los resultados de las actividades en grupo se han expuesto en el aula participando en la exposición todos los alumnos del grupo aunque todos pueden plantear dudas, aclaraciones, etc., sobre el trabajo realizado.

4. Materiales y métodos

Este tipo de proyectos interdisciplinarios nos ha exigido:

- Trabajar las asignaturas en equipo.
- Establecer criterios para el trabajo interdisciplinar de las asignaturas.
- Seleccionar y precisar los conceptos, temas, actividades a realizar, prácticas y competencias a integrar.
- Establecer los tipos de relaciones entre las asignaturas.
- Determinar los tiempos para desarrollar las diversas partes: teoría, resolución de problemas, etc.
- Evaluar continua y formativamente el proceso de integración reforzando los aspectos positivos, y corrigiendo aquellos que incidan negativamente en la consecución de las competencias a trabajar.
- Recoger toda la información posible sobre experiencias en este campo.
- Etc.

La metodología seguida en este proyecto se ha basado en la consecución secuencial de todos los puntos señalados en los objetivos, para lo cual se han utilizado los programas CourseLab 2.4, Mathematica, Matlab y Comsol Multiphysics 4.1 [11-14] y se han elaborado tutoriales de los mismos adaptados a los cursos, así como problemas y cuestionarios de autoevaluación.

En nuestro enfoque metodológico hemos relacionado las competencias que deben alcanzarse, con los contenidos teórico-prácticos de las asignaturas implicadas y las metodologías docentes utilizadas para conseguirlo, en nuestro caso, hemos visto que la integración interdisciplinar puede ser un buen camino.

La conjunción de los aportes de las asignaturas implicadas en el proyecto, nos ha facilitado el diseño de una propuesta metodológica más consistente, desde un punto de vista teórico-práctico, para el análisis e interpretación de los problemas planteados en el ámbito de Fundamentos Físicos en la Ingeniería I y Circuitos utilizando los diversos conceptos, herramientas y técnicas del dominio de las Matemáticas.

5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso

Hemos elaborado materiales online interdisciplinarios adaptados a las normas SCORM, de forma que nuestros alumnos han podido utilizarlos a través de la plataforma Moodle.

Se han realizado una serie de modelizaciones y simulaciones de sistemas mecánicos y circuitos eléctricos, y se han implementado físicamente algunos de ellos, lo que ha favorecido la conexión teoría-simulación-experimentación y cómo contrastarlos.

Dicho material queda a disposición del profesorado que lo solicite, siempre que acredite un uso adecuado del mismo, con objetivos docentes, y se responsabilice de su integridad.

Una muestra representativa de actividades realizadas se incluye en los anexos.

6. Utilidad

La experiencia realizada que hemos basado en núcleos temáticos nos ha permitido comprobar que la interdisciplinariedad es un enfoque muy útil a la hora del planteamiento y resolución de

problemas, ya que posibilita analizar estos desde perspectivas diferentes aunque complementarias.

La realización de las actividades interdisciplinarias ha permitido que los alumnos tengan una visión más global y menos fragmentaria del ámbito científico tecnológico lo que en conjunción con modelizaciones, simulaciones y su contraste experimental, facilita en gran medida la adopción de la metodología científico-técnica como parte fundamental de sus hábitos de trabajo.

Además tienen un valor intrínseco para el futuro profesional de nuestros alumnos, ya que una gran parte de los problemas reales que se les plantearán en el desempeño de su profesión tienen carácter interdisciplinar.

La conveniencia o utilidad de dicho enfoque se da cuando se les plantea a los alumnos actividades que impliquen problemas reales, que se salgan de la estructura típica de los problemas planteados académicamente, aunque en la resolución tengan que realizar las idealizaciones y aproximaciones pertinentes para poder tratarlos cuantitativamente.

7. Observaciones y comentarios

Problemática fundamental en el trabajo interdisciplinar es la integración de los contenidos y metodologías de las disciplinas implicadas, lo cual nos lleva a establecer metodologías, lenguaje, medios, formas organizativas, evaluación y procedimientos comunes y a una elaboración integrada de los diversos temas implicados.

Por otro lado, somos conscientes de que no se han integrado en el proyecto asignaturas que contienen en su currículum el estudio de otros sistemas físico-tecnológicos. Abogaremos por conseguir su implicación en el futuro.

8. Autoevaluación de la experiencia

Tanto al grupo experimental como al de control se les hizo una prueba inicial sobre el nivel de conocimientos conceptuales y procedimentales en cada una de las asignaturas participantes en la experiencia, además se les pasó un cuestionario para tratar de averiguar el grado de motivación hacia las citadas asignaturas.

Además de detectar el nivel académico de los alumnos hemos tratado de detectar si existía una diferencia de nivel académico acusada entre ambos grupos. Los resultados muestran que las diferencias de nivel de conocimientos eran parecidas en ambos grupos, aunque la motivación era algo mayor en los grupos experimentales.

Para evaluar el impacto que ha tenido el desarrollo de las actividades interdisciplinarias en el nivel de conocimientos y competencias de los alumnos del grupo experimental respecto al grupo de control hemos recogido los datos de las diversas pruebas realizadas: escritas, presentaciones orales, participación en foros, trabajos de laboratorio y simulación y los informes elaborados.

La evaluación global se condensa en las notas finales, promedio de las diferentes pruebas realizadas, que se han tomado como datos a utilizar en la correlación de si los resultados académicos de nuestros alumnos y el trabajo explícito de realización de las actividades interdisciplinarias están correlacionados.

Exponemos los resultados realizados en una de las asignaturas, la de Circuitos.

La correlación se ha realizado utilizando varias herramientas estadísticas: estadística descriptiva, histogramas, gráficos de caja (boxplot), inferencia estadística, etc. De estas herramientas la inferencia estadística tiene bastante relevancia en el análisis de dicha correlación.

Partimos de la premisa o hipótesis de que:

Las notas finales, correspondientes a la evaluación global de los alumnos, son más elevadas en los que han participado en el proyecto (grupo experimental) que en el resto de los alumnos (grupo de control).

El contraste de esta hipótesis se hace a través de una prueba test-t de students de dos muestras. Esta prueba permite evaluar si las medias de los dos grupos son estadísticamente diferentes para poder ser comparadas.

Requisito esencial para aplicar la prueba es que los dos grupos en estudio (experimental y de control) deben tener una distribución normal. Para comprobar este punto se han utilizado una serie de pruebas:

- a) En la Figura 1 se muestran representaciones gráficas de los datos donde se muestra con cierta nitidez que dichos datos se ajustan a una distribución normal.

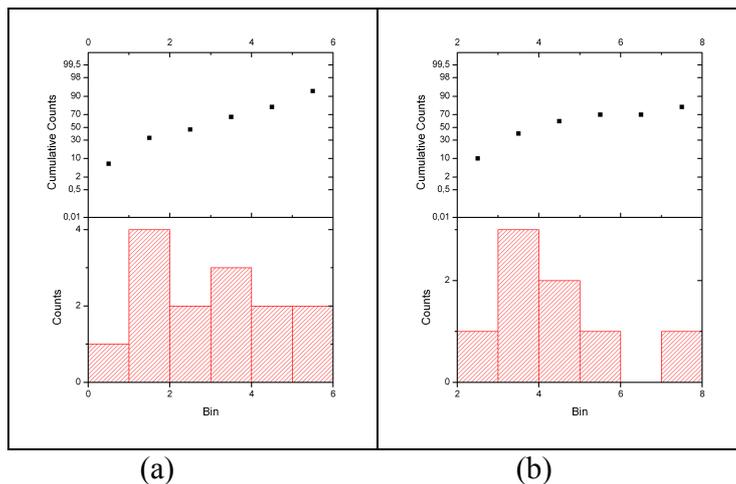


Figura 1. (a) y (b) Histogramas con gráficos de probabilidad correspondientes a los grupos de control y experimental (se muestra cómo los gráficos de probabilidad se pueden ajustar a una línea recta, lo que es el indicativo de que los datos se pueden ajustar a una distribución normal).

- b) Se ha realizado la prueba de Kolmogorov-Smirnov (también las de [Shapiro-Wilk](#) y Lilliefors). Con estas pruebas se mide el grado de ajuste de dos distribuciones de probabilidad, que en nuestro caso corresponden a la de la muestra y la población general. Con un nivel de significación de 0,05 se comprueba en los tres casos que las muestras (grupos de alumnos utilizados) han sido extraídas de una población con una distribución estadística normal. En la Tabla 2 se muestran los resultados

Prueba normalidad de kolmogorov-Smirnov	DF	Statistic	Prob>D
Gexp	10	0,24641	0,50909
Gcontrol	15	0,11434	1

Gcontrol: At the 0.05 level, the data was significantly drawn from a normally distributed population

Gexp: At the 0.05 level, the data was significantly drawn from a normally distributed population

Tabla 2. Resultados correspondientes a la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov Para los grupos de control y experimental.

Los resultados finales correspondientes a los grupos de control y experimental se muestran en las figuras 2 y en la Tabla 3.

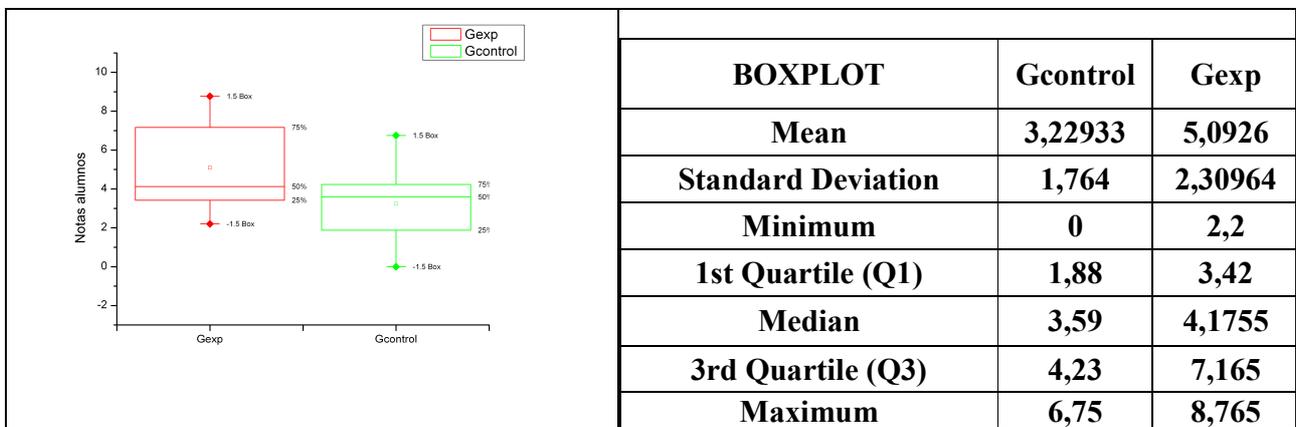


Figura2. En la parte izquierda se muestra un gráfico de caja (boxplot). En la parte derecha se muestra una tabla con los datos correspondientes a los boxplot de los grupos de control y experimental.

Estadística descriptiva	N	Mean	SD	SEM
Gexp	10	5,0926	2,30964	0,73037
Gcontrol	15	3,22933	1,764	0,45546

Tabla 3. Estadística descriptiva donde aparecen las medias de los grupos de control y experimental.

Aunque los resultados de la evaluación mostrados en las Figuras 2 y la Tabla3, muestran que son mejores para el grupo experimental, se debe realizar un análisis de inferencia estadístico para ver si dichas diferencias son estadísticamente relevantes.

Cuando se tienen dos muestras independientes el análisis estadístico test-t permite probar si o no la media de dos muestras independientes de una distribución normal son iguales o difieren (significativamente de forma estadística) en un valor dado, además crea un intervalo de confianza para la diferencia de la media de las muestras.

Se calcula el estadístico t de prueba y se toma un p-valor para decidir si o no se rechaza la hipótesis nula.

Un pequeño valor de p (p-valor) que sea menor que un nivel de significación alfa (0,05) indica que se puede rechazar la hipótesis nula, en caso contrario se verifica la hipótesis nula y se rechaza la alternativa.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4.

t-Test Students	t Statistic	DF	Prob> t
Equal Variance Assumed	2,28733	23	0,0317
Equal Variance NOT Assumed	2,1647	15,82267	0,04605

Null Hypothesis: mean1-mean2 = 0

Alternative Hypothesis: mean1-mean2 \neq 0

At the 0.05 level, the difference of the population means is significantly different with the test difference(0)

Tabla 4. Se muestra los resultados de la prueba t-Test Students verificándose la hipótesis alternativa, esto es, se comprueba que la diferencia de las medias es estadísticamente significativa.

Como se ha visto los resultados obtenidos en la asignatura de Circuitos después de realizar las actividades interdisciplinarias planteadas son significativamente mejores para el grupo experimental que ha seguido el plan de trabajo planteado en el proyecto. Esta misma conclusión se ha obtenido para la asignatura de Matemáticas, sin embargo en la de Fundamentos Físicos de la Ingeniería I, aunque los resultados han sido ligeramente superiores para el grupo experimental, sin embargo no han sido estadísticamente diferentes como para validar estadísticamente el plan de trabajo planteado en el proyecto.

Durante el próximo curso tenemos previsto continuar con el proyecto de modo que con la experiencia acumulada podamos mejorar los resultados.

9. Bibliografía

1. Firdyiwiek, Y, «*Web-based Courseware Tools: Where Is the Pedagogy?*» . Educational Technology. 39.1, 29-34 (1999).
2. Esperanza-Román Mendoza, George Mason University, *El desarrollo de cursos a distancia en la World Wide Web mediante plataformas virtuales: «WebCT» en el mundo universitario norteamericano.* (2000).
http://cvc.cervantes.es/obref/formacion_virtual/metodologia/
3. Joe Moran. “Interdisciplinarity (The New Critical Idiom)”. Ed: Routledge (2001).
4. Heidi Hayes Jacobs. “Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation”. Ed: Association for Supervision & Curriculum Deve (1989).
5. Ricardo Marin Ibanez. “Interdisciplinaridad y enseñanza en equipo”. Ed: Paraninfo (1979).
6. Zemelman, Hugo. “Acerca del problema de los límites disciplinarios”, en: *Encrucijadas metodológicas en ciencias sociales.* México: UAM/Xochimilco (1998).

7. [Renate Nummela Caine](#), [Mr. Geoffrey Caine](#), [Carol Lynn McClintic](#), Karl J. Klimek. "Brain/Mind Learning Principles in Action: Developing Executive Functions of the Human Brain". Ed: Corwin Press (2008).
8. Paul a. Tipler. "Física (para la ciencia y la tecnología). Vol. 1 y 2". Ed. Reverté. S.A. (1999).
9. Piskunov. N. "Cálculo diferencial e integral. Vol. 1 y 2". Ed. Mir. Moscú. (1978).
10. Dennis G. Zill. "Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado". Ed: Thomson International (2006)
11. www.wolfram.com
12. www.mathworks.com
13. <http://www.courselab.com/>
14. <http://www.comsol.com/>

Lugar y fecha de la redacción de esta memoria

En Córdoba a 21 de Julio de 2011

ANEXO I

En las Figuras 1 y 2 se muestran algunas diapositivas de uno de los temas trabajados en el proyecto realizadas con CourseLab 2.4.

The image shows two screenshots of a presentation slide from CourseLab 2.4. The top screenshot is the title slide, and the bottom screenshot is the first content slide.

Slide 1 (Top): The title slide features the text "TEMA 2. Estudio del movimiento de los cuerpos: derivación e integración" in a red, cursive font, followed by "-Análisis físico-" in a smaller, black, cursive font. The slide is titled "Tema 2.- Análisis físico" and is part of a "Proyecto Interdisciplinar FMC".

Slide 2 (Bottom): This slide defines trajectory and vector equations of motion. It includes a cartoon illustration of a man with glasses and a suit. The text reads: "La **trayectoria** es el lugar geométrico de los puntos del espacio por donde pasa el móvil. El movimiento se describe dando la ecuación vectorial del movimiento $r = r(t)$. Esta descripción no presupone la introducción de ningún sistema de coordenadas, sólo la presencia de un cuerpo de referencia. ¿Por qué? Las ecuaciones paramétricas se establecen como $r(t) = x(t)\mathbf{i} + y(t)\mathbf{j} + z(t)\mathbf{k}$, definiendo el movimiento dando $x = x(t)$; $y = y(t)$; $z = z(t)$. Para obtener la trayectoria del punto material simplemente basta con eliminar el tiempo en las ecuaciones paramétricas. Por simplicidad se empieza estudiando el movimiento de un cuerpo cuyas dimensiones sean lo suficientemente pequeñas para no tener que tener en cuenta la rotación del cuerpo ni el movimiento relativo de las distintas partes entre sí. Esto nos lleva al concepto de partícula o punto material."

Figura 1

Tema 2 - Análisis físico-matemático
[Close] [Maximize] [Minimize]

Proyecto Interdisciplinar FMC

Tema 2--Análisis físico-matemático

El movimiento de un cuerpo:

$a = f(t)$ como $a = dv/dt \Rightarrow dv = a dt = f(t) dt$ e integrando: $\int_{v_0}^v dv = \int_{t_0}^t f(t) dt \Rightarrow v - v_0 = \int_{t_0}^t f(t) dt$ (3)
 y $dx = v dt$ (4).

Casos particulares:

- $a = 0$; (m.r.u.), por lo que tenemos de (3) $v - v_0 = 0 \Rightarrow v = v_0 = \text{cte.}$ y de (4) $dx = v dt$, por lo que $x - x_0 = v(t - t_0)$.
- $a = \text{cte.}$ (m.r.u.v.), entonces, de (3) $v - v_0 = \int_{t_0}^t a dt = a(t - t_0)$
 y de (4) $x - x_0 = \int_{t_0}^t [v_0 + a(t - t_0)] dt = v_0(t - t_0) + 1/2 a(t - t_0)^2$

También, al ser $a = dv/dt = dv/dx \cdot dx/dt = v dv/dx = \text{cte} \Rightarrow v dv = a dx$ e integrando

$$v^2 - v_0^2 = 2 a (x - x_0)$$

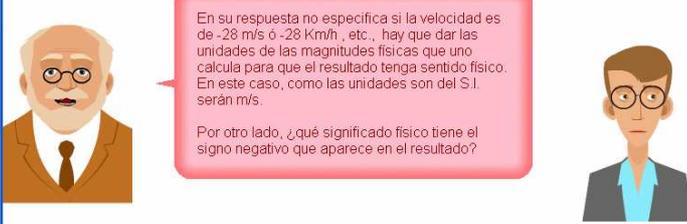
[Menu]
[Refresh] < Prev Next >

11/49 Tema 2 - Análisis físico-matemático

Diálogos sobre la solución
[Close] [Maximize] [Minimize]

Proyecto Interdisciplinar FMC

Diálogos sobre la solución



En su respuesta no especifica si la velocidad es de -28 m/s ó -28 Km/h , etc., hay que dar las unidades de las magnitudes físicas que uno calcula para que el resultado tenga sentido físico. En este caso, como las unidades son del S.I. serán m/s.

Por otro lado, ¿qué significado físico tiene el signo negativo que aparece en el resultado?

[Menu]
[Refresh] < Prev Next >

22/49 Diálogos sobre la solución

Figura 2

ANEXO 2

En las Figuras 3 y 4 se muestran algunas diapositivas de uno de los temas trabajados en el proyecto realizadas con Adobe Captivate.



Figura 3

Tema 5. Oscilaciones eléctricas:ecuaciones diferenciales
Circuito Serie RLC

Solución d)

Se dibuja el gráfico, para lo que hacemos (junto a su correspondiente imagen de la diapositiva siguiente):

```
>> Plot3D[qq[t]/.valores2 //Evaluate, {t, 0, 6}, {L, 0.1, 2},  
  AxesLabel->{"Tiempo", "Inductancia", "Carga"},  
  Ticks -> {Automatic,{.01,.1,.2},Automatic},  
  FaceGrids->{{0,-1,0}},  
  ViewPoint->{.9,-1,.3},  
  PlotPoints->45];
```

Tema 5. Oscilaciones eléctricas:ecuaciones diferenciales
Circuito Serie RLC

Solución d)

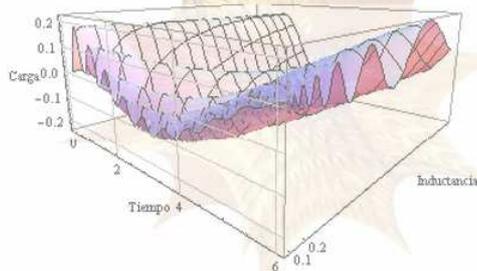


Figura 4