

Un Modelo Innovador de Tutoría, Adaptado a las Necesidades Individuales del Estudiante

Antonio J. Tomeu-Hardasmal, Alberto G. Salguero-Hidalgo

Escuela Superior de Ingeniería
Campus Universitario de Puerto Real, Puerto Real, 11519 (Spain)
{antonio.tomeu, alberto.salguero}@uca.es

Resumen: Es un hecho conocido por los profesores universitarios, por experiencia propia, que el uso de la tutoría presencial –e incluso virtual- que hace el alumnado es de escasa entidad, por no decir inexistente. Una prospección elemental entre el alumnado nos ha llevado a identificar varias causas que motivan tan bajo aprovechamiento de este recurso académico, como son: la creencia de que no se adecúa a sus necesidades particulares, el desconocimiento de su funcionamiento y utilidad, o en muchos casos la simple desidia. El objetivo de esta experiencia de innovación ha sido la adaptación de la tutoría a las necesidades concretas de cada alumno, previa identificación de las mismas mediante el uso del Campus Virtual de la Universidad de Cádiz. Para ello, cada clase teórica ha finalizado con la identificación de los conceptos que el alumno no ha captado bien, mediante una serie de preguntas a contestar de forma inmediata. Tradicionalmente, esto se ha venido haciendo con el uso de clickers y software de propósito específico, con los costes que ello conlleva. El segundo objetivo de la experiencia es mostrar cómo Campus Virtual puede utilizarse como alternativa al clicker a la hora de cubrir las necesidades de obtención de información, pero a coste cero. Una vez identificadas, se invierten los roles; es el profesor quién demanda la presencia del alumno en la tutoría, con el objeto de cubrir las lagunas que previamente ha identificado. Los resultados obtenidos muestran que el modelo planteado mejora los resultados finales de nuestros alumnos.

Palabras clave: Innovación Docente, Tutoría, Clicker, Campus Virtual, Interactividad, Mejora del Aprendizaje, TICS, Tutoría, Evaluación Continua, Nuevos roles.

Abstract: It is a known fact to university professors, from their own experience, that the use students do of face-to-face tutoring –and even virtual- is of little importance or inexistent, in many cases. An elementary survey among the students has led us to identify several causes that may explain the low use of this academic resource, such as: the belief that it is not adapted to their particular needs, ignorance of their operation and utility, or just sloth, in many cases. The objective of the experience that is described here is the adaptation of the tutoring to the individual needs of each student in an individualized way, which have been previously identified through the use of the virtual campus of the University of Cadiz, supported by Moodle. For this, the methodology of the theoretical classes has been modified, finishing them with the identification of the concepts that the student has not fully understood, through a series of questions that have to be immediately answered by the students, through a survey in Moodle. Traditionally, this has been done with the use of clickers and software of specific purpose, with the costs that this entails. The second objective of the experiment was to show how Moodle can be used as an alternative to the clicker when it comes to covering information retrieval needs, but at zero cost. Once identified, the roles are reversed; it is the teacher who demands the presence of the student in the tutoring, in order to cover the gaps he has previously identified. The obtained results show that the model presented improves the final results of our students. The conclusions establish the viability of the proposed method for small groups, and propose the extension of the model to a scenario with multiple degrees, as future work.

Key words: teaching innovation, clicker, moodle, interactivity, tics, tutoring, continuous assessment, roles.

1. Introducción

De unos años a esta parte, el uso de las TICS se ha convertido en un recurso estratégico en el ámbito de la enseñanza superior (Capel, Tomeu y Salguero, 2017; Roblyer y Wiencke, 2003) y las Universidades de nuestro país han estado, en general, a la altura del reto tecnológico que se les presentaba. Basta comprobar el despliegue de aulas y laboratorios de informática, la adquisición de clusters de procesadores, de software de propósito general o específico, gratuito o propietario, y de los recursos digitales a los que los estudiantes universitarios tienen acceso gratuito (Khan, 2000; Resta y Laferrière, 2007) en la actualidad, para concluir que gozan de una muy privilegiada situación con respecto a los de generaciones precedentes. Una de las últimas -no diremos reciente- incorporación a esta revolución en lo tecnológico ha sido protagonizada por el *clicker*, que se ha convertido de forma rápida y sencilla en una herramienta capaz de proporcionar al docente, durante el desarrollo normal de una sesión de docencia teórica estándar, información de feedback (Hoon y Finkelstein, 2013; Anderson, 2003; Blasco-Arcas et al., 2013; Liu, 2003; Beatty, 2004) sobre el desempeño en tiempo real (Brewer, 2004; Cotner et al., 2008) de sus estudiantes. Ello se logra dotando a cada estudiante de uno de estos dispositivos, similares a un mando a distancia, y utilizando un software de propósito específico que muestra un cuestionario, al que los estudiantes responden utilizando el *clicker*, el cuál envía las respuestas mediante tecnología inalámbrica. Estas son recolectadas habitualmente de forma anónima, y presentadas al profesor, que puede mostrarlas en su herramienta de visualización de la forma que estima oportuna, normalmente en forma de histograma o tabla. Esta información de retorno permite al profesor reconducir y adaptar su docencia en tiempo real al grado de comprensión de los contenidos que sus alumnos están alcanzando. La limitación del modelo expuesto aquí se concreta en dos aspectos:

- El modelo proporciona información global del grado de comprensión del grupo de estudiantes participantes sobre un ítem concreto (Kenwright, 2009; Yourstone, Kraye y Albaum, 2008; Fies y Marshall, 2006), pero no se utiliza para obtener información específica sobre un alumno dado, ni se plantea la adaptación de la docencia para ese alumno de manera individualizada.
- El uso del sistema de *clickers* para un centro

universitario de tamaño medio requiere de una inversión que no es modesta. Si por ejemplo, suponemos un centro universitario con 400 puestos de docencia teórica, la adquisición de los *clickers* requeriría una inversión inicial de aproximadamente 18000 euros, sin considerar el coste de adquisición de los receptores del profesorado, y de una dotación presupuestaria dedicada al mantenimiento del sistema, así como de una formación del profesorado destinado a utilizarlo.

En la actualidad, e incluso con los requerimientos de asistencia a los estudiantes que el modelo de grados derivado del proceso de Bolonia propugna, es un hecho que el uso de la tutoría presencial en el despacho –e incluso virtual, a través de plataformas como *Moodle* en nuestro caso- que hacen los estudiantes es de escasa entidad, por no decir inexistente. Ello nos llevó a desarrollar un estudio prospectivo en el ámbito de las asignaturas que impartimos en el grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Cádiz, utilizando para ello las encuestas oficiales de evaluación del profesorado correspondientes al curso académico 2014-2015. Con la información obtenida pudimos constatar que:

- En la asignatura de Modelos de Computación (n=65), donde el 60% de los alumnos consideran que la dificultad de la misma es “alta” y el 6.7% “muy alta”, al ser preguntados por el uso de la tutoría, el 80% indicaban que la usaron “algo”, y el 20% que “bastante”.
- En la asignatura de Programación Concurrente y de Tiempo Real (n=124), donde el 40% de los alumnos consideran que la dificultad es “alta” y el 60% “muy alta”, al ser preguntados por el uso de la tutoría, el 64% indicaban que la usaron “nada”, el 28% que “algo” y el 8% que “bastante”.

En ninguna de las asignaturas hubo alumnos que admitieran usar “mucho” la tutoría. Dado todo lo anterior, es claro que la mejora del uso de la tutoría por parte del alumnado, y la adaptación de la misma a sus necesidades individuales, es un problema que debe ser resuelto. Para abordar ese problema, en un primer paso, y durante el curso 2015-2016, efectuamos un sondeo a nuestros alumnos (n=203) de ambas asignaturas, mediante una encuesta propia acerca de las causas que les llevan a no acudir a

tutoría, donde se proponían cinco ítems a valorar de respuesta binaria; a partir de ella, hemos podido identificar las siguientes:

| <i>Causa</i> | % |
|---------------------------------|-----|
| No la consideran útil | 46% |
| No se adapta a sus necesidades | 73% |
| No llevan la materia al día | 71% |
| No preparan la tutoría | 87% |
| No sabe cómo función la tutoría | 56% |

Tabla 1: Causas del bajo uso de la tutoría.

Constatadas las variables anteriores, desarrollamos una experiencia de innovación docente que tuvo por directriz principal revertirlas, siendo su objetivo principal la adaptación de la tutoría a las necesidades concretas de cada alumno, de manera continuada en el tiempo. Para ello, es necesario como primer paso identificar cuáles son esas necesidades y para lograrlo, proponemos el uso del campus virtual como herramienta que nos proporcionase, una vez finalizada cada sesión de docencia teórica, *feedback* sobre el grado de asimilación que de la misma había tenido el alumno. Para ello, el alumno debía contestar una serie de preguntas habilitadas como cuestionario en el campus virtual, el cual nos proporcionó a los profesores un ítem numérico, que definimos como Performance Status (PS) y que nos permitió:

- conocer aquellos aspectos de contenido donde el alumno ha tenido más dificultades de comprensión para cada sesión de docencia teórica.
- indicar al alumno cómo debe preparar la tutoría sobre esos aspectos.
- cambiar los roles habituales de la tutoría; ahora será el profesor quién cite al estudiante a una tutoría presencial, en lugar de ser este último quién la demanda.
- adaptar el contenido de la tutoría a lo que cada alumno concreto necesita, de forma continua a lo largo del semestre.

2. Estado del Arte y Revisión de la Literatura

2.1. Uso del Cliker en la Enseñanza Superior

Como ya hemos dicho, el uso de infraestructuras TIC para, a través de *clickers*, conocer cómo opina el grupo de estudiantes sobre una cuestión concreta no es novedoso. Su papel en el aula para mejorar la

interactividad dado el tiempo limitado de docencia disponible está bien establecido (Draper y Brown, 2004; Liu, 2003; Liu et al., 2003), puesto que se logra un aprendizaje más eficaz (Bannan-Ritland, 2002; Erickson y Siau, 2003), que resulta clave en la mejora de la educación (Chou, 2003; Siau, Sheng y Nah, 2006). Con esa interacción presente en nuestras aulas, logramos no sólo mayor motivación para aprender; también más atención, más participación y más interés en el intercambio de ideas entre los estudiantes (Haseman, Polatoglu, y Ramamurthy, 2002). La interactividad puede estar referida tanto a la interacción entre estudiantes, como a la interacción de estos con el docente. La primera mejora los procesos de aprendizaje activo del alumno y es un recurso de aprendizaje de alto orden (Crouch y Mazur, 2001; Michaelson, Knight y Fink, 2004). Hay estudiantes que prefieren recibir información y explicaciones de sus compañeros antes que del profesor (Nicol y Boyle, 2003; Caldwell, 2007) que en este modelo actúa como un facilitador de la transmisión. Considerando la interactividad con el profesor, que es una fase crítica del proceso de enseñanza (Mayer et al., 2009), este debe disponer de información de *feedback* que le permita conocer cómo siguen sus estudiantes las explicaciones, y detectar cuándo es necesario reforzarlas (Trees y Jackson, 2007; Bullock et al., 2002; Hake, 1998). En definitiva (Trees y Jackson, 2007; Higgins, Hartley y Skelton, 2002; Draper, Cargill y Cutts, 2002), ambas interacciones logran una mejor inmersión del estudiante en el aprendizaje, dan información de *feedback* a las dos partes, y mejoran el rendimiento del proceso (Beatty, 2004; Bannan-Ritland, 2002; Bergtrom, 2006; Kennedy y Cutts, 2005; Elliot, 2003).

En nuestro caso, pensamos que su empleo, no para medir el grado de comprensión del grupo sobre un aspecto concreto, sino de cada estudiante de forma individualizada, sí puede ser un aspecto novedoso en el actual contexto de la innovación docente. No obstante, todas las anteriores consideraciones, entendemos que el desembolso económico que la adquisición de los *clickers* y del *software* de gestión asociado no está justificada en ningún caso, y pretendemos demostrarlo con el proyecto, que hará un uso novedoso del campus virtual de nuestra Universidad, para demostrar cómo es posible adaptar la tutoría a las necesidades concretas e individualizada de cada estudiante matriculado en la asignatura en que pondremos en práctica la

experiencia. Esta experiencia de innovación docente ha sido planteada con el propósito de alcanzar, a partir del modelo estándar del uso de *clickers*, una adaptación a nuestro propio ecosistema universitario, logrando los hitos siguientes:

- sustituir los *clickers* por las computadoras personales portátiles, los *smartphones* o las *tablets* particulares de los estudiantes. En el peor de los casos, si el estudiante no dispone de ninguno de estos medios de manera particular, las bibliotecas de los centros de la Universidad ofrecen un servicio de préstamo de ordenadores portátiles, optimizando así este recurso.
- utilizar como software de propuesta de encuestas y de recolección de datos el campus virtual soportado por Moodle de nuestra Universidad. Ello permite un desempeño igual -si no superior- al uso habitual de los *clickers*, pero a coste cero.
- en lugar de pulsar la opinión del grupo de estudiantes sobre un aspecto concreto de una sesión teórica, nuestro modelo ha sido diseñado para obtener información individualizada de cada uno de nuestros estudiantes, al finalizar la sesión de docencia teórica. Ello permite detectar el conjunto de aspectos de la misma que no han quedado suficientemente claros para cada uno de los estudiantes del grupo.
- a partir de la información anterior, hemos individualizado las sesiones de tutoría para cada uno de los estudiantes, adaptando el desarrollo de las mismas a los puntos donde habíamos detectado mayores lagunas de concepto, o una falta de comprensión lo suficientemente profunda.
- invertir los roles tradicionales del uso de la tutoría universitaria. En nuestro modelo, la tutoría presencial se va a producir a demanda del profesor, cuando este identifica que el estudiante la requiere. Y el alumno no acudirá a ella con una idea más o menos difusa de qué lagunas de conocimiento tiene. El profesor ya las habrá identificado previamente y dedicará la sesión a trabajar sobre ellas, reforzando los conceptos que sean necesarios.

2.2. Preparación de la Clase y Atención

Hay autores (Freeman et al., 2007; Kay y LeSage, 2009) que han encontrado una correlación positiva

entre el nivel de atención de los estudiantes y el uso de *clickers* en el aula. Todo profesor universitario experimentado sabe que a partir de los 40-45 minutos de docencia, la atención de los estudiantes cae del máximo teórico que puede alcanzar de forma significativa. La estrategia tradicional ha sido concentrar los contenidos más densos con carácter previo a ese punto de inflexión, dejando los últimos minutos de la clase para resolver dudas o reforzar los contenidos vistos. Con el uso de *clickers* en el modelo estándar, este devenir puede ser modificado, elevando de manera puntual el grado de atención de los estudiantes cuando lo consideremos necesario. A partir de la mejora de la atención, estos autores han inferido una mejora en paralelo del trabajo previo de preparación de la clase por los estudiantes, ya que consideran razonable pensar que al menos, algunos estudiantes, harán dicha preparación por el simple hecho de tener que enfrentarse a responder preguntas mediante el modelo estándar de uso del *clicker*. Nuestra experiencia no ha estado orientada a mejorar la atención de los estudiantes, aunque coincidimos con las referencias citadas en que por término medio, nuestros estudiantes han preparado algo mejor las sesiones teóricas, puesto que sabían que al finalizar cada sesión, íbamos a medir su desempeño.

2.3. Feedback para Profesor y Estudiante

El uso estándar del *clicker* (Blasco-Arcas et al., 2013; Beatty, 2006; Beekes, 2006; Bergtrom, 2006; Brewer, 2004) proporciona al profesor un *feedback* inmediato del porcentaje de estudiantes que comprenden un aspecto muy concreto evaluado mediante una pregunta específica (Draper, Cargill y Cutts, 2002), pero no le permite obtener una valoración global del grado de comprensión de la sesión completa para cada uno de sus estudiantes. Hay múltiples experiencias en la literatura (Crossgrove y Curran, 2008; Wood, 2004) que ilustran cómo la obtención del porcentaje de respuestas incorrectas a preguntas concretas mediante el *clicker*, permiten al instructor reorientar su exposición en tiempo real para lograr una mejor comprensión de contenidos. Es evidente por otra parte, que mediante el modelo estándar, el estudiante también obtiene información de *feedback* (Carnaghan y Webb, 2007; Cotner et al., 2008; Fies y Marshall, 2006; Hoon y Finkelstein, 2013) acerca de en qué aspectos debe trabajar de forma más consistente, si bien nuestra propuesta viene a mejorar la habitual;

ahora el profesor detecta esos aspectos poco consistentes, pero además orienta durante la tutoría personalmente al estudiante sobre ellos, los reitera, e indica al estudiante qué debe hacer para reforzarlos, en términos de repetir lecturas, ampliarlas o hacer determinados ejercicios. Por otra parte, en cursos como los nuestros, si el estudiante pierde la conexión entre los contenidos actuales y los posteriores, debido a una mala comprensión de los primeros, el resultado final puede ser devastador. Nuestra propuesta contribuye a que esa conexión se preserve. La experiencia mostrada en (D'Inverno, Davis y White, 2003) demostró que muchas veces el profesor sobreestima el grado de comprensión alcanzado por sus estudiantes. El uso estándar del *clicker* puede sin duda ayudar a matizar esta sobreestimación, pero creemos duda el modelo que proponemos que la elimina de raíz.

3. Descripción de la Experiencia

3.1. Objetivos

Ya hemos señalado que el uso del *clicker* no es precisamente una novedad en la enseñanza superior (Carnaghan y Webb, 2007; Chickering y Ehrmann, 1996; Hu et al., 2006; Lantz, 2010; Stowell y Nelson, 2007; Wit, 2003). No obstante los trabajos anteriores, creemos que es posible reformular el modelo estándar del uso del *clicker* para contextualizar la tutoría presencial de una nueva forma que, esta vez sí, suponga una contribución novedosa a la innovación docente; los elementos novedosos que pretendemos aportar con la experiencia descrita en este documento se recogen en los siguientes objetivos:

- mostrar cómo es posible una docencia basada en el modelo estándar de uso del *clicker* sin necesidad de que la Universidad haga desembolso económico alguno en la adquisición de estos dispositivos; la experiencia demostrará cómo el uso adecuado del campus virtual y las herramientas de que este dispone, junto con el uso de dispositivos de conexión inalámbrica de uso común y disponibilidad segura entre los estudiantes como son la computadora portátil, las *tablets* o los *smartphones* permiten hacer lo mismo sin necesidad de adquirirlos.
- dar al profesor los elementos necesarios para poder identificar, tras cada sesión de docencia teórica y de forma individualizada, qué lagunas

de conocimiento han quedado en cada uno de los estudiantes de la asignatura.

- utilizar la información anterior para reforzar a cada estudiante, el conocimiento peor adquirido, adaptando la tutoría presencial a las necesidades reales del estudiante; la aportación que hacemos en este punto radica en la inversión de los roles habituales; la tutoría ahora tiene lugar a demanda del profesor, y no del estudiante. Cuando éste acude a ella, el profesor sabe de forma anticipada hacia dónde debe dirigirla, y que contenidos deben ser reforzados.
- contenidos del curso. Si el estudiante acude a la tutoría cuando el profesor se lo demanda, se logra que en la siguiente sesión de docencia teórica que se tenga programada, esta se desarrolle sobre bases de contenido más firmes, al haber identificado y solventado mediante el modelo los aspectos más débiles en el esquema de conocimientos del alumno. E insistimos: de forma automatizada e individualizada para los estudiantes.

3.2. Muestra y Contexto Académico

La experiencia se desarrolló en el curso 2016-2017 durante en el ámbito de la asignatura de Modelos de Computación, encuadrada en el plan de estudios del grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Cádiz para con un total de $n=42$ estudiantes matriculados, estructurados en un único grupo de docencia teórica. Fue implantada por los autores, en el marco del programa de acciones de innovación docente de su Universidad. Se imparte durante el quinto semestre del itinerario curricular del título, con un total de 3 créditos teóricos y 3 créditos prácticos. Las competencias específicas que el estudiante debe adquirir son:

- la capacidad para tener un conocimiento profundo de los principios fundamentales de los modelos de la computación.
- saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la informática.

Es una asignatura con una alta carga matemática, que los alumnos necesitan trabajar con continuidad para estar en condiciones de afrontarla con garantías. La asignatura está dedicada, en su temario teórico, al

desarrollo de los tópicos habituales de la Teoría de la Computabilidad, con los porcentajes que se indican en la Tabla 2, y que están calculados sobre las 30 horas de docencia teórica que la asignatura tiene asignadas.

| TÓPICO | CARGA (%) |
|---------------------------|-----------|
| Modelo de computabilidad | 15% |
| La Jerarquía de Funciones | 20% |
| Teorema de Universalidad | 20% |
| Computación con cadenas | 15% |
| Máquinas de Turing | 15% |
| Modelos Paralelos PRAM | 15% |

Tabla 2: Estructura de contenidos de la asignatura.

De conformidad con las directrices emanadas del proceso de Bolonia y recogidas en la memoria del título, el modelo de evaluación debe ser, preferentemente, de carácter continuo. En nuestro caso, la asignatura se evalúa por defecto bajo el sistema de evaluación continua, de acuerdo a los ítems y porcentajes de ponderación que se ilustran en la Tabla 3, si bien en cumplimiento de los Estatutos de nuestra Universidad, los estudiantes conservan en todo caso su derecho a la prueba final.

La experiencia se pone en práctica en las clases teóricas de la asignatura descrita, utilizando para ello el aula asignada por la Escuela Superior de Ingeniería, con acceso a la red inalámbrica de la Universidad, lo cual permitió a los alumnos el uso del dispositivo de conexión inalámbrico preferido (Figura 1). Se tuvo también disponible un cañón proyector y una pizarra, junto con la habitual mesa multimedia para uso docente. La docencia teórica se desarrolló en el calendario previsto por el Centro durante el cuatrimestre, en sesiones teóricas de dos horas semanales, de acuerdo a lo establecido por la Subdirección de Ordenación Académica del Centro. El cronograma de actuaciones desarrolladas para implementar la experiencia se ilustra en la Tabla 4.

La acción se implanta desde Junio de 2016 hasta Mayo de 2017. Tras un análisis bibliográfico exhaustivo que recogemos en la sección de referencias, desarrollado de Junio a Septiembre de 2016, dedicamos este último mes a la preparación de las encuestas a desarrollar tras cada sesión de docencia teórica por los estudiantes, y al desarrollo e incorporación de los módulos que darían soporte a las mismas en el espacio virtual de la asignatura, soportado por *Moodle*.

| ÍTEM A EVALUAR | CARGA (%) |
|--------------------------------|-----------|
| Pruebas de control de progreso | 40% |
| Asignaciones de prácticas | 30% |
| Aportaciones a Wiki | 10% |
| Trabajo final individual | 10% |
| Exposición del trabajo final | 10% |

Tabla 3: Estructura de evaluación continua.

| ACTUACIÓN | PERÍODO |
|--------------------------------------|------------|
| Planteamiento | Jun-Sep. |
| Desarrollo de instrumentos de medida | Septiembre |
| Preparación del Campus Virtual | Jul-Oct |
| Desarrollo de la experiencia | Oct-Feb |
| Recogida de datos | Marzo |
| Análisis de datos | Marz.-Mayo |
| Elaboración de Conclusiones | Mayo |

Tabla 4: Cronograma de actuaciones.

La puesta en práctica del modelo propuesto en el proyecto se desarrolló en paralelo junto con la docencia ordinaria de la asignatura, en el primer semestre del curso académico 2016-2017. Al finalizar el mismo, se diseñó la encuesta que serviría para medir el grado de satisfacción de la experiencia entre los estudiantes de la asignatura, efectuándose el trabajo de campo de recogida de datos a mediados del mes de Marzo. El resto de acciones, consistentes en el análisis de los resultados y en la extracción de conclusiones, se desarrollaron desde Marzo hasta Mayo de 2017. No se solicitó financiación alguna para el desarrollo de la propuesta, dado que uno de los objetivos de la misma era demostrar que el modelo propuesto se puede implantar a coste cero.

3.3. Procedimiento

Para implantar el modelo de tutoría adaptada individualizadamente a las necesidades de cada estudiante que la experiencia plantea, comenzamos por desarrollar, para cada sesión de docencia teórica del curso, un cuestionario de preguntas dedicadas a medir el grado de comprensión que cada estudiante había alcanzado sobre cada uno de los conceptos desarrollados en esa sesión.

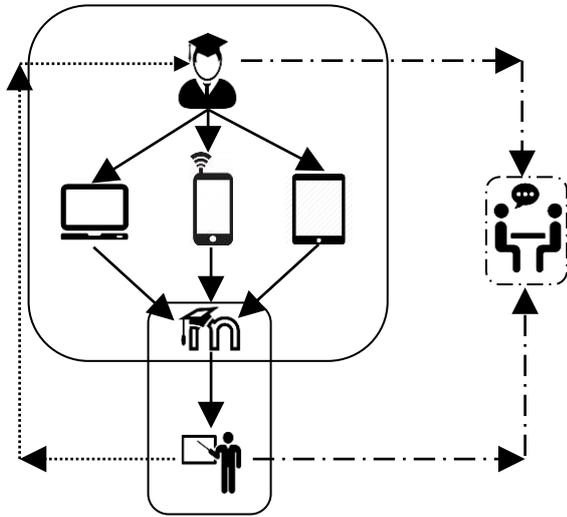


Figura 1: Diagrama del proceso de tutoría asistida.

Los últimos diez minutos de cada sesión fueron dedicados por los estudiantes a contestar ese cuestionario, que estuvo soportado mediante el módulo de encuestas, disponible en la versión de Moodle actualmente soportada por el campus virtual de la Universidad de Cádiz. Los participantes fueron el total de $n=42$ alumnos matriculados en la asignatura (31 hombres y 11 mujeres), que siguieron las 15 sesiones de docencia teórica, durante un total de 120 minutos un día a la semana. El soporte de lecturas con el que los estudiantes debían preparar las mismas se puso a su disposición en el espacio Moodle de la asignatura, junto con las diapositivas de soporte a las explicaciones del profesor. La Figura 1 ilustra la secuencia de trabajo que proponemos como elemento nuclear del modelo, y a la que sometimos a nuestros estudiantes durante todo el semestre.

| MEDIO WIFI | USO (%) |
|------------|---------|
| Laptop | 81% |
| Smartphone | 16% |
| Tablet | 3% |

Tabla 5: Uso de dispositivos WiFi.

Tras concluir la sesión teórica, el estudiante contesta (1) al cuestionario que se le propone mediante Moodle utilizando el medio de conexión inalámbrico que estima oportuno (la Tabla 5 muestra la estructura de uso de medios WiFi en nuestro grupo de alumnos), durante diez minutos. Los cuestionarios constan en general de diez preguntas de respuesta única; cada respuesta correcta aporta un punto, mientras que cada

respuesta incorrecta resta 0.25 puntos; las respuestas sin contestar no puntúan. Se define el performance status (PS) en la ecuación (1) para una sesión de docencia teórica, donde N_c es el número de respuestas correctas, que aportan 1.0 puntos, y N_i es el número de respuestas incorrectas. Por construcción, se verifica siempre que el valor de PS está en el intervalo $[0, 10]$. Los datos que proporcionarán información de feedback al profesor (Ahlfeldt, Mehta y Sellnow, 2005; Garrison, Anderson y Archer, 2001; Hoon y Finkelstein, 2013; Kuh, 2013) de manera individualizada para cada estudiante son almacenados (2) por Moodle (Angeli, Valanides y Bonk, 2003).

$$PS = N_c - (N_i \times 0.25)$$

Posteriormente, en tiempo de despacho (3), el profesor obtiene de forma automatizada el valor de PS de cada estudiante para el cuestionario de la sesión, mediante una hoja de cálculo. Aquellos estudiantes con PS en el intervalo $[0, 6]$ son citados (4) a una sesión de tutoría presencial mediante correo electrónico. Finalmente, la tutoría tiene lugar (5) de forma presencial en el despacho del profesor. En ella, y utilizando como indicador el valor de PS obtenido por el alumno en el cuestionario, y la información concreta sobre los errores cometidos por éste sobre ítems y conceptos concretos del mismo, el profesor actúa reforzándolos, y dirigiendo el estudio posterior del estudiante, bien indicando la repetición de determinadas lecturas, bien proponiendo lecturas adicionales y ejercicios de refuerzo. El estudiante puede acudir o no voluntariamente a la tutoría que se le ofrece.

3.4 Instrumentos de Medida

Para medir la eficacia de la propuesta se han utilizado tres escenarios prospectivos, cada uno de los cuáles ha utilizado un instrumento de medida distinto. El primer escenario, que hemos denominado “escenario asistencial”, se limita a cuantificar el grado de uso del nuevo recurso que la experiencia propones a los estudiantes. La herramienta de medida ha sido el porcentaje de uso del recurso de los estudiantes a lo largo del semestre. El segundo escenario, que hemos

| Categoría | Grupo Control | % | Grupo Experimental | % | Diferencia (%) |
|---------------|---------------|-------|--------------------|-------|----------------|
| Matriculados | 48 | 100,0 | 42 | 100,0 | 0,00 |
| No Presentado | 6 | 12,50 | 3 | 7,14 | 5,36 |
| Suspenso | 15 | 31,25 | 6 | 14,28 | 16,97 |
| Aprobado | 18 | 37,50 | 9 | 21,42 | 16,08 |
| Notable | 5 | 10,40 | 18 | 42,85 | -32,45 |
| Sobresaliente | 4 | 8,33 | 6 | 14,28 | -5,95 |

Tabla 6: Comparativa de los grupos de control y experimental.

denominado “escenario objetivo”, compara el rendimiento de los estudiantes a los que se aplica el modelo de tutoría individualizado, frente al grupo control formado por los estudiantes de la misma asignatura del año académico anterior. En él se comparan las tasas de éxito y rendimiento entre ambos grupos y los cambios en la estructura de las calificaciones finales. El tercer escenario, que hemos denominado “escenario subjetivo”, pretendía medir la bondad de la propuesta desde el punto de vista de los estudiantes, una vez finalizado el semestre. Para ello, se desarrolló una encuesta de cuatro ítems, cuya estructura y escala de valoración fueron idénticas a las utilizadas por la Universidad habitualmente para evaluar al profesorado. Para cada ítem, los estudiantes podían valorarlo entre un valor de 1 (completamente en desacuerdo) hasta 5 (completamente de acuerdo), puntuando con 0 para el caso de no sabe/no contesta. Los ítems que formaron esta encuesta fueron:

- ahora comprendo mejor la importancia y utilidad de la tutoría presencial (utilidad).
- mi progreso durante el curso ha sido más seguro y estable (progreso).
- me he sentido más apoyado durante el transcurso del semestre por el profesor (apoyo).
- el modelo de tutoría propuesto se adapta bien a la evaluación continua de la asignatura (adaptación).
- estoy en general satisfecho con el modelo de tutoría propuesto (valoración global).

4 Análisis de Datos

4.1. Escenario Asistencial

Durante el total de quince semanas de docencia teórica, se dedicaron diez minutos por sesión durante los cuales los estudiantes completaron el cuestionario correspondiente a la misma. En tiempo de despacho, identificamos a través de Moodle a lo largo del semestre 368 situaciones en las cuales el PS observado era inferior o igual a 6.0. A todos los alumnos en esa situación se les ofreció el desarrollo de una tutoría presencial para tratar los puntos débiles que habíamos identificado, teniendo lugar un total de 243 acciones asistenciales bajo el modelo de tutoría propuesta, lo cual supone un porcentaje de utilización del recurso del 66.06% sobre el total posible. Los alumnos restantes desdeñaron el uso del recurso por razones variadas: no poder acudir en el horario que se les ofrecía, falta de respuesta a la tutoría a que se les citaba, etc.

4.2. Escenario Objetivo

Como ya se ha indicado se comparan un grupo control, bajo el modelo de tutoría clásico, con el nuevo modelo individualizado con detección previa de necesidades descrito en este documento, midiendo y comparando los resultados finales globales entre ambos grupos de estudiantes. Los resultados se muestran en la Tabla 6. Esta tabla recoge, para el grupo de control del curso 2015-2016 y para el grupo experimental del curso 2016-2017, en las columnas segunda y cuarta, el número de alumnos matriculados en la asignatura, y luego los desglosa según la categoría de calificación final en que se encuadran. Las columnas tercera y quinta ofrecen la misma información porcentualmente, y la sexta columna muestra las diferencias entre grupos en %. El análisis de esas diferencias ilustra varios aspectos que demuestran un margen apreciable de mejora en los resultados del grupo experimental que ha utilizado el

nuevo modelo de tutoría que proponemos, frente al grupo de control que recibió la tutoría con el modelo estándar:

- el número de alumnos que no se presentan se reduce en un 5.36%.
- el número de alumnos que suspenden se reduce en un 16.97%.
- el número de alumnos que obtienen aprobado se reduce en un 16.08%, pero ello ocurre a cambio de un incremento de los alumnos que obtienen calificaciones situadas en los niveles bueno y excelente; en particular el número de alumnos que obtiene notable se eleva un 32.45% mientras que el de los que obtiene sobresaliente lo hace en un 5.95%.

La calificación final media en el grupo de control fue de 5.27 ± 4.3 frente a 6.87 ± 1.99 para el grupo experimental. Las calificaciones de ambos grupos fueron sometidas al test de normalidad de *Shapiro-Wilk*. Ni el grupo experimental ($W=0.8545$, $p<0.001$) ni del control ($W=0.8880$, $p<0.001$) resultaron ser normales para $\alpha=0.05$. Atribuyendo al azar la mejora de la calificación del grupo experimental respecto al grupo de control, la prueba *U* de *Mann-Whitney* demostró ($U=434.500$, $p=0.033$) que esa diferencia no se debe al azar y es que estadísticamente significativa. A tenor de los anteriores indicadores cuantitativos que el análisis del escenario objetivo proporciona, se puede afirmar que la propuesta que presentamos ofrece una mejora de resultados razonablemente significativa. Finalmente, las tasas de éxito y rendimiento fueron de 0.84 y 0.78 para el grupo del experimento, frente a 0.6 y 0.56 para el grupo de control, pudiéndose pues concluir que el modelo de tutoría que proponemos mejora de forma apreciable los resultados finales de los estudiantes.

4.3. Escenario Subjetivo

En este caso, y al finalizar el semestre, los estudiantes completaron la encuesta que pretendía medir el nivel subjetivo de satisfacción con la experiencia propuesta, a través de los ítems indicados en la sección de instrumentos, y que describen las cinco variables analizadas. El histograma de la Figura 2 recoge los resultados para las cuatro primeras de estas variables: utilidad, progreso, apoyo y adaptación

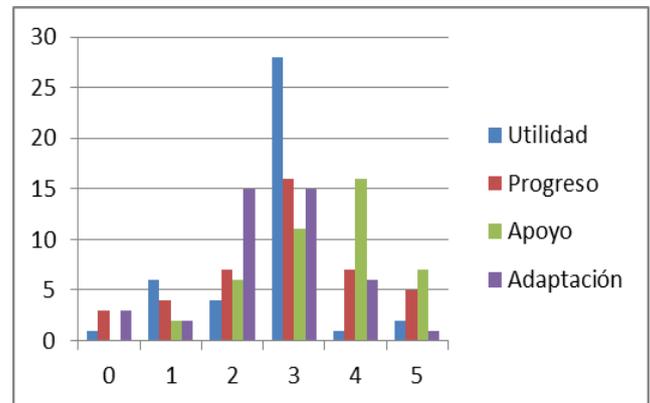


Figura 2: Resultados de la encuesta subjetiva.

Apreciamos como la mayoría de estudiantes encuentran útil el modelo de tutoría propuesto, lo cuál ha hecho que se sientan más apoyados por el profesor de una manera significativa. El resultado de la valoración subjetiva del indicador de apoyo ha supuesto una gran satisfacción para nosotros. Como consecuencia de todo lo anterior, la variable subjetiva con que los estudiantes han valorado su progreso en la asignatura muestra como la gran mayoría consideran que ese progreso ha sido razonablemente bueno, con valores altos de valoración del indicador. Finalmente, el grado de adaptación del modelo de tutoría propuesto al modelo de evaluación continua de la asignatura, es también valorado de forma positiva, según ilustramos en la Figura 3.

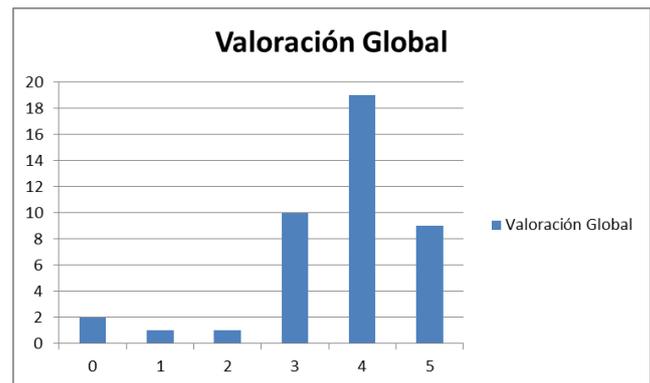


Figura 3: Valoración global de los estudiantes.

5. Discusión y Conclusiones

Tras el análisis de los resultados de la experiencia, y en función de los indicadores obtenidos durante la tres fases de evaluación de la misma, hemos llegado a la conclusión de mantener el modelo de tutoría individualizada, adaptada a cada alumno en función de las necesidades detectadas en sus conocimientos

mediante el modelo alternativo al uso de *clickers* que proponemos, ya que se ha demostrado que el modelo de docencia teórica con asistencia de *clickers* puede lograrse mediante la combinación de dispositivos inalámbricos junto con el soporte ofrecido por Moodle a través del Campus Virtual (Oncu y Cakir, 2011) de la Universidad, a coste cero. El modelo propuesto se ha mostrado capaz de identificar las dificultades con que el alumno se encuentra desde el primer momento en su progreso académico, y de hacerles frente para solventarlas con un alto tiempo de respuesta. Como consecuencia de lo anterior, hemos logrado que el alumno sea más consciente de la importancia y utilidad de la tutoría presencial, que el uso de la misma le ofrezca apoyo durante todo el semestre si es necesario, y no solo en momentos puntuales, y que no se haga uso de la misma únicamente cuando faltan escasos días para los exámenes finales, momento en que seguramente, ya es inútil. Se ha constatado que el modelo de tutoría basado en identificación de necesidades previas que proponemos presenta importantes sinergias cuando se combina con el modelo de evaluación continua. En el momento actual no disponemos de datos para conocer cómo se comportará con el modelo estándar de evaluación basado únicamente en examen final. Será objetivo en un futuro desarrollar este análisis. Se ha logrado movilizar al alumno, aún a su pesar (Guthrie y Carlin, 2004), para acudir a la tutoría y hacer uso de ella, así como para prepararla (Guthrie y Wigfield, 2000) con carácter previo. Ello deriva de forma directa en un incremento de la dedicación continua a la materia, y en una mejora global del rendimiento (Pratton y Hales, 1986) de los estudiantes. Como limitación principal -e importante- del modelo propuesto, encontramos el tamaño de los grupos de estudiantes donde se pretenda aplicar, y que resulta ser una variable crítica. En el caso expuesto, la asignatura Modelos de Computación forma parte del perfil de Computación, a escoger en los cursos tercero o cuarto del Grado en Ingeniería Informática, y por todo lo anterior con unas tasas relativamente bajas de estudiantes matriculados. En materias con una matrícula de cientos de alumnos, como ocurre en las asignaturas de los primeros cursos de grado, no creemos que el modelo pueda ser aplicado tal como se ha descrito aquí, aunque paradójicamente es donde probablemente sería más adecuado, dada la escasa madurez como universitarios de los estudiantes que ingresan en la Universidad. Quizás el modelo

propuesto podría adaptarse a estas circunstancias. En grupos de estudiantes de unos cuarenta-cincuenta alumnos, sí creemos que el modelo propuesto es directamente aplicable, lo cual lo hace singularmente útil para su implementación bien en asignaturas de los últimos años de grado, como ha sido nuestro caso, bien en las de máster.

Las líneas de trabajo futuro que tenemos interés en desarrollar son las siguientes:

- incrementar la fiabilidad estadística de la bondad del modelo que proponemos, mediante un estudio multicéntrico, multimateria y multigrado, aumentando el tamaño de la muestra a un valor aproximado de $n=400$.
- establecer fehacientemente la viabilidad del modelo propuesto en asignaturas con un número de alumnos menor o igual cincuenta como resultado del ítem anterior.
- determinar si es posible aplicar el modelo propuesto en asignaturas con una alta tasa de alumnos matriculados; en caso negativo, estudiar qué posibles modificaciones admite el modelo para que pueda ser adaptado en asignaturas con esta tipología.
- determinar si la mejora en el rendimiento de nuestros estudiantes bajo modelos de evaluación continua, se mantiene también cuando se utilizan modelos de evaluación clásicos, basados en una única prueba final.

Referencias

- Ahlfeldt, S., Mehta, S., y Sellnow, T. (2005). Measurement and analysis of student engagement in university classes where varying levels of PBL methods of instruction are in use. *Higher Education Research and Development*, 24(1), 5–20.
- Anderson, T. (2003). Modes of interaction in distance education: recent developments and research questions. In M. G. Moore, y W. G. Anderson (Eds.), *Handbook of distance education* (pp. 129–144). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Angeli, C., Valanides, N., y Bonk, C. J. (2003). Communication in a web-based conferencing system: the quality of computer-mediated interaction. *British Journal of Educational Technology*, 34(1), 31–43.
- Blasco-Arcas, L., Buil, I., Hernández-Ortega, B. y Sese, F.J. (2013). Using clickers in class. The role of interactivity, activecollaborative learning and

- engagement in learning performance. *Computers & Education*, 62,102-110.
- Banks, D. A. (2006). Reflections on the use of ARS with small groups. In D. A. Banks (Ed.), *Audience response systems in higher education* (pp. 373–386). Hershey, PA: Information Science Publishing.
- Bannan-Ritland, B. (2002). Computer-mediated communication, e-learning, and interactivity: a review of the research. *Quarterly Review of Distance Education*, 3(2), 161–169.
- Beatty, I. (2004). Transforming student learning with classroom communication systems. Boulder, Colo: EDUCASE Center for Applied Research, available. http://www.educase.edu/LibraryDEtailPage/666?IDE_RB0403.
- Beatty, I. D., Gerace, W. J., Leonard, W. J. y Dufresne, R. J. (2006). Designing effective questions for classroom response system teaching. *American Journal of Physics*, 74(1), 31–39.
- Beekes, W. (2006). The ‘millionaire’ method for encouraging participation. *Active Learning in Higher Education*, 7, 25–36.
- Bergtrom, G. (2006). Clicker sets as learning objects. *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, 2, Available in <http://ijklo.org/Volume2/v2p105-110Bergtrom.pdf>.
- Brewer, C. A. (2004). Near real-time assessment of student learning and understanding in biology courses. *Bioscience*, 54(11), 1034–1039.
- Bullock, D. W., LaBella, V. P., Clingan, T., Ding, Z., Stewart, G., y Thibado, P. M. (2002). Enhancing the student-instructor interaction frequency. *The Physics Teacher*, 40, 535–541.
- Caldwell, J. E. (2007). Clickers in the large classroom: current research and best-practice tips. *CBE Life Sciences Education*, 6(1), 9–20.
- Carnaghan, C. y Webb, A. (2007). Investigating the effects of group response systems in student satisfaction, learning, and engagement in accounting education. *Issues in Accounting Education*, 22(3), 391–409.
- Capel, M., Tomeu, A. y Salguero A. (2017). Teaching concurrent and parallel programming by patterns: An interactive ICT approach. *Journal of Parallel and Distributed Computing*. 105, 42-52. doi:10.1016/j.jpdc.2017.01.010
- Chickering, A. y Ehrmann, S. C. (1996). Implementing the seven principles: technology as lever. *AAHE Bulletin*, 3–6, Available in <http://www.tltgroup.org/programs/seven.html>.
- Chou, C. (2003). Interactivity and interactive functions in web-based learning systems: a technical framework for designers. *British Journal of Educational Technology*, 34(3), 265–279.
- Cotner, S., Fall, B., Wick, S., Walker, J. y Baepler, P. (2008). Instant feedback assessment methods: can we improve engagement, enjoyment, and preparation for exams in large-enrollment biology courses? *Journal of Science Education and Technology*, 17, 437–443.
- Crossgrove, K. Curran, K.L. (2008). Using clickers in non-ajors and majors-level biology courses: student opinion, learning and long-term retention of course material. *CBE-Life Sciences Education*, 7, 146–154.
- Crouch, C. H., y Mazur, E. (2001). Peer instruction: ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970–977.
- D’Inverno, R., Davis, H. y White, S. (2003). Using a personal response system for promoting student interaction. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 22, 163–169.
- Draper, S. W., Cargill, J. y Cutts, Q. (2002). Electronically enhanced classroom interaction. *Australian Journal of Educational Technology*, 18, 13–23. Available in <http://www.psy.gla.ac.uk/~steve/ilig/handsets.html>.
- Draper, S. W., y Brown, M. I. (2004). Increasing interactivity in lectures using an electronic voting system. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20, 81–94.
- Draper, S. W., Cargill, J., y Cutts, Q. (2002). Electronically enhanced classroom interaction. *Australasian Journal of Educational Technology*, 18, 13–23.
- Elliot, C. (2003). Using a personal system in economics teaching. *International Review of Economics Education*, 1(1). Available in <http://www.economicsnetwork.ac.uk/iree/i1/elliott.htm>.
- Erickson, J. y Siau, K. (2003). E-ducation. *Communications of the ACM*, 46(9), 134–140.
- Fies, C., y Marshall, J. (2006). Classroom response systems: a review of the literature. *Journal of Science Education and Technology*, 15(1), 101–109.
- Freeman, S., O’Connor, E., Parks, J.W., Cunningham, M., Hurley, D. y Haak, D. (2007). Prescribed active learning increases performance in introductory biology. *CBE-Life Sciences Education*, 6, 132–139.
- Garrison, D. R., Anderson, T., y Archer, W. (2001). Critical thinking, cognitive presence, and computer

- conferencing in distance education. *American Journal of Distance Education*, 15(1), 7–23.
- Guthrie, R. W. y Carlin, A. (2004). *Waking the dead: using interactive technology to engage passive listeners in the classroom*. Artículo presentado en AMCIS, New York, EEUU.
- Guthrie, J. T. y Wigfield, A. (2000). Engagement and motivation in reading. *Handbook of reading research*, 3, 403–422. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousands student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66, 64–74.
- Haseman, W. D., Polatoglu, V. N. y Ramamurthy, K. (2002). An empirical investigation of the influences of the degree of interactivity of user-outcomes in a multimedia environment. *Information Resources Management Journal*, 15(2), 31–48.
- Higgins, R., Hartley, P. y Skelton, A. (2002). The conscientious consumer; reconsidering the role of assessment feedback in student learning. *Studies in Higher Education*, 27(1), 53–64.
- Homme, J., Asay, G. y Morgenstern, B. (2004). Utilisation of an audience response system. *Medical Education*, 38(5), 575.
- Hoon, H. y Finkelstein, A. (2013). Understanding the effects of professors' pedagogical development with clicker assessment and feedback technologies and the impact on students' engagement and learning in higher education. *Computers & Education*, 65, 64–76.
- Hu, J., Bertol, P., Hamilton, M., White, G., Duff, A. y Cutts, Q. (2006). Wireless interactive teaching by using key-pad ARS. *Audience response systems in higher education* (209–221). Hershey, PA: Information Science Publishing.
- 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, 819–827.
- Kennedy, G. y Cutts, Q. (2005). The association between students use and electronic voting system and their learning outcomes. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21, 260–268.
- Kenwright, K. (2009). Clickers in the classroom. *TechTrends*, 53(3), 74–77.
- Khan, B. H. (2000). Discussion of resources and attributes of the web for the creation of meaningful learning environments. *Cyber Psychology & Behavior*, 3(1), 17–23.
- Kuh, G. D. (2003). What we're learning about student engagement from NSSE. *Change*, 35(2), 24–32.
- Lantz, M. E. (2010). The use of clickers in the classroom: teaching innovation or merely an amusing novelty? *Computers in Human Behavior*, 26, 556–561.
- Liu, Y. (2003). Developing a scale to measure the interactivity of websites. *Journal of Advertising Research*, 43(3), 207–216.
- Liu, T., Liang, J., Wang, H., Chan, T. y Wei, L. (2003). *Embedding educlick in classroom to enhance interaction*. Presentado en la International Conference Computers in Education (ICCE), Hong Kong, China. 117–125.
- Mayer, R. E., Stull, A., DeLeeuw, K., Almeroth, K., Bimber, B. y Chun, D. (2009). Clickers in collage classrooms: fostering learning with questioning methods in large lecture classes. *Contemporary Educational Psychology*, 34, 51–57.
- Michaelson, L. K., Knight, A. B. y Fink, L. D. (2004). *Team-based learning: A transforming use of small groups in college teaching*. Greenwood publishing group.
- Nicol, D. y Boyle, J. (2003). Peer instruction versus class-wide discussion in large classes: a comparison of two interaction methods in the wired classroom. *Studies of Higher Education*, 28, 457–473.
- Oncu, S. y Cakir, H. (2011). Research in online learning environments: priorities and methodologies. *Computers & Education*, 57, 1098–1108.
- Pratton, J. y Hales, L. (1986). The effects of active participation on student learning. *Journal of Educational Research*, 79, 210–215.
- Resta, P. y Laferrière, T. (2007). Technology in support of collaborative learning. *Education Psychology Review*, 19, 65–83.
- Roblyer, M. D. y Wiencke, W. R. (2003). Design and use of a rubric to assess and encourage interactive qualities in distance courses. *American Journal of Distance Education*, 17(2), 77–98.
- Siau, K., Sheng, H. y Nah, F. F.-H. (2006). Use of classroom response system to enhance classroom interactivity. *IEEE Transactions on Education*, 49(3), 398–403.
- Stowell, J. R. y Nelson, J. M. (2007). Benefits of electronic audience response systems on student participation, learning and emotion. *Teaching of Psychology*, 34, 253–258.

Trees, A. R. y Jackson, M. H. (2007). The learning environment in clicker classrooms: student processes of learning and involvement in large university-level courses using student response systems. *Learning, Media and Technology*, 32, 21–40.

Wit, E. (2003). Who wants to be... The use of a personal response system in statistics teaching. *MSOR Connections*, 3(2), 14-20.

Wood, W.B (2004). Clickers: A teaching gimmick that works. *Developmental Cell*, 7, 796–798.

Yourstone, S. A., Kraye, H. S., y Albaum, G. (2008). Classroom questioning with immediate electronic response: do clickers improve learning? *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 6(1), 75–88.