

**MEMORIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA
VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN Y CALIDAD DOCENTE
CURSO ACADÉMICO 2012-2013**

DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto

Aprendizaje colaborativo interdisciplinar a través de proyectos de modelado-simulación.

2. Código del Proyecto

125047

3. Resumen del Proyecto

En este proyecto se han planteado una serie de experiencias metodológicas e interdisciplinarias para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje que tienen como base el trabajo colaborativo de nuestros alumnos en proyectos de modelado simulación de sistemas físico- tecnológicos (circuitos eléctricos y electrónicos, sistemas oscilantes, etc).

La estrategia didáctica que se ha utilizado está basada en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y en la resolución de casos o proyectos-problema (cercaos o parecidos a los reales), lo cual posibilita un contexto de aprendizaje cooperativo en que los alumnos se enfrentan al estudio y diseño de sistemas eléctricos, electrónicos, mecánicos, etc., de forma análoga a la que encontrarán en el ámbito profesional, donde las fases de simulación y modelado van íntimamente ligadas a la del montaje experimental y el contraste de resultados, todo ello cimentado en un sólido conocimiento teórico de sus componentes y de las leyes físicas que gobiernan su comportamiento. Se pretende integrar de forma activa los planos teórico y experimental, así como los temarios impartidos en diferentes asignaturas.

Un aspecto clave en esta estrategia didáctica, es que el alumno trabaje y adquiera una serie de competencias necesarias para el desempeño adecuado de su profesión en el ámbito de las ingenierías (resolución de problemas, pensamiento crítico, comunicación, aprendizaje auto-regulado, etc.), mediante las actividades de resolución de proyectos-problema.

4. Coordinador/es del Proyecto

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
Antonio Blanca Pancorbo	Física Aplicada	021

5. Otros Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal
José García-Aznar Escudero	Electrónica	021	PDI
José Ruiz García	Tecnología Electrónica	020	PDI

Francisco José Bellido Outeriño	Tecnología Electrónica	021	PDI
José María Flores Arias	Tecnología Electrónica	021	PDI
Antonio Moreno Muñoz	Tecnología Electrónica	021	PDI

6. Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de conocimiento	Titulación/es
Fundamentos Físicos de la Ingeniería I [1]	Física Aplicada	G.I. Electrónica Industrial
Aplicaciones Industriales de la Electrónica de Potencia [2]	Electrónica	I. Automática y Electrónica Ind.
Electrónica de Potencia [3]	Tecnología Electrónica	G.I. Electrónica Industrial
Fundamentos de Electrónica [4]	Tecnología Electrónica	G.I. Electrónica Industrial
Electrónica Industrial [5]	Tecnología Electrónica	I. Automática y Electrónica Ind.
Instrumentación Electrónica [6]	Tecnología Electrónica	G.I. Electrónica Industrial
Electrónica Analógica [7]	Tecnología Electrónica	G.I. Electrónica Industrial
Circuitos y Sistemas Electrónicos [8]	Tecnología Electrónica	G. I. en Informática
Sistemas Electrónicos de Potencia [9]	Tecnología Electrónica	I. T. I en Electrónica
Matemáticas para la Ingeniería III [10]	Matemáticas	I. T. I en Electricidad

Apartados

1. Introducción (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas, etc.).

El mercado laboral (industria, etc) demanda ingenieros que además de una sólida base de conocimientos en el campo específico de la ingeniería de que se trate, deben tener también una serie de competencias relativas a pensamiento crítico, resolución de problemas, comunicación, trabajo en equipo, etc. [1]

Por otro lado, la adaptación de los estudios universitarios al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y las directrices europeas para la educación universitaria sugieren que se utilicen métodos de enseñanza centrados en el alumno, planteándose la necesidad de modificar la metodología docente, los métodos de evaluación, etc.

Si a esto se añade que en muchas asignaturas de las titulaciones de ingeniería hay una elevada tasa de absentismo, bajo número de estudiantes que pasan de curso y gran número de abandonos, vemos que hay que plantear críticamente alternativas a las metodologías tradicionales en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En el proyecto planteamos una serie de experiencias metodológicas e interdisciplinarias para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje que tienen como base el trabajo colaborativo de nuestros alumnos en proyectos de modelado simulación de sistemas físico- tecnológicos (circuitos eléctricos y electrónicos, sistemas oscilantes, etc).

Habitualmente los programas están cargados de ejercicios, reglas, ecuaciones, problemas idealizados, etc., que los alumnos deben aprender pero que no están relacionados con los problemas que se plantean en su vida real o en el entorno profesional de la titulación. Además, con la lección magistral se ofrece pocas oportunidades para reflexionar sobre lo explicado, no fomentándose las competencias de razonamiento crítico y es poco motivacional.

Los programas sobrecargados reducen el tiempo que los alumnos deben dedicar a cada tema y a pensar y utilizar su conocimiento para la resolución de problemas en diferentes contextos --sobrecarga cognoscitiva--, lo que reduce su aprendizaje y rendimiento, esto es, el currículo excesivo lleva a que no aprenden la asignatura adecuadamente [2].

Consideramos conveniente reducir el contenido del currículo de las asignaturas, de forma que el diseño de la guía docente guarde equilibrio entre amplitud y profundidad para que la carga de trabajo sea adecuada y se puedan alcanzar las competencias exigidas. Los proyectos de modelado simulación planteados con la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) llevan a una reducción en el contenido de las asignaturas, quedándose con la parte más fundamental.

La metodología ABP da a los alumnos la posibilidad de que desarrollen las competencias para poder abordar la resolución de problemas y para que puedan adaptarse a resolver nuevas situaciones problemáticas, muchas de ellas relacionadas con el modelado-simulación, representación, comunicación, etc. [3,4]

La estrategia didáctica adoptada está basada en la teoría constructivista y en la del aprendizaje social de Vygotsky, que postula que al integrarse con una persona experimentada (profesor u otro alumno compañero) el aprendiz (alumno) puede realizar tareas más avanzadas y desarrollar su aprendizaje de una forma más rápida y eficaz que si lo intenta por sí mismo [5, 6].

El mercado de trabajo demanda hoy día personas que sepan manejar grandes cantidades de información (encontrar fuentes de información, extraer la información de cada fuente, seleccionarla y procesarla para resolver el problema o la tarea encomendada), y trabajar en equipo.

Los entornos de aprendizaje cooperativos y las metodologías constructivistas posibilitan que nuestros alumnos adquieran las competencias que después necesitarán para desenvolverse en ese mercado de trabajo además de motivarlos al plantearles actividades muy parecidas a las de la vida real y que han de desarrollar en su profesión [7].

El aprendizaje basado en proyectos de modelado-simulación [8, 9] se centran en el alumno ya que fomenta las competencias de: pensamiento crítico, resolución de problemas, evaluación, uso de recursos de aprendizaje, trabajo colaborativo, comunicación, auto-aprendizaje o aprendizaje auto-regulado. Se puede decir que es una estrategia de aprendizaje en que los alumnos aprenden a través de la resolución de los proyectos-problemas planteados.

Para que se asemejen lo más posible a los casos reales, los proyectos-problema de modelado-simulación se presentan como desestructurados, de forma que en función del análisis y las suposiciones que se realicen puede encontrarse una u otra solución (proyectos-problemas abiertos). A los alumnos se les dan determinadas indicaciones para su resolución pero no hay ninguna receta para alcanzarla. Ello obliga a trabajar las competencias de aprendizaje auto-dirigido adquiriendo el conocimiento y las competencias necesarias en el contexto de la resolución del proyecto-problema.

El trabajo colaborativo es una competencia clave para la adquisición de conocimiento, por tanto los alumnos deben aprender a trabajar colaborativamente.

El aprendizaje colaborativo posibilita: centrar el aprendizaje de los alumnos en un objetivo común (resolver el problema proyecto); plantear problemas más complicados; fomentar los procesos de reflexión que llevan al aprendizaje; realizar críticas y plantear argumentos a los compañeros de grupo [10].

El trabajo colaborativo en la resolución de problemas implica coordinar y sincronizar los esfuerzos individuales de reflexión, construcción de significados, corrección y negociación [11].

Los diversos conceptos, leyes y métodos que se imparten en las asignaturas de Física (en general del área tecnológica) y Matemáticas son percibidos por nuestros alumnos como diferentes y no relacionados. Quizás una de las razones que explican este hecho se encuentre en que son estudiados separadamente, en asignaturas distintas. Dichas asignaturas al compartir conceptos y metodología exigen la adquisición de competencias y conocimiento para facilitar dicha relación [12].

Esto lleva a la necesidad de plantear actividades para transferir el conocimiento y competencias en Matemáticas para la resolución y comprensión de problemas en Física y Tecnología, ya que es difícil que la mayoría de los alumnos sean capaces de realizar dicha transferencia por ellos mismos [13].

En general, algunos autores plantean que en el dominio de la ingeniería se debe cambiar el enfoque de la enseñanza desde los programas de las asignaturas exclusivamente centrados en su campo, a proyectos interdisciplinarios que abarquen diferentes disciplinas en los que las modelizaciones y simulaciones jueguen un papel destacado. Esto contribuirá a la ampliación de horizontes, fomentando la curiosidad y la implicación activa en el aprendizaje [14].

La interdisciplinariedad posibilita planificar actividades (modelado y simulación de sistemas físico-tecnológicos, resolución de problemas y cuestiones, realización de proyectos, etc.) que suministran una perspectiva unificada en diversas asignaturas: temas que se complementan, relaciones entre conceptos, lenguaje simbólico común, actividades enfocadas con un tratamiento globalizado, etc. Se ha utilizado un enfoque constructivista en el tratamiento interdisciplinar de las actividades planteadas.

Se pretende incluir en el currículo de las asignaturas que van a participar en el proyecto, el desarrollo de actividades de modelado y simulación de sistemas físico-tecnológicos con un tratamiento interdisciplinar, utilizando los entornos de cálculo simbólico y numérico Mathematica, Matlab con algunas Toolbox y Pspice [15-17] que facilitarán dicho modelado y simulación. Además, si se realiza la implementación real de los proyectos-problema simulados se puede comprobar la bondad y fidelidad de los modelos simulados. Se les muestra una metodología de trabajo ya implantada en el ámbito de la empresa.

Por estas razones creemos que las actividades interdisciplinarias ayudan a la formación de los ingenieros en la modelación, simulación e implementación real de diversos sistemas físico-tecnológicos (circuitos, etc.), lo que también les ayuda a adquirir las competencias de resolución de problemas, pensamiento crítico, trabajo cooperativo, auto-regulación de su aprendizaje, etc.

2. **Objetivos** (concretar qué se pretendió con la experiencia).

Uno de los objetivos del proyecto ha sido el planteamiento de estrategias metodológicas que nos han permitido a través de los procesos de modelado-simulación:

1. Establecer una interrelación entre las asignaturas implicadas en el Proyecto.
2. Fomentar el trabajo conjunto de alumnos de distintas especialidades formando equipos multidisciplinares.
3. Introducir el modelado-simulación-experiencias de laboratorio en el desarrollo y resolución de los proyectos-problema propuestos.
4. Introducir el uso de herramientas informáticas en la resolución de problemas científico-técnicos (Mathematica, Matlab, Matlab Compiler, Pspice, etc.).
5. Introducir en el tratamiento de los datos obtenidos en simulaciones y/o experimentales con la ayuda de programas informáticos (Curve Fitting Toolbox, Chaos Data Analyzer [18]).

Otro de los objetivos que está muy ligado con el anterior es, trabajar con los alumnos diversas competencias (resolución de problemas, pensamiento crítico, trabajo cooperativo --planificación, resolución de conflictos, organización del trabajo, organización de reuniones--, auto-regulación de su aprendizaje) a través de actividades interdisciplinarias y utilizando la metodología didáctica del aprendizaje basado en modelado-simulación de proyectos-problema. Indirectamente también se trabajan otras competencias transversales (expresión oral y escrita, búsqueda selección y comprensión-aplicación de información, competencias TIC, etc.) y específicas de conocimiento, lo que contribuye a la formación científico-técnica de nuestros alumnos, necesaria para abordar los problemas que se les planteen en el ejercicio de su profesión y a darles una visión abierta y

una capacitación que les permita aprender nuevos conceptos y metodologías ligados a los avances en los campos científico y tecnológico, esto es, que nuestros alumnos adquieran una serie de competencias que los capaciten para el desempeño de su profesión y para un adecuado desarrollo personal y como ciudadanos.

3. Descripción de la experiencia (exponer con suficiente detalle lo realizado en la experiencia).

Hemos adoptado un enfoque constructivista de los procesos de enseñanza-aprendizaje en las actividades docentes planteadas, de modo que nuestros alumnos comprendan en todo momento el significado de la información y las técnicas que se les proporcionan, a través de una asimilación activa y crítica.

Como herramienta para trabajar la adquisición de las competencias citadas, en este proyecto hemos planteado utilizar la metodología didáctica del ABP a partir de proyectos-problema abiertos, semejantes a los que se les van a plantear en su profesión, basándose en la realización de modelos matemáticos y simulaciones de sistemas físico-técnicos.

Con este enfoque metodológico no hemos tenido que realizar grandes cambios en el programa de las asignaturas implicadas ni en la forma de evaluarlas. Se aplica de forma complementaria de las actividades desarrolladas habitualmente en las asignaturas.

Para poder contrastar la validez didáctica de la experiencia en las asignaturas implicadas se han establecido dos grupos: el experimental (con el que se va a realizar la experiencia), y el de control (con el que se utilizará solamente la metodología habitual, donde se incluyen las lecciones presenciales y resolución de ejercicios y problemas, aparte de las prácticas simuladas y de laboratorio). También tienen una sesión semanal para la resolución de todo tipo de dudas.

Los problemas lo hemos planteado como proyectos muy parecidos a los que se van a encontrar en su profesión, lo cual, hemos constatado que estimula y centra su aprendizaje. Nuestro papel ha sido el de servir de guía y como tutores en el proceso de desarrollo del proyecto-problema.

Se ha utilizado la plataforma de aprendizaje Moodle, como herramienta que posibilita y fomenta el aprendizaje cooperativo a través de debates síncronos y asíncronos.

Las sesiones de debate se han fijado con una periodicidad semanal, en ellas, además de la puesta en común del trabajo colaborativo de los grupos, los alumnos recaban ayuda para la resolución de dudas, guías o sugerencias en relación a la búsqueda y/o selección información, o nuevos enfoques para la solución del proyecto-problema, etc. Hemos hecho especial hincapié en que los alumnos auto-regulen su aprendizaje: marcando los objetivos, temporización, papeles jugados por cada elemento del grupo, etc.

Se ha comenzado proponiéndoles problemas bien estructurados del tipo académico habitual para que los trabajen en grupos y se les planteado cuestionarios de autoevaluación de grupo, de esta manera se va habituando a trabajar colaborativamente. Estas pruebas permiten una realimentación inmediata, aparte de las sugerencias para se les hacen mejorar el aprendizaje de contenidos y de las competencias para la resolución de los problemas y cuestiones planteados.

Antes de la propuesta de los proyectos-problema (al grupo experimental), se ha trabajado el desarrollo de uno como ejemplo. La idea es mostrarles claramente, cómo antes de nada, se debe comprender y clarificar el problema a resolver, para pasar a buscar y seleccionar la información (leyes físicas, métodos y algoritmos matemáticos, etc.) necesaria para proceder a su resolución

cualitativa y cuantitativa y a aplicarla adecuadamente. Se les hace mucho énfasis en la comprobación y análisis de resultados, como uno de los procesos fundamentales en la resolución de todo problema. Esta estrategia didáctica de resolución de problemas ejemplo, hace que el rendimiento y las competencias en la resolución de problemas de los alumnos mejore más rápidamente [19,20], lo cual hemos comprobado.

En el caso de la Escuela Politécnica superior de Córdoba se pueden formar subgrupos de 20 alumnos, por lo que los grupos cooperativos de alumnos los forman cuatro o cinco alumnos, en función de la extensión y complejidad del proyecto-problema planteado.

En las asignaturas implicadas hemos propuesto la realización de tres proyectos-problema (para los alumnos de los grupos experimentales).

En cada proyecto-problema los alumnos tienen que plantear una serie de resultados intermedios y finales. No se pide sólo el resultado final, sino también resultados intermedios para poder ofrecer realimentación sobre cómo van realizando el proyecto-problema.

Los proyectos-problema se entregan a los alumnos de los grupos experimentales, antes de que el profesor explique los contenidos de la asignatura necesarios para su resolución, lo que fomenta que los alumnos trabajen plenamente con la metodología ABP, buscando y seleccionando la información que consideran necesaria para la solución del problema, planteando las estrategias de resolución, etc.

Para la evaluación de éstos hemos tenido en cuenta los siguientes aspectos: memoria del proyecto-problema (40% de la nota), presentación mediante Power Point (30% de la nota), calidad del trabajo en grupo (15% de la nota), cuadernos personales (15% de la nota).

En la evaluación final se ha valorado tanto el trabajo del grupo como las tareas individuales desarrolladas, además de las pruebas planteadas, escritas o bien vía web en la plataforma Moodle. En el grupo experimental, la nota de los proyectos-problema es un 25% de la nota final.

La evaluación de la experiencia se ha realizado, contrastando los resultados obtenidos en los grupos experimentales y de control, utilizando las técnicas estadísticas más convenientes. Además, al final del curso se les hemos pasado unas encuestas para detectar su percepción de los fallos e inconvenientes de la experiencia, lo cual nos permitirá corregir errores en un proceso continuo de realimentación, tan necesario en las actividades de enseñanza-aprendizaje.

4. Materiales y métodos (describir el material utilizado y la metodología seguida).

Los materiales utilizados han sido los disponibles en los departamentos implicados, tanto el existente en los laboratorios correspondientes (osciloscopios, fuentes de alimentación, material fungible diverso, etc.), como aulas de ordenadores tanto las montadas en los propios departamentos como las disponibles para la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Córdoba. El software puesto a disposición corresponde en algunos casos al disponible en los departamentos (Mathematica, Orcad/Spice, Chaos Data Analyzer); al puesto a disposición por la Universidad de Córdoba (Matlab, Microsoft Office Word y Excel). Se ha utilizado Origin [21] para el análisis estadístico de los resultados.

Hemos seguido una dinámica de reuniones y puestas en común para el seguimiento de los objetivos planteados.

5. **Resultados obtenidos y disponibilidad de uso** (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquéllos no logrados, incluyendo el material elaborado y su grado de disponibilidad).

Se han realizado una serie de simulaciones de circuitos eléctricos, electrónicos y mecánicos, etc., 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** (comentar para qué ha servido la experiencia y a quiénes o en qué contextos podría ser útil). El aprendizaje colaborativo interdisciplinar a través de proyectos de modelado-simulación y su contraste experimental, facilita la adquisición de una serie de competencias (competencia de pensamiento crítico, resolución de problemas, trabajo en grupo, competencias TIC, búsqueda, selección y comprensión-aplicación de la información, etc), aparte del enorme valor intrínseco que tiene para el futuro profesional y de desarrollo personal de nuestros alumnos. También se fomenta en gran medida la adopción de la metodología científico-técnica como parte fundamental de sus hábitos de trabajo.

7. **Observaciones y comentarios** (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados).

Somos conscientes de que no se han integrado en el proyecto asignaturas que contienen en su currículum el estudio de circuitos eléctricos, electrónicos y mecánicos. Abogaremos por conseguir su implicación en el futuro.

A comienzo del curso se les hizo una prueba inicial sobre el nivel de conocimientos conceptuales y procedimentales que deberían conocer los alumnos para seguir de forma adecuada la asignatura correspondiente. También se les pasó un cuestionario para tratar de averiguar el grado de motivación hacia la asignatura, así como la utilización de la competencia de pensamiento crítico en la resolución de los problemas, en las prácticas de laboratorio y simuladas y en el estudio de la teoría.

Dicha prueba y cuestionario se realizó a los dos grupos de cada asignatura implicados en el proyecto (grupos experimental y de control), para detectar si existía una diferencia de nivel académico acusada entre ambos grupos.

Los resultados muestran que las diferencias de nivel de conocimientos y utilización de la competencia de pensamiento crítico eran parecidas en ambos grupos, aunque la motivación era algo mayor en los grupos experimentales.

La experiencia cotidiana con nuestros alumnos, el sentido común y muchos estudios realizados [22-24] permiten establecer una correlación entre la motivación y el grado de satisfacción de nuestros alumnos y la efectividad de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Esta efectividad se mide habitualmente cuantificando el logro de las competencias adquiridas por nuestros alumnos.

En este proyecto hemos medido la adquisición de las competencias trabajadas (pensamiento crítico, resolución de problemas, etc) en las diversas asignaturas participantes, aunque presentamos explícitamente los resultados obtenidos en una de ellas.

Los datos recogidos corresponden a las notas de las diversas pruebas realizadas a los grupos experimental y de control en las diversas pruebas practicadas: escritas, presentaciones orales, participación en foros, trabajos de laboratorio y simulación y los informes elaborados.

La evaluación global se condensa en las notas finales que se han tomado como datos a utilizar en el estudio del grado de adquisición de las competencias.

Aquí presentamos los resultados del análisis de los resultados obtenidos en la asignatura Fundamentos de Electrónica.

El grado de satisfacción de los alumnos del grupo experimental lo hemos medido con encuestas de satisfacción.

El estudio 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.

Primero comprobamos que los dos grupos en estudio (experimental y de control) tiene una distribución normal utilizando la prueba de Kolmogorov (ver Tabla 1).

Prueba normalidad de kolmogorov-Smirnov	DF	Statistic	Prob>D
Gcontrol	56	0,11105	0,46739
Gexp	56	0,08026	0,9231

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 1. 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 la Figura 1 y en la Tabla 2.

Estadística descriptiva	N	Mean	SD	SEM
Gcontrol	56	4,18393	1,63938	0,21907
Gexp	56	5,34643	1,94817	0,26033

Tabla 2. Estadística descriptiva donde aparecen las medias de los grupos de control y experimental.

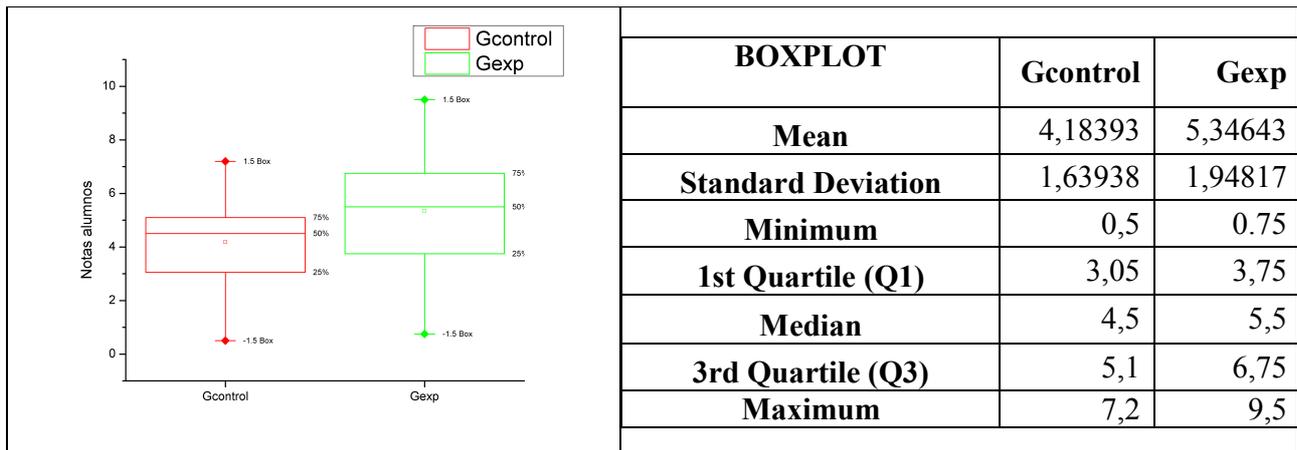


Figura 1. En la parte izquierda se muestra un gráfico de caja (boxplot). En la parte derecha se muestra una tabla con los datos correspondientes a los boxplot de los grupos de control y experimental.

Dichos resultados muestran que son mejores para el grupo experimental, aunque se debe realizar un análisis de inferencia estadístico para ver si dichas diferencias son estadísticamente relevantes. Utilizamos el análisis estadístico test-t de dos muestras independientes.

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 3.

t-Test Students	t Statistic	DF	Prob> t
Equal Variance Assumed	-3,41666	110	8,89325E-4
Equal Variance NOT Assumed	-3,41666	106,87915	8,97586E-4

Null Hypothesis: mean1-mean2 = 0

Alternative Hypothesis: mean1-mean2 <> 0

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

Tabla 3. 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.

En la Tabla 4 aparece la potencia de dicha prueba, que mide la sensibilidad de la misma, esto es, la capacidad de la prueba para detectar diferencias.

Actual Power	Alpha	Sample Size	Power
	0,05	112	0,92317

Tabla 4. Se muestra la potencia correspondiente a la prueba t-Test Students.

Como la potencia es el grado de probabilidad que tenemos para detectar estadísticamente diferencias entre los promedios de los grupos estudiados, en nuestro caso, dicha probabilidad es del 92,32 %.

Como se ve, los resultados obtenidos son significativamente mejores para el grupo experimental que ha seguido el plan de trabajo planteado en el proyecto. En las restantes asignaturas que han participado en el proyecto han sido mejores en algunos casos (Electrónica de Potencia, Circuitos y Sistemas Electrónicos, Electrónica Analógica y Aplicaciones Industriales de la Electrónica de Potencia), significativamente mejores para Electrónica Industrial, Instrumentación Electrónica y Matemáticas para la Ingeniería III, mientras que en Fundamentos Físicos de la Ingeniería I y Sistemas Electrónicos de Potencia aunque los resultados han sido ligeramente mejores para el grupo experimental, 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.

8. Bibliografía.

- [1] Problem-based learning: engaging students in acquisition of mathematical competency Rohani Ahmad Tarmizia, Mohd Ariff Ahmad Tarmizib, Nur Izzati Lojinina, Mohd Zin Mokhtara *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2 (2010) 4683–4688
- [2] Educating for understanding. Gardner, H. W. (1993). The American School Board. *Journal*, July, 20-24.
- [3] Problem-based learning is compatible with human cognitive architecture: Commentary on Kirschner, Sweller, and Clark (2006). Schmidt H.G., Loyens, S.M.M, van Gog, T., & Paas, F. (2006). *Educational Psychologist*. 42(2): 91-97
- [4] A problem-based approach to mathematics instruction. Erickson, D. K. (1999). *Mathematics Teacher*. 92 (6): 516-521.
- [5] Mind in society: The development of higher psychological processes. Vygotsky, L. S. (1978). Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press
- [6] The effects of problem-based learning on the classroom community perceptions and achievement of web-based education students. eltem Huri Baturay, Omer Faruk Bay. *Computers & Education* 55 (2010) 43–52
- [7] An undergraduate microcontroller systems laboratory. Hedley, M., & Barrie, S. (1998). *IEEE Transactions on Education*, 41(4), 345–353.
- [8] Problem-based Learning Online. Maggi Savin-Baden and Kay Wilkie. Open University Press (2006)
- [9] Technology and Problem-Based Learning, Lorna Uden. Chris Beaumont. Information Science Publishing (2006)
- [10] Bravo, C., Redondo, M. A., Ortega, M., & Verdejo, M. F. (2006). Collaborative environments for the learning of design: A model and a case study in Domotics. *Computers & Education*, 46(2), 152-173.
- [11] Webb, N. M., Farivar, S. H., & Mastergeorge, A. M. (2002). Productive helping in cooperative groups. *Theory into Practice*, 41(1), 13-20.

- [12] Wallace, M. L., & Ellerton, N. F. (2004). Language genre and school mathematics. In *Tenth International Congress for Mathematics Education, Topic Study Group* (Vol. 25, pp. 4-11).
- [13] Steinberg, L., & Morris, A. S. (2001). Adolescent development. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 2(1), 55-87.
- [14] Frank, M., Barzilai, A (2006). Project-Based Technology: Instructional Strategy for Developing Technological Literacy. *Journal of Technology Education* 18(1), 39–53
- [15] <http://www.wolfram.com/mathematica/>
- [16] <http://www.mathworks.es/>
- [17] http://www.cadence.com/products/orcad/pspice_simulation/Pages/default.aspx
- [18] <http://sprott.physics.wisc.edu/cda.htm>
- [19] The impact of web-based worked examples and self-explanation on performance, problem solving, and self-efficacy. Kent J. Crippen, Boyd L. Earl. *Computers & Education* 49 (2007) 809–821
- [20] Cognitive load theory and the format of instruction. Chandler, P., & Sweller, J. (1991). *Cognition and Instruction*, 8(4), 293–332.
- [21] <http://www.originlab.com/>
- [22] E. M. Bures, P. C. Abrami, and C. Amundsen, “Student motivation to learn via computer conferencing,” *Res. High. Educ.*, vol. 41, no. 5, pp. 593–621, Oct. 2000.
- [23] G. Piccoli, R. Ahmad, and B. Ives, “Web-based virtual learning environments: A research framework and a preliminary assessment of effectiveness in basic it skills training,” *MIS Quart.*, vol. 25, no. 4, pp. 401–426, Dec. 2001.
- [24] T. L. Donohue and E. H. Wong, “Achievement motivation and college satisfaction in traditional and nontraditional students,” *Educ.*, vol. 118, no. 2, pp. 237–244, Dec. 1997.

Lugar y fecha de la redacción de esta memoria

En Córdoba a 18 de Septiembre de 2013

ANEXOS

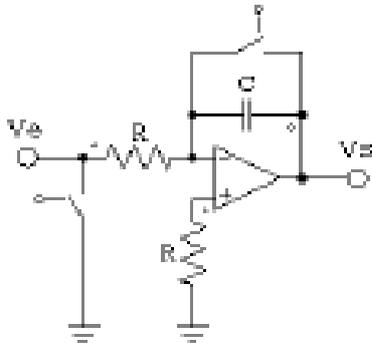
ANEXO 1.- En la tabla de abajo se especifica más detalladamente la interrelación entre el tipo de sistemas en los que han planteado los proyectos-problema y las asignaturas en las que han realizado y/o aplicado dichos trabajos.

ALGUNOS SISTEMAS FÍSICO-TECNOLÓGICOS A ESTUDIAR	DURACIÓN	ASIGNATURAS PARTICIPANTES EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO PROBLEMA
Sistemas mecánicos oscilantes.	<i>Curso 2012/13</i>	<i>[1] -[6]-[8]-[10] (Estudio del comportamiento dinámico transitorio y estacionario y analogías con sistemas eléctricos y electrónicos)</i>
Filtros, integradores, derivadores, rectificadores, modelos de pequeña señal, etc.	<i>Curso 2012/13</i>	<i>[4] -[5]-[7] -[8]-[9]-[10]</i>
Comportamiento transitorio en circuitos eléctricos, respuesta en frecuencia de circuitos eléctricos pasivos. Circuitos excitados, etc.	<i>Curso 2012/13</i>	<i>[1]-[2]-[4] -[5]-[6]- [7] -[8]-[9]-[10] (Estudio del comportamiento dinámico y analogías con sistemas mecánicos)</i>

Fundamentos Físicos de la Ingeniería I [1]
 Aplicaciones Industriales de la Electrónica de Potencia [2]
 Electrónica de Potencia [3]
 Fundamentos de Electrónica [4]
 Electrónica Industrial [5]
 Instrumentación Electrónica [6]
 Electrónica Analógica [7]
 Circuitos y Sistemas Electrónicos [8]
 Sistemas Electrónicos de Potencia [9]
 Matemáticas para la Ingeniería III [10]

ANEXO 2.- En las figuras se muestran las simulaciones realizadas de un circuito integrador, con la determinación de las frecuencias de corte, diagramas de Bode y la respuesta del circuito a un escalón unitario.

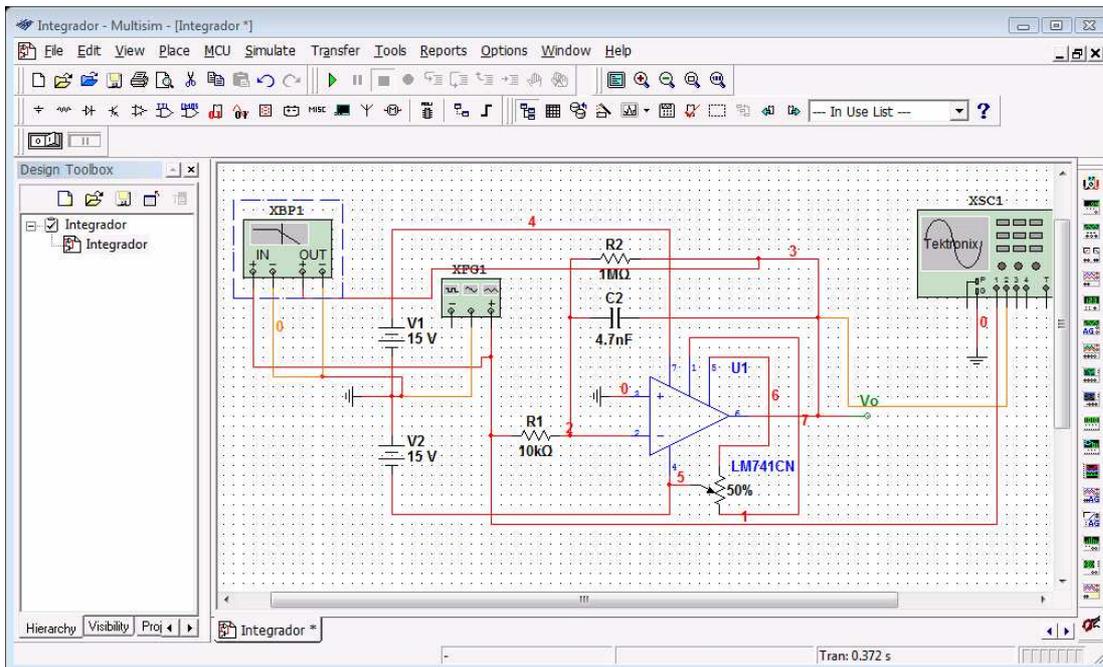
Circuito integrador



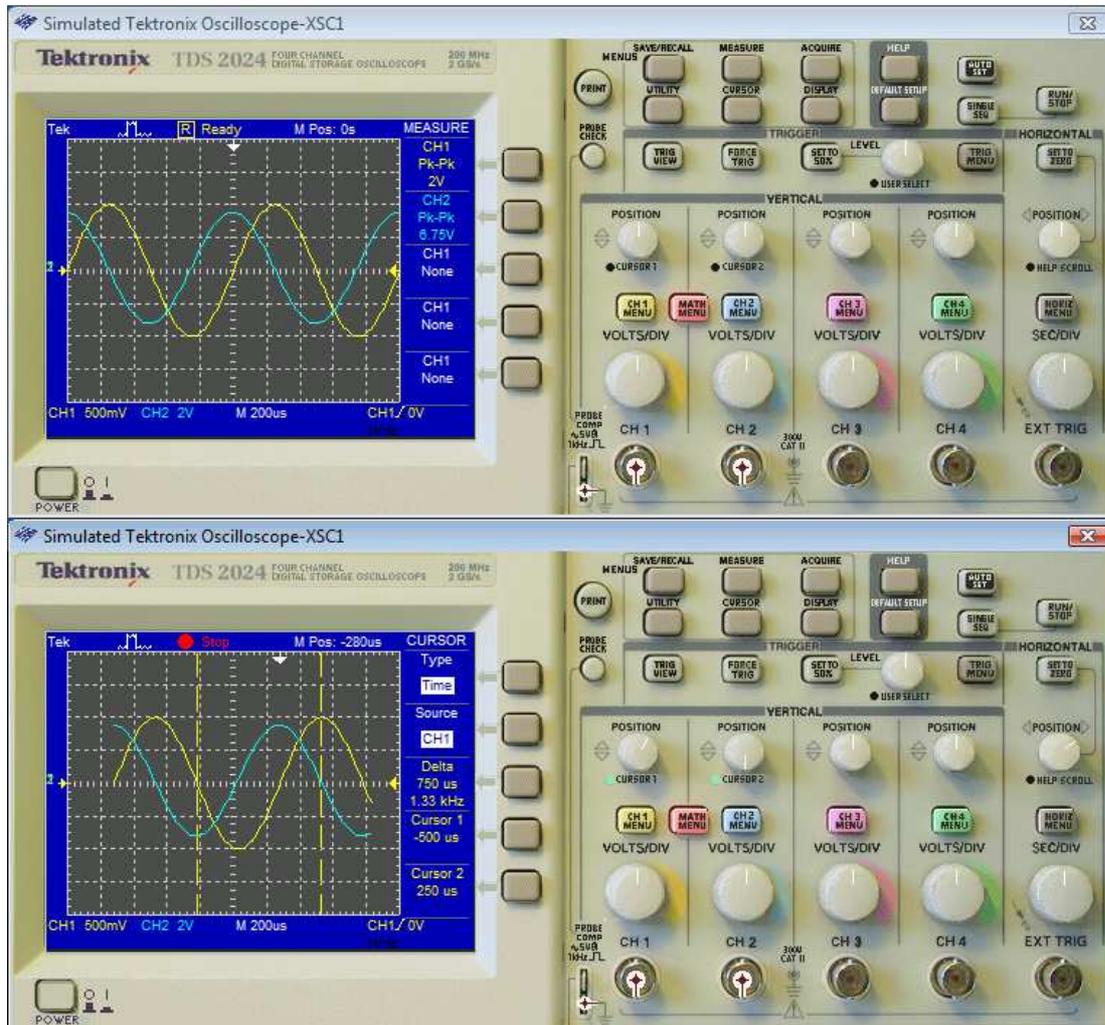
Componentes: 1 A.O. LM741; $R = 10 \text{ k}\Omega$; $C = 4,7 \text{ nF}$.

Se colocará en lugar del interruptor en paralelo con el condensador una resistencia de $1\text{M}\Omega$, que servirá para dar estabilidad a la salida observada en el osciloscopio.

Diagrama del circuito modelizado

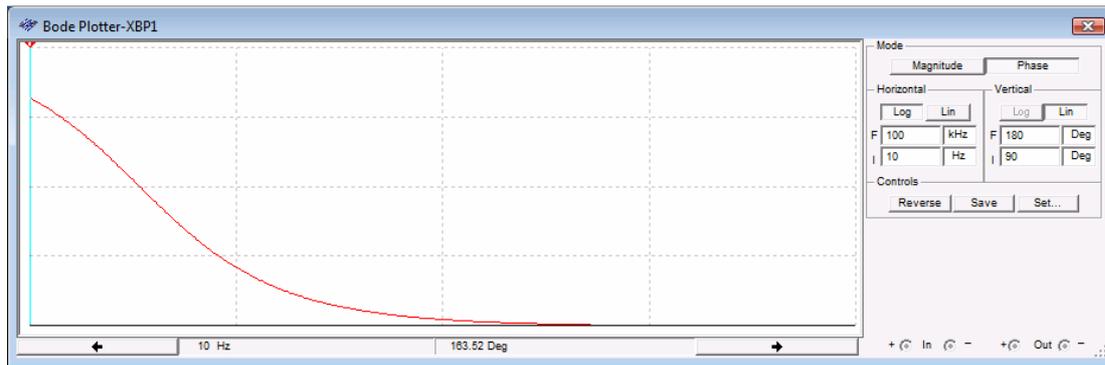


Determinación frecuencia corte



Diagramas de Bode





Respuesta del circuito (teórico) a un escalón unitario de entrada

