

Aprendizaje Espaciado y Gamificado de Electrónica Digital

Sergio Martín, Blanca Quintana, Gabriel Díaz, Manuel Castro
Dep. Ing. Eléctrica, Electrónica, Control, Telemática y Química
aplicada a la Ingeniería

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)
Madrid, Spain
smartin@ieec.uned.es

Miguel Santamaria
Dep. Historia Económica

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)
Madrid, Spain

Abstract— Este estudio analiza una experiencia de gamificación en una asignatura de Electrónica Digital de un Grado de Ingeniería Electrónica para evaluar si la metodología de educación espaciada contribuye a la mejora de la motivación del estudiante y a la mejora del aprendizaje. La experiencia de gamificación se lleva a cabo mediante una plataforma que entrega automáticamente cada día una serie de preguntas a los estudiantes por correo electrónico y elabora un ranking.

Keywords— gamificación; electrónica digital; educación espaciada;

I. INTRODUCCIÓN

Iniciativa de innovación docente que consiste en una experiencia gamificada de educación espaciada destinada a promover el estudio continuo y la motivación de la asignatura Electrónica Digital en los Grados en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática y en cuarto curso de las titulaciones de Grado en Ingeniería Eléctrica, Grado en Tecnologías Industriales y de Grado en Ingeniería Mecánica.

Diversos estudios demuestran que el aprendizaje espaciado mediante el uso de casos por correo electrónico, preguntas o mensajes cortos puede mejorar la adquisición y la retención del conocimiento específico del tema [1]. Otros estudios han demostrado que este aprendizaje espaciado gamificado adaptativo es eficaz y bien aceptado como método para la educación médica de posgrado [2].

En el caso de nuestra asignatura, se ha querido probar su eficacia en el entorno de enseñanzas técnicas, algo que no aparece hasta ahora en la bibliografía. El objetivo de este sistema aplicado en la educación a distancia de Electrónica Digital es "enganchar" a los estudiantes con un juego que les anime a ir estudiando poco a poco durante todo el cuatrimestre, disminuyendo así la tasa de abandono por una mala planificación.

Para llevar a cabo el juego se ha utilizado la plataforma UNED Trivial desarrollada como un plug-in de Moodle.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La fundamentación teórica de este sistema surge, tal y como concluyen muchos autores, como Green [2], de que la motivación, la retroalimentación formativa y la planificación programada son elementos importantes para el aprendizaje autorregulado.

La influencia de la motivación en el aprendizaje está fuera de toda duda, y ha sido un factor recurrente en la literatura. En este sentido, hay cuatro mecanismos principales a través de los cuales la motivación puede afectar el aprendizaje, como lo afirma Ormrod [3]:

- Aumenta el nivel de energía y actividad del individuo [4, 5].
- Impulsa a los individuos hacia ciertos objetivos, afectando sus elecciones y sus consecuencias reforzadoras [6].
- Promueve la iniciación de ciertas actividades y que la persona persiste en ellas [6]. La motivación aumenta la probabilidad de que un individuo comience algo por su propia iniciativa, persistiendo a pesar de las dificultades y reanudando la tarea después de una interrupción temporal.
- Afecta las estrategias de aprendizaje y los procesos cognitivos que un individuo muestra en una tarea [7].

Gibbs [8] demostró que la retroalimentación es una habilidad de enseñanza importante y se reconoce como fundamental para el aprendizaje efectivo. Según varios autores como Glenberg [9] o Toppino [10], la educación espaciada en línea puede ser una forma efectiva de mejorar las habilidades de enseñanza y retroalimentación sobre el aprendizaje de la medicina. Estos estudios se centraron en los residentes quirúrgicos porque la metodología es independiente del tiempo y el lugar (aprendizaje distribuido).

Bjork [11] definió el término educación espaciada como programas educativos que se

construyen para aprovechar el efecto del trabajo espaciado. Esta propuesta se basa en el hallazgo psicológico de que la capacitación o material educativo espaciado y repetido en el tiempo (distribución espaciada) da como resultado una mayor adquisición de conocimiento y retención de contenido que cuando el mismo material se presenta en un punto de tiempo único (distribución masiva). En dichos programas, el material se presenta en pequeños nuggets espaciados, y se accede a él a conveniencia de los estudiantes; el contenido se repite y se refuerza.

Los estudios de Franklin [12] y de Kerfoot [13, 14] demostraron que el aprendizaje espaciado mediante el uso de casos por correo electrónico, preguntas o mensajes cortos puede mejorar la adquisición y la retención del conocimiento específico del tema. El estudio de Rider demostró que este aprendizaje espaciado gamificado adaptativa es eficaz y bien aceptada como método para la educación médica de posgrado [14].

III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

En nuestro caso, nuestros estudiantes reciben cada día, de ahí que se trata de educación espaciada (temporalmente), por email dos preguntas de repaso de los distintos temas del curso, tal y como se puede observar en la figura 1.



Fig. 1. Pantallazo de las preguntas disponibles para el estudiante cada día dentro de UNED Trivial.

Según si aciertan o no obtienen una puntuación (+50) u otra (-25) y se va generando un ranking de puntuaciones. Este ranking es el que causa la gamificación. Cuando se falla una pregunta el estudiante obtiene un mensaje de realimentación que le permite aprender de su error. A través de estos comentarios, los estudiantes construyen su conocimiento, corrigiendo fallas y reforzando los éxitos (figura 2).

Las preguntas contestadas correctamente se reenvían para consolidar lo aprendido. Cuando una pregunta se responde correctamente en dos días distintos de manera consecutiva, se retira.



Fig. 2. Retroalimentación ofrecida al errar una pregunta de UNED Trivial.

Cada vez que se responde a una pregunta se tiene acceso a un mini-tablero de puntuaciones (5 posiciones) para conocer la posición relativa en el ranking. El estudiante puede consultar su posición en el ranking absoluto y consultar su historial de respuestas con fallos y aciertos, tal y como se puede observar en la figura 3.

TU POSICIÓN EN RANKING:
 Tu puntuación total: -25
 Preguntas retiradas: 0/16 (0% finalizado)

| Posición | Usuario | Puntos |
|----------|------------------|--------|
| 4 | J [redacted] ZA | 2148 |
| 5 | N [redacted] gal | 2052 |
| 6 | J [redacted] njo | 852 |
| 7 | Bot Smith gomez | 0 |
| 8 | S M | -25 |

Fig. 3. Ranking de puntuaciones de estudiantes de UNED Trivial.

Todo esto le permite al estudiante:

- Aprovechar tiempos muertos repasando y consolidado lo estudiado
- Mantener un contacto diario con las asignaturas en las que está matriculado
- Repasar lo estudiando beneficiándose del efecto test
- Incrementar la retención a largo plazo gracias al espaciamiento de las preguntas
- Divertirse jugando con sus compañeros de estudio.

El juego se basa en dos principios psicológicos relacionados con el aprendizaje y que están ampliamente testados:

- El efecto test. Está probando que la mejor forma de consolidar lo que hemos estudiado es responder a preguntas sobre

ello, ya que así generamos rutinas de recuperación de la información.

- El efecto espaciado. Para promover la retención a largo plazo lo mejor es responder a las mismas preguntas en varias ocasiones separadas por un lapso determinado.

Adicionalmente, el profesor tiene un sistema de *learning analytics* completo donde puede seguir el progreso de sus estudiantes. Entre los datos disponibles, están los relacionados con los resultados de la clase (y también para cada estudiante), las estadísticas sobre las preguntas o la posibilidad de enviar correos electrónicos al grupo más / menos involucrado, entre otras cosas. A modo de ejemplo, la figura 4 muestra la gráfica y analíticas relacionadas con el rendimiento global de los participantes.

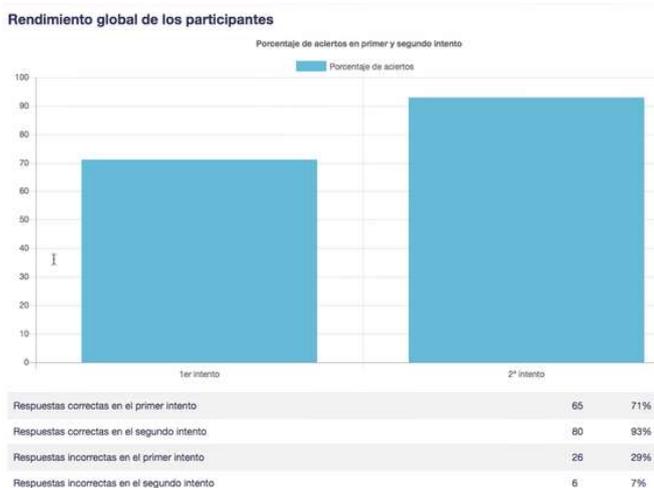


Fig. 4. Pantallazo del módulo de learning analytics de UNED Trivial, mostrando el rendimiento global de los participantes.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

El éxito del entorno gamificado en el curso 2017/18 se ha medido a través de una encuesta anónima con escala Likert que mide una serie de factores de relevancia. A continuación se resumen los resultados:

- Sexo. El 75% eran hombres
- Edad: Mayoritariamente entre 30 y 37, aunque hay un participante de 53.
- Estudios previos. 50% vienen de formación profesional, el resto son ya licenciados o han hecho la selectividad.
- Situación laboral actual. El 100% es trabajador en activo.

En qué nivel el estudiante piensa que UNED Trivial le ha ayudado a:

- Aprovechar mejor el tiempo que he empleado en estudiar.

- No dejar para el final el estudio de la asignatura. Mayoritariamente:
- Organizar mi tiempo de estudio de manera más eficaz.
- Motivarme al estudio.
- Interesarme más por la materia
- Planificar mejor el estudio de la asignatura
- Tener una información más precisa de cómo avanzaba en el estudio gracias al feedback recibido
- Ir mejor preparado/a al examen
- Aprender mejor la asignatura, en su conjunto
- Las preguntas me han servido para repasar y profundizar en lo aprendido
- Las preguntas me han servido para comprobar mis conocimientos
- Recibir la misma pregunta varias veces me ha resultado útil para consolidar lo aprendido

En todos estos ítems mayoritariamente los estudiantes otorgaron la puntuación máxima: un 5 sobre 5.

También se ha medido la experiencia del estudiante con la herramienta con las siguientes preguntas:

- Me ha gustado mucho trabajar en esta actividad. Resultado mayoritario: 5 sobre 5
- He sentido que hacer esta actividad era una oportunidad. Resultado mayoritario: 4 sobre 5
- Cada día estaba esperando la llegada de las preguntas. Resultado mayoritario: 4 sobre 5
- Creo que soy bastante bueno/a en esta tarea. Resultado mayoritario: 5 sobre 5
- He encontrado esta actividad muy interesante. Resultado mayoritario: 5 sobre 5
- Me sentía tenso mientras hacía la actividad. Resultado mayoritario: 1 sobre 5
- Creo que lo he hecho bastante bien, en comparación con otros estudiantes. Resultado: Disparidad de opiniones por igual.
- Ha sido divertido. Resultado mayoritario: 5 sobre 5
- Estoy satisfecho/a con mi rendimiento en esta actividad. Resultado mayoritario: 5 sobre 5
- He sentido presión mientras hacía la tarea. Resultado mayoritario: 1 sobre 5

- Después de haber trabajado en esta actividad durante un tiempo, me he sentido más competente para estudiar la asignatura. Resultado mayoritario: 5 sobre 5
- Creo que esta es una actividad importante para la asimilación de la asignatura. Resultado mayoritario: 5 sobre 5
- Creo que esta actividad ha mejorado mis hábitos de estudio. Resultado mayoritario: 5 sobre 5
- Me gustaría hacer esta actividad en otra asignatura. Resultado mayoritario: 5 sobre 5
- Recibir puntos me ha resultado estimulante. Resultado mayoritario: 5 sobre 5
- La posibilidad de compararme con las puntuaciones de otros compañeros me ha servido para superarme. Resultado mayoritario: 3 sobre 5

También se ha indagado sobre el tipo de dispositivo utilizado:

- Teléfono móvil: 0%
- Tableta: 0%
- Ordenador portátil: 50%
- Ordenador de mesa: 50%

Contrariamente a lo esperado, las preguntas se han respondido principalmente con ordenadores en lugar de con dispositivos móviles.

Así mismo, también es importante saber la frecuencia con la que el estudiante ha contestado las preguntas:

- En el momento en que me llegaban: 0%
- En tiempos muertos durante el día: 50%
- En momentos en que necesitaba cambiar de actividad: 0%
- Por la noche, al estar ya relajado/a en casa: 50%
- Al repasar los temas: 0%

Por otro lado, se ha preguntado sobre en qué grado refleja cada ítem tu forma de pensar, sentir o actuar:

- Antes del UNED Trivial ya estaba familiarizado/a con el uso de dispositivos móviles. Resultado mayoritario: 5 sobre 5.
- El uso del UNED Trivial me ha resultado fácil. Resultado mayoritario: 5 sobre 5.
- Me estimula tener un tablero de posiciones diario. Resultado mayoritario: 3 sobre 5.
- Soy usuario habitual de las redes sociales. Resultado mayoritario: 4 sobre 5.

- Aprender mediante retos me parece estimulante. Resultado mayoritario: 5 sobre 5.

También se preguntaba en qué medida se siente preparado el estudiante para el examen::

- Nada: 0%
- Algo: 25%
- Bastante: 50%
- Totalmente: 25%

Finalmente se ha preguntaba qué es lo que más y menos le ha gustado de la experiencia, con opiniones muy positivas que invitaban a implantar la metodología en otras asignaturas. También se animaba a fomentar su uso entre estudiantes ya que cuantos más estudiantes participen más divertido esa nivel de competición.

Como se puede apreciar, los resultados de los cuestionarios en ambos casos son muy satisfactorios y prometedores y nos animan a seguir trabajando en esa línea.

V. CONCLUSIONES

En esta primera experiencia con la herramienta UNED Trivial, hemos analizado la opinión de los alumnos en términos relacionados con diferentes aspectos pedagógicos, como la organización del estudio de los contenidos de la asignatura, la motivación, la preparación del examen final, el rendimiento visto por el alumno, los efectos didácticos de una competencia real con sus compañeros y una serie de otros criterios.

Como conclusiones, el principal hallazgo obtenido de este estudio es que la metodología de educación espaciada a través de la herramienta UNED Trivial parece traer también beneficios importantes en el campo de la educación en Electrónica Digital, no solo para la medicina donde se demostró que es útil. Entre los beneficios de usar esta metodología encontramos mejoras en la organización del autoaprendizaje, la motivación y la adquisición del aprendizaje.

Los resultados globales fueron prometedores, desafiándonos a repetir la experiencia, aplicando la metodología a otras materias y áreas.

AGRADECIMIENTOS

UNED Trivial ha sido desarrollada por Juan David Castellón y dirigido por Miguel Santamaría. Los autores agradecen a ambos su trabajo y disponibilidad a que otros investigadores experimenten con esta herramienta.

Este trabajo ha sido cofinanciado por la Comunidad de Madrid a través del proyecto eMadrid-CM mediante la ayuda S2018/TCS-4307,

cofinanciada con Fondos Estructurales Europeos (FSE y FEDER).

REFERENCIAS

- [1] S. Martin, G. Diaz, M. Castro and M. Rodriguez-Artacho, "Increasing Engagement in a Network Security Management Course through Gamification," 2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Dubai, United Arab Emirates, 2019, pp. 1380-1383.
- [2] J.A. Greene, C.M. Bolick, and J. Robertson, Fostering historical knowledge and thinking skills using hypermedia learning environments: The role of self-regulated learning, *Computers & Education*, vol. 54, 2010, pp. 230-243.
- [3] J.E. Ormrod, *Aprendizaje Humano* (4th ed.), Pearson Prentice Hall, 2011.
- [4] M.D. Vernon, *Human Motivation*, Cambridge: Cambridge University Press, 1969.
- [5] M.L. Maehr, and H.A. Meyer, Understanding motivation and schooling: where we've been, where we are and where we need to go, *Educational Psychology Review*, 9, 1997, pp. 371-409.
- [6] C.S. Dweck and E.S. Elliott, Achievement motivation, in E.H. Hetherington, *Handbook of child psychology: Vol. 4. Socialization, personality and social development* (4th ed.). New York: Wiley, 1983.
- [7] P.R. Pintrich, R.W. Marx, and R.A. Boyle, Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change, *Review of Educational Research*, 63, 1993, pp. 167-199.
- [8] G. Gibbs and C. Simpson, Conditions Under Which Assessment Supports Students' Learning, *Learning and Teaching in Higher Education*, Issue 1, 2004-05.
- [9] A.M. Glenberg and T.S. Lehmann, Spacing repetitions over 1 week, *Memory & Cognition*, 1980, vol. 8, pp. 528–564.
- [10] T.C. Toppino, J.E. Kasserian, W.A. Mracek, The effect of spacing repetitions of the recognition memory of young children and adults, *Journal of Experimental Childhood Psychology*, 1991, vol. 51 pp. 123–161.
- [11] R.A. Bjork. Retrieval practice and the maintenance of knowledge, *Practical Aspects of Memory: Current Research and Issues*. New York: John Wiley & Sons; 1988, pp. 396–401.
- [12] P.D. Franklin, P.F. Rosenbaum and M.P. Carey, Using sequential email messages to promote health behaviors: evidence of feasibility and reach in a worksite sample, *Journal of Medical Internet Research*, 2006, vol. 8:e3.
- [13] B.P. Kerfoot, H.E. Baker and M.O. Koch, Randomized, controlled trial of spaced education to urology residents in the United States and Canada, *Journal of Urology*, 2007, vol. 177, pp. 1481–1488.
- [14] B.P. Kerfoot, W.C. DeWolf and B.A. Masser, Spaced education improves the retention of clinical knowledge by medical students: a randomized controlled trial. *Medical Education*, 2007, vol. 41, pp. 23–54.