



EFFECTOS DEL USO DE TIC EN LA EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Impacto de un sistema de votación electrónica

Effects of the use of ICT on learning assessment. Impact of an electronic voting system

M^a ISABEL LÓPEZ-RODRÍGUEZ ¹, MAJA BARAC ¹

¹ Universitat de València, España

KEYWORDS

*Electronic voting system
ITC
Teaching
Academic performance
Learning activities
Evaluation
University education*

ABSTRACT

We used a gamification tool, an electronic voting system, in a university-level subject. We analyzed whether the use of this tool in the continuous assessment activities had an impact on the teaching-learning process, specifically, on the results of the final exam. To this end, we collected data on student characteristics potentially influencing academic performance, which we studied by applying descriptive and inferential data analysis techniques. The result shows that students can increase their score by almost 2 points, depending on their correct answer ratio with the electronic voting system.

PALABRAS CLAVE

*Sistema votación electrónica
TIC
Docencia
Rendimiento académico
Actividades de aprendizaje
Evaluación
Educación universitaria*

RESUMEN

Utilizamos una herramienta de gamificación, un sistema de votación electrónica, en una asignatura a nivel universitario. Analizamos si el uso de dicha herramienta en las actividades de la evaluación continua repercutió o no en el proceso de enseñanza-aprendizaje, concretamente, en los resultados del examen final. Para ello recopilamos datos sobre las características del alumnado potencialmente influyentes en el rendimiento académico que estudiamos aplicando técnicas de análisis de datos descriptivas e inferenciales. El resultado muestra que el alumnado puede llegar a incrementar hasta en casi 2 puntos su nota, según su ratio de aciertos con el sistema de votación electrónica.

Recibido: 04/ 07 / 2022

Aceptado: 21/ 09 / 2022

1. Introducción

La innovación docente es un componente fundamental a tener en cuenta por el docente universitario. Con el tiempo, las preocupaciones clave de los docentes se siguen centrando en la motivación del alumnado, la calidad del aprendizaje y sus resultados formales en forma de evaluación. Sin embargo, cada vez hay una mayor preocupación por la adaptación de las nuevas tecnologías dentro de las metodologías docentes con la finalidad de poder salvar la brecha generacional que se observa con los nativos digitales.

Uno de los principales hándicaps a los que se enfrentan los profesores radica en mantener la atención del alumnado, expuesto a multitud de estímulos propiciados en su mayor parte por Internet y el uso de teléfonos inteligentes y redes sociales. Estas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) pueden ir en detrimento de los resultados académicos del alumnado (Halpern *et al.*, 2020) e incluso generarles también problemas en el ámbito personal (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2018; Salmerón y Delgado, 2019). Se impone de este modo una cultura de la inmediatez y una necesidad de acercar la forma de transmitir los conocimientos al formato digital. Es por ello que, aunque en esencia los contenidos de estudio no cambian tan vigorosamente, sí lo hace la metodología de acceso y de procesamiento de la información, que deriva en una forma diferente de estructurar y adquirir conocimientos. En este contexto, la introducción de TIC se hace necesaria en el aula, tratando de utilizarlas como vía para mejorar la docencia desde diversas perspectivas y niveles educativos (Agudo-Garzón *et al.*, 2014; Bezanilla *et al.*, 2014; García-Martín y Cantón-Mayo, 2019; Guerra *et al.*, 2010; López-Rodríguez *et al.*, 2015a; Palací *et al.*, 2012).

En nuestro afán de conectar con el alumnado y lograr transmitir la información necesaria para el aprendizaje de forma más eficaz, optamos por la introducción de una herramienta que en la literatura se conoce como sistemas de votación electrónica (SVE, en adelante; asimismo llamados sistemas de respuesta personal o sistemas de respuesta de la audiencia), denominados como *Clickers* en su acepción comercial. Independientemente de la herramienta utilizada, el fin último siempre reside en que haya una mejora en la comunicación entre profesorado y alumnado que derive en una mejor comprensión y asimilación de los conocimientos, que preferentemente se refleje en los resultados vía calificaciones finales.

En este trabajo analizamos cualitativa y cuantitativamente el efecto del uso de los *Clickers* en una asignatura de Estadística en el Grado en International Business de la Facultat d'Economia de la Universitat de València (UV). Con nuestro estudio, por un lado, tratamos de manifestar la percepción del profesorado y del alumnado sobre la utilidad y el uso de los *Clickers* en la docencia universitaria haciendo una revisión de la literatura y un resumen de las principales ventajas y desventajas encontradas a partir del uso docente de la herramienta en el seno de un proyecto de innovación docente. Por otro lado, tratamos de cuantificar como repercute dicho uso de los *Clickers* en el rendimiento final del alumnado. Es decir, haciendo uso de herramientas estadísticas de tipo descriptivo e inferencial nos proponemos capturar si el uso de los SVE es significativo en la nota del examen final. Además, capturamos su peso relativo frente a otros factores relevantes como son el género del estudiante, el tipo de estudios previos cursados, el régimen del centro de educación escolar o la nota global de evaluación continua. En nuestro caso, el análisis cuantitativo corrobora las percepciones cualitativas, de modo que podemos afirmar que el uso del SVE mejoró el aprendizaje y los resultados del alumnado.

Este trabajo se estructura de la siguiente forma. En la sección segunda procedemos a realizar una revisión de la literatura sobre el uso de los sistemas de votación electrónica en la docencia universitaria. En la sección metodológica planteamos el tipo de análisis introducido para cuantificar el efecto del uso de los *Clickers* en los resultados del examen final que se estudia en la sección cuarta. Por último, la sección final sirve de cierre donde planteamos las principales conclusiones obtenidas en nuestro estudio.

2. Revisión de la literatura

El uso de los SVE en la docencia universitaria se engloba dentro de lo que se conoce como gamificación (por la adaptación del anglicismo *gamification*), definida como el uso de técnicas o elementos asociados al juego, en este caso en el ámbito educativo y con la finalidad de fomentar el aprendizaje, aunque los resultados pueden ser mixtos (Van Roy y Zaman, 2018). En general, el entorno de juego permite introducir un componente lúdico en el proceso del aprendizaje unido a una retroalimentación inmediata basada en puntuaciones que además se clasifican en base a los resultados del resto de los compañeros de clase (Cortizo-Pérez *et al.*, 2011). Es decir, la introducción de cierta competencia y la visibilización de la posición relativa del estudiante respecto a sus compañeros en el ranquin general, tienen un potencial para estimular su mayor implicación en la asignatura para conseguir mejorar su posición relativa y resultados en caso de que la actividad tenga una repercusión directa en la nota. Sin embargo, a pesar de que el uso de SVE adopta ciertas características de gamificación no debe confundirse con los propios juegos digitales (McClarty *et al.*, 2012; Marín-Díaz, 2015).

En definitiva, los SVE se asocian generalmente a la implementación masiva de las preguntas de tipo test en el aula. Es decir, sirven básicamente para testar las respuestas del alumnado de forma directa y con una retroalimentación inmediata en preguntas de respuesta múltiple. En Castilla *et al.* (2013) encuentran efectos

positivos en los resultados de test realizados utilizando la tecnología frente al uso tradicional de las preguntas de tipo test¹.

Los formatos concretos de las herramientas de SVE pueden variar, en Barber y Njus (2007) hacen un análisis pormenorizado de las ventajas e inconvenientes de algunas de ellas. Además de las herramientas que requieren un mando, existen aplicaciones como *Kahoot* (Pintor Holguín *et al.*, 2014) o *OnlineTED* (Kühbeck *et al.*, 2014) que funcionan con cualquier dispositivo que pueda acceder a la página web, como un smartphone o un ordenador. A pesar de que nosotros hemos probado el *Kahoot* y los *Clickers*, finalmente optamos por usar los *Clickers* porque consideramos que presentan ciertas ventajas, tanto técnicas (opciones de la herramienta), como metodológicas. El software de *Turning Point* es más versátil en las opciones de respuesta (extensión de las respuestas, cantidad de opciones de respuesta, posibilidad de incluir imágenes y el formato disponible) o en la presentación de los resultados (diferentes gráficos del porcentaje de respuesta y su personalización, formato de competición e informes de resultados disponibles para el profesor). Por otro lado, y en nuestra opinión, *Kahoot* resulta lúdico en exceso, con la música de fondo y los colores llamativos. Por otra parte, además de la respuesta correcta computa el tiempo de respuesta para establecer el ranking de puntuaciones, de modo que puede penalizar al alumnado menos impulsivo y más reflexivo. Es deseable que la actividad sea divertida y fomente la competitividad, pero esto no debería predominar sobre el aprendizaje y la autoevaluación, ya que podría incitar a que el alumnado conteste al azar, simplemente por contestar más rápido.

Analizamos la literatura sobre SVE y los resultados de nuestra experiencia docente con los *Clickers*, reflejada en encuestas sobre satisfacción con la herramienta del alumnado en diferentes asignaturas y cursos y en las reflexiones compartidas entre el profesorado del grupo de innovación docente. Con todo ello, realizamos un resumen de los principales resultados de aprendizaje y características de carácter cualitativo que se les atribuyen a los SVE en su aplicación en la docencia universitaria:

La herramienta es adecuada para ser utilizada en asignaturas tanto cuantitativas como cualitativa, así como en clases teóricas y prácticas, adaptando su uso a las necesidades de la asignatura (Barac y Pardo-García, 2016, Newland y Black, 2019).

Presentan una gran ventaja frente a otras formas de implementar cuestionarios en el aula: la retroalimentación o *feedback* inmediato (Camacho-Miñano y del Campo, 2016). Es decir, tras contestar el alumnado comprueba, a modo de autoevaluación, si ha acertado o no, así como cuál ha sido el resultado global de aciertos y fallos de la clase. Dicha información además se hace más valiosa para el aprendizaje si el profesor utiliza el resultado para realizar aclaraciones o matizaciones en su explicación. Es especialmente útil en clases de gran tamaño (Auras y Bix, 2007; Caldwell, 2007).

Resulta útil para recopilar información adicional sobre las características del alumnado y/o sus percepciones sobre sus estudios o conocimientos previos, sus expectativas de aprendizaje, la asignatura, el profesorado, etc.

Si se pretende utilizar la metodología de tipo test en la evaluación final o en parte de ella, su uso posibilita practicar la metodología al mismo tiempo que se revela a los estudiantes el «estilo» del profesor a la hora de formular las preguntas y las respuestas (Marrero, 2011).

Se potencia el aprendizaje con la herramienta cuando se usa en combinación con otras actividades (Caballer-Tarazona y Pardo-García, 2014; López-Rodríguez y Barac, 2019), de este modo se pueden potenciar los beneficios para el aprendizaje de diversas metodologías.

Permite registrar, indirectamente, la asistencia a clase, ligándola, además, a la participación en la actividad programada. Su utilización se asocia a la reducción del absentismo, tanto en las clases como en la presentación al examen final (López-Rodríguez *et al.*, 2015b) así como un aumento de la participación (Keough, 2012).

Algunos inconvenientes asociados al uso de esta herramienta son: que se produzcan problemas técnicos de funcionamiento, que el alumnado mienta en sus contestaciones, responda al azar o copie la respuesta del compañero, aunque esta última no es específica de la herramienta en sí (Barac y Pardo-García, 2016).

Los SVE han sido muy utilizadas en asignaturas de contenido económico para explicar de forma práctica y lúdica conceptos abstractos como los comportamientos estratégicos y análisis del mercado (Bergstrom, 2009; Brouhle, 2011; Staveley-O'Carroll, 2016). En Laxman (2011) encuentran efectos positivos de los *Clickers* en: la motivación, la calidad del aprendizaje, la retroalimentación inmediata y la interacción con el profesor y con el resto de los compañeros en diferentes ramas de educación: ingeniería, humanidades y ciencias. Relativo a su uso es beneficioso tanto en estudios de grado como de máster (López-Rodríguez *et al.*, 2016; López-Rodríguez y Barac, 2016). Además, los *Clickers* muestran resultados mejores hasta casi un 5% en la nota frente a otras metodologías como pequeños grupos de discusión, sesiones de preguntas y respuestas o «piensa, júntate y comparte» (*think-pair-share*) en el estudio de Bojinova y Oigara (2013).

3. Muestra

Aunque la evidencia acerca de los efectos percibidos por el alumnado y el profesorado sobre los beneficios del uso de los SVE en la docencia universitaria parece que es bastante unánime, pocos estudios han cuantificado

1 Para una lista de buenas prácticas a la hora de implementar cuestionarios en clase utilizando SVE véase Martyn (2007).

realmente cómo repercuten en los resultados académicos. Nuestro principal objetivo en este estudio es tratar de dirimir cuál es la importancia real de dichos beneficios y cómo se traslada en resultados a final de curso, a través de la nota del examen final.

Para ello utilizamos una muestra² de estudiantes del grado en International Business de la UV, a los que se ha impartido una asignatura de corte cuantitativo (Estadística) haciendo uso de los *Clickers*, como herramienta complementaria³. A la hora de decantarnos por la utilización de dicha herramienta, nos hemos basado en la convicción de que las asignaturas más cuantitativas, como matemáticas y estadística, en los estudios de grado suelen requerir conocimientos previos básicos para la introducción de nuevos conceptos y un seguimiento de la correcta asimilación de los de nueva impartición (Casasús *et al.*, 2018). Además, la conveniencia del uso de SVE para este fin ya se ha demostrado en estudios previos (Marín-Jiménez *et al.*, 2016), por lo que en éste cuantificaremos el impacto de su utilización.

Los datos con los que trabajaremos serán los correspondientes a los siguientes factores: Estudios previos, Carácter del centro de estudio, Género, Nota obtenida en la Evaluación continua (NEC) y Porcentaje medio de aciertos en las sesiones de *Clickers* (MCLICKERS), observados en los individuos que constituyen la muestra. La elección de los factores se justifica en el hecho de que muchos de los trabajos que analizan las variables explicativas del rendimiento académico han mostrado como relevantes características como los estudios previos, el género, el nivel de estudios de los progenitores, el régimen del centro preuniversitario de procedencia, los resultados obtenidos en la evaluación continua, entre otros (Andrés-Fernández, 2005; Núñez *et al.*, 2014; Rosario *et al.*, 2009). Así, en el estudio que presentamos hemos considerado aquellos factores coincidentes de los que se disponía información y se ha incluido el resultado obtenido en los sondeos realizados con los *Clickers* en el aula, esperando que éste se revele como una variable explicativa del rendimiento y validar su uso, así como cuantificar su impacto.

4. Metodología

Tras un primer análisis exploratorio de los datos llevaremos a cabo un análisis inferencial. El objetivo del primero se centrará en detectar la existencia de diferencias entre los diferentes niveles de los factores respecto a la calificación obtenida en el examen final (NE). Es decir, si el resultado a final del curso es dispar entre los estudiantes atendiendo a los estudios previos cursados antes de su incorporación al grado, si existen diferencias según el centro de estudios secundarios fuese público o privado, si el rendimiento de los alumnos y las alumnas es similar, si existe relación entre la NEC y la NE, entre ésta y la MCLICKER. Las herramientas utilizadas para llevar a cabo la exploración serán de tipo gráfico y se complementarán con la obtención de las medidas de posición más relevantes.

Por otra parte, el análisis inferencial tendrá como finalidad comprobar si las diferencias detectadas en el estudio descriptivo son significativas. Concretamente, se modelizará la NE, considerando como variables exógenas los factores anteriormente citados. Es decir, propondremos un modelo de la forma:

$$NE = \beta_1 + \beta_2 E_2 + \beta_3 E_3 + \beta_4 C + \beta_5 G + \beta_6 NEC + \beta_7 MCLICKERS + u$$

Donde, teniendo en cuenta que los tres primeros factores no son cuantitativos, se han introducido las diferentes variables dummy. En «estudios previos» se han considerado tres modalidades, donde Bachillerato de sociales es el valor de referencia, E2 para bachillerato de NO sociales y E3 para otros estudios. Variable C para «carácter del centro de estudio», se han considerado dos modalidades: público es el valor de referencia vs. privado. Y «género» G, donde hombre es el valor de referencia vs. mujer. Por último, u es la variable perturbación, que debe verificar la hipótesis de Normalidad.

La obtención de la estimación de los parámetros del modelo se hará mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y para analizar la significatividad de dichas estimaciones, esto es para resolver los contrastes de hipótesis se hará uso de la t de Student:

$$\begin{cases} H_0: \beta_i = 0 \\ H_1: \beta_i \neq 0 \end{cases} \quad \forall i \in \{2, 3, \dots, 7\}$$

Se completará el análisis con el ANOVA del modelo, en el que la hipótesis nula contrastada hace referencia a la significatividad global del modelo, esto es:

² Muestra casual (Latorre *et al.*, 2003), que puede considerarse representativa al ser aleatoria y suponer un 40% de los alumnos matriculados en la titulación citada.

³ Dichos datos se han obtenido combinando diferentes fuentes de información: cuestionario ad-hoc, resultados de los sondeos realizados con Clickers y de las pruebas que han compuesto la evaluación continua de la asignatura.

$$\begin{cases} H_0: \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_7 = 0 \\ H_1: \exists \text{ al menos un } \beta_i \neq 0 \text{ (} i \in \{2, 3, \dots, 7\} \text{)} \end{cases}$$

Por último, para validar el modelo obtenido deberemos comprobar que se puede asumir la Normalidad de las perturbaciones y que la propuesta de un modelo lineal entre la variable endógena (NE) y las exógenas es la correcta.

Para dar respuesta a cada una de las cuestiones planteadas haremos uso de los gráficos de caja-bigotes y de probabilidad normal de los residuos, que además nos permitirá detectar la existencia de datos anómalos, si los hubiera, y el gráfico de residuos frente a valores predichos.

5. Resultados

El análisis exploratorio que se expone a continuación tiene como objetivo comprobar si los datos permiten indicar si el rendimiento académico de los estudiantes, medido a través de la nota del examen final de la asignatura (NE), presentan o no un comportamiento similar atendiendo a los niveles de los diferentes factores. Para los tres primeros factores se han considerado los siguientes niveles:

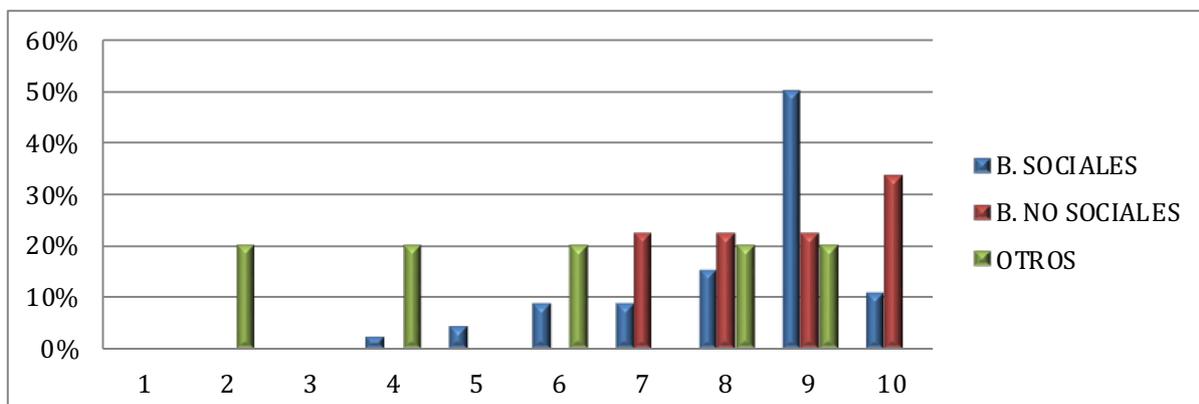
- Niveles del factor «estudios previos». Teniendo en cuenta los estudios realizados por el estudiante, antes de su incorporación al grado a International Business, se han considerado 3 niveles: bachillerato de sociales (BS de ahora en adelante), otro tipo de bachillerato (BNS de ahora en adelante) y otros, (mayores de 25 años, otros estudios universitarios finalizados, ...). La justificación de estos radica en que, aunque a priori el perfil del alumnado se ajusta mayoritariamente a BS, su formación previa puede marcar diferencias significativas en una asignatura de contenido estadístico.
- Niveles del factor «carácter del centro de estudio». Atendiendo al régimen del centro de estudios secundarios se han considerado dos niveles: público y privado.
- Niveles del factor «género». Se han considerado dos modalidades: mujer y hombre.
- Para los otros factores contemplados en el estudio, NEC y MCLICKERS, no se han establecido niveles, ya que su definición supondría una pérdida de información. Por ello se ha trabajado con la nota obtenida por el estudiante en la evaluación continua (sobre 3 puntos) y la proporción media de aciertos en los distintos sondeos con Clickers (sobre 1). Los resultados que se exponen para los tres primeros factores siguen la siguiente estructura: la representación gráfica de los datos, atendiendo a los niveles de los factores, y las medidas de reducción más interesantes, que posibilitan extraer unas primeras conclusiones.

Cabe resaltar el hecho de que, al tratarse de modelos no equilibrados, esto es, los tamaños muestrales no coinciden en los diferentes niveles, y con la finalidad de evitar el sesgo que esto pudiera provocar, en las gráficas obtenidas se ha considerado el porcentaje de individuos que, para cada nivel, han obtenido cierta NE. En este sentido debe tenerse en cuenta que se han considerado, para NE, diez intervalos (1: notas inferiores a 1, 2: notas entre 1 y 2..., 10: notas entre 9 y 10). En cuanto al estudio de los factores NEC y MCLICKERS (variables de escala), se hará uso de los gráficos de dispersión e indicadores de correlación lineal.

5.1. Análisis exploratorio desagregado por: estudios previos

La Figura 1, que representa las notas del examen final atendiendo a los 3 niveles del factor, permite deducir lo siguiente. El alumnado procedente de bachillerato no obtuvo una NE inferior a 3, mientras que los procedentes de otro tipo de estudios, son los que presentan peores resultados. Los casos en que NE está entre 8 y 9 se da en mayor porcentaje entre los estudiantes que pertenecen a BS (50%), mientras que los alumnos con mejores calificaciones (NE superior a 9) son más frecuentes si cursaron un BNS (33 %).

Figura 1. Nota examen según «estudios previos»



Fuente: Elaboración propia.

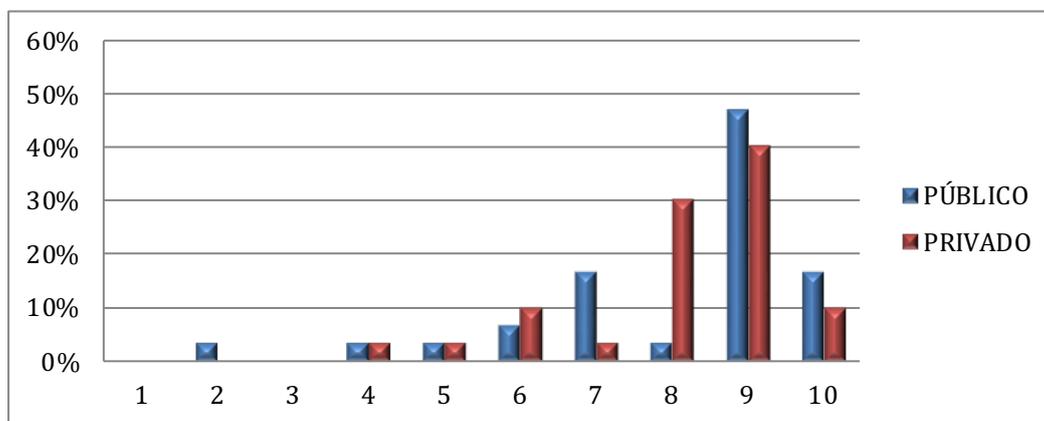
Si, además se tienen en cuenta los valores mínimos, máximos, medios y coeficiente de variación de Pearson (C.V., en adelante) para NE en cada nivel, se obtiene lo siguiente: Primero, son los alumnos con procedencia «otro» los que obtienen la menor calificación en el examen final (1.85), mientras que la mayor ha sido alcanzada por el grupo del BS (9.65). Segundo, los alumnos procedentes de un BNS son los que obtienen una mayor calificación media (8.13), seguidos de los del BS (7.8) y de aquellos con otra procedencia (5.2). y tercero, el colectivo con menor dispersión es BNS, seguido de BS y otro tipo de estudios previos (C.V. de 0.14, 0.19 y 0.45, respectivamente). Así, considerando el factor «estudios previos», se concluye que la distribución de la nota en el examen final (NE) no presenta la misma estructura atendiendo a los tres niveles, destacando favorable y ligeramente los procedentes de BNS.

5.2. Análisis exploratorio desagregado por: carácter del centro

La Figura 2 presenta las notas del examen final atendiendo al factor «carácter del centro de estudio». Ambos segmentos (centro público y privado) presentan la misma proporción de notas entre 3 y 4 puntos y entre 4 y 5 (intervalos 4 y 5). Además, el porcentaje de alumnos procedentes de un centro público que obtiene una NE entre 6 y 7, 8 y 9, 9 y 10 es superior al porcentaje de los alumnos procedentes de un centro privado (17% frente a 3%, 47% frente a 40% y 17% frente a 10%, respectivamente).

El párrafo de arranque no tiene sangría.

Figura 2. Nota examen según «carácter del centro de estudio»



Fuente: Elaboración propia.

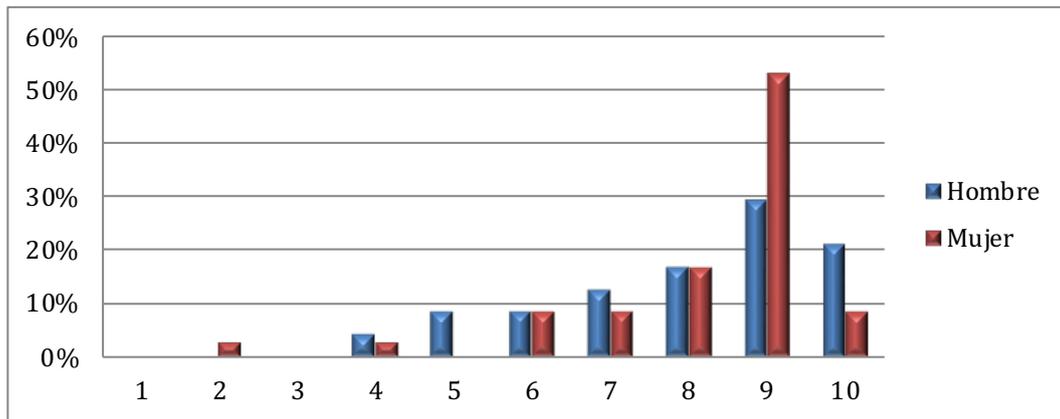
En cuanto a las medidas de reducción, cabe resaltar varios aspectos. Por un lado, los alumnos que han cursado sus estudios preuniversitarios en un centro público han obtenido la menor calificación (1.85) en el examen final, mientras que los que los hicieron en uno privado han obtenido la mayor nota (9.65). Por otro lado, respecto al valor de las notas medias, aunque no hay apenas diferencia entre ambos casos (7.64 para público y 7.63 para privado), para el primer segmento la variabilidad es mayor (C.V. de 0.25 frente a 0.19).

Por tanto, al igual que con el factor anterior, la distribución de NE presenta algunas diferencias atendiendo a los dos niveles, destacando ligeramente en los tramos de altas calificaciones el alumnado procedente de un centro público, aunque con mayor variabilidad global.

5.3. Análisis exploratorio desagregado por: género

Considerando el factor «género», la Figura 3 y las medidas de reducción obtenidas, permiten deducir que el porcentaje de hombres con notas en el examen final entre 3 y 8 (intervalos 4 a 8) es superior o igual al porcentaje de mujeres con dicha calificación. La conclusión se invierte si se consideran las calificaciones entre 8 y 9, retomándose la situación anterior para calificaciones superiores a 9, en el que el porcentaje de hombres es superior al de mujeres (21% frente al 8%). Son las mujeres las que presentan la menor calificación (1.85), y los hombres la mayor (9.65). Sin embargo, las alumnas obtienen una mayor calificación media (7.71 frente a 7.53) y con menor variabilidad (C.V. de 0.22 frente a 0.23). Así, considerando el factor «género», la distribución de la nota en el examen final presenta diferencias atendiendo a los dos niveles, con resultados algo superiores en el caso de las alumnas.

Figura 3. Nota examen según «género»

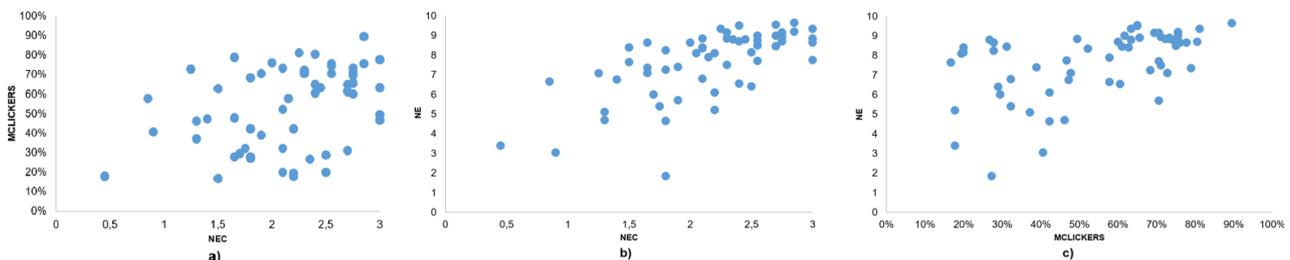


Fuente: Elaboración propia.

5.4. Análisis exploratorio de las variables de escala

En este subepígrafe se completa el análisis exploratorio, con el estudio de las variables de escala: «nota obtenida en la evaluación continua» (NEC), «porcentaje medio de aciertos en las sesiones de Clickers» (MCLICKERS) y NE, desde el punto de vista de la teoría de la correlación. El estudio de la correlación entre NEC y MCLICKERS, permitirá descartar el posible problema de multicolinealidad que podría plantearse si se introdujeran estas como variables exógenas en un modelo explicativo de NE. Un análisis similar entre dichas variables (NEC y MCLICKERS) y NE posibilitará sustentar la idoneidad de la incorporación de las primeras como variables exógenas en el modelo. Para llevar a cabo el análisis se utilizará, de manera combinada, el diagrama de dispersión (Figura 4), y el coeficiente de correlación lineal de Pearson.

Figura 4. Diagramas de dispersión entre variables de escala



Fuente: Elaboración propia en SPSS.

La Figura 4 permite intuir una mayor correlación entre los pares de variables (MCLICKERS,NE) y (NEC,NE), atendiendo a la forma de las nubes de puntos 4b y 4c, que entre NEC y MCLICKERS (según 4a). Los valores de los coeficientes de correlación corroboran dicha intuición: existe una relación lineal positiva más fuerte entre MCLICKERS y NE (0.51) así como entre NEC y NE (0.67) que entre NEC y MCLICKERS (0.38). Así, parece oportuno incorporar NEC y MCLICKERS como variables exógenas de NE.

5.5. Análisis inferencial

Teniendo en cuenta los resultados del análisis exploratorio los factores «estudios previos», «carácter del centro de estudio» y «género» parecen influir en la variable respuesta o endógena NE. Asimismo, se detectan mejores resultados entre los estudiantes que han cursado un BNS, los que provienen de centros públicos y en las alumnas. Por último, las variables de escala NEC y MCLICKERS presentan una correlación muy baja, aunque la correlación de estas con NE es superior a 0.5 en ambos casos. En este punto del trabajo, se procede a modelizar la NE, considerando como variables exógenas los factores y variables de escala anteriormente citados. Se utiliza el método de mínimos cuadrados para la estimación de los parámetros del modelo, así como del test t y el ANOVA para analizar la significatividad de dichas estimaciones y la global del modelo.

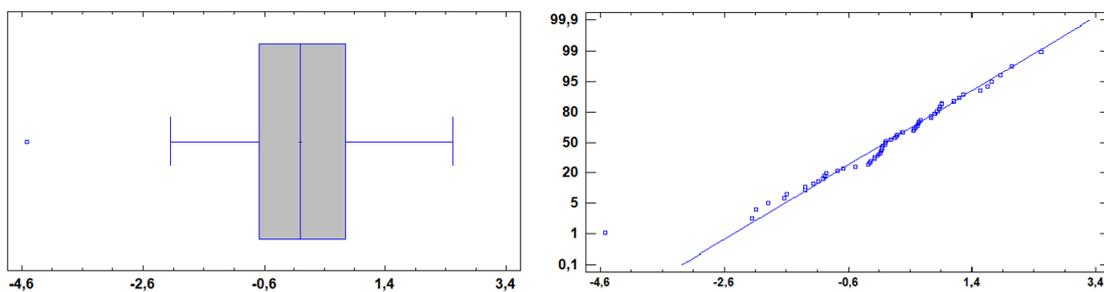
Se obtiene que, siendo el modelo significativo (valor-p= 0.00), y las estimaciones correspondientes a NEC (valor-p= 0.00) y MCLICKERS (valor-p= 0.01) no lo son E2 (valor-p= 0.52), E3 (valor-p= 0.91), C (valor-p= 0.78) ni G (valor-p= 0.92). Con un R2 del 52.73 %, la expresión del modelo de regresión es:

$$NE=2.7+1.6 NEC+ 2.47 MCLICKERS$$

Con la finalidad de validar el mismo, es necesario realizar un análisis de los residuos, ya que no hay que olvidar que el análisis inferencial llevado a cabo parte de la hipótesis de Normalidad de las perturbaciones, así como de que el modelo postulado es correcto, esto es, lineal. Cabría, por consiguiente, dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Se puede aceptar la Normalidad de las perturbaciones?, ¿Es correcta la propuesta de un modelo lineal?

Para ello se tendrán en cuenta las aclaraciones llevadas a cabo por autores expertos en este tema (Romero y Zúnica, 2008). En efecto, dado que los residuos son estimaciones de las perturbaciones, si se hace uso del gráfico de caja-bigotes y del gráfico de probabilidad Normal, se podría detectar la existencia de datos anómalos y descartar la Normalidad de las mismas. En este caso, de la observación de dichos gráficos (Figuras 5a y 5b), se detecta la existencia de un dato anómalo.

Figura 5. Representación gráfica de los residuos



a) Gráfico de caja-bigotes b) Gráfico de probabilidad Normal

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Tras eliminarlo y repetir el proceso, se obtiene el siguiente modelo de regresión:

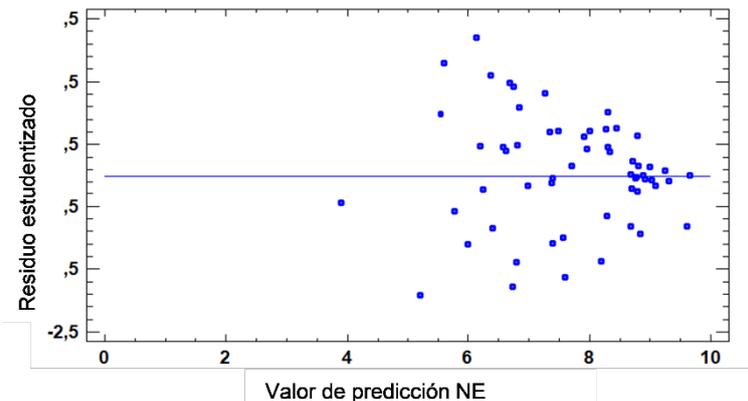
$$NE=3.09+1.64 NEC+ 1.98 MCLICKERS$$

con un R2 del 56.55 %.

Y en este caso el análisis de los residuos no detecta ningún dato anómalo y permite asumir la Normalidad de las perturbaciones, en función tanto del gráfico de probabilidad Normal (que no presenta puntos alejados de la recta) como de los descriptivos de los residuos (valor medio de $-1,17 \cdot 10^{-8}$ y coeficientes de sesgo y curtosis estandarizado dentro del intervalo $[-2, 2]$).

En cuanto a la adecuación del modelo lineal, atendiendo a lo indicado por Romero y Zúnica (2008, pág. 317) «un gráfico de residuos frente a predicciones puede poner de manifiesto la existencia de relaciones no lineales, que se detectan por una configuración curvada».

Figura 6. Representación gráfica de los Residuos vs Predicciones



Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Atendiendo a la forma del gráfico obtenido (Figura 6), se constata la adecuación del modelo lineal. Según todo lo expuesto, podría darse por validado el modelo y hacer uso de él para obtener una predicción de la NE. En este sentido, cabe resaltar que, aunque el análisis exploratorio reflejaba diferencias entre los distintos niveles de los factores «estudios previos», «carácter del centro de estudio» y «género», en cuanto al rendimiento del alumnado, estas diferencias, no han resultado significativas en el análisis inferencial posterior. Sin embargo, sí que han resultado significativas las variables de escala NEC y MCLICKERS, que en el modelo obtenido presentan coeficientes positivos. Por lo tanto, cuanto mayor es la nota de evaluación continua obtenida, mayor cabe esperar que sea la nota obtenida en el examen final (NE) y, a mayor proporción media de aciertos en los sondeos con los *Clickers*, más alta se espera que sea la nota en el examen de la asignatura.

6. Conclusiones y discusión

Tras el uso de los SVE en diferentes materias a nivel universitario, la percepción de los estudiantes y de los profesores implicados ha sido que la herramienta tenía efectos positivos en la asistencia, la motivación y que podía ser útil para mejorar el aprendizaje, tal y como sugiere la literatura analizada (Zhonggen, 2020). Sin embargo, surge la necesidad de tratar de cuantificar el peso en la nota final que pueda ser atribuible exclusivamente al uso (a la hora de explicar y reforzar contenidos) de los *Clickers*. Tras analizar cuantitativamente el impacto de los *Clickers* en la nota final de los alumnos esta puede llegar a incrementarse hasta en un 19.8%, aunque para la muestra los resultados se incrementaron en media un 10.66%. Esto evidencia que el uso de los *Clickers* puede tener efectos muy positivos en la docencia, especialmente en las asignaturas de estadística. No obstante, esto efectos percibidos por los docentes y el alumnado, se traducen también en mejores resultados en el examen final. Si bien, los resultados cualitativos sobre SVE abundan, hay menor evidencia sobre el impacto cuantitativo de los *clickers* en la nota final. Los principales trabajos en este sentido se han realizado en la rama de ingeniería. En Fang (2009) el impacto medio de los *clickers* en la asignatura de ingeniería dinámica es casi la mitad, un 8.76%, aunque aumenta hasta un nivel similar (18.06%) en el subgrupo en el que los estudiantes sacan peores notas que la media, tanto en los *clickers*, como en el examen, resultados que los autores asocian con otros factores (como que los estudiantes trabajan o que sus conocimientos en estadística son bajos). Hassanin *et al.* (2016) encuentran un impacto positivo de alrededor de un 5% en la nota con el uso de SVE, pero comparando los resultados con un curso anterior, el impacto es mayor en la tasa de aprobados que incrementa hasta un 17%, aunque sin diferencias significativas en las notas altas. La evidencia conjunta de estos resultados puede estar indicando la potencialidad de la herramienta para ayudar a aprobar o elevar la nota de los estudiantes menos sobresalientes. En la rama de economía, Green (2016) encuentra una mejora de resultados por los SVE de un 8% y Castillo-Manzano *et al.* (2016) que la probabilidad de aprobar aumenta significativamente con el uso de SVE, aunque sólo en la parte teórica y no en la práctica. Este último resultado difiere del encontrado aquí, ya que el tipo de examen realizado es eminentemente práctico, a base de resolución de problemas.

En nuestro estudio, además, la otra variable que explica los resultados en el examen finales es la evaluación continua que, aunque a priori tiene un impacto menor de un 16.4%, en media supone más de 3.5 puntos de incremento en la muestra, de modo que el trabajo regular también es necesario para garantizar el éxito. Pero curiosamente otras variables sobre las características del alumnado no son significativas. Sin embargo, en King y Joshi (2008) encuentran una correlación significativa en la participación según género, pero sólo en los hombres, aunque también se puede deber al sesgo de muestra que hay en ingeniería.

En definitiva, la obtención de un modelo de predicción puede ser útil para que los profesores que utilicen la herramienta de *Clickers* puedan hacerse una idea de cuál va a ser el rendimiento general del grupo simplemente observando la evolución de los resultados de los *Clickers*. Por último, en estudios sucesivos cabría analizar con un grupo de similares características si los resultados son igual de significativos en asignaturas de carácter más cualitativo.

7. Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento al Servei de Formació Permanent i Innovació Educativa así como a los Vicerectorats d'Estudis de Grau i Política Lingüística i de Polítiques de Formació i Qualitat Educativa de la Universitat de València por la concesión del proyecto de innovación educativa UV- SFPIE_GER16-418142 que ha financiado parcialmente este artículo.

Referencias

- Agudo-Garzón, J. E., Hernández-Linares, R., Rico-García, M., y Sánchez-Santamaría, H. (2014). Seguimiento y autoevaluación en el aula universitaria con una Tablet PC. *Revista complutense de la educación* 25 (2), pp. 185-210. https://doi.org/10.5209/rev_rced.2014.v25.n2.41533
- Andrés-Fernández, M. A. (2005). Propuesta de indicadores del proceso enseñanza/aprendizaje en la formación profesional en un contexto de gestión de calidad total. *Relieve, Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 11(1), 63-82. <https://bit.ly/2CJPwIP>
- Auras, R. y Bix, L. (2007). Wake up! The effectiveness of a student response system in large packaging classes. *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 20(3), 183-195. <https://doi.org/10.1002/pts.753>
- Barac, M. y Pardo-García, C. (2015). Uso de los clickers en asignaturas con características docentes diferentes: motivación y evaluación del alumnado, IV jornadas IDES 2015. <https://bit.ly/2OVs9bj>
- Barber, M. y Njus, D. (2007). Clicker evolution: seeking intelligent design. *CBE—Life Sciences Education*, 6(1), 1-8. <https://doi.org/10.1187/cbe.06-12-0206>
- Bergstrom, T. C. (2009). Teaching economic principles interactively: a cannibal's dinner party. *Journal of Economic Education*, 40(4), 366-384. <https://doi.org/10.1080/00220480903237935>
- Bezanilla, M. J., Arranz, S., Rayón, A., Rubio, I., Menchaca, I., Guenaga, M., y Aguilar, E. (2014). Propuesta de evaluación en competencias genéricas mediante un juego serio. *New Approaches in Educational Research*, 3(1), pp. 44-54. <https://doi.org/10.7821/naer.3.1.42-51>
- Bojinova, E., y Oigara, J. (2013). Teaching and learning with clickers in higher education, *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 25(2), 154-165. <https://bit.ly/2D5p3ie>
- Brouhle K. (2011). Exploring Strategic Behavior in an Oligopoly Market Using Classroom Clickers, *The Journal of Economic Education*, 42(4), 395-404. <https://doi.org/10.1080/00220485.2011.606093>
- Caballer-Tarazona, M. y Pardo-García, C. (2014). Statistics continuous assessment through an activity using an interactive voting system, *Edulearn 14*, 2939-2944. IATED.
- Caldwell, J. E. (2007). Clickers in the large classroom: Current research and best-practice tips. *CBE—Life Sciences Education*, 6(1), 9-20. <https://doi.org/10.1187/cbe.06-12-0205>
- Camacho-Miñano, M. y del-Campo, C. (2016). Useful interactive teaching tool for learning: clickers in higher education, *Interactive Learning Environments*, 24(4), 706-723. <https://doi.org/10.1080/10494820.2014.917108>
- Castilla, G., Romana, M. G., y López-Terradas, B. (2013). Concursando en el aula: la gamificación mediante quiz-show como herramienta de dinamización docente. X Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria. Educar para transformar. <https://bit.ly/39syl3W>
- Casasús, T., Ivars, A., y López-Rodríguez, M. I. (2018). Present and future of the e-learning in economics schools and faculties. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 5(1), 44-64. <https://doi.org/10.4995/muse.2018.9777>
- Castillo-Manzano, J. I., Castro-Nuño, M., Sanz Díaz, M. T., y Yñiguez, R. (2016). Does pressing a button make it easier to pass an exam? Evaluating the effectiveness of interactive technologies in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 47(4), 710-720. <https://doi.org/10.1111/bjet.12258>
- Cortizo-Pérez, J. C., Carrero-García, F. M., Monsalve-Piqueras, B., Velasco-Collado, A., Díaz-del-Dedo, L. I., y Pérez-Martín, J. (2011). Gamificación y docencia: lo que la universidad tiene que aprender de los videojuegos. VIII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria. Retos y oportunidades del desarrollo de los nuevos títulos en educación superior. <https://bit.ly/3hxHcUT>
- Fang, N. (2009). Electronic classroom response system for an engineering dynamics course: student satisfaction and learning outcomes. *The International journal of engineering education*, 25(5), 1059-1067.
- García-Martín, S. y Cantón-Mayo, I. (2019). Uso de tecnologías y rendimiento académico en estudiantes adolescentes. [Use of technologies and academic performance in adolescent students]. *Comunicar*, 59, 73-81. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-07>
- Green, A. (2016). Significant returns in engagement and performance with a free teaching app, *The Journal of Economic Education*, 47(1), 1-10. <https://doi.org/10.1080/00220485.2015.1106359>
- Guerra, S., González, N., y García, R. (2010). Utilización de las TIC por el profesorado universitario como recurso didáctico. [Study on the Use of ICT as Teaching Tools by University Instructors]. *Comunicar*, 35, 141-148. <https://doi.org/10.3916/C35-2010-03-07>
- Halpern, D., Piña, M., y Gunckel, C. O. (2020). El rendimiento escolar: Nuevos recursos multimedia frente a los apuntes tradicionales. [School performance: New multimedia resources versus traditional notes]. *Comunicar*, 64, 39-48. <https://doi.org/10.3916/C64-2020-04>
- Hassanin, H., Essa, K., El-Sayed, M. A., y Attallah, M. M. (2016). Enhancement of student learning and feedback of large group engineering lectures using audience response systems. *Journal of Materials Education*, 38(5-6), 175-190. <https://bit.ly/2OV7fjm>

- Keough, S. M. (2012). Clickers in the classroom: a review and a replication. *Journal of Management Education*, 36(6), 822-847. <https://doi.org/10.1177/1052562912454808>
- King, D. B. y Joshi, S. (2008). Gender differences in the use and effectiveness of personal response devices. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 544-552. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9121-7>
- Kühbeck, F., Engelhardt, S., y Sarikas, A. (2014). OnlineTED. com-a novel web-based audience response system for higher education. A pilot study to evaluate user acceptance. *GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung*, 31(1). <https://doi.org/10.3205/zma000897>
- Latorre, A., Del Rincón, D y Arnal, J. (2003). Bases metodológicas de la investigación educativa. Barcelona: Ediciones Experiencia.
- Laxman, K. (2011). A study on the adoption of clickers in higher education. In Hong, K. S. & Lai, K. W. (Eds), ICT for accessible, effective and efficient higher education: Experiences of Southeast Asia. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(Special issue, 8), 1291-1303. <https://doi.org/10.14742/ajet.894>
- López-Rodríguez, M.I., y Barac, M. (2016). Uso de los clickers en una asignatura de diseño de experimentos. V Jornades IDES 2016. <https://bit.ly/3PQlpsP>
- López-Rodríguez, M.I., y Barac, M. (2019). Valoración del alumnado sobre el uso de Clickers y vídeo tutoriales en educación superior. *Research in Education and Learning Innovation Archives*, 22,19-34. <https://doi.org/10.7203/realia.22.14582>
- López-Rodríguez, M. I., Palací, D., y Palací, J. (2015a). Quantitative subjects in master studies: detection of weaknesses and proposed solution. ICERI 2015. IATED.
- López-Rodríguez, M. I., Palací, J., y Palací, D. (2015b). Use of ICTs in degree studies: a descriptive analysis. ICERI 2015. IATED.
- López-Rodríguez, M. I., Palací, J., y Palací, D. (2016). Application of ICTs in the analysis of grade students' perception and preparation. INTED 2016. IATED.
- Marín-Díaz, V. (2015). La gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. *Digital Education Review*, 27.
- Marín-Jiménez, A. E., Montejo-Gámez, J., y Campaña-Gómez, J. R. (2016). Una propuesta para el refuerzo de conceptos matemáticos a través de Kahoot!. *Revista del Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI)*, 3. <https://bit.ly/2WS4jSl>
- Marrero, M. I. (2011). Los clickers en el aula de matemáticas. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 76, 157-166. <https://bit.ly/39BTt8l>
- Martyn, M. (2007). Clickers in the classroom: An active learning approach. *Educause quarterly*, 30(2), 71. <https://bit.ly/2WSD8qF>
- McClarty, K. L., Orr, A., Frey, P. M., Dolan, R. P., Vassileva, V., y McVay, A. (2012). A literature review of gaming in education. *Gaming in education*, 1-36. <https://bit.ly/2WWlnXs>
- Newland, S. A. y Black, B. (2020). More than multiple choice: A toolbox for incorporating clickers into political science courses. *Journal of Political Science Education*, 16(2), 158-175. <https://doi.org/10.1080/15512169.2018.1544906>
- Núñez, J. C., Vallejo, G., Rosário, P., Tuero, E., y Valle, A. (2014). Variables del estudiante, del profesor y del contexto en la predicción del rendimiento académico en Biología: análisis desde una perspectiva multinivel. *Revista de Psicodidáctica*, 19(1), 145-172. doi: 10.1387/RevPsicodidact.7127
- Palací, D., Palací, J., y López-Rodríguez, M.I. (2012). Evaluation of the effectiveness of innovating pedagogical tools in projects or educative innovation. INTED 2012. IATED.
- Pintor-Holguín, E., Gargantilla-Madera, P., Herreros-Ruiz-Valdepeñas, B., y López-del-Hierro, M. (2014). Kahoot en docencia: una alternativa practica a los clickers. XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria. Educar para transformar. <https://bit.ly/2WTzlZV>
- Rodríguez-Gómez, D., Castro, D., y Meneses, J. (2018). Usos problemáticos de las TIC entre jóvenes en su vida personal y escolar. [Problematic uses of ICT among young people in their personal and school life]. *Comunicar*, 56, 91-100. <https://doi.org/10.3916/C56-2018-09>
- Romero, R., y Zúñica, L. (2008). Métodos estadísticos en ingeniería. Editorial: UPV. Valencia. <https://bit.ly/3eVPWm7>
- Rosario, P., Mourão, R., Baldaque, M., Nunes, T., Nuñez, J. C., González-Pienda, J. S., Cerezo, R., y Valle, A. (2009). Tareas para casa, autorregulación del aprendizaje y rendimiento en matemáticas. *Revista de Psicodidáctica*, 16(1), 179-192. <https://bit.ly/39oQ7Fv>
- Salmerón, L., y Delgado, P. (2019). Critical analysis of the effects of the digital technologies on reading and learning / Análisis crítico sobre los efectos de las tecnologías digitales en la lectura y el aprendizaje. *Culture and Education*, 31(3), 465-480, <https://doi.org/10.1080/11356405.2019.1630958>
- Staveley-O'Carroll, J. (2016). A classroom market for extra credit: A semester-long experiment. *The Journal of Economic Education*, 47(4), 324-337. <https://doi.org/10.1080/00220485.2016.1213681>

- Valverde Berrocoso, J., Fernández Sánchez, M. R., y Revuelta Domínguez, F. I. (2013). El bienestar subjetivo ante las buenas prácticas educativas con TIC: su influencia en profesorado innovador. *Educación XX1*, 16(1), 255-280. <https://doi.org/10.5944/educxx1.16.1.726>
- Van-Roy, R. y Zaman, B. (2018). Need-supporting gamification in education: An assessment of motivational effects over time. *Computers & Education*, 127, 283-297. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.018>
- Zhonggen, Y. (2020). Clickers: student response systems in education. In *Handbook of Research on Diverse Teaching Strategies for the Technology-Rich Classroom* (pp. 225-238). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-0238-9.ch015>