

# INTEGRACIÓN DE LA SIMULACIÓN INFORMÁTICA NO PRESENCIAL Y LA ENSEÑANZA TRADICIONAL. UN MÉTODO DE EVALUACIÓN CONTINUA

## INTEGRATION OF THE COMPUTER SIMULATION AND THE TRADITIONAL TEACHING. A CONTINUOUS CLASSROOM ASSESSMENT

Félix Biscarri Triviño  
[fbiscarri@us.es](mailto:fbiscarri@us.es)

Carlos León de Mora  
[cleon@us.es](mailto:cleon@us.es)

Francisco Javier Molina Cantero  
[fjmolina@us.es](mailto:fjmolina@us.es)

Alberto Molina Cantero  
[almolina@us.es](mailto:almolina@us.es)

*Universidad de Sevilla. Dpto. de Tecnología Electrónica.*

### *Resumen.*

*La Universidad de Berkeley desarrolló el programa PSPICE para simulación de circuitos electrónicos. De hecho, el acrónimo PSPICE hace referencia a 'Programa de Simulación centrado en la Integración de Circuitos'. El sujeto principal de este artículo es presentar el esfuerzo de un grupo de profesores universitarios en innovación docente: el desarrollo de un material educativo semipresencial que aúna PSPICE y la enseñanza de la electrónica de Potencia. Se ha aplicado este material a una evaluación continua del alumnado.*

*Palabras Clave: Estilos de aprendizaje, Educación, método de evaluación, PSPICE*

### *Abstract.*

*U.C. Berkeley developed the SPICE program to simulate integrated circuits. In fact, the acronym SPICE stands for Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis. The aim of this paper is to present a team effort in education innovation: the development of an education material to join the SPICE program to simulate integrated circuits teaching and Power Electronics teaching. A continuous classroom assessment has been developed.*

*Keywords: Styles of learning, education, evaluation methodology, PSPICE*

## **1. Introducción.**

El uso de las nuevas tecnologías en la docencia se asocia, con frecuencia de modo exclusivo, a internet y a la enseñanza 'on-line'. Sin embargo, sus aplicaciones son muy variadas. En primer lugar, todo método pedagógico puede y debe modificarse, de forma más o menos importante, para adaptarlo a los conocimientos y posibilidades que brindan las nuevas tecnologías. En segundo lugar, debe hacerse lo propio con los sistemas de evaluación de los aprendizajes adquiridos, como medio para favorecer una enseñanza de calidad. Este artículo presenta una contribución en este sentido.

Así, de acuerdo con Marqués, P. (2003), el profesor debe disponer, actualizar y enriquecer constantemente su web de servicios docentes. Pero, además, si es posible, propugnamos por un mayor uso de la herramienta informática, no sólo para establecer redes de comunicación, sino para aprovechar las posibilidades del software específico en la docencia, en el aprendizaje y en la evaluación.

## **2. Sujetos y bases.**

Se plantea un nuevo método de evaluación continua de la asignatura Electrónica de Potencia, 3er Curso de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en Electrónica Industrial, Escuela Universitaria Politécnica, Universidad de Sevilla. Dicho método consiste, en parte, en la resolución analítica, por parte del alumnado, de una colección de problemas propuestos que cubren el temario de la asignatura, su redacción y presentación al profesor. Se les pide, además, una simulación por ordenador del comportamiento del circuito propuesto. Para ello debe usar la herramienta PSPICE, cuya versión de evaluación es gratuita y sin limitación de funciones para el tipo de circuitos que nos ocupa. Así, el alumno debe presentar una resolución analítica de las intensidades y tensiones en los componentes electrónicos y una discusión de este resultado con los mismos cálculos simulados con PSPICE. La resolución correcta de toda la serie de problemas permite aprobar la asignatura. Para elevar la nota, los alumnos deben, además, implementar uno de los circuitos estudiados en un circuito impreso y medir experimentalmente su comportamiento, comparando estos resultados con los anteriores.

### 3. Justificación del proyecto educativo.

En primer lugar, no se había aplicado con anterioridad, al menos en el ámbito que conocemos, un método de evaluación 'personalizado' como el que se expone en este artículo. La experiencia nos dicta que ha sido de extrema utilidad para el desarrollo curricular de los estudiantes de ingeniería electrónica.

No existía en la enseñanza desarrollada por nuestro departamento una asignatura que contemplara, integrados, la accesibilidad, potencia y nulo precio de la simulación electrónica con el aprendizaje teórico de la electrónica. Si en cuanto a prácticas regladas, pero no integradas en un método de evaluación/aprendizaje.

Se ha comprobado, por los resultados académicos, cómo el aprendizaje se amplía y enriquece, respecto al método tradicional. El alumno puede comprobar por sí mismo la coherencia de los resultados obtenidos, puede ver las representaciones gráficas de las señales eléctricas (intensidades y tensiones), puede calcular potencias y otras variables de interés y realizar aproximaciones de cálculos complejos, como la disipación de calor en componentes electrónicos. Al final del proceso comprueba, por sí mismo, con la ayuda de la herramienta software, si sus cálculos son correctos. Aprecia la diferencia entre la teoría, la simulación y los circuitos reales y la bondad o no de los modelos empleados. La enseñanza teórica y práctica de estos temas abre la puerta a nuevas posibilidades de aprendizaje (y evaluación) en la electrónica.

Otra de las ventajas del método de evaluación expuesto es que es aplicable, a pesar del elevado ratio alumnos por profesor actualmente imperante, gracias a la ayuda que la simulación presta al alumno. En cuanto al número de integrantes del grupo docente, autores como Medina, A. (1988) consideran que el número de miembros debe oscilar entre 5 y 7. Sin embargo, otros autores (entre los que nos encontramos) entienden que un número entre 15 y 20 personas puede asegurar la calidad de la interacción. Respecto a la enseñanza/evaluación tradicional el tiempo empleado por alumno crece (como en todo proceso individualizado) pero es asumible, al ser un aprendizaje guiado.

### 4. Objetivos

El principal objetivo ha sido la elaboración de un sistema de enseñanza/evaluación completo que usa la simulación por ordenador de circuitos electrónicos para que el alumno compruebe, a priori, los resultados propuestos al profesor.

Respecto a la construcción del sistema evaluador, se han considerado particularmente interesantes los puntos a), b) y e) que se detallan, del trabajo de Dochy, F.; Segers, M. y Dierick, S. (2002), que plantean 5 métodos combinados de evaluación:

- a) Evaluación por portfolio: cada alumno posee una carpeta donde va introduciendo aquellos trabajos más representativos de su progreso.
- b) Prueba general: basada en la resolución de problemas, a nivel individual y grupal.
- c) Autoevaluación.
- d) Evaluación de Iguales: entre alumnos del mismo nivel.
- e) Co-evaluación: entre el docente y los estudiantes.

Así se ha diseñado un sistema que pretende motivar al alumno a profundizar en el estudio teórico de los circuitos, a resolver las dificultades que encuentra y a presentar un trabajo con la tranquilidad de

saber que la resolución es correcta, por la redundancia del método de resolución de problemas (Prueba general). Una entrevista personal complementa la evaluación, para comprobar si el trabajo ha sido realizado por el alumno que lo presenta y la profundidad de conocimiento que tiene, si cubre los conocimientos exigidos (Co-evaluación). El mero hecho de saber que deben pasar esta prueba evita que ciertos alumnos se aprovechen del trabajo de otros. No se ha impedido, sino fomentado, la colaboración entre alumnos, pero implicando a todos en el proceso de aprendizaje. Una serie de preguntas básicas sobre el desarrollo del proceso basta para este fin.

## 5. Contenidos desarrollados

Este proceso evaluador pretende especificar claramente lo que el estudiante debe aprender. La disposición de material recoge los conceptos de usabilidad, organización de la información y legibilidad desarrollados por Nielsen (2002), aplicados por él concretamente a la enseñanza a través de web, pero siendo perfectamente aplicables esta la enseñanza semipresencial.

Los contenidos desarrollados se detallan a continuación:

1) Estudio del simulador PSPICE para diseño y simulación de circuitos electrónicos por ordenador. Conjunto de instrucciones. Lenguaje de programación. Ejercicios prácticos.

La consulta de textos especializados es de interés. Puede consultarse, por ejemplo, Figueres, E. y otros (1999).

2) Presentación de los circuitos electrónicos reales más comunes. Estudio teórico en clase. Ejemplos prácticos. Circuitos con interruptores. Conversión de energía. Ejercicios prácticos.

3) Estudio de los sistemas reales por simulación. Ventajas e inconvenientes. Posibilidades. Redundancia de información y control de calidad.

4) La presentación al alumno de una serie de problemas, de dificultad gradual, que resolverán por simulación y analíticamente y cuya superación les permitirá superar la asignatura.

## 6. Metodología y actividades.

Se ha formado un grupo de trabajo compuesto por los profesores firmantes y los alumnos de la asignatura troncal "Electrónica de Potencia", de la titulación de Ingeniero Técnico Industrial, Especialidad Electrónica Industrial, impartida en la Escuela Universitaria Politécnica de la Universidad de Sevilla.

Respecto al docente, Gisbert y otros (2001), exponen que debe: saber (conocimientos que debe poseer), saber hacer (diseño e implementación de los cursos) y saber ser (habilidades y destrezas comunicativas y sociales). Se ha tratado de cuidar el diseño y la implementación del curso y elaborar un material claro para el aprendizaje/evaluación. En la formación a distancia, en entorno semipresencial en este caso, no debe menospreciarse el entorno a través del cual se desarrollan los contenidos didácticos, debido a la influencia que estos escenarios pueden ejercer sobre los procesos cognitivos (Del Moral, 2005).

Planteado desde un punto de vista eminentemente práctico para el alumnado, se han elaborado cinco boletines de ejercicios o problemas prácticos, que los alumnos han resuelto individualmente. Una vez presentados cada uno de los boletines pedidos, con la temporalidad prevista (repartidos en el curso), se han corregido y discutido los resultados de cada problema en clase. Los alumnos que no han seguido el programa de evaluación optativo han podido así beneficiarse, al menos, de una serie de ejercicios de interés. No es un método de evaluación que sustituye al clásico (exámenes), sino que lo complementa. Si no se supera la evaluación expuesta, siempre se tiene la opción de realizar el examen ordinario de la asignatura. El amplio trabajo desarrollado durante el curso nunca es en balde.

Una vez superados todos los problemas de los 5 boletines, se ha realizado una prueba oral para comprobar la profundidad y comprensión del aprendizaje, con resultados muy satisfactorios, como se observa en el epígrafe siguiente, correspondiente a los resultados de la evaluación.

## 7. Resultados académicos.

Se ha realizado la evaluación continua durante los cursos académicos 2004-05 y 2005-06. Veamos la evolución del proceso evaluador y comentemos los resultados.

### 7.1. Curso 2004-05.

Los resultados de la convocatoria ordinaria, primer cuatrimestre, curso 2004-05, se muestran a continuación. Incluyen a todos los alumnos del grupo, evaluados por el método descrito o por la evaluación tradicional, para comprobar la influencia de esta alternativa de evaluación en el grupo. Además, al discutir los resultados de los boletines en clase, todo el alumnado se beneficia del método. En la Figura 1 se presentan los datos en porcentaje.

Alumnos matriculados: 43

Presentados: 24

Superan: 18 (5 aprobados, 9 notables, 4 sobresalientes)

No superan: 6

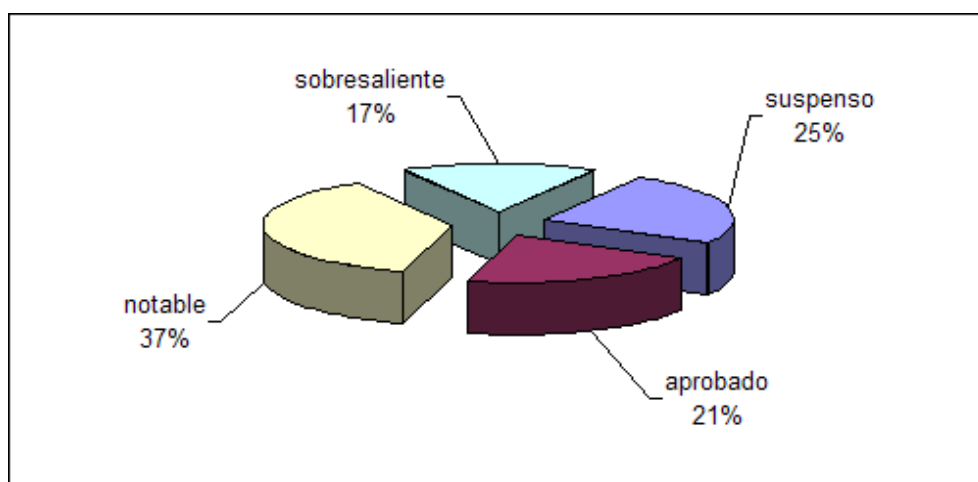


Figura nº 1. Calificaciones 2004-05 globales obtenidas (porcentajes respecto al número de alumnos presentados).

El porcentaje de alumnos que superan la asignatura, respecto a los presentados, es alto. Asimismo, las calificaciones de los aprobados son muy satisfactorias, respecto a resultados históricos, donde predominaban ampliamente los aprobados frente a los notables y sobresalientes. Cabe comentar que, en esta asignatura, como en el resto de las de tercer curso de Ingeniería Técnica Industrial, tradicionalmente, el porcentaje de presentados es bajo, al cursar los alumnos asignaturas de varios cursos simultáneamente.

Particularicemos ahora los resultados distinguiendo entre los dos métodos de evaluación empleados: tradicional y voluntario. De los 24 alumnos calificados, 9 de ellos comenzaron con el programa voluntario de evaluación continua. 3 de ellos no superaron el primer boletín de problemas, continuando con la evaluación tradicional: no lo entregaron en la fecha prevista, o bien lo entregaron incompleto. Los 6 restantes superaron los 4 boletines exigidos y la prueba oral, con altas calificaciones (3 notables y 3 sobresalientes). No se añade aquí un gráfico que represente estos datos ya que la muestra es demasiado pequeña (9 alumnos en total siguieron este método de evaluación). Los porcentajes pueden llevar a interpretaciones erróneas. La conclusión más obvia es que los pocos que siguieron el ritmo de trabajo exigido aprobaron con buena nota. La impresión del profesorado de la evaluación continua fue positiva.

La comparativa con el pasado curso apoya la bondad de este método de evaluación.

### 7.2. Curso 2005-06.

Los resultados de la convocatoria ordinaria, primer cuatrimestre, curso 2005-06, se muestran a continuación. De nuevo incluiremos, primero, a todos los alumnos del grupo, evaluados por el método descrito o por la evaluación tradicional, para comprobar la influencia de esta alternativa de evaluación en el grupo (Figura 2, datos en porcentaje).

Alumnos matriculados: 82

Presentados: 47

Superan: 29 (22 aprobados, 4 notables, 3 sobresalientes)

No superan: 18

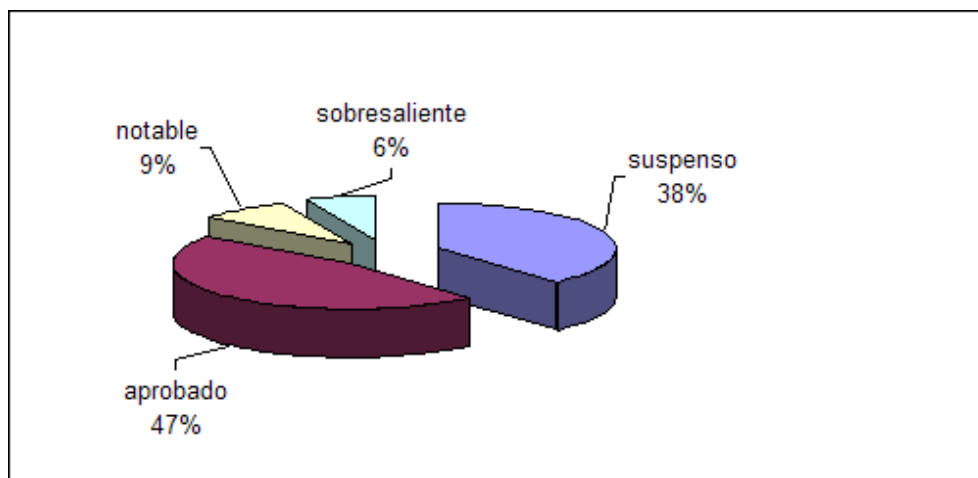


Figura nº 2. Calificaciones 2005-06 globales obtenidas (porcentajes respecto al número de alumnos presentados).

Como primer comentario, el número de alumnos, tanto matriculados como presentados, dobla al del curso anterior. Los datos que arrojan las encuestas de satisfacción indican una clara mejora en la percepción de la asignatura por parte del alumnado, de cara a decidir matricularse o no. Si bien el porcentaje de suspensos aumenta (del 25% al 38%), sigue siendo bajo respecto a los datos de años anteriores al estudio y además, este dato acentúa las ventajas de la evaluación optativa frente a la tradicional, como se verá a continuación.

Particularicemos ahora los resultados distinguiendo entre los dos métodos de evaluación empleados: tradicional y voluntario. De los 47 alumnos calificados, 28 de ellos comenzaron con el programa voluntario de evaluación continua. 5 de ellos no superaron algún boletín de problemas, continuando con la evaluación tradicional: no lo entregaron en la fecha prevista, o bien lo entregaron incompleto. Los 23 restantes superaron los 4 boletines exigidos. La prueba oral fue superada por 18 de ellos, con las siguientes calificaciones: 5 suspensos, 12 aprobados, 4 notables y 2 sobresalientes. La impresión del profesorado de la evaluación continua siendo muy positiva. La figura 3 presenta estos datos en porcentaje.

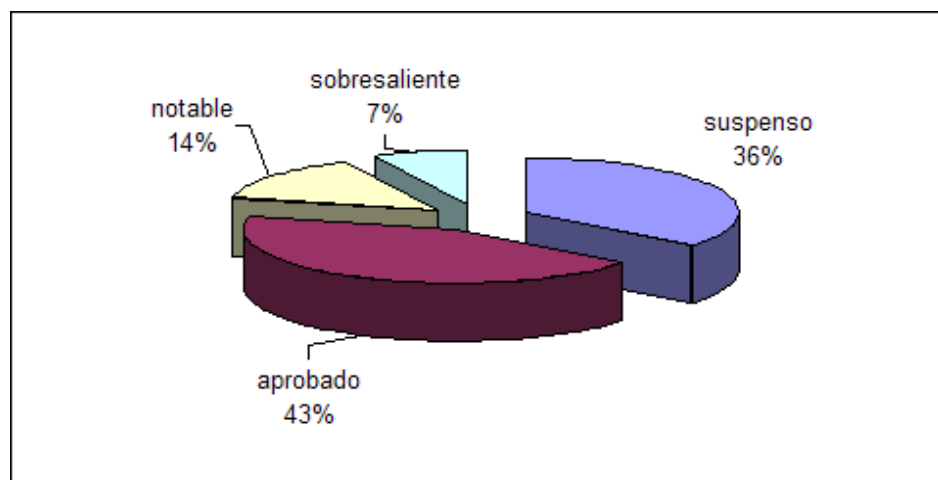


Figura nº 3. Calificaciones 2005-06 obtenidas en la evaluación optativa (porcentajes respecto al número de alumnos presentados).

## 8. Discusión y resultados. Conclusiones.

Los resultados avalan el método descrito. La satisfacción manifestada por el alumnado ha sido alta, a pesar del gran esfuerzo exigido. Volveremos a repetirla el próximo año.

Con trabajos como la evaluación continua presentada, en el campo de la integración curricular, se completa la formación global del alumno, incidiendo en la interdisciplinariedad, en el campo de la enseñanza de la electrónica (Villar Angulo, L.M., 1999). Los autores piensan que deben hacerse esfuerzos en este sentido, por parte del profesorado, de acuerdo con la Declaración de Bolonia de 19 de junio de 1999, firmada de manera conjunta por los ministros europeos de educación, y que marca formalmente el inicio del proceso de convergencia hacia un espacio europeo de enseñanza superior (puede consultarse en <http://www.us.es/us/temasuniv/espacio-euro/>).

Por otra parte, el desarrollo de la innovación ha sido correcto debido a la excelente disposición del grupo de trabajo, en particular del alumnado. El trabajo con grupos relativamente reducidos y muy implicados ha demostrado una vez más su eficacia en tareas de este tipo. Consúltese Pons Piedrafita, F. (1996).

Si desea más detalles sobre los contenidos de este artículo, con gusto le ampliaremos la información. Por favor, contacte con los autores para cualquier sugerencia o discusión respecto al trabajo presentado.

## 9. Agradecimientos.

Los autores agradecen al Instituto de Ciencias de la Educación, centro universitario adscrito al vicerrectorado de Docencia de la Universidad de Sevilla, su apoyo en los proyectos de innovación docente realizados en los últimos años.

## 10. Referencias Bibliográficas

DEL MORAL, M. y VILLALUSTRE, L. (2005). Adaptación de los Entornos Virtuales a los Estilos Cognitivos de los Estudiantes: un Factor de Calidad en la Docencia Virtual. **Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación**, nº 26, julio 2005, pp. 16-25.

DOCHY, F. , SEGERS, M. y DIERICK, S. (2002). Nuevas Vías de Aprendizaje y Enseñanza y sus Consecuencias: Una Nueva Era de Evaluación. **Boletín de la Red Estatal de Docencia Universitaria**, Vol. 2, nº 2, pp. 13-29.

FIGUERES, E. y otros (1999). **Simulación de Circuitos Electrónicos de Potencia con PSPICE**. Universidad Politécnica de Valencia. ISBN 84-7721-768-8

GISBERT y otros. (2001). Acción Tutorial en Entornos Virtuales de Enseñanza/Aprendizaje, **CIVE**, 2-6 de abril 2001. Consúltese [cibereduca.com](http://cibereduca.com)

MARQUÉS, P. (2003). **La Pizarra Digital**. <http://dewey.uab.es/pmarques/pizarra.htm>

MEDINA, A. (1998). **Didáctica e Interacción en el Aula**. Madrid. Cincel.

NIELSEN, J. (2002). **Usabilidad. Diseño de Sitios Web**. Ed. Pearson Educación. Madrid.

PONS PIEDRAFITA, F. (1996). **Consideraciones para la elaboración de un programa docente universitario**. Documentos para la calidad. Sevilla.

VILLAR ANGULO, L.M. (1999). **Consideraciones para la elaboración de un programa docente universitario**. Documentos para la calidad. Sevilla.