

MEMORIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA PARA GRUPOS DOCENTES
CURSO 2013/2014

DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto: Aprendizaje Colaborativo Soportado en la Modelización y Simulación (ACSMS) como base de la adquisición de la competencia de pensamiento crítico.

2. Código del Proyecto: 2013-12-5003

3. Resumen del Proyecto

En este proyecto hemos trabajado con los alumnos la competencia de pensamiento crítico a través de actividades de Aprendizaje Colaborativo Soportado en la Modelización y Simulación (ACSMS) en las que han estado implicadas asignaturas de las titulaciones de Ingeniería Técnica Industrial e Informática de la E.P.S. de la Universidad de Córdoba.

La parte esencial de la estrategia didáctica ha consistido en posibilitar que el alumno trabaje y adquiera la competencia de pensamiento crítico mediante actividades de modelación y simulación de sistemas físico-tecnológicos (circuitos eléctricos, electrónicos, opto-electrónicos, sistemas de comunicación, etc.). Estas actividades se han enfocado de forma análoga a la que encontrarán en el ámbito profesional, donde las fases de modelado y simulación 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.

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
José María Flores Arias	Tecnología Electrónica	021	PDI
Antonio Moreno Muñoz	Tecnología Electrónica	021	PDI

6. Asignaturas implicadas

Nombre de la asignatura	Titulación/es
Fundamentos Físicos de la Ingeniería I [1]	G.I. Electrónica Industrial
Aplicaciones Industriales de la Electrónica de Potencia [2]	I. Automática y Electrónica Ind.
Electrónica de Potencia [3]	G.I. Electrónica Industrial
Fundamentos de Electrónica [4]	G.I. Electrónica Industrial

Electrónica Industrial [5]	I. Automática y Electrónica Ind.
Instrumentación Electrónica [6]	G.I. Electrónica Industrial
Electrónica Analógica [7]	G.I. Electrónica Industrial
Circuitos y Sistemas Electrónicos [8]	G. I. en Informática
Sistemas Electrónicos de Potencia [9]	I. T. I en Electrónica

MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA PARA GRUPOS DOCENTES

Apartados

1. Introducción.

Los procesos de enseñanza-aprendizaje guiados por el logro de una serie de competencias vienen avalados e impulsados desde diversas instancias internacionales (UNESCO, UE, OCDE, PISA, 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.

Una de las competencias clave que se debe conseguir en el campo científico-tecnológico (y en casi cualquier ámbito de nuestra vida) es la de pensamiento crítico. El pensamiento crítico es proceso intelectualmente disciplinado para activamente conceptualizar, aplicar, analizar, sintetizar o evaluar información, reunida desde, o generada por la observación, la experiencia, la reflexión, el razonamiento o la comunicación, como una guía para la convicción y la acción [1].

En este proyecto se ha trabajado con los alumnos la competencia de pensamiento crítico a través de actividades interdisciplinares en las que están implicadas asignaturas de los Grados impartidos en la E.P.S. de la Universidad de Córdoba. Estas experiencias han tenido como base el trabajo colaborativo de nuestros alumnos en proyectos de modelado y simulación de sistemas físico- tecnológicos (circuitos eléctricos y electrónicos, sistemas oscilantes, etc.).

Los ingenieros y científicos tienen que trabajar manejando modelos conceptuales de sistemas físico-tecnológicos (eléctricos, mecánicos, termodinámicos, etc.). Para la construcción, análisis y aplicación de dichos modelos debe tomar una serie de decisiones, esto es, en el desarrollo de su profesión los ingenieros deben tomar decisiones claras, concisas y racionales, y esto debe realizarse a través de procesos de pensamiento estructurado.

El pensamiento crítico debe constituir un elemento indispensable en la educación ya que los entornos de aprendizaje actuales suministran a los alumnos una gran cantidad de información, lo que exige estrategias cognitivas para procesarla [2].

Como plantea Mander, A. E., no es verdad que estemos naturalmente dotados con la capacidad de pensar clara y lógicamente sin aprendizaje y sin práctica [3].

Paul, R.W., Niewoehner, R.J., and Elder, L., A establecen que el aprendizaje de la competencia de pensamiento crítico permite que nuestros alumnos vayan adquiriendo algunos rasgos intelectuales como la perseverancia, imparcialidad, confianza en la razón, autonomía, coraje, integridad, y humildad intelectuales [4].

Los programas suelen estar sobrecargados con ejercicios poco relacionados con los problemas que los alumnos encuentran en su vida real o en el entorno profesional de la titulación. La lección magistral ofrece pocas oportunidades para reflexionar sobre lo explicado, no fomentándose las competencias de pensamiento crítico y es poco motivacional.

La sobrecarga de los programas reduce el tiempo que se puede dedicar a cada tema y a pensar y utilizar ese conocimiento para la resolución de problemas en diferentes contextos --sobrecarga cognoscitiva--, lo que disminuye el rendimiento, esto es, el currículo excesivo lleva a que no aprenden la asignatura adecuadamente [5].

Parece 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 procesos de modelado simulación permiten el planteamiento de problemas que llevan a una reducción en el contenido de las asignaturas, quedándose con la parte más fundamental.

La mayoría de los problemas físicos y tecnológicos son muy complicados de resolver sin hacer simplificaciones en la física del problema, aparte de las aproximaciones inherentes a cualquier método numérico.

Las modelizaciones y simulaciones, apoyadas en las posibilidades que ofrecen los ordenadores, son utilizadas habitualmente por los físicos e ingenieros, se puede decir que actualmente forman parte de la actividad científica. Así, para los casos en que no se pueden encontrar soluciones analíticas, o que los experimentos son complicados, costosos o peligrosos, la relevancia de las modelizaciones y simulaciones es fundamental [6].

Algunas de las implicaciones de la modelización y simulación en los procesos de enseñanza-aprendizaje, es que fomentan que los alumnos:

Hagan hipótesis y prueben ideas para la resolución de problemas, aislen y manipulen parámetros, utilicen una variedad de representaciones (gráficos, animaciones, imágenes, etc.) y las herramientas computacionales adecuadas, analicen fenómenos que son complejos, costosos, peligrosos o difíciles de implementar en el laboratorio, planteen un conjunto de ecuaciones que permitan modelizar matemáticamente el sistema o proceso físico, y todo esto favorece la comprensión de los fenómenos y leyes físico-tecnológicas.

Por tanto, los procesos de modelización y simulación contribuyen a la adquisición de competencias de razonamiento crítico (analítico y sintético, inductivo y deductivo) y resolución de problemas.

Por otro lado, Mayer, Dow, and Mayer encuentran que los alumnos tienen más éxito en la resolución de problemas cuando la información que reciben es en respuesta a las preguntas que han planteado, más que a una recepción de dicha información no solicitada [7]. Esto lleva a que debe haber una implicación activa de los alumnos en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

La adquisición de las competencias de pensamiento crítico implica que los alumnos se involucren en un proceso de aprendizaje activo, integrando de forma constructiva los nuevos conocimientos con los que ya poseen, lo que facilita el aprendizaje.

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 [8, 9].

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. Es un aprendizaje que favorece la adquisición de la competencia de pensamiento crítico [10].

El aprendizaje cooperativo realizado con metodologías constructivistas favorece la adquisición de las competencias necesarias para desenvolverse en un mercado de trabajo que 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.

Cuando se plantean actividades muy parecidas a las de la vida real y que han de desarrollar en su profesión, se favorece la motivación de nuestros alumnos [11].

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 utilizar las competencias de pensamiento crítico para la resolución del proyecto-problema.

El desarrollo de las actividades de modelado y simulación de sistemas físico-tecnológicos se ha planteado con un tratamiento interdisciplinar, utilizando el entorno de cálculo simbólico y numérico, Matlab [12] con algunas Toolbox que facilitarán dicho modelado y simulación, y se han utilizado algunos de los programas de Adobe E-learning Suite 6.1 en la elaboración de material didáctico con los alumnos. Además, se ha llevado a cabo la implementación real de algunos de los proyectos-problema simulados para comprobar la bondad y fidelidad de los modelos simulados. De esta forma se les muestra una metodología de trabajo ya implantada en el ámbito de la empresa.

Por estas razones creemos que es importante para un ingeniero formarse en la modelización, simulación e implementación real de dichos sistemas (circuitos, etc.), lo que también les ayuda a adquirir las

competencias de pensamiento crítico a través de la resolución de problemas, trabajo cooperativo y auto-regulación de su aprendizaje, etc.

2. Objetivos.

En el proyecto se han utilizado unas estrategias metodológicas que a través de los procesos de modelado-simulación han posibilitado:

- 1.- Familiarizarse con el hábito de utilizar la competencia de pensamiento crítico en los procesos de aprendizaje.
- 2.- Muy ligado con el punto anterior es que los alumnos han podido trabajar otras competencias que tienen gran importancia en la profesión de ingeniero como son la resolución de problemas, el trabajo cooperativo -- planificación, resolución de conflictos, organización del trabajo, organización de reuniones--, auto-regulación de su aprendizaje, expresión oral y escrita, etc., a través de actividades interdisciplinarias.

Adicionalmente se:

- 1.- Ha establecido una interrelación entre las asignaturas implicadas en el Proyecto.
- 2.- Ha introducido el modelado-simulación-experiencias de laboratorio en el desarrollo y resolución de los proyectos-problema propuestos.
- 3.- Ha introducido y resaltado la importancia del:
 - a) uso de herramientas informáticas en la resolución de problemas científico-técnicos (Matlab, Pspice, etc.,).
 - b) tratamiento de los datos obtenidos en simulaciones y/o experimentos con la ayuda de programas informáticos (Curve Fitting Toolbox, Chaos Data Analyzer).

Esto es, se pretende que nuestros alumnos adquieran una serie de competencias y conocimientos que los capaciten para el desempeño de su profesión y para un adecuado desarrollo personal y como ciudadanos.

3. Descripción de la experiencia.

Para la adquisición de las competencias de pensamiento crítico y las que se trabajan simultáneamente (trabajo en grupo, comunicación oral y escrita, etc.) la estructura metodológica seguida ha consistido en plantear la experiencia en varias fases con un enfoque constructivista [13]:

- 1.- En una primera fase preparatoria se ha instaurado el ámbito de aplicación de la experiencia, así como la creación de equipos con los alumnos implicados en esta. También se les enseña a utilizar la modelización y la simulación para resolver los problemas- proyecto planteados, utilizando el entorno de programación Matlab.
- 2.- En una segunda fase los alumnos resuelven de forma colaborativa los problemas-proyecto planteados.
- 3.- En una tercera fase de evaluación se les plantean ejercicios de autoevaluación y evaluación, se evalúan los informes con la resolución de los problemas proyecto-planteados, su presentación pública y cómo defiendan su resolución. También se evalúan los registros de la plataforma y la participación de los alumnos en el trabajo de resolución y en las discusiones.
- 4.- Para poder contrastar la validez didáctica de la experiencia en las asignaturas implicadas se han constituido dos grupos: el experimental con el que se va a realizar la experiencia y el de control con el que se ha utilizado 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.

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 lo forman tres o cuatro alumnos, en función de la extensión y complejidad del proyecto-problema planteado.

Se ha utilizado la plataforma de aprendizaje Moodle como una herramienta que favorece el aprendizaje cooperativo a través de debates síncronos y asíncronos. Se les da una serie de indicaciones y consejos sobre búsqueda, análisis y selección de información en internet, y sobre el modo de realizar el aprendizaje cooperativo.

Al comienzo se les han planteado problemas bien estructurados del tipo académico habitual. Los trabajan en grupos para que vayan habituándose a trabajar colaborativamente, y se les han planteado cuestionarios de autoevaluación de grupo. Estas pruebas posibilitan una realimentación inmediata y sugerencias para mejorar las competencias de pensamiento crítico (la resolución de los problemas, etc.) y el aprendizaje de contenidos. Antes de plantearles los proyectos-problema (al grupo experimental), se ha trabajado con ellos el desarrollo de uno como ejemplo, donde se muestre 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. En esta fase se les enseña a utilizar el entorno de programación Matlab. Se hace 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 de pensamiento crítico (resolución de problemas, etc.) de los alumnos mejore más rápidamente [14,15]

5.- Los problemas se han formulado como proyectos muy parecidos a los que se van a encontrar en su profesión, lo cual, estimula y centra su aprendizaje. El papel del profesor es servir de guía y tutor en el proceso de desarrollo del proyecto-problema.

También se les recalca que al resolver los proyectos-problema deben tener en cuenta que los procesos de modelización y simulación implican: definir claramente el problema, recabar información, seleccionarla y estudiarla para poder realizar una modelización matemática adecuada, establecer y organizar las ecuaciones que representan matemáticamente el modelo, escribirlas en un programa, depurar y ejecutar éste realizando las simulaciones pertinentes, mostrar gráficamente las soluciones y analizar los resultados, contrastar los resultados con los obtenidos experimentalmente (siempre que sea posible).

En cada problema proyecto se les pide que realicen los siguientes informes:

- a) el primero es para que muestren cómo han planificado el trabajo en grupo y cómo van a enfocar la resolución del problema proyecto así como las herramientas bibliográficas y el software a utilizar.
- b) Un informe borrador (interino) en el que se muestre cómo van progresando en la resolución del problema.
- c) Un informe final donde se muestre y explique cómo se ha realizado la resolución del problema proyecto.

Las sesiones de debate se han fijado con una periodicidad semanal, en ellas se propicia 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 promueve que los alumnos auto-regulen su aprendizaje marcando los objetivos, temporización, papeles jugados por cada elemento del grupo, etc.

En las asignaturas implicadas se han propuesto la realización de tres proyectos-problema a los alumnos de los grupos experimentales.

6.- En la evaluación de cada uno se tienen 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 tenido 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. En el grupo experimental, la nota de los proyectos-problema es un 25% de la nota final.

La evaluación de la experiencia se realiza contrastando los resultados obtenidos en los grupos experimentales y de control, utilizando las técnicas estadísticas más convenientes. Además a final de curso se les ha pasado unas encuestas para detectar los fallos e inconvenientes de la experiencia percibidos por los alumnos, lo cual nos permite corregir errores en un proceso continuo de realimentación, tan necesario en las actividades de enseñanza-aprendizaje.

En el ANEXO I se especifica más detalladamente la interrelación entre el tipo de sistemas en los que se va a plantear el proyecto-problema y las asignaturas en las que se va a realizar y/o aplicar dichos trabajos.

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, 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.

A lo largo de las experiencias hemos intentado transmitirles (creemos haberlo conseguido en algunos casos) y hacerles constatar, la idea de que la competencia de pensamiento crítico es fundamental a la hora de abordar los problemas y necesidades de la tecnología.

Se han realizado una serie de simulaciones de circuitos eléctricos, electrónicos, mecánicos, electromecánicos, etc., y se han implementado físicamente algunos de ellos, lo que ha favorecido la conexión teoría-simulación-experimentación y cómo contrastar los resultados.

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 la competencia de pensamiento crítico utilizando modelaciones, 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.

En las asignaturas implicadas ha sido muy útil y motivador la habituación a usar la competencia de pensamiento crítico utilizando el Aprendizaje Colaborativo Soportado en la Modelización y Simulación (ACSMS), aunque creemos que la adquisición y uso de dicha competencia es válida para alumnos de cualquier titulación.

7. Observaciones y comentarios.

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

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 que deberían tener los alumnos para seguir de forma adecuada la asignatura. 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 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 [16-18] 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 pensamiento crítico a través de procesos de modelado, simulación y contrastación experimental en una serie de asignaturas (utilizando el aprendizaje colaborativo), 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 la competencia de pensamiento crítico.

Aquí presentamos los resultados del análisis de los resultados obtenidos en la asignatura [2] –ver Anexo 1--.

Para evaluar el impacto que ha tenido el Aprendizaje Colaborativo Soportado en la Modelización y Simulación (ACSMS) en la adquisición de la competencia de pensamiento crítico es importante correlacionar si los resultados académicos de nuestros alumnos y el trabajo explícito de adquisición de la competencia de pensamiento crítico utilizando ACSMS están correlacionados.

Lo hemos 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.

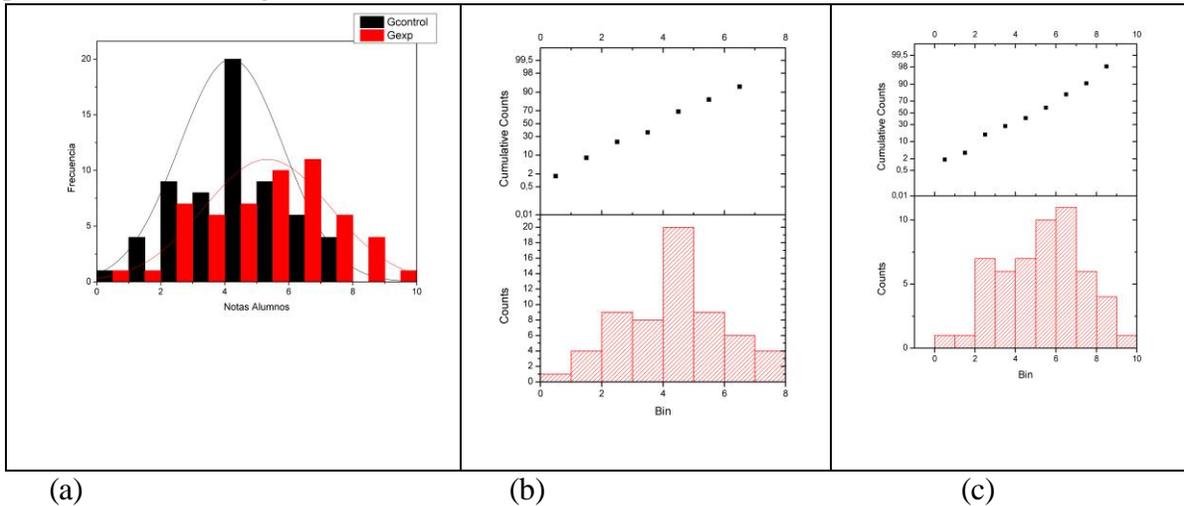


Figura 1. (a) Histogramas con curvas de ajuste de distribución normal correspondientes a los grupos de control y experimental (b) y (c) Histogramas con gráficos de probabilidad correspondientes a los grupos de control y experimental (se muestra cómo los gráficos de probabilidad se pueden ajustar a una 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 normalidad de kolmogorov-Smirnov	DF	Statistic	Prob>D
Gcontrol	61	0,10616	0,4719
Gexp	54	0,09259	0,74643

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 3 en la Tabla 3.

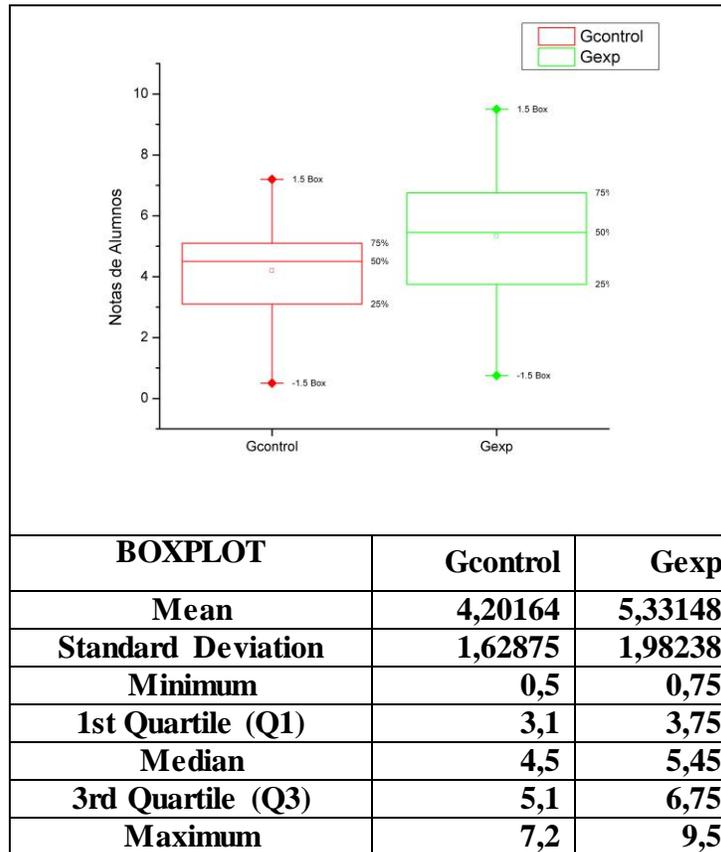


Figura2. En la parte superior se muestra un gráfico de caja (boxplot). En la parte inferior se muestra una tabla con los datos correspondientes a los boxplot de los grupos de control y experimental.

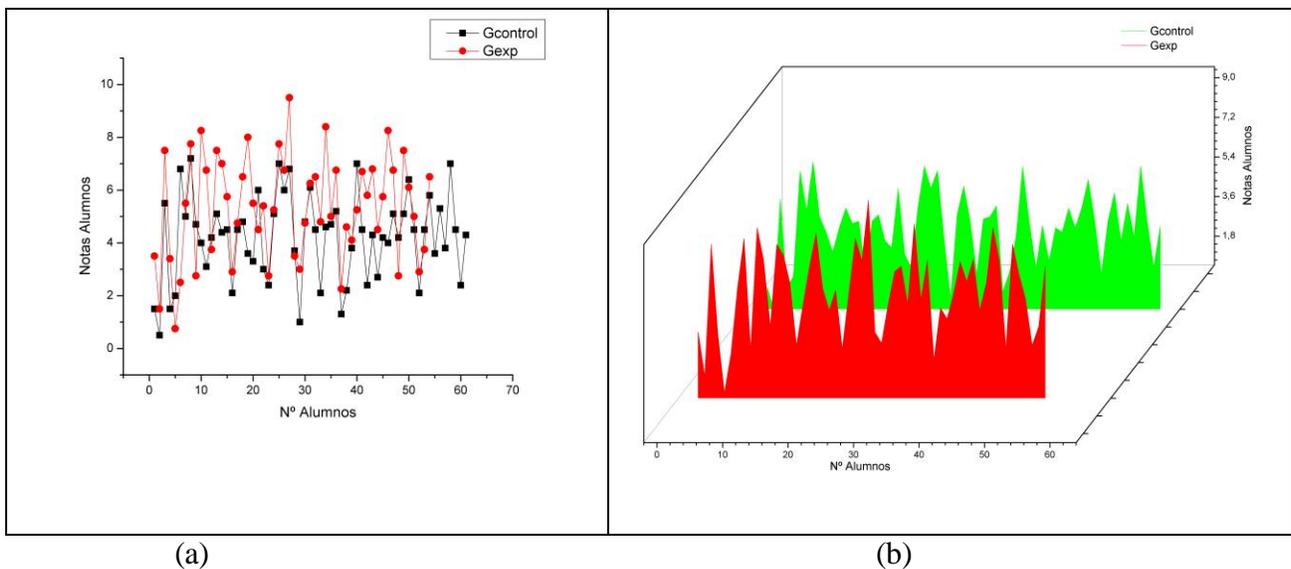


Figura 3. (a) Gráfico de líneas con los resultados de la evaluación de los grupos de control y experimental (b) Idem en un gráfico 3D.

Estadística descriptiva	N	Mean	SD	SEM
Gcontrol	61	4,20164	1,62875	0,20854
Gexp	54	5,33148	1,98238	0,26977

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 3 y la Tabla 3, muestran que son mejores para el grupo experimental, se debe realizar un análisis de inferencia estadística 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 4.

t-Test Students	t Statistic	DF	Prob> t
Equal Variance Assumed	-3,35328	113	0,00109
Equal Variance NOT Assumed	-3,31356	102,83259	0,00127

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 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.

En la Tabla 5 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	115	0,91382

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 91,38 %.

Los resultados obtenidos con la prueba t-Test Students se han refrendado realizando también un análisis de varianza, llegando a las mismas conclusiones. En la Tabla 6 se muestran los resultados.

Test de Fisher	MeanDiff	SEM	t Value	Prob	Alpha	Sig	LCL	UCL
Level2	1,12984	0,23772	4,75274	3,56232E-6	0,05	1	0,66141	1,59827
Level1								

El Sig igual a 1 implica que la diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05

El Sig igual a 0 implica que la diferencia de medias no es significativa en el nivel 0,05

Tabla 6. Se muestra el resultado correspondiente a la prueba Test de Fisher.

En la asignatura [2] se muestra que 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. Esta misma conclusión se ha obtenido para la asignatura [1] y [5], sin embargo en las otras asignaturas implicadas, aunque los resultados han sido ligeramente superiores para los grupos experimentales, sin embargo no han sido estadísticamente diferentes como para validar estadísticamente el plan de trabajo planteado en el proyecto.

9. Bibliografía.

- [1] Scriven, M., and Paul, R.W. (1987). *Critical Thinking as Defined by the National Council for Excellence in Critical Thinking*. Foundation for Critical Thinking.
- [2] Angeli, C. & Valanides, N. (2009). Instructional Effects on Critical Thinking: Performance on Ill-defined Issues. *Learning and Instruction*, 19(1), 322-334.
- [3] Mander, A. E. (1947). *Logic for the Millions*. Philosophical library.
- [4] Paul, R., & Elder, L. (2006). *The Miniature Guide to Scientific Thinking* (Vol. 15). Foundation Critical Thinking.
- [5] Gardner, H. W. (1993). Educating for understanding. *The American School Board. Journal*, July, 20-24.
- [6] Erickson, D. K. (1999). A problem-based approach to mathematics instruction. *Mathematics Teacher*, 92(6), 516-521.
- [7] Mayer, R. E., Dow, G. T., & Mayer, S. (2003). Multimedia learning in an interactive self-explaining environment: What works in the design of agent-based microworlds?. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 806-812.
- [8] Vygotskiĭ, L. L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard university press.
- [9] Baturay, M. H., & Bay, O. F. (2010). The effects of problem-based learning on the classroom community perceptions and achievement of web-based education students. *Computers & Education*, 55(1), 43-52.
- [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] Hedley, M., & Barrie, S. (1998). An undergraduate microcontroller systems laboratory. *IEEE Transactions on Education*, 41(4), 345-353.
- [12] <http://www.mathworks.es/>
- [13] Moreno, L., Gonzalez, C., Castilla, I., Gonzalez, E., & Sigut, J. (2007). Applying a constructivist and collaborative methodological approach in engineering education. *Computers & Education*, 49(3), 891-915.
- [14] Crippen, K. J., & Earl, B. L. (2007). The impact of web-based worked examples and self-explanation on performance, problem solving, and self-efficacy. *Computers & Education*, 49(3), 809-821.

- [15] Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and instruction*, 8(4), 293-332.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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 15 de Septiembre de 2014

Sr Vicerrector de Estudios de Postgrado y Formación Continua

ANEXO I.

En la tabla de abajo se especifica más detalladamente la interrelación entre el tipo de sistemas en los que se va a plantear el proyecto-problema y las asignaturas en las que se va a realizar y/o aplicar dichos trabajos.

ALGUNOS SISTEMAS FÍSICO-TECNOLOGICOS A ESTUDIAR	DURACIÓN	ASIGNATURAS PARTICIPANTES EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO PROBLEMA
Sistemas oscilantes.	<i>Curso 2013/14</i>	<i>[1] -[2]-[3] (Estudio del comportamiento dinámico transitorio y estacionario y analogías sistemas mecánicos y eléctricos-electrónicos)</i>
Filtros, integradores, derivadores, rectificadores, modelos de pequeña señal, etc.	<i>Curso 2013/14</i>	<i>[2] -[3]-[4] -[5]-[6]-[7]-[8]</i>
Comportamiento transitorio en circuitos eléctricos, respuesta en frecuencia de circuitos eléctricos pasivos. Circuitos excitados, etc.	<i>Curso 2013/14</i>	<i>[1]-[2]-[3] -[4]-[5]- [6]-[9] (Estudio del comportamiento dinámico y analogías con sistemas mecánicos)</i>

[1]—Fundamentos Físicos de la Ingeniería I (1º curso Graduado en Ing. Electrónica 176 alumnos)

[2] –Circuitos y Sistemas Electrónicos (1º curso Graduado en Ing. Informática 151 alumnos)

[3] –Fundamentos de Electrónica (2º curso Graduado en Ing. Electrónica 146 alumnos)

[4] --Electrónica Industrial (3º curso Graduado en Ing. Eléctrica 46 alumnos)

[5] -- Electrónica de Potencia (3º curso Graduado en Ing. Electrónica 133 alumnos)

[6] -- Electrónica Industrial Avanzada (4º curso Graduado en Ing. Electrónica 17 alumnos)

[7] –Complementos de Instrumentación Electrónica (2º curso I.A.E.I 9 alumnos)

[8] –Complementos de Tecnología Electrónica (2º curso I.A.E.I 10 alumnos)

[9] –Control de Máquinas y Accionamientos (3º curso Graduado en Ing. Eléctrica 32 alumnos)

ANEXO II

En las figuras se muestran las modelizaciones y simulaciones realizadas de:

A) Un Limitador parcial o polarizado

(se les indica que comprueben cómo conectando una batería/fuente de tensión (V_a) en el circuito de limitación serie o paralelo variamos el grado de limitación en la cresta del semiciclo afectado).

Circuito Limitador parcial o polarizado

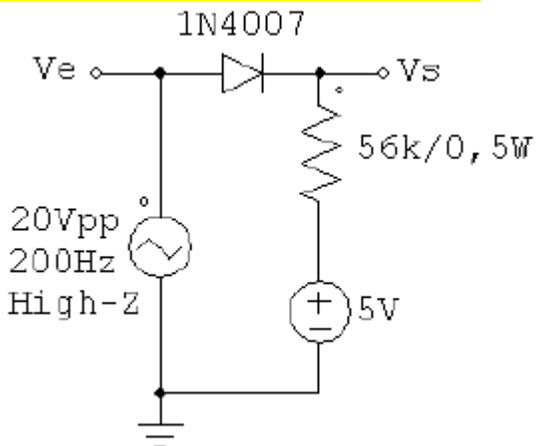
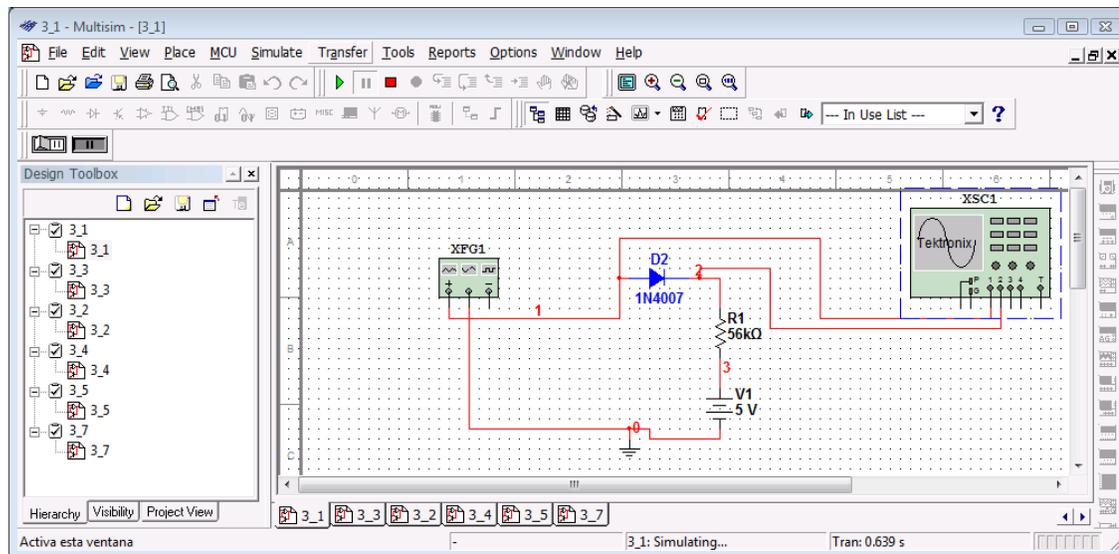
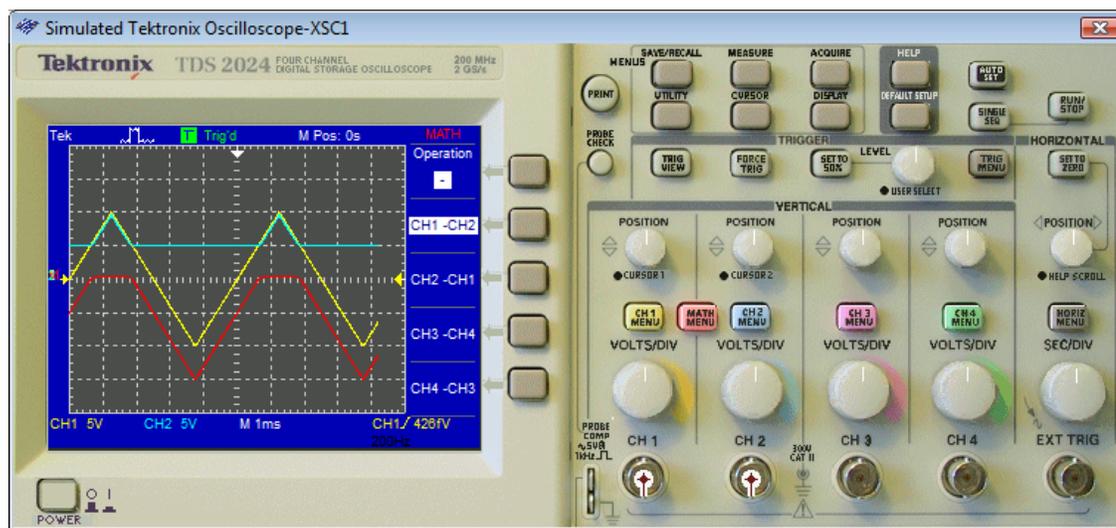


Diagrama del circuito modelizado

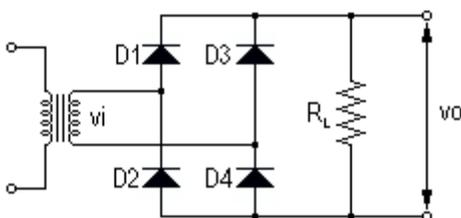


Algunas respuestas obtenidas en la simulación



B) Un Rectificador de doble onda en puente de Graetz

(se les pide que realicen la modelización para no necesitar un transformador con toma intermedia -- la alternancia en los periodos de conducción se produce naturalmente debido a la topología del circuito, esto es, cuando la señal de entrada se encuentra en el semiciclo positivo D1 y D4 se encuentran polarizados directamente mientras que el negativo lo están D2 y D3.)



Circuito Rectificador de doble onda en puente de Graetz

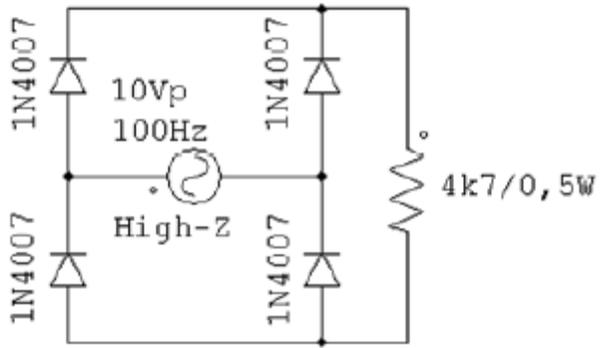
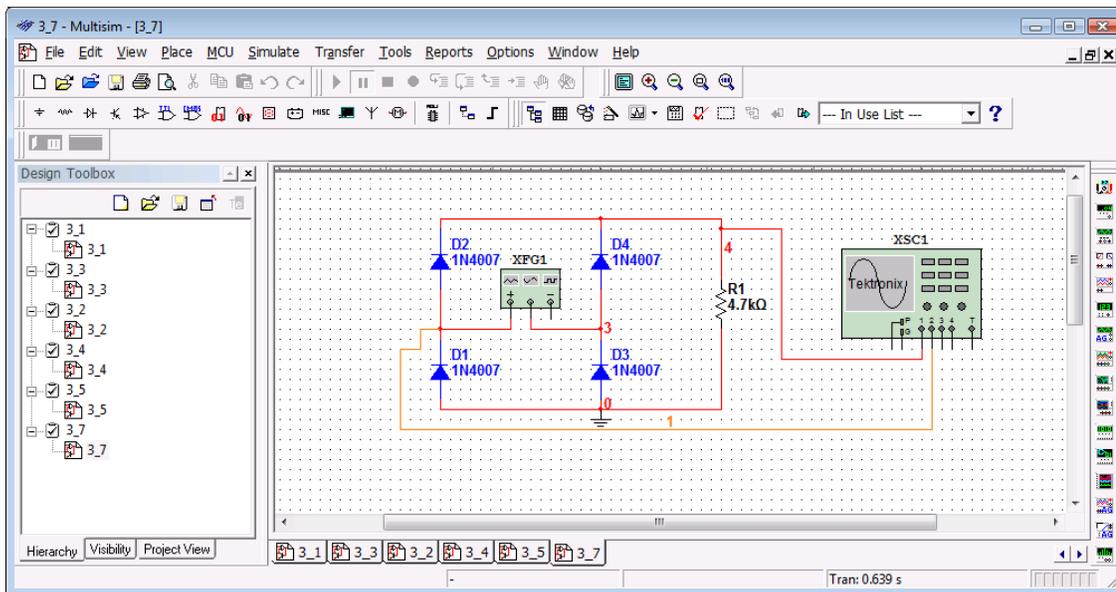
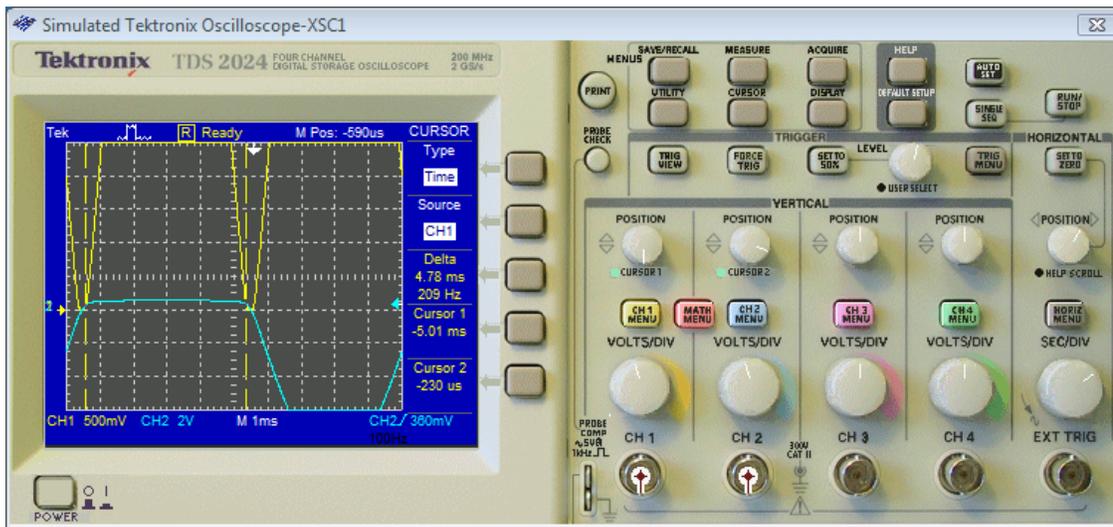
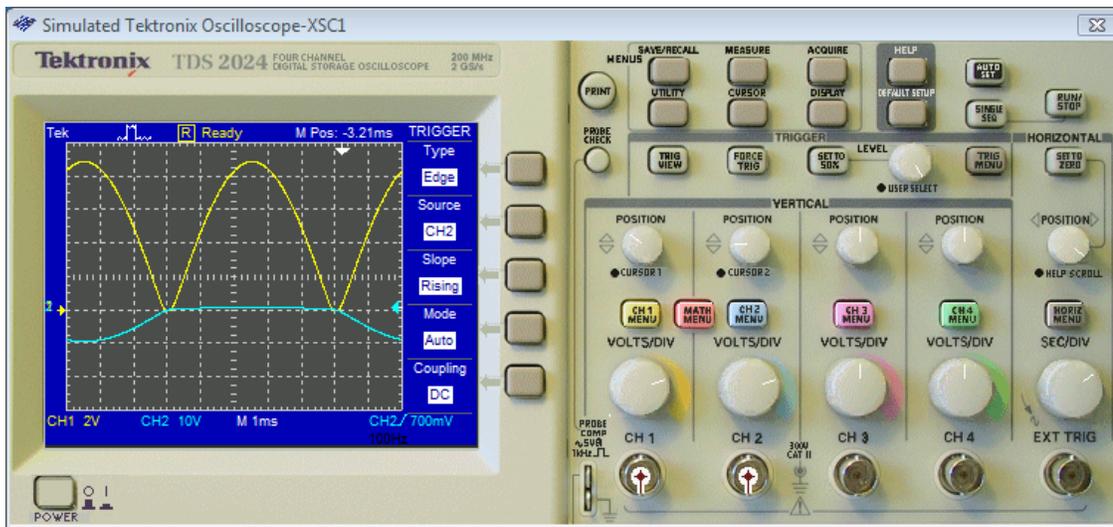


Diagrama del circuito modelizado



Algunas respuestas obtenidas en la simulación



ANEXO III. Tabla de indicadores de evaluación del pensamiento crítico (CT)

Indicadores de evaluación del CT	Descripción	Elemento de CT	Estándares intelectuales
Clarificación	Formula el problema precisa y claramente.	Information Interpretation Clarifying Meaning	C-E-P
	Identifica las cuestiones esenciales que se plantean en el problema.	Information Interpretation Categorization Clarifying Meaning	C-E-P-R
	Define o critica la definición de términos relevantes.	Information Interpretation Decoding Significance	C-E-P
	Identifica relaciones entre las diferentes partes del problema.	Interpretation Categorization Analysis Identifying Arguments	C-E-P
	Identifica una o más suposiciones subyacentes en las partes del problema.	Interpretation Categorization Analysis Identifying Arguments Examining Ideas	C-E-P-Pr
	Analiza, negocia o discute la esfera de incumbencia del problema.	Analysis Identifying Arguments Examining Ideas	C-E-P-Pr-A-R
Valoración	Demuestra o cuestiona la validez o relevancia de los argumentos expuestos.	Analysis Evaluation Explanation	C-E-P-Pr
	Recopila y valora información relevante.	Analysis Evaluation	C-E-P-Pr-A-R
	Hace juicios de valor sobre los criterios de valoración o los argumentos.	Analysis Evaluation	C-E-P-Pr
Inferencia	Llega a través de un razonamiento correcto a las conclusiones	Inference Explanation	C-E-P-Pr
	Hace deducciones apropiadas de los resultados obtenidos.	Inference Explanation	C-E-P-Pr
	Formula relaciones entre las diferentes partes del problema.	Inference	C-E-P-Pr
	Hace generalizaciones de resultados relevantes.	Inference	C-E-P-A-Pr
Estrategias	Propone enfoques alternativos de pensamiento y resolución	Inference	C-E-P-A-R-Pr
	Propone pasos específicos para llegar a la solución.	Explanation	C-E-P-A-R-Pr
	Discute y evalúa los pasos posibles. Predice resultados de los pasos propuestos.	Inference Self-Regulation	C-E-P-A-R-Pr
Estándares Intelectuales:			
C-Claridad (Clarity); E-Exactitud (Accuracy); P-Precisión (Precision); R-Relevancia (Relevance); Pr-Profundidad (Depth); A-Amplitud (Breadth)			