

# EVALUANDO LA EFECTIVIDAD DE LAS TECNOLOGÍAS INTERACTIVAS EN LA DOCENCIA DE ECONOMÍA: UN CASO DE ESTUDIO EN LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA <sup>1</sup>

**Autores:** José I. Castillo-Manzano; Mercedes Castro-Nuño; Teresa Sanz & Rocío Yñiguez (Universidad de Sevilla). **Contacto:** jignacio@us.es

## 1. INTRODUCCIÓN

La calidad de la docencia es una cuestión fundamental en el contexto de cambio y reestructuración que actualmente están experimentando las universidades europeas, a raíz de la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (Jiménez y Palmero, 2007). En él, los profesores, representan piezas clave del llamado *proceso de creación de valor* (Barile y Polese, 2010), de forma que los estudiantes no son sólo clientes de servicios, sino que aparecen involucrados en un aprendizaje conjunto e interactivo.

Para facilitar esta transición, se requiere la aplicación de nuevas estrategias de enseñanza y de herramientas innovadoras que promuevan el desarrollo de competencias genéricas y específicas en los estudiantes, y que, al mismo tiempo, incentiven la autonomía del aprendizaje (Salas *et al.* 2012). En este sentido, Iniesta-Bonillo *et al.* (2012) destacan el carácter básico de la Tecnología de Información y Comunicación (TIC) para el aprendizaje interactivo, constituyendo una fuente de innovación necesaria para cualquier organización que pretenda obtener una ventaja competitiva.

Gran parte de las experiencias docentes innovadoras, se han basado en la aplicación de un tipo de herramienta TIC llamado “*Sistema de Respuesta Interactiva*” (en adelante, SRI) o clickers (Martín-Laborde, 2005), que pulsando un mando, permiten a los estudiantes responder en el aula, de forma anónima, a preguntas de opción múltiple formuladas mediante una presentación en Power Point. De esta manera, el profesor puede comprobar inmediatamente si los alumnos han entendido los conceptos explicados (Moss y Crowley, 2011).

Nuestro objetivo es evaluar la eficacia de los SRIs como herramientas de apoyo al proceso de aprendizaje de las enseñanzas de Economía mediante un estudio de caso realizado en la Universidad de Sevilla durante el curso académico 2012/2013. Se trataba de determinar si, como consecuencia del uso de los SRIs, aumenta la probabilidad de que los estudiantes superen las dos partes independientes del examen final de la asignatura (una conformada por preguntas teóricas a desarrollar, y la otra por cuestiones de índole práctico-matemática).

La Universidad de Sevilla es pionera en España en el uso de los SRIs, si bien este recurso tecnológico también se emplea actualmente en numerosas universidades públicas y privadas.

---

<sup>1</sup> Una versión ampliada de este trabajo se puede encontrar por los mismos autores en: **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 (Impact Factor: 1.394; 37/219 Education & Educational Research), forthcoming (2015).

Sin ánimo de ser exhaustivos, podemos citar a la Universidad Politécnica de Madrid, la Autónoma de Barcelona, Zaragoza, Málaga, la Europea de Madrid, Miguel Hernández o la Universidad Jaume I.

Dado el uso extendido de esta herramienta en el ámbito universitario, consideramos necesario un análisis del papel que representa no sólo en el campo de la innovación docente; sino que, teniendo en cuenta que, por ejemplo, en el caso concreto de la Universidad de Sevilla, se han invertido en este recurso, alrededor de 230.000 euros durante el periodo 2007-2012, también sería conveniente plantear una evaluación económica de su efectividad. A este respecto, en este trabajo aplicamos un enfoque econométrico; concretamente, un modelo probit bivariante basado en la inferencia causal estadística, que, además de ofrecer resultados robustos, puede ser fácilmente replicado en cualquier experimento similar.

La mayoría de los estudios anteriores acerca de la aplicación de TICs para la docencia, defienden su valor en el proceso de aprendizaje desde una perspectiva subjetiva basada en la percepción y opiniones de los estudiantes ( López-Pérez *et al.* 2011). Si bien, autores como Ginns y Ellis (2009), consideran necesaria una evaluación del impacto alcanzado por el uso de las TICs en términos de otras variables objetivas como el aprendizaje y el rendimiento académico logrado por los estudiantes. En el caso concreto de los SRIs, pueden encontrarse trabajos sobre los efectos positivos del aprendizaje activo en función de la motivación, asistencia a clase y rendimiento académico (Desrochers y Shelnutt, 2012; Moss y Crowley, 2011). Aunque la mayoría son de carácter cualitativo y muy pocos abordan la efectividad de los SRIs desde un enfoque cuantitativo (p. ej. Blasco *et al.*, 2013); y además, según Caldwell (2007), estos análisis previos no parecen arrojar resultados suficientemente robustos que permitan obtener conclusiones consistentes. Lo que justifica la realización de trabajos como el presente.

El estudio se estructura en cinco secciones. Tras esta introducción, la segunda sección describe los datos y la metodología de investigación. Los resultados se discuten en el apartado tercero, y las conclusiones se presentan en la sección cuarta. Finalmente, incluimos las referencias bibliográficas.

## **2. MARCO EMPÍRICO**

Nuestra experiencia consistió en la aplicación de los SRIs en la asignatura *Introducción a la Economía*, en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de Sevilla. La población objeto de estudio estaba formada por los estudiantes que asistían regularmente a clase, distribuidos en los 9 grupos de primer año del Grado de Administración y Dirección de Empresas (441 estudiantes en total).

Dos de estos 9 grupos, con un total de 141 estudiantes, fueron escogidos al azar para el experimento. Para ello, los alumnos realizaron 3 pruebas de conocimiento empleando SRIs sobre el contenido de la asignatura; lo que nos permitió obtener un feed-back inmediato sobre su conocimiento efectivo de la materia. Los 322 alumnos restantes (grupo de control), recibieron una docencia tradicional, sin apoyo de los SRIs. Al finalizar el cuatrimestre, todos los alumnos, tanto los del grupo de intervención como el de control, se sometieron al mismo examen final (con cuestiones teóricas y prácticas).

En resumen, nuestro trabajo cuenta con una muestra significativamente superior a la de los estudios cuantitativos precedentes (Desrochers y Shelnutt, 2012; Marshall y Varnon, 2012). Otra característica que aporta más robustez a nuestros resultados, es que presentamos una ratio grupo de intervención / grupo de control, inferior a la de todos los estudios antes mencionados. En concreto, 1/3 en nuestro estudio, frente a la relación 1/1 de Desrochers y Shelnutt (2012) ó 1/2 de Marshall y Varnon (2012).

Para optimizar las condiciones del experimento, se eligieron estudiantes de primer curso, recién llegados de la Enseñanza Secundaria, y que, por tanto, era prácticamente imposible que hubieran tenido experiencias previas con los SRIs. Es evidente que algunos alumnos repetidores podrían haber tenido alguna experiencia de ellos, si bien este posible sesgo se ha corregido con la covariable Freshman.

Se puede comprobar que el riguroso diseño de nuestro experimento se ajusta a los principios que rigen el muestreo aleatorio simple. Además, hemos incluido diez covariables (ver Tabla 1) que buscan corregir cualquier sesgo significativo entre los estudiantes del grupo de intervención y de control, respectivamente. La información de estas covariables se obtuvo mediante una campaña de encuestas realizadas ad-hoc a toda la población de alumnos (grupos de intervención y de control).

La estructura de las pruebas con los SRIs fue la misma en las tres pruebas realizadas: 20 preguntas tipo test con cuatro respuestas posibles. Dado que el examen final incluía partes teóricas para desarrollar (es decir, lo opuesto al tipo test), a priori dichas pruebas intermedias no podían mejorar las habilidades por repetición o familiarización con la estructura del examen final.

En cuanto a la metodología utilizada en nuestro estudio, se enmarca en la inferencia causal estadística, basándose en la estimación del efecto causal (Pearl, 2000) que una medida o hechos específicos pueden tener en una o más variables relevantes (Dawid, 2000). Esta técnica permite deducir estimadores consistentes de los efectos de la medida evaluada (Rotnitzky y Robins, 1995); en nuestro caso, la efectividad de los SRIs, y así aislar el posible impacto de las variables contaminantes adicionales.

A partir de una muestra aleatoria de tamaño  $N$ , definimos la variable binaria  $D$  que indica la observación correspondiente a un estudiante que ha utilizado SRI ( $D_i=1$ ), o un estudiante en el grupo de control que no los ha utilizado ( $D_i=0$ ). Por tanto, nuestras  $N$  observaciones se dividieron en  $N_1$  (los 141 estudiantes que utilizaron las SRI en los dos grupos sometidos a la intervención) y  $N_0$  (los restantes 322 estudiantes del grupo de control). Implementando este enfoque metodológico sobre un modelo bivariate probit, donde cada una de las ecuaciones siguientes representa la probabilidad de aprobar la parte teórica y práctica del examen final, tendríamos que:

$$L = \sum \ln \Phi_2(q_1(Z_i\tau)^\tau, q_2(Z_i\gamma)^\gamma, \rho_i^*)$$

$$q_1 = \begin{cases} 1 & \text{if } y_1 \neq 0 \\ -1 & \text{if } y_1 = 0 \end{cases} \quad q_2 = \begin{cases} 1 & \text{if } y_2 \neq 0 \\ -1 & \text{if } y_2 = 0 \end{cases} \quad (1)$$

donde  $\Phi_2$  es la función de distribución acumulada de una normal bivariante. Siendo:

$$z_i \tau_m = \tau_{m0} + \alpha D_i + \tau_{m1} \hat{\varepsilon}(x_i) + \tau_{m2} (\hat{\varepsilon}(x_i) - E[\hat{\varepsilon}(x)]) D_i + u_{ij} \quad (2)$$

para:  $\varepsilon(X) = P(D = 1|X) = F(\beta X)$  (3),

donde  $\beta$  es el vector de parámetros asociados con la matriz X, que en nuestro caso incluiría las 10 covariables.

### 3. RESULTADOS

La Tabla 1 resume los resultados de la estimación con el *propensity score* (ecuación 3). Optamos por una especificación logit en lugar de una especificación probit, ya que maximiza el logaritmo de pseudo verosimilitud.

**Tabla 1. Descripción de covariables y estimación probit del Propensity Score**

Definición de Covariables	Coefficientes	Definición de Covariables	Coefficientes
<b>Género:</b> 1 si es hombre.	-0.198 (.285)	<b>Freshman:</b> 1 si primer año de Univ.	0.270 (.626)
<b>Edad:</b> años del estudiante	-0.071 (.143)	<b>Primera opción:</b> 1 si GADE es 1ª opción solicitada.	1.381 (.571)**
<b>Año:</b> 1 si es sevillano.	-0.736 (.308)**	<b>Nota acceso:</b> en pruebas acceso a la Univ.(1-14).	-0.224 (.084)***
<b>Trabajador:</b> 1 si tiene trabajo remunerado.	-0.562 (.820)	<b>Vocación:</b> valoración personal sobre su vocación respecto a GADE (1-4).	0.049 (.121)
<b>Lugar de residencia:</b> 1 en residencia o piso de estudiantes.	-0.022 (.336)	<b>Presión familiar:</b> valoración personal de la presión recibida para estudiar en la Univ. (1-4)	-0.127 (.155)
<b>Nº observaciones</b>	340	<b>Pseudo R2</b>	0.052
<b>Log pseudo-likelihood</b>	- 177.017	<b>Wald Chi2</b>	16.99

Nota: errores estándar en paréntesis, robustos a heterocedasticidad. \*p≤ .1; \*\*p≤ .05; \*\*\*p≤ .01.

La Tabla 2 representa los resultados de las estimaciones bivariate probit (ecuaciones 1 y 2). En el Modelo 1, columnas 2 y 3, hemos usado el modelo básico, donde  $D_i$  toma el valor 1, si el estudiante pertenecía al grupo que había usado los SRIs, y 0 si pertenecía al grupo de control. En las dos últimas columnas (Modelo 2), hemos considerado  $D_i$  como una variable creciente que toma valores entre 0 y 3, dependiendo del número de pruebas con los SRIs que el estudiante hubiera realizado antes del examen final.

**Tabla 2. Estimación bivariate probit de los efectos causales relevantes**

Variable	Modelo 1		Modelo 2	
	Aprobar teoría	Aprobar práctica	Aprobar teoría	Aprobar práctica
<b>Clicker ó Mando (<math>D_i</math>)</b>	0.383 (.178)**	0.022 (.174)	-	-
<b>Nº de Clickers (<math>D_i</math>)</b>	-	-	0.129 (.064)**	0.031 (.062)

<b>Constante</b>	0.272 (.203)	-0.062 (.205)	0.276 (.203)	-0.069 (.203)
$\hat{\varepsilon}(x_i)$ (a)	-0.319 (.826)	-1.444 (.851)*	-0.312 (.828)	-1.471 (.856)*
$(\hat{\varepsilon}(x_i) - E[\hat{\varepsilon}(x)])D_i$ (b)	1.871 (1.666)	2.658 (1.611)*	1.913 (1.663)	2.658 (1.611)

Nota: mismas consideraciones que en nota de Tabla 1. (a) es propensity score estimado para individuo  $i$ -ésimo; (b) es diferencia entre este valor y su media para toda la muestra, multiplicada por 1 ó 0 según pertenencia al grupo de tratamiento/de control, respectivamente.

Dado que en un bivariate probit sólo el signo de los parámetros tiene interpretación directa, la Tabla 3 muestra los efectos marginales sobre la probabilidad de aprobar el examen teórico, tanto respecto al empleo de los SRIs, como de la variable número de veces que se utilizan los SRIs.

**Table 3. Efectos marginales en la media de las  $D_i$  variables**

	<b>Clicker (Modelo 1)</b>	<b>Número de pruebas con el SRI (Modelo 2)</b>
<b>Aprobar el examen teórico</b>	0.1401 $\Delta$ 14.01%	0.0489 $\Delta$ 4.89%

#### 4. CONCLUSIONES

Con la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior, la mayoría de las universidades españolas han realizado importantes esfuerzos para impulsar la innovación docente, apostando por la aplicación de diferentes modalidades de TICs, como los SRIs.

Existe una amplia literatura que analiza el uso docente de los SRIs en la educación superior, pero desde una perspectiva preferentemente cualitativa en la que se analiza prioritariamente el grado de satisfacción de los estudiantes con su uso. Por ello, se requieren estudios centrados en la evaluación de la efectividad de este tipo de herramientas de apoyo a la docencia, basados en variables cuantitativas, como puede ser el rendimiento académico de los estudiantes.

Los resultados del presente estudio muestran que los SRIs contribuyeron de manera significativa a la mejora del rendimiento académico de los alumnos que los usaron. Sin embargo, este resultado no es una panacea universal y presenta algunas limitaciones. En primer lugar, el empleo de los SRIs permitió mejorar las calificaciones de los estudiantes en relación a la parte teórica del examen; ya que los que tuvieron oportunidad de emplearlos aumentaron su probabilidad de superar la parte teórica del examen en un promedio del 14%. Pero no se ha encontrado evidencia sobre la eficacia de los SRIs, para superar la parte práctica del examen de la asignatura analizada con este experimento.

En segundo lugar, la efectividad de los SRIs depende claramente de la frecuencia de uso de los mismos. Por ello, los SRIs no deben utilizarse de forma esporádica. De acuerdo con los resultados obtenidos en este análisis, la probabilidad de superar la parte teórica del examen, mejora progresivamente con el número de pruebas realizadas. Concretamente, un estudiante

que hizo las tres pruebas de nuestra experiencia utilizando SRIs, tuvo un 15% más de probabilidad de superar la parte teórica del examen; mientras que si realizó dos o solo una de las tres pruebas, esta probabilidad se redujo al 10% y al 5%, respectivamente.

## BIBLIOGRAFÍA

Barile, S., Polese, F. 2010. Linking the viable system and many-to-many network approaches to service-dominant logic and service science. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 2(1), 23-42.

Blasco-Arcas, L., Buil, I., Hernández-Ortega, B., Sese, F. J. 2013. Using clickers in class. The role of interactivity, active collaborative learning and engagement in learning performance. *Computers and Education*, 62, 102-110.

Caldwell, J. E. 2007. Clickers in the Large Classroom: Current Research and Best-Practice Tips. *CBE- Life Sciences Education*, 6 (1), 9-20.

Desrochers, M. N., Shelnett, J. M. 2012. Effect of answer format and review method on college students learning. *Computers and Education*, 59, 946-951.

Dawid, A. P. 2000. Causal Inference Without Counterfactuals. *Journal of the American Statistical Association*, 95 (2), 407-448.

Ginns, P., Ellis, R.A. 2009. Evaluating the quality of e-learning at the degree level in the student experience of blended learning. *British Journal of Educational Technology*, 40(4), 652-663.

Iniesta-Bonillo, M.A., Sánchez-Fernández, R., Cervera-Taulet, A., Schlesinger, W. 2012. ICT usage in higher education: proposition of a relational model. *INTED 2012 Proceedings*, 6617-6625.

Jiménez, A., Palmero, C. 2007. New approaches to university in Spain: academic change, creative dimensions and ethical commitment in the establishment of the European Higher Education Area. *Journal of Educational Administration and History*, 39(3), 227-237.

López-Pérez, M.V., Pérez-Lopez, M.C., Rodríguez-Ariza, L. 2011. Blended learning in higher education: students' perceptions and their relation to outcomes. *Computers and Education*, 56, 818-826.

Martín-Laborda, R. 2005. Las nuevas tecnologías en la educación. *Cuadernos sociedad de la información*, Fundación Auna.

Marshall, L. L., Varnon, A. W. 2012. An empirical investigation of clicker technology in Financial Accounting Principles. *Journal of Learning in Higher Education*, 8 (1), 7-17.

Moss, K., Crowley, M. 2011. Effective learning in science: The use of personal response systems with a wide range of audiences. *Computers and Education*, 56, 36-43

Pearl, J. 2000. *Causality: Models, Reasoning and Inference Applications*. New York: Cambridge University Press.

Rotnitzky, A., Robins, J. 1995. Semiparametric Regression Estimation in the Presence of Dependent Censoring. *Biometrika*, 82 (4), 805-820.

Salas Velasco, M., Sánchez Martínez M.T., Rodríguez Ferrero, N. 2012. Developing generic competences in the European Higher Education Area: a proposal for teaching the principles of economics. *European Journal of Education*, 47(3), 463-476.