

## Los *clickers* en el aula de matemáticas

Isabel Marrero (Universidad de La Laguna)

### Resumen

Los *clickers* son unidades de votación electrónica sin cable las cuales permiten a los estudiantes interactuar con una presentación para distintos fines, que van desde controlar la asistencia a clase hasta realizar evaluaciones sumativas o formativas, respondiendo a test conceptuales. En la presente nota se exponen sucintamente las características técnicas de este tipo de sistemas de respuesta, se discuten sus posibilidades docentes, se sugieren buenas prácticas de uso que puedan servir como orientación a quienes decidan experimentarlos en el aula, y se referencian algunos materiales accesibles en la red y potencialmente útiles para implementar este recurso en la enseñanza de las matemáticas.

### Palabras clave

*Clickers*, aprendizaje activo, instrucción por iguales, *ConcepTest*.

### Abstract

*Clickers* are wireless digital voting units which allow students to interact with a presentation on everything as basic as attendance, to summative assessments or concept tests. In this note the technical features of this kind of response systems are briefly described, their use in education is discussed, good practices (which might be of some aid to those willing to carry this new technology to their classrooms) are suggested, and some materials, available online and potentially helpful to implement this resource in the teaching of mathematics, are referenced.

### Keywords

Clickers, active learning, peer instruction, *ConcepTest*.

## 1. Introducción

Los *clickers* son unidades de votación electrónica, similares a un mando de televisión que, mediante infrarrojos o radiofrecuencia, transmiten al ordenador del profesor, en tiempo real, las respuestas de los estudiantes a diferentes cuestiones que el docente formula en el transcurso de la clase. Las preguntas, con sus posibles soluciones, se muestran en una pantalla o proyector, los estudiantes votan por una de estas soluciones pulsando en el *clicker*, un receptor USB captura las respuestas, y el software asociado las cuantifica, agrega y resume al instante para enseñarlas en la pantalla de proyección, generalmente en forma de tabla, diagrama de barras o diagrama de sectores. La sesión de trabajo puede quedar registrada para posteriores consultas, incluyendo o excluyendo, según se desee, las respuestas del alumnado.

Esta tecnología innovadora se encuentra muy extendida en las universidades estadounidenses y empieza a ser habitual en Europa, pero quizá no tanto en España: en la actualidad, que sepamos, sólo está implantada institucionalmente en la Universidad de Navarra [<http://www.unav.es/servicio/innovacioneducativa/clickers1>], con algunas experiencias piloto en asignaturas aisladas de las Universidades Autónoma de Barcelona, Autónoma de Madrid y La Laguna. El propósito de la presente nota es exponer sucintamente las características técnicas de este tipo de sistemas, discutir sus posibilidades docentes, sugerir buenas prácticas de uso que sirvan de orientación a quienes decidan experimentarlos en el aula, y recomendar algunos materiales, disponibles *online*, de



potencial utilidad para la implementación de este recurso en la enseñanza de las matemáticas. Aunque los *clickers* son susceptibles de ser empleados en todos los niveles educativos, en este trabajo nos referiremos fundamentalmente al ámbito universitario. La bibliografía citada, junto con las referencias contenidas en cada ítem, permitirá al lector ampliar conforme a sus intereses la información que reseñamos aquí.

### 2. Aspectos técnicos

Los *clickers* reciben hasta 26 denominaciones alternativas; para facilitar la localización de bibliografía relacionada, enumeramos a continuación las más comunes:

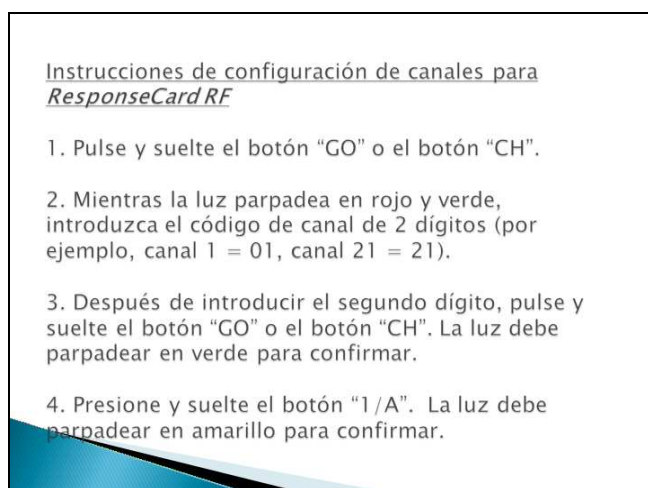
- Sistemas de Respuesta de la Audiencia (*Audience Response Systems*, ARS)
- Sistemas de Respuesta Automáticos (*Automated Response Systems*, ARS)
- Sistemas de Funcionamiento de la Clase (*Classroom Performance Systems*, CPS)
- Sistemas de Respuesta por Ordenador (*Computer Response Systems*, CRS)
- Sistemas de Votación Electrónica (*Electronic Voting Systems*, EVS)
- Sistemas de Respuesta Personal (*Personal Response Systems*, PRS)
- Sistemas de Respuesta de los Estudiantes (*Student Response Systems*, SRS)

Existen varios fabricantes que comercializan este tipo de tecnología. A título exclusivamente informativo, listamos algunos de los más conocidos:

- Educlick [<http://www.educlick.es>]
- eInstruction [<http://www.einstruction.com>]
- Enjoy [<http://www.enjoy-ars.com>]
- Hyper-Interactive Teaching Technology [<http://www.h-itt.com>]
- i>Clicker [<http://www.iclicker.com>]
- InterWrite PRS [<http://www.interwritelearning.com/products/prs>]
- Option Technologies Interactive [<http://www.optiontechnologies.com>]
- Powervote [<http://www.powervote.com/es>]
- Qwizdom [<http://www.qwizdom.com>]
- Turning Technologies [<http://www.turningtechnologies.com>]



Figura 1. Receptor USB y ResponseCard RF LCD de Turning Technologies.



**Figura 2.** Pantalla de configuración de canales de radiofrecuencia para la ResponseCard RF LCD.<sup>1</sup>

Desde el punto de vista técnico, un sistema de respuesta personal consta típicamente de cuatro elementos: software de encuestas, dispositivos de respuesta (los *clickers* propiamente dichos), receptor de respuestas y sistema de almacenamiento de sesiones. El elemento didáctico básico asociado está constituido por una pregunta, un conjunto de posibles respuestas, un gráfico que muestra lo que ha contestado la clase y un informe posterior, individual o grupal.

Los distintos productos disponibles en el mercado ofrecen características y prestaciones similares, si bien los basados en radiofrecuencia presentan mayor estabilidad y fiabilidad que los que funcionan bajo infrarrojos. Algunos fabricantes cuentan con un software para configurar los teléfonos móviles como dispositivos emisores. En nuestro caso hemos tenido ocasión de experimentar con algunos de los productos comercializados por la empresa Turning Technologies, que comentaremos a continuación.

El *clicker* ResponseCard RF LCD (Figura 1) funciona por radiofrecuencia (Figura 2) e incluye una pantalla LCD que permite a los usuarios confirmar visualmente su elección, además de mostrar el canal bajo el cual está operando el dispositivo y el estado de carga de la batería. Se trata de una unidad muy ligera, delgada y resistente, aproximadamente del tamaño de una tarjeta de crédito, lo que le confiere una gran manejabilidad y portabilidad.

El software de encuestas TurningPoint es gratuito y se integra perfectamente con Microsoft PowerPoint y con el paquete Microsoft Office, herramientas informáticas que el profesorado conoce y maneja de forma habitual en su trabajo. Como, además, el uso de su interfaz es muy sencillo e intuitivo, este recurso puede ser incorporado al aula sin que ello resulte gravoso para el docente.

Uno de los puntos clave en la tarea del profesor en relación con el uso de los *clickers* es formular buenas preguntas; con cada una y sus posibles respuestas se configura una diapositiva. El software presenta una gran versatilidad a la hora de diseñarlas: es posible crear nuevas presentaciones interactivas o bien incorporar diapositivas interactivas a presentaciones ya elaboradas. La existencia de una biblioteca de patrones de diapositivas (pasatiempos para “romper el hielo” y enseñar a la audiencia el manejo del sistema, preguntas sí/no, preguntas verdadero/falso, tipo Likert, de opción múltiple, de respuesta corta, etc.) junto al libre diseño permite plantear las cuestiones de distintos

<sup>1</sup> Se trata de una utilidad imprescindible para evitar las interferencias al emplear el sistema en dos aulas contiguas e independientes.



modos, atendiendo a lo que el profesor pretenda evaluar y a la manera en que quiera recabar y almacenar la información (Figura 3). Y ante cualquier circunstancia imprevista (una duda, un debate surgidos en el desarrollo de la clase), resulta sencillo añadir sobre la marcha una nueva diapositiva con el tipo de pregunta que se considere más apropiada al caso.

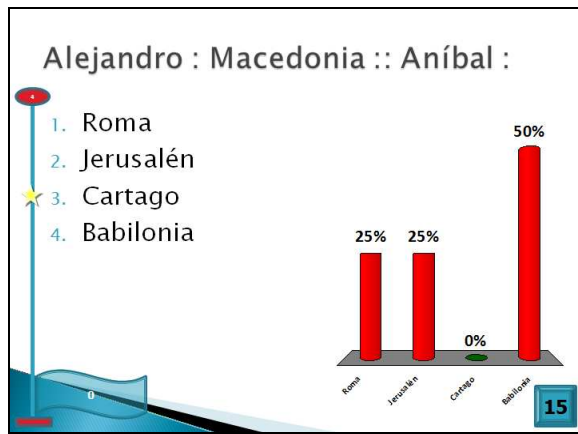


Figura 3. Diapositiva para “romper el hielo”

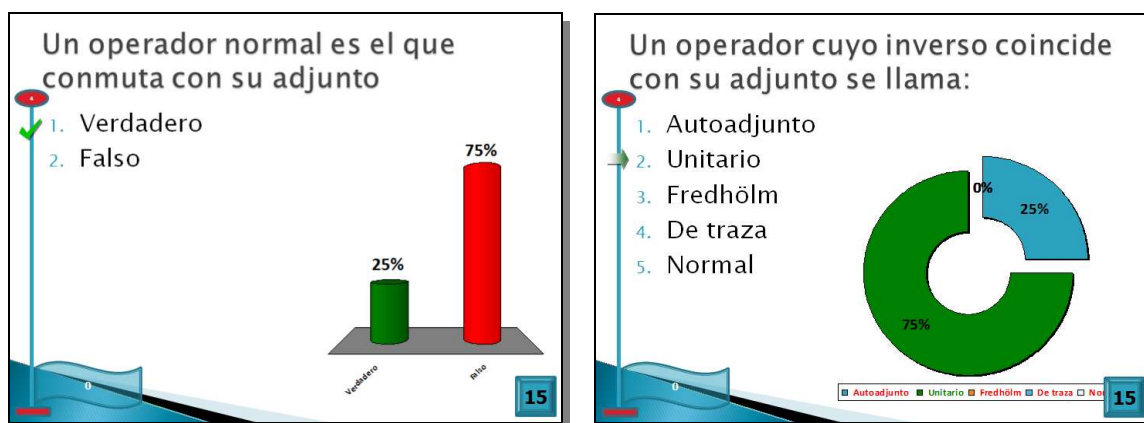


Figura 4. Diapositivas con pregunta verdadero/falso (i) y con pregunta de opción múltiple. Los resultados de las votaciones se muestran en forma de diagramas de barras y de sectores, respectivamente. Ambas incluyen un contador de respuestas emitidas, un señalizador de respuesta correcta y un control del tiempo remanente.

Las respuestas pueden ser textos o imágenes, y entre ellas debemos indicar la que pretendemos que el ordenador reconozca como acertada; naturalmente, *a priori* ésta no se muestra como tal. Cabe asignar una puntuación a cada respuesta. Si deseamos que los estudiantes reciban retroalimentación instantáneamente, insertaremos en la diapositiva un señalizador de la respuesta correcta, que aparecerá una vez se haya cerrado la votación de esa pregunta. Igualmente, se puede limitar el tiempo de respuesta de cada una, indicando con una alerta el momento en que empieza la cuenta atrás y el tiempo restante (Figura 4). Para testear cómodamente el diseño de la presentación, el software permite introducir datos de prueba o simular el envío de respuestas mediante el teclado.

Al arrancar una sesión de *clickers* podemos hacer que los estudiantes permanezcan o no identificados en el transcurso de la misma; la segunda opción interesará, por ejemplo, si entre los objetivos de la sesión se encuentra pasar lista o realizar una evaluación sumativa. Se puede crear una primera pregunta para separar a los estudiantes en grupos, y en tal caso obtener las respuestas también

por grupos. De la misma manera, es factible diseñar un itinerario de aprendizaje guiado, condicionando el flujo de la presentación a las respuestas que emitan los estudiantes: si la mayoría son erróneas entonces la presentación se redirige a diapositivas aclaratorias del mismo tema, mientras que si son correctas progresa hacia temas nuevos.

Los resultados de una sesión pueden ser guardados y administrados mediante una gran variedad de informes: por alumnos, por grupos de alumnos, por preguntas, con o sin gráficos, etc.

### 3. Uso didáctico de los *clickers*

Con la utilización de los *clickers* en el aula se pretende promover el aprendizaje activo (Johnson 2004), cuyos beneficios en la educación superior han sido ampliamente proclamados por diversos autores (Chickering y Gamson, 1987; Guthrie y Carlin, 2004). Si se emplean correctamente, los *clickers* pueden ayudar a dinamizar las clases y facilitar tanto al profesorado como al alumnado el seguimiento y valoración de su propio desempeño en la asignatura.

#### 3.1. Beneficios del uso de los *clickers*

Distintos estudios realizados sobre su impacto en el aula han permitido concluir que, más allá del posible “efecto novedad” del recurso tecnológico, los *clickers* constituyen un instrumento motivador para los estudiantes, quienes generalmente valoran de forma positiva la experiencia de usarlos (Figura 5). Otros beneficios reportados han sido los siguientes:

- **Incremento de la atención de los estudiantes durante la clase.** El alumno intenta prestar más atención a los temas que se están tratando si sabe que en cualquier momento se le puede plantear una pregunta.
- **Aumento de la participación.** Los *clickers* permiten al estudiante expresar sus opiniones desde el anonimato, sin necesidad de correr públicamente el riesgo de emitir una respuesta incorrecta; este mero hecho ya puede incitarle a participar. Si, además, su respuesta coincide con la que se muestra en la pantalla como acertada, experimentará un refuerzo positivo considerable que le animará a expresarse en voz alta.
- **Proporcionan *feedback* al alumnado.** Gracias a los *clickers*, los estudiantes pueden objetivar su grado de conocimiento y asimilación de los distintos temas abordados, y así mejorar sus propias estrategias de aprendizaje. Además, este sistema les permite ejercitarse en la realización de exámenes de tipo test y afrontar el examen final, si lo hubiese, con mayores garantías de éxito.
- **Proporcionan *feedback* al profesorado.** Las preguntas que presentan tasas muy bajas de respuestas correctas por parte de los alumnos permiten al profesor identificar aquellos conceptos que no han sido bien comprendidos y adaptar en consecuencia el ritmo de la clase. Los *clickers* también pueden facilitar al profesor la tarea de evaluar de forma continuada el progreso de los estudiantes, especialmente en grupos numerosos.
- **Favorecen la introspección del profesorado en su tarea docente.** El uso de *clickers* obliga al profesor a preparar sus clases formulando buenas preguntas y anticipando posibles explicaciones según sean las respuestas que obtenga; en otras palabras, le hace situarse en el lugar de los estudiantes y adecuar sus conocimientos y su discurso al nivel de éstos.
- **Simplifican los controles de asistencia.** Los *clickers* constituyen un recurso muy útil para pasar lista en clase sin necesidad de invertir mucho tiempo en ello.



### 3.2. Aspectos metodológicos: cómo, cuándo y para qué utilizar *clickers*

La utilización de los *clickers* se relaciona frecuentemente con la teoría del aprendizaje denominada “instrucción por iguales” (“*peer instruction*”) de E. Mazur (Crouch y Mazur, 2001), según la cual se debe fomentar la participación de los alumnos en clase a través de una serie de preguntas o “test conceptuales” (“*ConcepTest*”) donde se apliquen las ideas básicas presentadas durante la misma. El esquema metodológico es el siguiente: se explica un tema y se plantea un “*ConcepTest*”. Durante un máximo de 2 minutos los estudiantes responden individualmente. Después, discuten sus respuestas con sus compañeros durante un máximo de 4 minutos. Entonces el profesor vuelve a pedir las respuestas individuales a la pregunta (que pueden haber cambiado tras el debate), explica la solución correcta y avanza al siguiente tema.

Por su parte, Wieman *et al.* (2009) proponen cuatro pasos para la utilización de los *clickers* en el aula:

- **Paso 1.** Proyección de la pregunta.
- **Paso 2.** Tiempo para la discusión entre iguales.
- **Paso 3.** Votación.
- **Paso 4.** Discusión en gran grupo.



Figura 5. Un grupo de estudiantes vota con *clickers*.

**Al comienzo de la clase**, los *clickers* son útiles para sondear los conocimientos previos de los estudiantes acerca de un tema determinado, el grado de realización de las tareas que se les han propuesto para trabajar fuera del aula, etc.

**Durante la clase**, su uso a intervalos regulares sirve para subrayar las ideas principales o recapitular lo expuesto. También, para realizar sondeos sobre el grado de asimilación de los conceptos

que se están impartiendo, o convertir preguntas formuladas por un estudiante en preguntas abiertas al gran grupo. El profesor puede propiciar que aquellos alumnos que hayan respondido acertadamente a las cuestiones planteadas por él resuelvan también las dudas formuladas por sus compañeros, aumentando así la participación y la interacción. Se promueve la discusión y el intercambio de opiniones si se asigna un *clicker* a cada grupo de alumnos y se propone que los miembros del grupo debatan entre sí antes de dar una respuesta colectiva. Cuando la materia es especialmente ardua, se favorece la distensión planteando alguna pregunta jocosa o un pasatiempo.

**Al final de la clase**, los *clickers* pueden ser utilizados para sintetizar y extraer conclusiones, motivar mediante una pregunta los contenidos a tratar en la clase siguiente, pasar encuestas...

### 3.3. Buenas prácticas de uso

Robertson (2000), Duncan (2005) y los expertos de Turning Technologies (2011) recomiendan las siguientes buenas prácticas en el uso de *clickers*:

1. Escribir textos cortos en las diapositivas, para optimizar la legibilidad.
2. Proponer, como máximo, cinco opciones en las preguntas de respuesta múltiple.
3. Evitar formular las cuestiones de un modo excesivamente complicado.
4. Utilizar el voto directo, aunque el sistema permita ramificaciones complejas.
5. Dejar tiempo suficiente para que los estudiantes respondan a las distintas preguntas. Como regla general, se pueden adoptar los siguientes valores:
  - a. Clases de menos de 30 estudiantes: 15-20 segundos por cuestión.
  - b. Clases de 30 a 100 estudiantes: 30 segundos por cuestión.
  - c. Clases de más de 100 estudiantes: 1 minuto por cuestión.
6. Reservar un tiempo entre dos preguntas consecutivas para debatir.
7. Estimular el intercambio de ideas con la audiencia.
8. Evitar formular demasiadas preguntas, reservándolas para los conceptos clave.
9. Distribuir las preguntas periódicamente durante la presentación.
10. Incluir un mensaje tipo “responder ahora” a fin de distinguir las diapositivas que contienen preguntas para ser contestadas mediante los *clickers* de las que son meramente expositivas.
11. Utilizar un indicador de “respuesta correcta” para identificar visualmente la respuesta acertada.
12. Incluir una “rejilla de respuestas” de modo que los estudiantes puedan constatar que sus votos están siendo registrados.
13. Para incrementar el interés por responder, utilizar un “contador hacia atrás” que cierre la recepción de respuestas después del tiempo establecido.
14. Probar el sistema en el sitio donde se vaya a utilizar con la suficiente antelación para detectar posibles problemas técnicos (iluminación, interferencias en la señal, etc.) y corregirlos.
15. El mismo día de la sesión, prever un tiempo para arrancar el sistema y configurar los *clickers*.
16. Ensayar previamente la presentación, asegurándonos de que se ejecuta correctamente.
17. Instruir claramente a la audiencia sobre el uso de los *clickers*.
18. Usarlos con moderación para evitar que pierdan su “potencial de enganche”.



### 3.4. Formular buenas preguntas

Resulta evidente que diseñar buenas preguntas es de fundamental importancia en un sistema de votación como el que nos ocupa. Algunas sugerencias para lograrlo son las siguientes:

- Conviene centrarse en el modo de favorecer el aprendizaje de los estudiantes en vez de formular cuestiones susceptibles de convertirse en un mero entrenamiento para el examen final.
- Las preguntas deben ceñirse a objetivos más que a temas, por ejemplo: extraer conclusiones, diferenciar dos conceptos relacionados, realizar paralelismos entre dos ideas diferentes, etc. Es aconsejable evitar las cuestiones factuales o memorísticas.
- Igualmente, las preguntas deben tener un cierto grado de dificultad: de las cuestiones triviales no se aprende nada. Hay que procurar que sea necesario considerar distintos factores antes de tomar una decisión, o establecer relaciones causa-efecto.
- Una ambigüedad moderada en las preguntas fomenta que los estudiantes aprendan a prestar atención a los detalles, estimula la reflexión y propicia el debate.
- Para abordar un tema complejo puede ser útil formular una cadena de preguntas relacionadas entre sí.

### 4. Los *clickers* en la clase de matemáticas

Como indicamos anteriormente, el uso de *clickers* en las aulas españolas parece ser todavía muy reducido; en lo que respecta a matemáticas, tan sólo conocemos la experiencia de González Dorrego (2008) en un curso de modelización impartido en la Universidad Autónoma de Madrid. Por el contrario, en Estados Unidos su uso está ya muy extendido, y en lo que a matemáticas se refiere se han desarrollado o están desarrollando al menos dos interesantes proyectos de creación de bancos de preguntas para *clickers*: *MathQuest - Math Questions to Engage Students* (2006-2009) y *MathVote - Teaching Mathematics with Classroom Voting* (2010-2012), ambos en el Department of Mathematics, Engineering, and Computer Science de Carroll College (Montana), con financiación de la National Science Foundation estadounidense. Estas iniciativas no solamente se han propuesto crear y testear bibliotecas de preguntas para llevar a cabo votaciones en el aula, sino también estudiar y discutir este tipo de metodología docente focalizada en las matemáticas. En la página web de ambos proyectos [<http://mathquest.carroll.edu>] se pueden encontrar cientos de preguntas para *clickers* sobre ecuaciones diferenciales, álgebra lineal, series, sucesiones y ecuaciones en diferencias, cálculo en varias variables, cálculo diferencial e integral, precálculo y estadística. Adicionalmente, la página alberga una colección de enlaces a bancos de preguntas de otras instituciones sobre estadística, álgebra lineal, cálculo, teoría de grupos, etc. así como a recursos y documentación variada (artículos, páginas web...) al respecto.

El blog de D. Bruff [<http://derekbruff.com/teachingwithcrs>] también contiene interesantes reflexiones sobre el uso de los *clickers* en general y en la enseñanza de las matemáticas en particular.

### Bibliografía

- Beatty, I. (2004) Transforming Student Learning with Classroom Communication Systems. *ECAR Research Bulletin*, 2004(3) [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ERB0403.pdf>.
- Bode, M., Drane, D., Kolikant, Y. B.-D., y Schuller, M. (2009) A Clicker Approach to Teaching Calculus. *Notices of the AMS*, 56, 253-256 [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://www.ams.org/notices/200902/rtx090200253p.pdf>.



- Bressoud, D. (2009) Should Students Be Allowed to Vote? *Launchings*, Mathematical Association of America [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de [http://www.maa.org/columns/launchings/launchings\\_03\\_09.html](http://www.maa.org/columns/launchings/launchings_03_09.html).
- Bruff, D. (2011) *Teaching with Classroom Response Systems* [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://derekbruff.com/teachingwithcrs>.
- Caldwell, J. E. (2007) Clickers in the Large Classroom: Current Research and Best-Practice Tips. *CBE-Life Sciences Education*, 6, 9-20 [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://www.lifescied.org/cgi/reprint/6/1/9.pdf>.
- Carnegie Mellon University (2011) *Teaching with Clickers* [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://www.cmu.edu/teaching/clickers/index.html>.
- Carroll College (2011) *MathQuest/MathVote* [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://mathquest.carroll.edu>.
- Chickering, A. y Gamson, Z. (1987) Seven Principles for Good Practice in Undergraduate Education. *AAHE Bulletin*, 39, 3-7 [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://learningcommons.evergreen.edu/pdf/fall1987.pdf>.
- Crouch, C. H. y Mazur, E. (2001) Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69, 970-977 [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de [http://english.web.tr/wp-content/uploads/2010/09/Crouch\\_Mazur.pdf](http://english.web.tr/wp-content/uploads/2010/09/Crouch_Mazur.pdf).
- Duncan, D. (2005) *Clickers in the Classroom*. Upper Saddle, N.J.: Addison-Wesley.
- Gauci, S. A., Dantas, A. M., Williams, D. A. y Kemm, R. E. (2009) Promoting student-centered active learning in lectures with a personal response system. *Advances in Physiology Education*, 33, 60-71 [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://advan.physiology.org/content/33/1/60.full.pdf+html>.
- González Dorrego, M. R. (2008) Uso de la tecnología para el aprendizaje activo en matemáticas. *RELADA*, 2(2), 66-71 [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://serviciosgate.upm.es/ojs/index.php/relada/article/viewFile/37/37>.
- Griff, E. R. y Matter, S. F. (2008) Early identification of at-risk students using a personal response system. *British Journal of Educational Technology*, 39(6), 1124-1130 [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8535.2007.00806.x/pdf>.
- Guthrie, R. W. y Carlin, A. (2004) Waking the Dead: Using Interactive Technology to Engage Passive Listeners in the Classroom. *Proceedings of the Tenth Americas Conference on Information Systems*, New York, August 2004 [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de [http://www.mhhe.com/cps/docs/CPSWP\\_WakindDead082003.pdf](http://www.mhhe.com/cps/docs/CPSWP_WakindDead082003.pdf).
- Johnson, C. (2004) Clickers in Your Classroom. *Wakonse-Arizona E-Newsletter*, 3(1).
- Kaletka, R. y Joosten, T. (2007) Student Response Systems: A University of Wisconsin System Study of Clickers. *ECAR Research Bulletin*, 2007(10) [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ERB0710.pdf>.
- Kay, R. H. y LeSage, A. (2009) Examining the benefits and challenges of using audience response systems: A review of the literature. *Computers & Education*, 53(3), 819-827 [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://www.sciencedirect.com>.
- Moss, K. y Crowley, M. (2011) Effective learning in science: The use of personal response systems with a wide range of audiences. *Computers & Education*, 56(1), 36-43 [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://www.sciencedirect.com>.
- Ribbens, E. (2007) Why I Like Clicker Personal Response Systems. *Journal of College Science Teaching*, 37(2), 60-62.
- Robertson, L. J. (2000) Twelve Tips for Using a Computerized Interactive Audience Response System. *Medical Teacher*, 22(3), 237-239 [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://cidd.mansfield.ohio-state.edu/workshops/documentation/twelvetips.pdf>.
- Sharma, M. D., Khachan, J., Chan, B. y O'Byrne, J. (2005) An investigation of the effectiveness of electronic classroom communication systems in large lecture classes. *Australasian Journal of*



- Educational Technology*, 21(2), 137-154 [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet21/sharma.html>.
- Strasser, N. (2010) Who wants to pass math? Using clickers in calculus. *Journal of College Teaching & Learning*, 7(3), 49-52 [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://www.et.kent.edu/fpdc-db/files/calculus.pdf>.
- Terrell, M. (2003) Asking good questions in the mathematics classroom. AMS-MER Workshop *Excellence in Undergraduate Mathematics: Mathematics for Teachers and Mathematics for Teaching*, Ithaca College, Ithaca, New York [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://www.math.cornell.edu/~GoodQuestions/Plenarytalkpaper.pdf>.
- Turning Technologies (2011) *Student Response Best Practices* [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://www.turningtechnologies.com/studentresponsesystems/researchcasestudies/bestpractices>.
- Universidad de Navarra (2011) *Guía del Profesor: Cómo utilizar los clickers en clase* [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://www.unav.es/servicio/innovacioneducativa/clickers1>.
- West, J. (2005) Learning Outcomes Related to the Use of Personal Response Systems in Large Science Courses. *Academic Commons*, December 9 [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de <http://www.academiccommons.org/commons/review/west-polling-technology>.
- Wieman, C. *et al.* (2009) An instructor's guide to the effective use of personal response systems (clickers) in teaching. UBC-CWSEI & CU-SEI [en línea]. Recuperado en enero de 2011, de [http://www.cwsei.ubc.ca/resources/files/Clicker\\_guide\\_CWSEI\\_CU-SEI\\_04-08.pdf](http://www.cwsei.ubc.ca/resources/files/Clicker_guide_CWSEI_CU-SEI_04-08.pdf).

**Isabel Marrero** es profesora titular de Análisis Matemático de la Universidad de La Laguna. Investiga en análisis funcional; también le interesan la divulgación de las matemáticas y el uso de las nuevas tecnologías en educación matemática. Ha sido vocal de la Comisión de Publicaciones y de la Comisión de Mujeres y Matemáticas de la Real Sociedad Matemática Española, y miembro del comité editorial de *La Gaceta*. Actualmente es codirectora de *Matematicalia* y pertenece al comité editorial de la revista *Far East Journal of Mathematical Education*.