



MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE
VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN Y CALIDAD DOCENTE
XIII CONVOCATORIA (2011-2012)

DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto

Aprendizaje interdisciplinar basado en problemas (ABP) vía web.

2. Código del Proyecto

3. Resumen del Proyecto

Este proyecto se enmarca en una serie de experiencias metodológicas y de coordinación entre asignaturas para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y adaptarlos al nuevo modelo educativo que marca el Espacio Europeo de Educación Superior.

Con este proyecto se plantea abordar la enseñanza de una serie de sistemas físico-tecnológicos (circuitos eléctricos, electrónicos, optoelectrónicos, sistemas de comunicación, etc.) con un nuevo enfoque metodológico interdisciplinar basado en el aprendizaje basado en problemas (ABP), dentro de un contexto de aprendizaje cooperativo (en grupos), que integra de forma activa los planos teórico y experimental, así como los temarios impartidos en diferentes asignaturas.

En la estrategia didáctica que proponemos se va a posibilitar que el alumno se enfrente al estudio y diseño de los circuitos eléctricos, electrónicos, etc., de forma análoga a la que encontrará 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.

Elemento esencial en la estrategia didáctica que proponemos es posibilitar que el alumno trabaje y adquiera diversas 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 actividades de resolución de proyectos-problema, muchos de ellos relacionados con el modelado y simulación de sistemas físico-tecnológicos.

4. Coordinador del Proyecto

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

5. Otros Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Categoría Profesional
José García-Aznar Escudero	Tecnología Electrónica	021	PDI
José Ruiz García	Tecnología Electrónica	020	PDI
Francisco José Bellido Outeriño	Tecnología Electrónica	021	PDI
Matías Liñán Reyes	Tecnología Electrónica	020	PDI
José María Flores Arias	Tecnología Electrónica	021	PDI
M ^a Antonia Cejas Molina	Matemáticas	033	PDI
José Luis Olivares Olmedilla	Ingeniería Eléctrica	033	PDI
Antonio Moreno Muñoz	Tecnología Electrónica	021	PDI

6. Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de conocimiento	Titulación/es
Sistemas de Comunicación Ópticos	Física Aplicada	I. T. Inf. de Sistemas y de Gestión
Aplicaciones Industriales de la Electrónica de Potencia	Tecnología Electrónica	I. Automática y Electrónica Ind.
Circuitos Electrónicos de Potencia	Tecnología Electrónica	I. T. I en Electrónica
Electrónica	Tecnología Electrónica	I. T. Inf. de Sistemas
Electrónica Industrial	Tecnología Electrónica	I. Automática y Electrónica Ind.
Instrumentación Electrónica	Tecnología Electrónica	I. T. I en Electrónica
Electrónica Analógica	Tecnología Electrónica	I. T. I en Electrónica
Regulación de convertidores Electrónicos	Tecnología Electrónica	I. T. I en Electrónica
Electrónica Básica	Tecnología Electrónica	I. T. I en Electrónica
Sistemas Electrónicos de Potencia	Tecnología Electrónica	I. T. I en Electrónica
Matemáticas I y II	Matemáticas	I. T. I en Electricidad
Circuitos	Ingeniería Eléctrica	I. T. I en Electricidad

1. **Introducción**

En los estudios de ingeniería se constatan una serie de hechos (en muchas asignaturas de estas titulaciones) que llevan a plantear críticamente alternativas a las metodologías tradicionales en los procesos de enseñanza-aprendizaje, así nos encontramos con un bajo número de estudiantes que pasan de curso, una elevada tasa de absentismo y gran número de abandonos.

Por otro lado, en el caso de las ingenierías, el mercado laboral (industria, etc) demanda no solamente ingenieros con una sólida base de conocimientos en el campo específico de la ingeniería de que se trate, sino también, competencias en resolución de problemas, comunicación, trabajo en equipo, etc. [1]. También, las directrices europeas para la educación universitaria sugieren que se utilicen métodos de enseñanza centrados en el alumno.

El proyecto se enmarca en una serie de experiencias metodológicas y de coordinación entre asignaturas para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y adaptarlos al nuevo modelo educativo que marca el Espacio Europeo de Educación Superior.

Si deseamos que nuestros alumnos realicen un aprendizaje más profundo alejándose de los casi puramente memorísticos (más superficiales) hay que tener en cuenta que se debe reducir el contenido del currículo de las asignaturas. 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]. El aprendizaje basado en problemas (ABP) es un sistema de enseñanza-aprendizaje que lleva a una reducción del contenido de la asignatura, quedándose con la parte más fundamental.

En los sistemas de enseñanza tradicional en Matemáticas, Física, etc., 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.

En el aprendizaje basado en problemas se les 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 enseñanza online es una alternativa a la enseñanza presencial, que tiene algunas ventajas que pueden utilizarse juntamente con el aprendizaje basado en problemas. El ABP está basado en el modelo de enseñanza constructivista y se presta a ser aplicado en entornos de aprendizaje basados en web.

El ABP está basado en el modelo de enseñanza constructivista y en la teoría 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].

La necesidad de mercados de trabajo más flexibles lleva a que se trabajen con los alumnos las competencias implicadas en un tratamiento adecuado de 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), aprendizaje cooperativo y auto-regulación del aprendizaje.

Esto plantea la necesidad de entornos de aprendizaje constructivos, cooperativos y que ayuden a que nuestros alumnos adquieran las competencias que después necesitarán para desenvolverse en ese mercado de trabajo. Esta metodología contribuye a la motivación de los alumnos al plantearles actividades muy parecidas a las de la vida real y que han de desarrollar en su profesión [7].

Junto a estos elementos positivos, en algunos alumnos aparecen aspectos negativos como: ansiedad, timidez, introversión, los alumnos con un nivel mayor pueden pensar que los compañeros con menor nivel los van a retrasar, o al contrario estos últimos pueden pensar que van a ser ignorados por los primeros, etc. Por tanto, a los alumnos con carencia de habilidades interpersonales se les debe prestar una atención mayor para conseguir que vayan perdiendo la timidez, se integren en el grupo y vayan adquiriendo las competencias de comunicación y trabajo cooperativo en grupo que les va a ser necesario en su vida profesional.

En la metodología de aprendizaje basado en problemas [8, 9] se plantea a los alumnos la necesidad de un conocimiento nuevo antes de resolver el problema, lo cual puede ayudar a activar la motivación, el pensamiento crítico, etc. Esta metodología se lleva a cabo en grupos pequeños y el papel del profesor es el de facilitar las relaciones entre los miembros del grupo, entre los diversos grupos y los procesos de aprendizaje. Los alumnos aprenden a desenvolverse en situaciones que implican discutir el problema, defender sus soluciones frente a las diversas objeciones y críticas planteadas por otros miembros del grupo o por otros grupos, profesor, etc., lo cual lleva a utilizar y asimilar habilidades o competencias de pensamiento crítico, de comunicación, de trabajo cooperativo, de aprendizaje autónomo, etc. La resolución de problemas en el ABP no sólo demuestra que los alumnos poseen determinadas competencias sino que ayudan a su adquisición.

En el aprendizaje basado en problemas, estos se presentan de una forma poco académica, como desestructurados, en que, en función del análisis y comprensión del problema puede encontrarse una u otra solución (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 problema.

Los problemas bien estructurados tienen respuestas aceptadas por todos y exigen el uso de leyes físicas o algoritmos matemáticos para llegar a la solución. En los problemas mal estructurados o abiertos, hay que utilizar también leyes y algoritmos para lograr la solución, pero la diferencia radica en las interpretaciones que se da al enunciado, o el cuestionamiento de los datos, o la posible validez en la aplicación de las leyes o algoritmos, etc.

El aprendizaje auto-regulado es altamente motivacional y los alumnos tienen la responsabilidad de su aprendizaje, lo que lleva a una mayor implicación que con las metodologías tradicionales.

Por otro lado, el aprendizaje basado en problemas puede utilizar las plataformas de aprendizaje online (ej., Moodle) que le dan una mayor flexibilidad y adaptación al trabajo en grupo, a la búsqueda y compartición de información y a la comunicación entre los miembros del grupo, posibilitando una forma de trabajo análoga a la presencial (cara a cara) [10].

La interdisciplinaridad 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. Utilizaremos un enfoque constructivista en el tratamiento interdisciplinar de las actividades planteadas.

Por otro lado, los procesos de enseñanza-aprendizaje en el campo científico-tecnológico plantean una serie de dificultades relacionadas habitualmente con la masificación de las aulas, la carencia de materiales adecuados en muchos laboratorios docentes y un número de créditos bastante limitado en muchas asignaturas, lo que hace que se resienta bastante la interrelación teoría-práctica.

La utilización del ordenador tanto en las simulaciones de sistemas físico-tecnológicos como en la toma y análisis de datos experimentales ha servido para mitigar en gran medida algunas de las dificultades relacionadas anteriormente.

Se ha 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.

Por estas razones creemos que es importante para un ingeniero adquirir las competencias de resolución de problemas, pensamiento crítico, trabajo cooperativo y auto-regulación de su aprendizaje, aparte de formarse en la modelación, simulación e implementación real de dichos sistemas (circuitos, sistemas de comunicación, etc.,).

2. Objetivos

En este proyecto se ha trabajado con los alumnos diversas competencias (resolución de problemas, pensamiento crítico, trabajo cooperativo --planificación, resolución de conflictos, organización del trabajo, organización de reuniones-- y auto-regulación de su aprendizaje) a través de actividades interdisciplinares y utilizando la metodología didáctica del aprendizaje basado en problemas. Indirectamente también se han trabajado otras competencias transversales (capacidad de análisis y síntesis, expresión oral y escrita, 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 capacitación que les permita aprender nuevos conceptos y metodologías ligados a los avances en los campos científico y tecnológico.

Todo esto nos lleva de forma natural al planteamiento de estrategias metodológicas como son: potenciar la interrelación entre las asignaturas implicadas en el Proyecto, el trabajo conjunto de alumnos, introducir el modelado-simulación-experiencias de laboratorio en el desarrollo y resolución de los proyectos-problema propuestos, introducir el uso de herramientas informáticas habituales en la resolución de problemas científico-técnicos (Mathematica, Matlab, Pspice, etc.,), introducir en el tratamiento de los datos obtenidos en simulaciones y/o experimentales con la ayuda de programas informáticos (Insite, Chaos Data Analyzer, xppaut, etc.,).

3. Descripción de la experiencia

Se ha adoptado 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.

Como herramienta para trabajar la adquisición por parte de los alumnos de las competencias objetivo de este proyecto, hemos planteado la metodología didáctica del ABP a partir de proyectos-problema abiertos semejantes a los que se les van a plantear en su profesión, donde tiene gran interés la realización de modelos matemáticos y simulaciones de sistemas físico-técnicos que tienen importancia en el currículo de las asignaturas implicadas en el proyecto.

Algunos de los pasos en la metodología ABP han consistido en:

- Análisis teórico y elaboración del modelo matemático del sistema (o fenómeno físico-tecnológico) y su implementación en un entorno de programación (esta fase está coordinada con las asignaturas de Matemáticas donde se trabajará en el contexto de la modelación las técnicas matemáticas necesarias para el modelado de los sistemas planteados en otras asignaturas).
- Simulación del sistema y toma de datos de los resultados de la simulación.
- Análisis de los datos correspondientes a los sistemas implicados (fase también coordinada con las asignaturas de Matemáticas).
- Montaje experimental del sistema simulado, realización del experimento y obtención de datos.
- Contraste de los resultados obtenidos de los análisis teóricos, de la simulación y del experimento real.
- Discusión y modificación de los modelos de simulación, si fuera necesario, a fin de eliminar disparidades entre resultados reales y de simulación.
- Reproducción del comportamiento dinámico del sistema a partir de los datos obtenidos en las experiencias simuladas y en los experimentos de laboratorio.

En este proyecto se ha utilizado el ABP como una herramienta educativa o estrategia de aprendizaje de forma que no se han realizado grandes cambios en el programa de las asignaturas implicadas ni en la forma de evaluarlas. El ABP se ha aplicado como una enseñanza online 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 son dados como proyectos muy parecidos a los que se van a encontrar en su profesión, lo cual, suponemos que estimula y centra su aprendizaje. El papel del profesor es servir de guía en el proceso de desarrollo del proyecto-problema. Se ha utilizado la plataforma de aprendizaje Moodle como una herramienta que favorece el aprendizaje cooperativo a través de debates síncronos y asíncronos en la web. Las sesiones de debate síncrono, en tiempo real, se han fijado con una periodicidad semanal, en ellas se posibilita que además de la puesta en común del trabajo colaborativo de los alumnos del grupo, puedan recabar ayuda para la resolución de dudas, guías o sugerencias para encontrar y/o seleccionar información, o nuevos enfoques para la solución del proyecto-problema, etc. Se ha fomentado que los alumnos auto-regulen su aprendizaje marcando los objetivos, temporización, papeles jugados por cada elemento del grupo, etc.

Antes de plantearles los proyectos-problema (al grupo experimental), se trabaja con ellos el desarrollo de uno como ejemplo, donde se les muestra explícitamente 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 mucha incidencia

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 [11,12]

Muchos de los proyectos-problema que se les han propuesto les lleva a plantear el modelado y simulación de fenómenos o sistemas físico-tecnológicos para llegar a la solución buscada.

Los grupos cooperativos los forman tres o cuatro alumnos, en función de la extensión y complejidad del proyecto-problema planteado.

Para posibilitar la comunicación-interrelación entre los alumnos de la clase, los grupos se han formado de manera aleatoria y no se han permitido cambios de grupo, aunque sí el papel desempeñado por cada alumno dentro del grupo. Cada grupo trabaja el proyecto-problema planteado durante una o dos semanas (dependiendo de su complejidad), dedicando otra semana a la exposición defensa de su trabajo. En esta fase intervienen todos los grupos en el debate que se lleva a cabo después de la exposición, donde se plantean dudas, aclaraciones, cuestiones, sugerencias, etc.

En las asignaturas implicadas se les ha planteado la realización de tres proyectos-problema a 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, así se les pide:

- Planificación inicial del trabajo. Esta planificación permite que se pueda repartir el trabajo de forma equilibrada a lo largo del tiempo, que se empleen los medios humanos disponibles de la forma más apropiada a los objetivos del proyecto y al tiempo aprovechable. Cuanto más detallada y concreta sea la redacción de la planificación, más rápidamente se pondrá en marcha el trabajo.
- Versión intermedia del desarrollo-solución y de la presentación del trabajo: El profesor ofrece realimentación a los alumnos sobre la marcha de la resolución y la presentación en "Power Point" cuando ha transcurrido aproximadamente la mitad del tiempo. Esto no elimina la realimentación continua que se produce en los diversos debates vía web (foros) y presenciales, tanto de los alumnos entre sí como del profesor a los alumnos.
- Planificación definitiva del trabajo. Se pide aproximadamente a la mitad del periodo de duración del proyecto-problema.
- Actas de las reuniones. Para ayudar a la planificación de los grupos se pide que realicen actas de las reuniones. Cada grupo debe tener un coordinador y un secretario, al menos.
- Versión final de informe y presentación.
- Además, los alumnos deben llevar un cuaderno personal en el que registran materiales utilizados, los aportados por cada miembro del grupo, las dudas y cuestiones planteadas en el grupo, las sugerencias, hipótesis, etc., realizadas para la resolución, modelado y simulación (si el problema planteado lo requiere), desarrollos matemáticos, análisis de la solución o posibles soluciones, etc. Comentarios personales en que aparezcan reflexiones sobre su progreso en la resolución del problema, sobre los objetivos y estrategias utilizadas, sobre la comunicación entre el grupo o sobre los medios utilizados para recabar información y comunicarse.

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 posibilita 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.

Las fuentes de información son: apuntes y/o transparencias del profesor, los libros recomendados en la bibliografía (que se encuentran en la biblioteca), material formativo sobre trabajo en grupo y realización de proyectos, direcciones a páginas webs relacionadas con el proyecto-problema y aquella información que puedan recabar vía web por su cuenta.

El profesor explica la teoría del tema tanto a los grupos experimentales como a los de control. Se ofrecen las herramientas informáticas apropiadas y se posibilita el uso de los laboratorios cuando la resolución del proyecto-problema la requiere.

La evaluación se lleva a cabo a través de los proyectos-problema realizados. Todos ellos tienen la misma puntuación. En el grupo experimental, la nota de los proyectos-problema será un 25% de la nota final (ver ANEXO II para una descripción pormenorizada de la evaluación).

La experiencia planteada en este proyecto se ha evaluado contrastando los resultados obtenidos en los grupos experimentales y de control, utilizando las técnicas estadísticas más convenientes (ver apartado de autoevaluación). Además, al final de curso se les han pasado unas encuestas para detectar la percepción de los fallos e inconvenientes (de la experiencia) que han tenido los alumnos, lo que nos ha permitido corregir errores en un proceso continuo de realimentación, tan necesario en las actividades de enseñanza-aprendizaje.

Por último, hemos tenido en cuenta que desde el punto de vista didáctico, una carga de trabajo excesiva lleva a un aprendizaje superficial, al absentismo, al fracaso en las diversas pruebas planteadas, inclusive al abandono de ese tipo de estudios [13]. Hay que tener presente que no todas las personas aprenden al mismo ritmo, y que el tiempo de dedicación para alcanzar los objetivos de aprendizaje es diferentes para diversos alumnos (capacidades, recursos de aprendizaje, habilidades de estudio, motivación, situaciones personales, conocimiento previo, etc., diferentes) por lo que hemos procurado que la carga de trabajo (en promedio) sea asumible por el alumnado, no olvidando que tienen que estudiar y aprender otras asignaturas.

Por tanto, es importante la planificación del tiempo que deben dedicar los alumnos a la resolución de los proyectos-problema planteados, ya que no puede ir en detrimento del que dediquen a otras asignaturas.

4. Materiales y métodos

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 (Orcad/Spice, Chaos Data Analyzer, Insite); al puesto a disposición por la Universidad de Córdoba (Matlab, Mathematica, Microsoft Office Word y Excel); al de distribución libre como Maxima, Scilab y Octave, Tisean, Visual Recurrence Analysis. Se ha utilizado Origin para el análisis estadístico de los resultados.

Para coordinar todos los aspectos implicados en la realización del proyecto hemos tenido diversas reuniones de puestas en común entre los diversos miembros del grupo implicados, así como puestas en común generales periódicas para seguimiento global de los objetivos pretendidos.

5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso

Para la resolución de los proyectos-problema planteados se han realizado una serie de modelado-simulaciones de circuitos eléctricos, electrónicos, sistemas de comunicación ópticos, etc., implementándose 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 adquisición de las competencias de resolución de problemas, pensamiento crítico, trabajo en grupo, comunicación, etc., a partir de la resolución de proyectos-problema utilizando modelizaciones, simulaciones y su contraste experimental, aparte del enorme valor intrínseco que tienen para el futuro profesional y de desarrollo personal de nuestros alumnos, facilita en gran medida la adopción de la metodología científico-técnica como parte fundamental de sus hábitos de trabajo.

Creemos que la adquisición y uso de dichas competencias es válida para alumnos de cualquier titulación.

7. Observaciones y comentarios

Abogaremos por conseguir en el futuro la implicación en el proyecto de otras asignaturas que contienen en su currículum el estudio de circuitos eléctricos y electrónicos, sistemas mecánicos, etc.

Las titulaciones de Informática aparecen porque en ellas se les aclara el uso y/o aplicación de los procesos de simulación, lo cual implica el manejo teórico y práctico de un conjunto de conocimientos bastantes importantes para nuestros alumnos, sobre todo en lo concerniente a la utilización de los programas, métodos numéricos y analíticos, lenguaje de programación, etc. Aparte de esto, les permite conocer con mayor profundidad el funcionamiento y comportamiento físico de los sistemas de comunicación por fibra óptica.

8. Autoevaluación de la experiencia

A comienzo del curso se les hizo una prueba inicial sobre el nivel de conocimientos conceptuales y procedimentales. También se les pasó un cuestionario para tratar de averiguar el grado de motivación hacia las asignaturas implicadas. 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.

Las diferencias de nivel de conocimientos y la competencia de resolución de problemas son parecidas en ambos grupos, aunque la motivación es algo mayor en los grupos experimentales.

La experiencia cotidiana con nuestros alumnos, el sentido común y muchos estudios realizados [13-15] 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 la competencia de resolución de proyectos-problema en una serie de asignaturas, 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: escritas, presentaciones orales, participación en foros, trabajos de laboratorio, modelado-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 la competencia de resolución de problemas. Aquí presentamos los resultados del análisis de los resultados obtenidos en la asignatura [11].

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

Para evaluar el impacto que ha tenido la introducción de los procesos de modelado, simulación y contraste experimental –MSCE--(trabajados interdisciplinariamente en una serie de asignaturas) en la adquisición de la competencia de resolución de problemas es importante correlacionar si los resultados académicos de nuestros alumnos y el trabajo explícito de adquisición de dicha competencia utilizando MSCE están correlacionados.

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.

Para poder aplicar dicha prueba un requisito esencial 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.

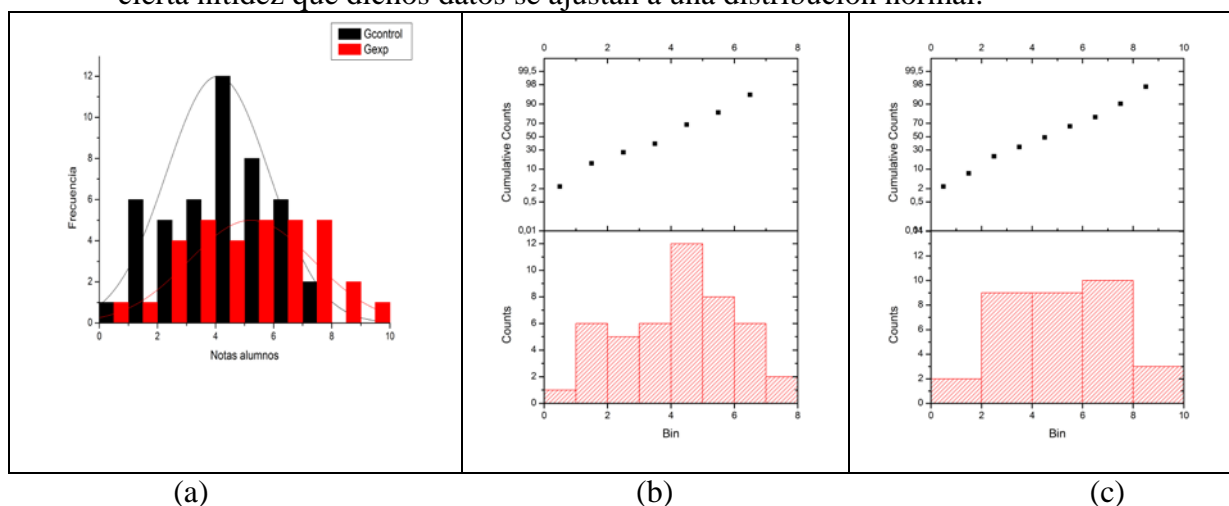


Figura 1. (a) Histogramas con curvas de ajuste de distribución normal correspondientes a los grupos de control y experimental (b) y (c) Histogramas con gráficos de probabilidad correspondientes a los grupos de control y experimental (se muestra cómo los gráficos de probabilidad se pueden ajustar a una 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 de normalidad de kolmogorov-Smirnov	DF	Statistic	Prob>D
Gcontrol	46	0,1371	0,3241
Gexp	33	0,09261	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 la Figura 2.

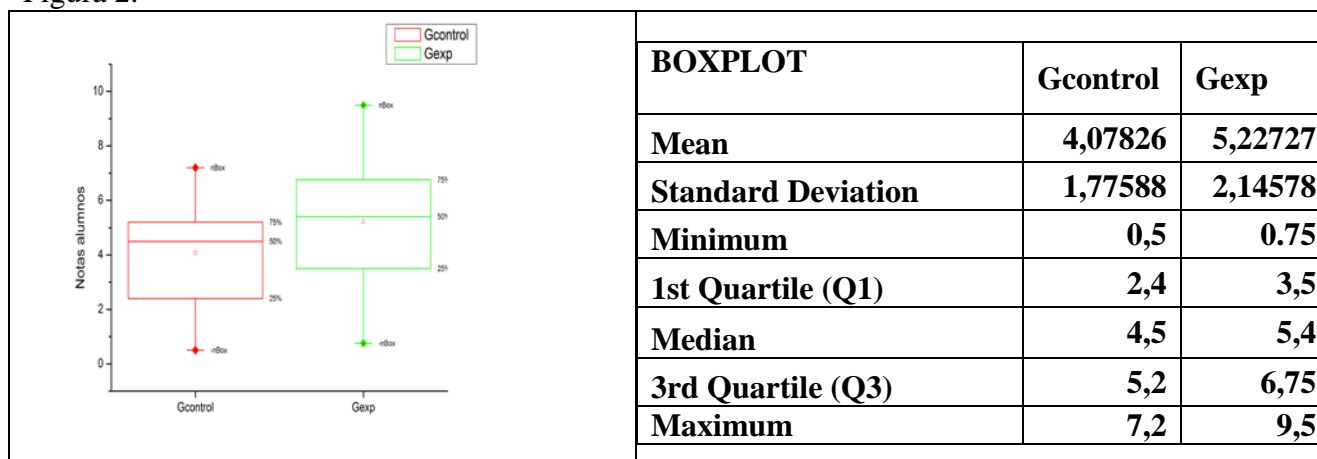


Figura2. En la parte izquierda se muestra un gráfico de caja (boxplot). En la parte derecha se muestra una tabla con los datos correspondientes a los boxplot de los grupos de control y experimental.

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

El análisis estadístico test-t de dos muestras independientes 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. Las dos variables se suponen independientes y las varianzas entre ellas pueden ser iguales o diferentes.

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	-2,59866	77	0,01121
Equal Variance NOT Assumed	-2,51885	60,74452	0,01442

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 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	79	0,7278

Tabla 5. 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 72,78 %. Para poder establecer esas diferencias al menos con un 80% de probabilidad deberíamos haber realizado la experiencia con una población de cincuenta y seis alumnos en cada grupo.

En este curso los resultados obtenidos en relación a la adquisición de la competencia de pensamiento crítico son significativamente mejores para el grupo experimental que ha seguido el plan de trabajo planteado en el proyecto, en las tres asignaturas.

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

9. Bibliografía

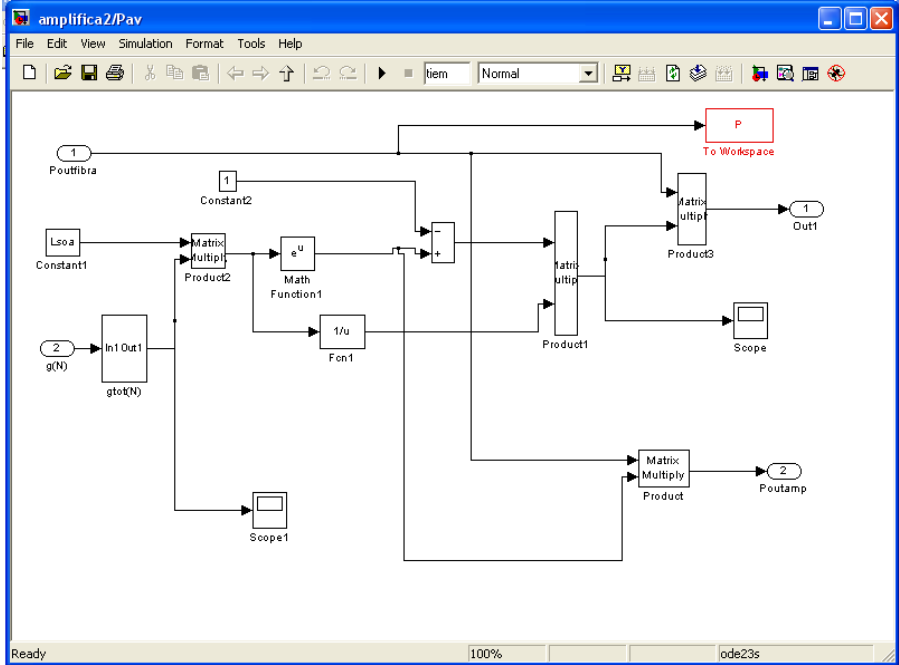
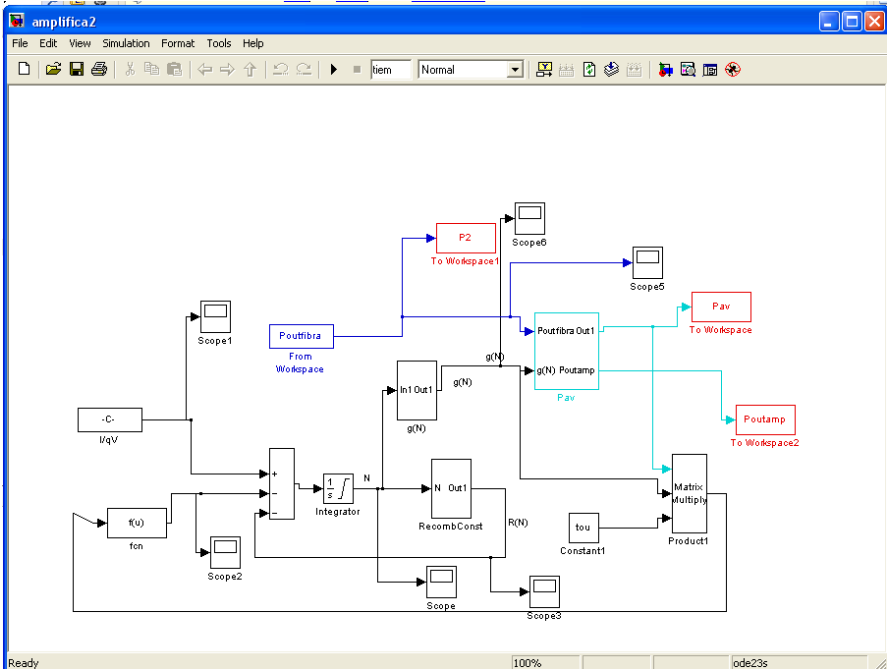
- [1] Govind P. Agrawal. "LIGHT WAVE TECHNOLOGY Telecommunication Systems". JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION. 2005. ISBN-13 978-0-471-21572-1
- [2] Gerd Keiser. "Optical Fiber Communications". Second Edition. Singapore. MC Graw Hill. 1991. ISBN. 0-07-100785-7.
- [3] Attia, John Okyere. "Electronics and Circuit Analysis using MATLAB". CRC Press. 1999. ISBN 0-8493-1176-4.
- [4] Ramasamy Natarajan. "Computer-Aided Power System Analysis". MARCEL DEKKER, INC. 2002. ISBN: 0-8247-0699-4
- [5] Robert Boylestad, Louis Nashelsky. *Electrónica. Teoría de Circuitos*. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. ISBN: 968-880-347-2.
- [6] B. Ogayar y A. López. *Teoría de Circuitos con OrCAD Pspice*. Ed. Ra-Ma. ISBN: 84-7897-414-8.
- [7] E. Hennig. *Symbolic approximation and modelling techniques for analysis and design of analog circuits*. 2000. Ed. Shaker Verlag.
- [8] W. Gander; J. Hřebíček. "Solving Problems in Scientific Computing using Maple and Matlab". Third Edition. Springer Verlag. 1997.

- [9] Jamal T. Manassah. "Elementary mathematical and computational tools for electrical and computer engineers using MATLAB". CRC Press. 2001. ISBN 0-8493-1080-6
- [10] Stephen Wolfram. *The Matemática Book*. Third Edition. Ed. Cambridge University Press.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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 13 de Septiembre de 2012

ANEXO I. MODELADO EN MATLAB DE UN AMPLIFICADOR ÓPTICO



ANEXO II. EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS-PROBLEMA.

La evaluación de cada uno de los proyectos-problema tiene en cuenta los siguientes aspectos:

1. Memoria del proyecto-problema, realizada en Microsoft Word, según una plantilla que se proporciona a los alumnos. Esta plantilla tiene un formato de dos columnas como muchos artículos de las revistas y congresos científicos.

La puntuación de esta parte es del 40% de la nota, que se asigna según los siguientes criterios:

- Calidad del trabajo: adecuación del resultado a las especificaciones y planteamiento del problema; modelado y simulaciones realizadas, desarrollos matemáticos, idoneidad de las soluciones, discusión de las mismas y posibles aplicaciones y/o variantes del problema, etc.
- Presentación: formato común, paginación, referencias en figuras, tablas, etc.
- Estructura apropiada.
- Utilización de fuentes: bibliográficas, internet.

Se otorga un 70 % de la nota al contenido y un 30 % de la nota al formato.

2. Presentación.

Los proyectos-problema se presentan mediante Power Point.

La valoración de esta parte es del 30% y se asigna siguiendo fundamentalmente los siguientes criterios:

- Presentación elegante y dinámica: cantidad de información apropiada, fondo y formato atractivo, utilización de animaciones.
- Adecuación al trabajo realizado.
- Claridad en la exposición y defensa adecuada del trabajo en el debate.

Se otorga un 70 % de la nota al contenido y un 30 % de la nota al formato.

3. Calidad del trabajo en grupo.

Se puntúa con un 15% de la nota, atendiendo a la calidad de los siguientes entregables:

- Reelaboración de las especificaciones del proyecto.
- Planificación y reparto de tareas inicial: diferenciación de tareas, coordinación de tareas.
- Actas de las reuniones
- Planificación y reparto de tareas definitivo: diferenciación de tareas, coordinación de tareas.

4. Cuadernos personales.

Se puntúa con un 15% de la nota, atendiendo a los puntos tratados y los comentarios y reflexiones realizados.

En la evaluación final se tendrá en cuenta tanto el trabajo del grupo, como las tareas individuales desarrolladas, además de las pruebas planteadas bien vía web en la plataforma Moodle, o mediante pruebas escritas.

ANEXO III. En la Tabla se muestra las asignaturas, algunas de cuyas actividades hemos escogido mostrar, el número de alumnos afectados y otras asignaturas con las que se han coordinado para complementar y sincronizar dichas actividades.

ESPECIALIDAD	ASIGNATURA	Nº ALUMNOS AFECTADOS	SISTEMAS FÍSICO-TECNOLÓGICOS A ESTUDIAR	DURACIÓN	ASIGNATURAS CON QUE SE COORDINA
<i>I.T.en Informática de Sistemas y Gestión</i>	<i>Sistemas de Comunicación Ópticos (3º curso)</i>	23	<i>Dispositivos optoelectrónicos (lasers, amplificadores, detectores, etc.,) así como el estudio de su comportamiento dinámico</i>	<i>Curso 2011/12</i>	<i>[1] -[2]-[3]-[10]-[11] (Estudio de los modelos de circuito equivalente)</i>
<i>I.T Industrial en Electrónica</i>	<i>Electrónica Analógica (2º curso)</i>	117	<i>Filtros, integradores, derivadores, rectificadores, modelos de pequeña señal, etc.</i>	<i>Curso 2011/12</i>	<i>[4] -[5]-[6]- [7] - [8]-[9]-[10]-[11]-[12]</i>
<i>I.T Industrial en Electricidad</i>	<i>Circuitos</i>	98	<i>Comportamiento transitorio en circuitos eléctricos, respuesta en frecuencia de circuitos eléctricos pasivos. Circuitos excitados, etc.</i>	<i>Curso 2011/12</i>	<i>[1]-[2]-[3]- [4] - [5]-[6]- [7] -[8]- [9]-[10]-[12]</i>

- [1] --Electrónica Básica (1º curso I.T.I Electrónica 187 alumnos)*
- [2] --Electrónica Analógica (2º curso I.T.I Electrónica 117 alumnos)*
- [3] -- Electrónica (1º curso I.T. Inf. de Sistemas 185 alumnos)*
- [4] --Fuentes de Alimentación Electrónicas Avanzadas (2º curso I.A.E.I 4 alumnos)*
- [5] --Aplicaciones Industriales de la Electrónica de Potencia ((2º curso I.A.E.I 9 alumnos)*
- [6] --Instrumentación electrónica (2º curso I.T.I Electrónica 60 alumnos)*
- [7] --Sistemas Electrónicos de Potencia (3º curso I.T.I Electricidad 5 alumnos)*
- [8] --Regulación de convertidores electrónicos (3º curso I.T.I Electrónica 9 alumnos)*
- [9] --Electrónica Industrial (1º curso I.A.E.I 12 alumnos)*
- [10]—Matemáticas I y II (1º curso I.T.I Electrónica 132 alumnos))*
- [11] Circuitos (2º curso I.T.I Electricidad 98 alumnos)*
- [12] –Sistemas de Comunicación Ópticos (3º curso I.T.I Informática 23 alumnos)*

Tabla. Asignaturas implicadas en el proyecto relacionadas en función de algunas de las actividades realizadas