



## ESCALANDO LA MURALLA DE LOS SUBSISTEMAS ANALÓGICOS

Margarita Ruiz García<sup>a</sup>, José Miguel Galeas Merchán<sup>b</sup> y Carmen García Berdonés<sup>c</sup>

Dpto. Tecnología Electrónica - Universidad de Málaga (<sup>a</sup>[mcruez@uma](mailto:mcruez@uma), <sup>b</sup>[jgaleas@uma.es](mailto:jgaleas@uma.es),  
<sup>c</sup>[berdonos@uma.es](mailto:berdonos@uma.es))

### ABSTRACT

This work is a compilation of activities aimed at reviewing previous concepts. The different methodologies used serve as a means for the students to acquire these concepts, much like adding steps, progressively, their own ladder that makes it easier for them to climb the wall that they find due to their lack of knowledge. The students were also consulted on the methodologies used in order to implement them in previous subjects. The results, both in terms of academic performance and satisfaction, have been positive.

*Keywords:* docent methodolo, stimulation, assimilation, ladder, feedback.

### RESUMEN

Este trabajo es un dossier de actividades de repaso de conceptos previos. Las distintas metodologías empleadas son el medio para que el alumnado los vaya adquiriendo, es como ir añadiendo peldaños, progresivamente, a una escalera propia que les facilite escalar la muralla que encuentran por su desconocimiento. El alumnado también ha sido consultado sobre las metodologías usadas de cara a implantarlas en asignaturas previas. Los resultados, académicos y de satisfacción, han sido positivos.

*Palabras clave:* metodología docente, magistral, electrónica analógica, coordinación.

### 1. Introducción y objetivos

El riesgo de que el alumnado no realice gradualmente un aprendizaje significativo a lo largo su carrera universitaria fue expresada por Zabalza [1]): "... tenemos la fantasía de que vamos construyendo, pieza a pieza, el edificio del conocimiento de nuestros estudiantes... Lo que ellos y ellas viven es que cada profesor les va lanzando su propio ladrillo y que su tarea

principal es tratar de esquivarlos para que no les rompan la crisma ...Al final, obviamente, no tienen un edificio ... sino un montón de ladrillos, de muchos de los cuales, sobre todo si pertenecen a años pasados, ya no tienen ni noticia". Por otro lado, el aprendizaje significativo del alumnado está íntimamente ligado con el uso de la metodología docente adecuada. La tradicional clase magistral es una metodología perfectamente válida, pero coincidimos con Medina Moya [2] en la necesidad de apoyar a la clase expositiva con otros recursos que ayuden al estudiante a mantener la atención activa que el aprendizaje significativo requiere. Dos posibles opciones son: la interacción directa con el alumnado, que le invita a abandonar la actitud pasiva típica de las clases tradicionales [3] o realizar una clase magistral, pero con un planteamiento que le resulte novedoso o sorpresivo [4]

La motivación del presente trabajo es la constatación de que el riesgo advertido por Zabalza es real en la asignatura Subsistemas Analógicos (SA) de tercer curso del grado de Ingeniería de Sistemas Electrónicos de la ETSI Telecomunicación de la Universidad de Málaga, escenario de la innovación docente que aquí se presenta. SA se fundamenta en una asignatura de segundo curso, Fundamentos de electrónica analógica y potencia (FEAP), donde se presentan los conceptos básicos de transistores. Se viene observando que parte del fracaso del alumnado en SA se debe a las serias carencias en los conceptos presentados en FEAP, carencias que se convierte en una gran muralla que es imprescindible escalar porque les impide enfrentarse a los sistemas complejos que plantea SA. Por tanto, nuestra necesidad a corto plazo era comenzar SA con un repaso eficiente de conceptos básicos. Pero también, y a medio plazo, que en la asignatura de FEAP se produjera realmente un aprendizaje significativo por parte del alumnado, que debería hacer innecesario el repaso.

Por todo lo dicho, nuestro objetivo fue crear un **dosier de repaso** con una doble misión:

- ⇒ **Repasar** los conceptos básicos de transistores, empleando clases magistrales no necesariamente tradicionales.
- ⇒ Utilizar este repaso para recabar la opinión del alumnado de SA sobre cómo **trasladar** estas clases de repaso a la asignatura de FEAP, en siguientes cursos (lo que debería, en principio, mejorar el grado de aprendizaje significativo)

## 2. Diseño de la actividad

### 2.1 OBJETIVOS

Esta actividad se diseñó con los siguientes objetivos:

- *Docentes (desde el punto de vista de la adquisición de las competencias)*
  1. Conocer cada uno de los tipos de transistores, BJT, JFET y MOSFET, caracterizados por sus zonas de funcionamiento y sus correspondientes ecuaciones.

2. Analizar las redes de polarización para cada transistor y modelarlos en pequeña (impedancia de entrada, impedancia de salida y ganancia de amplificación).
  3. Desarrollar la capacidad de resolver problemas de mayor complejidad con iniciativa, toma de decisiones y creatividad
- *De metodología docente*
    1. Añadir a las clases magistrales tradicionales elementos que permitan al alumnado aumentar su grado de participación.
    2. Impartir la clases magistrales de forma que produzcan sorpresa en el alumnado por no ser la forma tradicional de impartirlas.

## 2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Para satisfacer los objetivos planteados, se creó un dossier de repaso formado por cuatro bloques de clases diferenciadas por su metodología docente. El escenario era el siguiente: un grupo de estudiantes reducido que asistían de forma voluntaria y dos profesores que se encargaban de impartir la docencia.

1. Bloque 1. Origen magistral en los BJT (Clase magistral tradicional).

El dossier comenzó con una clase magistral tradicional en la que se plantean las claves de funcionamiento en continua de los transistores bipolares (BJT) para finalizar con un ejercicio. Pero en el desarrollo de este hubo un error que atrajo la atención tanto de profesores como del alumnado. Y esto se convirtió en el origen de todo, era necesario ayudarlos así, estimulando su necesidad de construir la escalera.
2. Bloque 2. Gazapo en los MOSFET (Clase magistral interactiva).

En este bloque se explica el funcionamiento en continua de los MOSFET y posteriormente se plantea un ejercicio. Este ejercicio se desarrolla usando una técnica de gamificación: el juego de buscar el gazapo. En él uno de los profesores desarrolla el ejercicio cometiendo errores premeditados en el rol de estudiante, mientras el otro interactúa con la clase buscando los gazapos introducidos y corrigiéndolos. Ya tenemos la estructura de la escalera, el análisis en continua de BJT y MOSFET.
3. Bloque 3. Roles en multietapas (Clase magistral impartida de forma novedosa).

En este bloque se presentan los modelos de pequeña señal y se plantea un ejercicio de amplificador multietapa, concretamente un cascode. La metodología usada para resolverlo es un juego de roles, que consiste en lo siguiente. Dado que el cascode está formado por un BJT y un MOSFET, cada profesor se identifica con uno de ellos. De este modo, a lo largo del desarrollo del ejercicio van lidiando hasta determinar cuál establece la pauta y cuál lo sigue, para combinar sus diferentes características y unirse en un amplificador mejor. Acabamos de dotar de algunos peldaños a la escalera.
4. Bloque 4. Diferencial con arte (Clase magistral usando elemento de otra disciplina).

El último bloque es el más complejo porque se refiere al amplificador diferencial. En este caso y para atraer la atención se hizo uso del arte como disciplina complementaria. La técnica usada es mostrar una presentación donde, con el arte, se

quiere generar un impacto visual que motive a enfrentarse al estudio del par diferencial de una forma diferente. Las fases en esta presentación son:



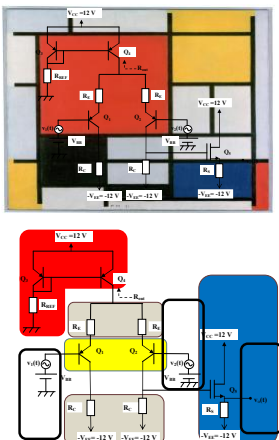

1º El *pensador de Rodin*. Pensando qué hacer con el par diferencial.

2º El *grito de Munch*. Pánico. No encuentran la solución porque tratan de llegar de forma directa al resultado, sin dividir el problema.

3º *Mondrian*. Se propone un método de resolución usando una obra de Mondrian. El diferencial tiene una serie de partes concretas, siempre presentes y que hay que identificar antes de empezar. Para esto se usa como símil a Mondrian y las diversas formas geométricas que integran la obra. Entre dos profesores se presentan cada uno de los bloques del diferencial marcándolos con las formas geométricas de intenso color típicas en Mondrian. A partir de este punto, se realiza el estudio completo de cada una de las partes señaladas, tanto en los entornos de continua como de alterna.

4º *Botticelli*. Se concluye con un bonito cuadro como el Nacimiento de Venus para simbolizar la sensación de satisfacción que se obtiene al resolver este ejercicio que tiene cierta complejidad. La escalera ya cuenta con todos los peldaños.

Tabla 1. Imágenes del bloque 4

1º Rodin	2º Munch	3º Mondrian	4º Botticelli
			

5. Bloque 5. Salta la muralla

Para asegurarnos que saben aplicar todos los conceptos que ya deben tener, se les pide que realicen de forma autónoma un ejercicio similar al resuelto en cada bloque y, así, usar **la escalera para saltar por fin la muralla** hacia los subsistemas analógicos.

**3. RESULTADOS**

Para valorar cada una de las metodologías de los cuatro bloques del dossier se administró un cuestionario a los 13 estudiantes que asistían. Vamos a describir a continuación las preguntas realizadas. Los resultados se incluyen en las tablas 2 y 3.

- Pregunta 1. Te ha parecido que todo era nuevo (es decir, no se acuerdan de nada y en realidad esto no es un repaso, sino presentar conceptos que les resultan nuevos). En la gráfica se aprecia cómo resulta todo más nuevo según se va pasando de bloque. Esto es porque al avanzar los bloques, aumenta la complejidad de sus contenidos.
- Pregunta 2. Te ha estimulado la clase muchísimo. Los resultados muestran que el bloque 1 (clase magistral) es el que les estimula menos, si bien las otras tres obtienen resultados muy similares. La última clase se acerca mucho a la máxima puntuación.
- Pregunta 3. Has aprendido una barbaridad en esta clase. Para el aprendizaje, se obtienen resultados similares a la estimulación, reportan aprender menos con la clase del bloque 1 (magistral), si bien las otras tres consiguen resultados muy parecidos.

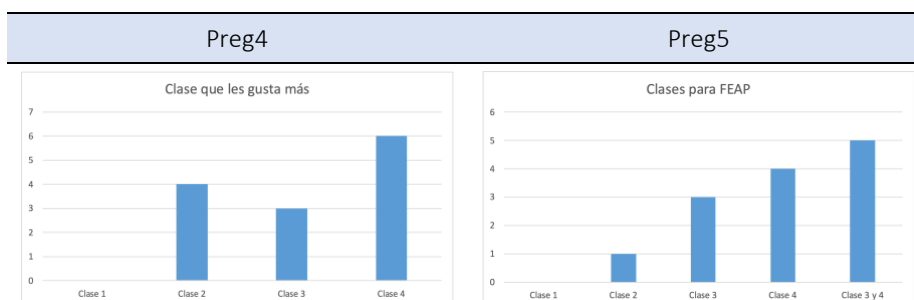
En las dos preguntas que siguen, se muestra cuántos alumnos votan a cada clase para analizar la metodología que les ha causado mejor impacto y cuál trasladarían a la asignatura previa.

- Pregunta 4. Clase que te ha gustado más. La gráfica muestra que nadie vota a la clase 1 (magistral), la más votada es la clase 4 y las clases 2 y 3 obtienen resultados muy similares, siendo mejor la clase 2.
- Pregunta 5. Clase que recomiendas para FEAP. Merece la pena destacar que la clase más votada es el diferencial con arte (clase 4) y que recomiendan usar los tipos de clase 3 (juego de rol) y tipo 4 (diferencial con arte) para retroalimentar a FEAP.

Tabla 2. Preguntas 1-3 del cuestionario. Escala Likert (1.- En total desacuerdo; 5.- Totalmente de acuerdo). Media de las respuestas obtenidas vs Número de bloque del dossier



Tabla 3. Preguntas 4-5 del cuestionario. Número de estudiantes que votan por cada uno de los tipos de clase asociada a cada bloque del dossier



Tras analizar los resultados, tuvimos un encuentro personal con el alumnado participante para recabar más información sobre las metodologías usadas y sus razones para recomendarlas. Los resultados de esta fase cualitativa no se muestran aquí por razones de espacio.

En cuanto a los resultados académicos, este curso han mejorado notablemente respecto al curso anterior, lo que en parte se puede relacionar con este dossier de repaso. La tasa de aprobados ha pasado de un 30% a un 52%. El pasado curso la nota más alta fue aprobado, en cambio este año ha habido un 9,5% de matrículas de honor y un 4,7% de notables.

#### **4. CONCLUSIONES**

Esta experiencia ha sido muy enriquecedora para valorar el efecto de los diversos tipos de clases en la estimulación y aprendizaje de los alumnos. Se puede concluir que los alumnos valoran positivamente estas técnicas dados los resultados de la encuesta. A lo largo del desarrollo de la asignatura SA, se ha comprobado que los alumnos que han usado el recurso de este dossier de repaso han seguido la asignatura con más facilidad, es decir, han conseguido montar su propia escalera para escalar la muralla hacia los subsistemas analógicos. Pero también hay que resaltar que los tres nuevos tipos de clases magistrales aquí ensayadas han requerido de la participación de un segundo profesor. Es probable que este requerimiento de más recursos humanos sea un hándicap para la puesta en marcha de estas metodologías.

Es interesante aplicar las clases recomendadas en la asignatura de FEAP para estimular a los alumnos en la asimilación de los conceptos de transistores y par diferencial. En el futuro trataremos de comprobar si el uso de este tipo de clases en la asignatura previa de FEAP, tiene un efecto positivo en el aprendizaje, es decir, si cuando cursan la asignatura SA, manejan mejor los conceptos previos.

#### **5. AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo ha sido financiado en parte por el Proyecto de Innovación Educativa PIE-163 (TOP\_GISE), PIE22-62 (Comp. Transv. en GISE) y por el I Plan Propio Integral de Docencia, ambos de la Universidad de Málaga.

#### **6. REFERENCIAS**

- [1] M. Á. Zabalza (2012), Articulación y rediseño curricular: el eterno desafío institucional. *Revista de Docencia Universitaria* 10(3), 17–48.
- [2] J. L. Medina Moya y B. Jarruta Borrasca (2013), *Enseñanza y aprendizaje en la educación superior*, Síntesis.
- [3] M. de Miguel Díaz (2009), Clases teóricas, en M. de Miguel Díaz (Ed.), *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior* (pp.27-45), Alianza.
- [4] M. I. Foster & M. T. Keane (2019), The Role of Surprise in Learning: Different Surprising Outcomes Affect Memorability Differentially, *Topics in Cognitive Science*, 11(1), 75–87.