

## Retos en el laboratorio. Gamificar una prueba de autoevaluación

**Carmen de Trazegnies Otero**

*Dept. Tecnología Electrónica, Univ. Málaga, España*

**Margarita Ruiz García**

*Dept. Tecnología Electrónica, Univ. Málaga, España*

**Concepción Téllez Labao**

*Dept. Tecnología Electrónica, Univ. Málaga, España*

**Carmen García Berdonés**

*Dept. Tecnología Electrónica, Univ. Málaga, España*

### Abstract

En el contexto de la migración temporal de docencia presencial a docencia remota debido a la emergencia sanitaria por la pandemia de COVID-19, las actividades de aprendizaje que se vieron afectadas de forma más drástica fueron las prácticas, especialmente cuando requerían el uso de material y/o equipamiento especializado de laboratorio.

En los estudios de orientación tecnológica, en particular en los grados de Ingeniería impartidos en la Escuela de Telecomunicación de la Universidad de Málaga estas carencias tienen especial importancia, y alcanzan el mayor impacto negativo en la promoción que inició el primer curso de Grado en el curso 2019-2020, cuya introducción al trabajo de laboratorio debería haberse producido precisamente durante los meses de confinamiento, entre marzo y junio de 2020.

Con la intención de paliar este efecto, la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación de Málaga adaptó la programación de segundo curso del año 2020-21 de forma que asumiera la introducción al trabajo práctico de laboratorio antes de empezar con el trabajo de segundo curso propiamente dicho.

En el actual curso 2021-22, las carencias de trabajo experimental deberían estar ya resueltas. Sin embargo, dada la amplia casuística que ha sufrido el alumnado en los últimos dos años, aún se pueden encontrar en segundo curso estudiantes con muy diversos grados de experiencia en el trabajo de laboratorio.

Para solventar estas diferencias de base, se pensó realizar una experiencia de autoevaluación de una duración de dos horas, basada en un esquema de aprendizaje lúdico-competitivo.

*Keywords: keyword 1; keyword 2; keyword 3; keyword 4; keyword 5.*

## 1. Introducción

En el escenario de los grados de Sistemas de Telecomunicación, Telemática y Sistemas Electrónicos de la ETSI Telecomunicación de la Universidad de Málaga, se requiere un buen aprendizaje de la electrónica básica en sus primeros cursos. En estos primeros cursos de ingeniería, la aproximación metodológica escogida para la enseñanza de la electrónica incide en la facilidad (o dificultad) para aprender conceptos básicos que se requerirán para comprender materias posteriores (Herman et al., 2011). Es muy importante crear condiciones óptimas para el aprendizaje, como son la motivación por aprender o la participación activa del alumnado en dicho aprendizaje (Fernández March, 2006). Así, en la literatura se pueden encontrar diversas propuestas de metodología activas de aprendizaje para la electrónica básica, como el uso de la clase invertida (Yelamarthi & Drake, 2015), del aprendizaje basado en proyectos (Jordana & Robert, 2015) o de la gamificación (Dochtsis et al., 2021). Algunas de estas metodologías, a su vez, se apoyan en el denominado aprendizaje colaborativo, término que, en general, se refiere al hecho de quitar al docente su tradicional protagonismo en clase para dárselo a la cooperación entre iguales del alumnado, de nuevo con el afán de hacer al estudiante protagonista de su propio aprendizaje (Laal & Laal, 2012).

La propuesta de actividad docente que aquí se presenta está ligada a las técnicas de gamificación, ya que, como se detallará más adelante, se propone al alumnado la realización de una práctica básica como un juego a realizar en clase que será una autoevaluación. Uno de los elementos propios de los juegos que se usará para propiciar la implicación del estudiante con la actividad, será la gratificación emocional que reporta conseguir una insignia. En nuestro caso, no se usarán insignias digitales, como las que ya implementan algunas plataformas de aprendizaje como Moodle (Martín Vilchez, 2020), sino pegatinas físicas de diseños divertidos.

## 2. Metodología

La experiencia se realizó en la asignatura de Fundamentos de Electrónica Analógica y Potencia,

común a los grados de Ingeniería de Telemática (grado TEL), Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación (grado ST) e Ingeniería de Sistemas Electrónicos (grado SE). Se propuso al alumnado la realización de una práctica básica de montaje de circuitos analógicos y medición de parámetros eléctricos, dividida en etapas según el grado de dificultad de los objetivos de cada una de ellas. La superación de cada etapa suponía una recompensa simbólica que se otorgaba públicamente. Para el alumnado el reto era en todos los casos llegar al máximo nivel de dificultad en un tiempo limitado a una sesión de laboratorio (dos horas). El alumnado podía escoger entre trabajar en solitario o por parejas. Dentro de esta base común, se hizo una diferencia metodológica en el grado de motivación:

En el grupo del Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación, la recompensa era únicamente emocional, la concesión pública de una insignia, una pegatina de colores, por reto conseguido. No había limitación en el número de estudiantes que eventualmente podrían conseguir la insignia ni había una recompensa en forma de puntuación aditiva a su nota del curso.

En el grupo del Grado en Ingeniería Telemática se recompensó asignando una insignia (una pegatina divertida) cada vez que se superaba el reto. Pero además de este estímulo emocional, se asignaba una puntuación extra de cara a la asignatura de 0.1 puntos para el reto 3, 0.1 puntos para el reto 4, 0.2 puntos para el reto 5 y 0.2 puntos para el reto 6, de modo que el estudiante que superaba todos los retos obtenía 0.6 puntos de nota extra. Además, se forzaba a que hicieran la experiencia de forma individual.

En el grupo del Grado en Ingeniería de Sistemas Electrónicos se impuso una limitación en el número de personas que podían obtener cada insignia, y sólo a estas se les recompensaba con una puntuación a sumar a su nota del curso, de forma que la competencia entre grupos de trabajo tenía un efecto directo en las posibilidades de conseguir las recompensas.

Los retos propuestos consistieron en demostrar haber adquirido las competencias para realizar las siguientes mediciones:

- Reto 1: Circuito básico de continua. Medida de resistencias
- Reto 2: Circuito básico de continua. Medida de tensiones
- Reto 3: Circuito básico de continua. Medida de corrientes
- Reto 4: Circuito de alterna con un amplificador operacional. Medida de ganancia en tensión
- Reto 5: Circuito de alterna con un amplificador operacional. Medida de margen dinámico
- Reto 6: Circuito de alterna con un amplificador operacional. Medida de corriente máxima

### 3. Resultados y discusión

Durante la experiencia, se contabilizó para cada estudiante o pareja de estudiantes el reto de mayor nivel que alcanzaron durante el tiempo previsto. En la tabla 1 se muestran los resultados desglosados por titulación y por tipo de trabajo (individual o en equipo), junto con los resultados promedio alcanzados

*Tabla 1. Resultados en reto máximo alcanzado en función de la pertenencia a un grado y el tipo de equipo de trabajo*

		R1	R2	R3	R4	R5	R6	Total
<b>Grado ST</b>	<b>Parejas</b>	0	0	5	2	0	0	<b>7</b>
	<b>Individual</b>	1	2	6	0	0	0	<b>9</b>
	<b>Promedio por parejas</b>							<b>3.3</b>
	<b>Promedio individual</b>							<b>2.6</b>
<b>Grado TEL</b>	<b>Individual</b>	2	2	17	2	0	4	<b>27</b>
	<b>Promedio individual</b>							<b>3.3</b>
<b>Grado SE</b>	<b>Parejas</b>	0	0	0	1	1	6	<b>8</b>
	<b>Individual</b>	0	0	0	0	2	3	<b>5</b>
	<b>Promedio por parejas</b>							<b>5.6</b>
	<b>Promedio individual</b>							<b>5.6</b>

Se puede observar que los resultados son en general ligeramente más altos cuando el alumnado se enfrenta a los retos por parejas de trabajo que cuando los abordan de forma individual. No obstante, la mayor diferencia se observa entre los grupos de las tres titulaciones bajo prueba.

Es importante notar que, salvo sesgos debidos a que cada grupo realizó la experiencia con una profesora distinta, o a alguna posible diferencia en la formación previa de cada uno de los grupos, el factor principal que diferencia los tres grupos es el tipo de motivación con el que

se planteó el experimento.

Este resultado se hace especialmente patente al representar los resultados de la tabla 1 en forma gráfica (Figuras 1). En la Figura 1.a, que presenta los resultados del alumnado trabajando de forma individual, se ve claramente que las diferencias entre los grupos de ST y TEL, motivados con insignias y con insignias más premio en forma de puntuación son irrelevantes frente a los resultados del grupo SE, motivados con una competición en la que el premio era puntuación. En la gráfica de la Figura 1.b, que representa los resultados del alumnado trabajando por parejas, se puede observar la misma tendencia, con la salvedad de que en el grado TEL sólo hubo trabajo individual, por lo tanto, esa banda de la gráfica no se puede comparar con el resto.

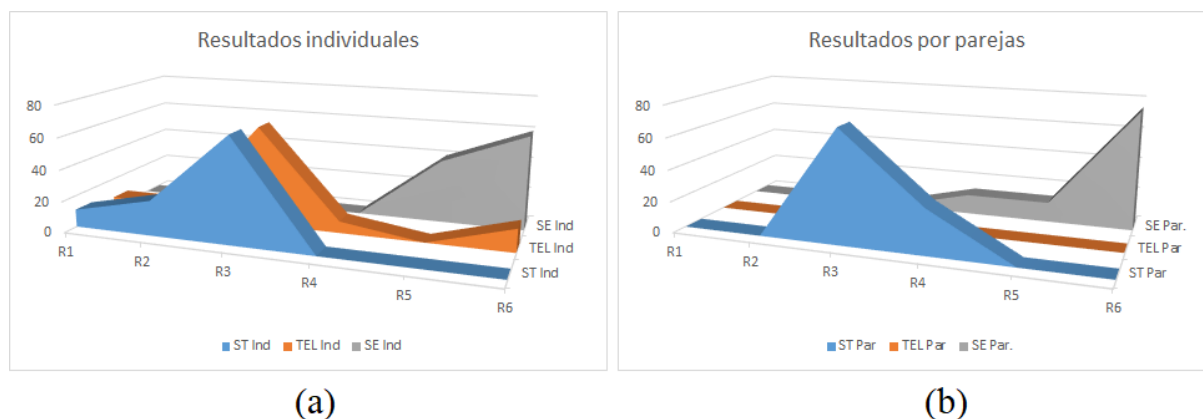


Figura 1. Número de equipos que alcanzaron cada reto. a) de forma individual; y b) en parejas de trabajo

Para validar estos resultados, se ha realizado un análisis ANOVA de la variable “reto máximo alcanzado” por cada uno de los equipos de trabajo (individual o por parejas) que participaron en la prueba. Se ha analizado su comportamiento respecto de los dos factores descritos en el presente texto: tipo de equipo de trabajo, y pertenencia a cada uno de los tres grupos de las titulaciones implicadas. Los resultados detallados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados estadísticos del análisis ANOVA de los datos respecto de los factores “grado” y equipo (“ind/par”)

Concepto	Grados de libertad	Media de cuadrados	P	Confirma
----------	--------------------	--------------------	---	----------



<b>grado</b>	2	27.5843	1.5x10 <sup>-13</sup>	<b>SI</b>
<b>ind/par</b>	1	20.8654	2.6 x10 <sup>-8</sup>	<b>SI</b>
<b>grado*ind/par</b>	1	0.8589	0.1823	<b>NO</b>
<b>Error</b>	47	0.4687		
<b>Total</b>	51			

A la luz de este análisis, se puede confirmar la correlación entre el reto alcanzado y la pertenencia a una determinada titulación con un valor de P de  $1.5 \times 10^{-13}$ , y la correlación entre el reto alcanzado y el tipo de equipo (individual o por pareja) con un valor de P de  $2.6 \times 10^{-8}$ . No se encontró evidencia de que pueda haber una interacción entre ambos factores.

#### 4. Conclusiones

Se ha planteado un ejercicio de autoevaluación a tres grupos de estudiantes, correspondientes a tres Grados diferentes impartidos en la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Málaga. La experiencia se ha realizado en el marco de una asignatura de segundo curso, común a las tres titulaciones: Fundamentos de la Electrónica Analógica y de Potencia. Dado el contexto de carencias en la formación práctica debidas a la irregularidad de la asistencia presencial a las clases de laboratorio durante la pandemia de COVID19, el objetivo de la prueba era comprobar en qué medida la docencia mediante gamificación es útil para realizar un aprendizaje acelerado y adaptado al nivel de cada estudiante.

Los problemas a resolver en el laboratorio eran los mismos para las tres titulaciones, la diferencia se creó en los tipos de motivación mediante el establecimiento de diferentes normas de juego en cada grupo, desde el aprendizaje sin recompensa real, únicamente por el placer o interés personal por cubrir las lagunas en la propia formación (Grado en ST), hasta el establecimiento de un escenario competitivo en el que sólo los más rápidos obtenían recompensa en forma de puntos de evaluación aditiva (Grado en SE), con una opción intermedia, en la que sí se daba la recompensa de puntos de evaluación, pero el alumnado no competía abiertamente con sus pares, ya que no se limitaba el número de estudiantes que la podían obtener.

De los resultados de la experiencia, se observa claramente que no es el hecho de poder recibir una puntuación que se refleje en su nota final lo que más motiva al alumnado, sino más bien el escenario de competición en el que hay un número de recompensas limitadas. Es decir, de acuerdo con los datos que se exponen en el presente trabajo, el mayor acicate para realizar las tareas propuestas fue principalmente lúdico-competitivo.

Asimismo, cabe destacar la aceptación del alumnado de los tres grupos hacia el ejercicio propuesto. Tras la prueba se mantuvieron conversaciones con los participantes y la realimentación fue muy positiva. Todos se sentían satisfechos de esta autoevaluación que les permitía conocer sus puntos fuertes y débiles en el laboratorio para poder superar sus problemas en las próximas sesiones de práctica. Podemos concluir que la experiencia ha sido un buen principio antes de comenzar con las prácticas relacionadas con el contexto de la asignatura, porque los estudiantes han empezado siendo conscientes de las lagunas en su formación y preguntando lo necesario para superarlas.

Como resultado secundario, también se ha comprobado que, para el alumnado, acostumbrado a trabajar en el laboratorio por parejas, cuando se enfrenta a los retos de forma individual encuentra una dificultad añadida importante que, en general, hace que cada estudiante sea plenamente consciente de cuáles son los aspectos del trabajo que usualmente delega en otros miembros de su equipo de trabajo, y facilita que se pueda equilibrar su formación supliendo esas carencias.

En futuras sesiones, se plantea cruzar las condiciones de prueba entre los distintos grupos implicados con el objetivo de ampliar el experimento y, en la medida de lo posible, eliminar los sesgos de experimentación. De este modo, podremos evaluar la conveniencia de recomendar la inserción de un cierto número de sesiones de aprendizaje planteadas retos en un entorno lúdico-competitivo, y su impacto sobre la evaluación final de los resultados de aprendizaje de cada grupo.

### *Reconocimientos*

Acknowledgment (if needed) will be included before the references.



## Referencias

- Dochtsis, R., Kotsifakos, D., & Douligeris, C. (2021). *An Escape Room Game for Learning Digital Electronics in Vocational Education and Training (VET) BT - Internet of Things, Infrastructures and Mobile Applications* (M. E. Auer & T. Tsiatsos (eds.); pp. 664–674). Springer International Publishing
- Fernández March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Education Siglo XXI*, 24(0), 35–56.
- Herman, G. L., Loui, M. C., & Zilles, C. (2011). Students' misconceptions about medium-scale integrated circuits. *IEEE Transactions on Education*, 54(4), 637–645.
- Jordana, J., & Robert, F. J. (2015). A course on digital electronics based on solving design-oriented exercises by means of a PBL strategy. *International Journal of Engineering Education*, 31(1), 238–247
- Laal, M., & Laal, M. (2012). Collaborative learning: what is it? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 491–495.
- Martín Vilchez, C. (2020). Gamificando un aula virtual en Moodle. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*, 9(2), 92–106.
- Yelamarthi, K., & Drake, E. (2015). A Flipped First-Year Digital Circuits Course for Engineering and Technology Students. *IEEE Transactions on Education*, 58(3), 179–186.