

**MEMORIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS**  
**PROYECTOS DE INNOVACIÓN PARA GRUPOS DOCENTES**  
**CURSO 2015/2016**

**DATOS IDENTIFICATIVOS:**

**1. Título del Proyecto:** LOS SISTEMA DE RESPUESTA INTERACTIVA PARA EL FOMENTO DE LA COMPETENCIA DE RAZONAMIENTO CIENTÍFICO EN LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA

**2. Código del Proyecto:** 2015-2-5015

**3. Resumen del Proyecto:**

*En este proyecto se ha trabajado en el empleo de las TICs para la mejora del proceso de enseñanza/aprendizaje en las materias de Física en Ingeniería. Concretamente, se ha diseñado una nueva metodología docente, basada en el uso de los sistemas de respuesta interactivos, con el objetivo de fomentar entre el alumnado la adquisición de la competencia de razonamiento científico aplicada a la resolución de problemas de física en el campo de la ingeniería.*

**4. Coordinador/es del Proyecto**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
MARTA M <sup>a</sup> VARO MARTINEZ	FÍSICA APLICADA	066

**5. Otros Participantes**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal (1)
ALFONSO PONTES PEDRAJAS	FÍSICA APLICADA	066	PDI
DAVID MUÑOZ FERNANDEZ	FÍSICA APLICADA	066	PDI
PEDRO PEREZ MARTIN	FÍSICA APLICADA	066	PDI
JUAN MUÑOZ PEINADO	FÍSICA APLICADA	--	PAS
JOSE LUIS LOPEZ QUINTERO	FÍSICA APLICADA	--	ALUMNO DE DOCTORADO

(1) Indicar si se trata de PDI, PAS, becario/a, alumnado, personal contratado, colaborador o personal externo a la UCO

**6. Asignaturas implicadas**

Nombre de la asignatura	Titulación/es
FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INGENIERÍA I	GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INGENIERÍA I	GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRÓNICA INDUSTRIAL
FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INGENIERÍA II	GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INGENIERÍA II	GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRÓNICA INDUSTRIAL
FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INGENIERÍA II	GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
FÍSICA	GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

## MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

### 1. **Introducción** (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas, etc.).

La resolución de problemas en las materias de Física ha sido objeto de muchas investigaciones (Reif et al., 1976; Garret, 1986; Concari & Girogi, 2000) ya que se trata de una herramienta de aprendizaje fundamental en las asignaturas científico-técnicas en la medida en que favorecen que el alumno aplique los conceptos teóricos a una realidad presente en su entorno o en el futuro ejercicio de su actividad profesional. A pesar de estas investigaciones y de los esfuerzos del profesorado, esta actividad docente presenta frecuentemente altas tasas de fracaso entre el alumnado. Uno de los principales motivos de este fracaso es el hecho de que los alumnos no reflexionan sobre el problema sino que, por el contrario, quieren resolverlo de forma mecánica. Y es que la didáctica habitual sobre resolución de problemas, basada en la exposición lineal del profesor y la repetición por parte del estudiante de problemas similares, propicia esa tendencia hacia el operativismo mecánico frente al aprendizaje significativo (Gil Pérez et al., 1988).

Por otra parte, las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se presentan en la actualidad como una vía para mejorar la calidad de la enseñanza (Martín-Laborda, 2005) ya que permiten incrementar la interacción entre los diferentes agentes que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Ferro et al., 2009), fomentan la participación y motivación del alumnado y, como consecuencia, ayudan a mejorar los resultados académicos (Ruiz et al., 2010).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, en este proyecto de innovación educativa se ha introducido el recurso TIC de los Sistemas de Respuesta Interactiva (SRI) en las sesiones de resolución de problemas de las materias implicadas con el objetivo de favorecer una actitud más activa y reflexiva del alumnado ante dicha actividad docente.

### 2. **Objetivos** (concretar qué se pretendió con la experiencia).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el objetivo principal de este proyecto ha sido:

*Diseñar, implementar y analizar una nueva metodología docente basada en el uso de los sistemas de respuesta interactivos como recurso para fomentar el desarrollo de la competencia de razonamiento científico aplicado a la resolución de problemas en los Grados en Ingeniería.*

Para ello, se han desarrollado los siguientes sub-objetivos:

- Diseño de nuevos materiales docentes, en los que se ha combinado la resolución de problemas con cuestionarios que ayudasen al alumnado a razonar los diversos pasos del ejercicio, relacionando los contenidos teóricos con los prácticos.
- Diseño, implementación y validación de una metodología docente.

### 3. **Descripción de la experiencia** (exponer con suficiente detalle qué se ha realizado en la experiencia).

Para conseguir los objetivos propuestos, el proyecto se ha desarrollado de acuerdo con las siguientes etapas:

- **Primera Etapa. Diseño de metodología docente:** En esta etapa el equipo docente diseñó, de manera coordinada, la metodología docente a desarrollar y que se expone en detalle en el siguiente epígrafe de la presente memoria.
- **Segunda Etapa. Diseño de material docente:** Una vez definida la metodología, los profesores han ido desarrollando a lo largo de todo el curso académico nuevos materiales docentes adaptados a la metodología acordada. En el siguiente epígrafe de la presente memoria se detallan el tipo de

materiales docentes desarrollados.

- **Tercera Etapa. Implementación de la metodología docente:** Durante esta etapa, que se ha simultaneado con la anterior, se han desarrollado en el aula las distintas actividades formativas diseñadas. Asimismo, se han ido recogiendo los datos necesarios (participación, opinión del alumnado, etc.) para un posterior análisis de resultados.
- **Cuarta Etapa. Análisis de resultados y evaluación de la metodología docente:** Al terminar el periodo lectivo, se ha realizado un análisis estadístico de los datos recogidos en las etapas previas en base al cual analizar los resultados y extraer conclusiones acerca de la utilidad del recurso educativo y de la metodología definida, identificando posibles mejoras para el futuro. Estos resultados y conclusiones se exponen y justifican en un epígrafe posterior de la presente memoria.

#### 4. **Materiales y métodos** (describir el material utilizado y la metodología seguida).

Para alcanzar los objetivos propuestos, se ha diseñado una nueva metodología docente aplicada a las sesiones de resolución de problemas en clase, basada en el uso de los sistemas de respuesta interactiva (SRI). Este recurso TIC combinado con presentaciones Power Point, permite que los alumnos presentes en clase contesten a una serie de preguntas propuestas por el docente mediante su mando de respuesta individual y que sus respuestas sean almacenadas en el ordenador del profesor. Dichas respuestas se muestran en pantalla tras cada pregunta, lo que permite identificar en el mismo momento de la explicación si los alumnos han entendido adecuadamente los conceptos expuestos. Además, el software genera una base de datos completa en la que asigna a cada alumno sus respuestas, por lo que es posible seguir la evolución del aprendizaje de cada alumno, identificar las principales dificultades del grupo y/o los conceptos que les resultan más complejos, etc. Concretamente, con la cofinanciación del departamento de Física Aplicada, se ha adquirido un sistema Turning Point, comercializado por la empresa Turning Technologies.

De acuerdo con el objetivo del proyecto (fomentar la competencia de razonamiento científico aplicada a la resolución de problemas de Física), se ha definido una metodología para el uso del equipo Turning Point en las sesiones de grupo mediano, en las que habitualmente se resuelven problemas en los que se aplican los conceptos impartidos previamente en las sesiones teóricas de grupo grande. Concretamente, durante la resolución de problemas se han ido intercalando preguntas de razonamiento, que los alumnos respondían con el equipo Turning Point, sobre los conceptos y leyes físicas en que se basaría la resolución del problema, las técnicas aplicadas o las herramientas matemáticas utilizadas para la resolución numérica. De esta forma, se fomenta que el alumno entienda la necesidad de estudiar y comprender la teoría antes de enfrentarse a la resolución de problemas. Asimismo, se favorece una actitud activa y reflexiva del alumnado en estas sesiones presenciales frente al comportamiento de cursos anteriores en los que el alumno/a se limitaba a copiar lo que el profesor o un compañero/a escribían en la pizarra sin reflexionar sobre el porqué de los pasos dados en la resolución de cada problema.

De acuerdo con lo expuesto, para el desarrollo de esta metodología se ha elaborado un conjunto de cuestiones (tipo test: verdadero/falso; opción múltiple; etc.) aplicado a cada uno de diferentes problemas que han permitido comprobar el nivel de comprensión y asimilación de contenidos teóricos por parte del alumnado, detectar los conceptos no asimilados adecuadamente y desarrollar medidas para la corrección de las deficiencias en el aprendizaje.

#### 5. **Resultados obtenidos** (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquellos no logrados, incluyendo el material elaborado).

Los resultados obtenidos de la experiencia han resultado positivos tanto para el alumnado como para el profesorado y vienen confirmar los resultados de iniciativas previas desarrolladas tanto por el profesorado involucrado en el proyecto como por gran parte de la comunidad científica y académica, tal y como se

expone a continuación.

Por una parte, los docentes que han participado en el proyecto han observado que, frente a actitudes más pasivas cuando no se hace uso de este tipo de recurso TIC, con el uso de los mandos, la mayor parte de los alumnos tratan de resolver la cuestión para seleccionar la respuesta correcta y, lo que es más importante, de tratar de saber por qué su respuesta no es la acertada cuando cometen algún error. Consecuentemente, se comprueba que, efectivamente, tal y como recogen estudios previos (Berry, 2009; Collinge 2009; Chafer, 2009; Silliman y McWilliams, 2004; Weerts et al, 2009; y Beatty et al., 2006), el uso de los sistemas de respuesta interactiva aumentan el nivel de participación y motivación del alumnado.

Por otra parte, los docentes valoran muy positivamente la retroalimentación inmediata que proporcionan los SRI y que ayuda a conocer el grado de asimilación de los contenidos y a detectar eficaz y fácilmente errores comunes en el alumnado (Wit, 2003; Hanson et al, 2008; Barrett et al., 2005; Berry, 2009; Chafer, 2009; Collinge 2009; Weerts et al, 2009).

Estas afirmaciones del equipo docente se ven corroboradas por las opiniones del alumnado. Para recabar esta información, se ha utilizado una encuesta de opinión anónima (<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdhU6XQpGvRrKlnxpDZBARzUx0JYGhvHXNY8dJavrS55x4dQ/viewform>). con ayuda de la herramienta libre Formularios de Google En dicha encuesta, se pide a los alumnos que muestren su grado de acuerdo/desacuerdo con diferentes afirmaciones sobre el uso educativo de los sistemas de respuesta interactiva, utilizando una escala Likert 1(total desacuerdo)-5(acuerdo total).

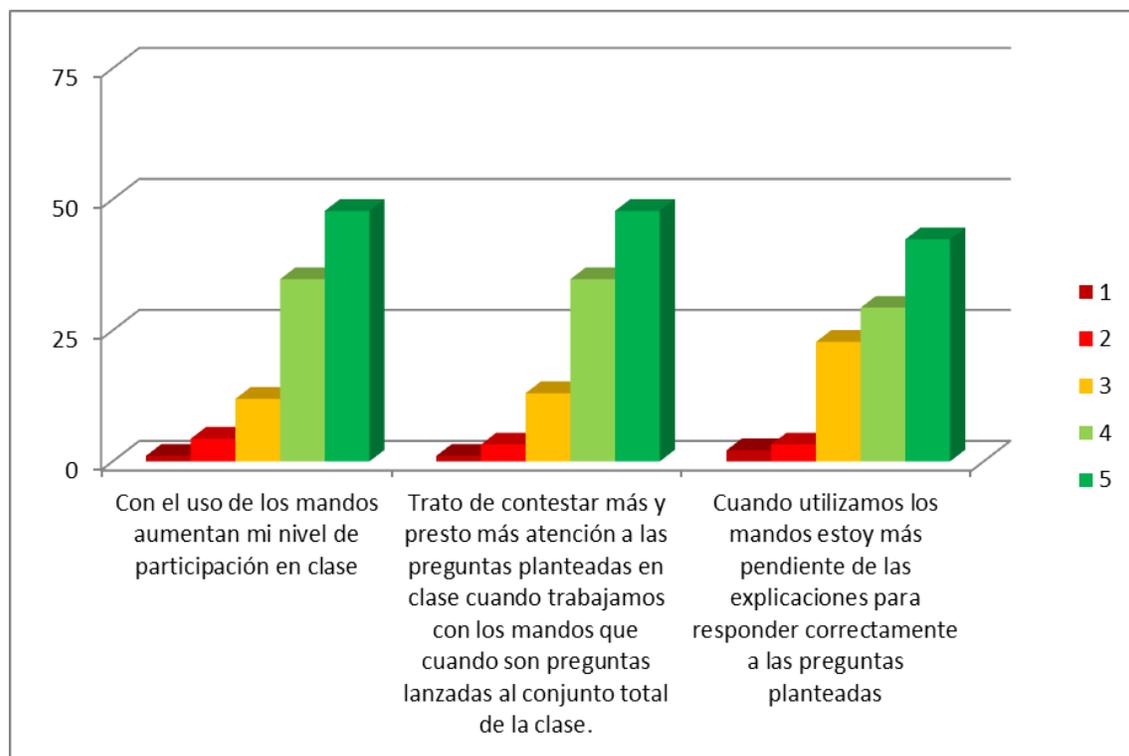


Figura 1: Opinión del alumnado sobre la capacidad del sistema de respuesta interactiva para aumentar el nivel de atención y participación en clase.

Por lo que respecta a la capacidad que tienen los SRI para fomentar la participación del alumnado, de acuerdo con la figura 1, el 83% los alumnos están de acuerdo en que, gracias a este recurso TIC, ha aumentado su nivel de participación y prestan más atención a las preguntas planteadas en clase. Asimismo, el 71% del alumnado reconoce que, el querer responder acertadamente a las preguntas

propuestas, les lleva a estar más atentos a las explicaciones del profesor frente a solo un 5% que dice que su atención a las explicaciones del profesor no se ve influenciada por el uso de los SRI. Por otra parte, tal y como refleja la figura 2, los alumnos confirman que los SRI mejoran la interacción profesor/alumno (67% de los encuestados), fomentan la discusión en grupo (63%) y, como consecuencia, ayudan a dinamizar las clases haciéndolas más amenas (89%).

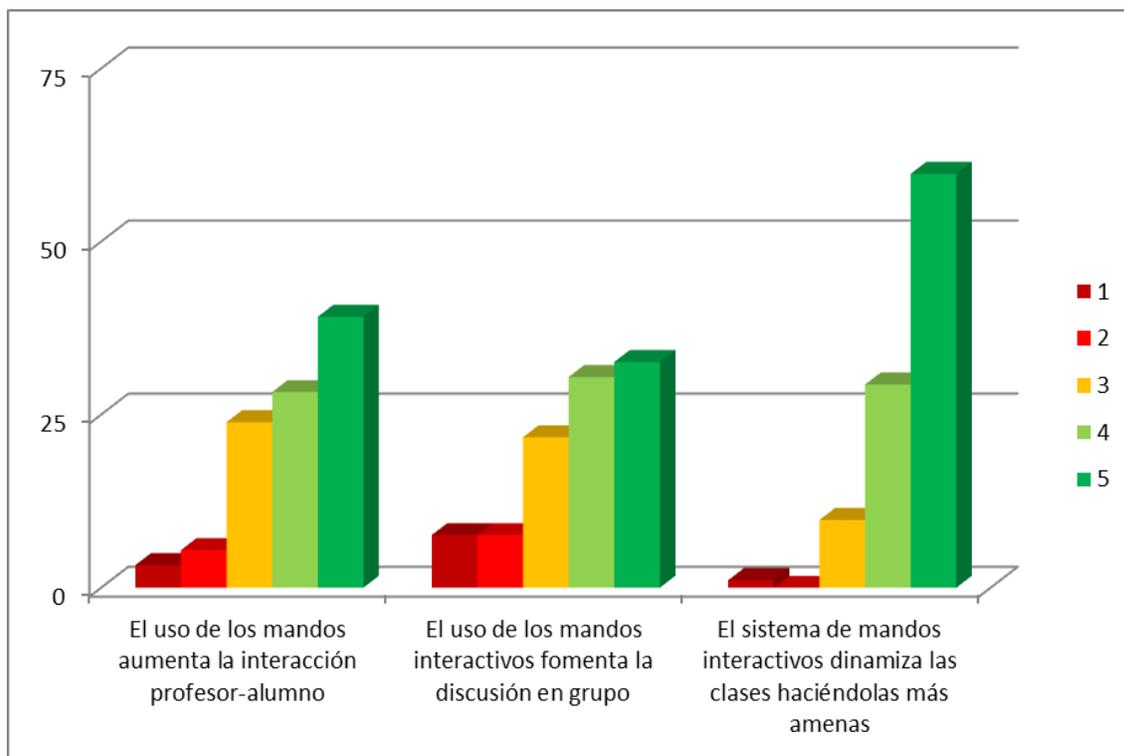


Figura 2: Opinión del alumnado sobre el carácter dinamizador del sistema de respuesta interactiva.

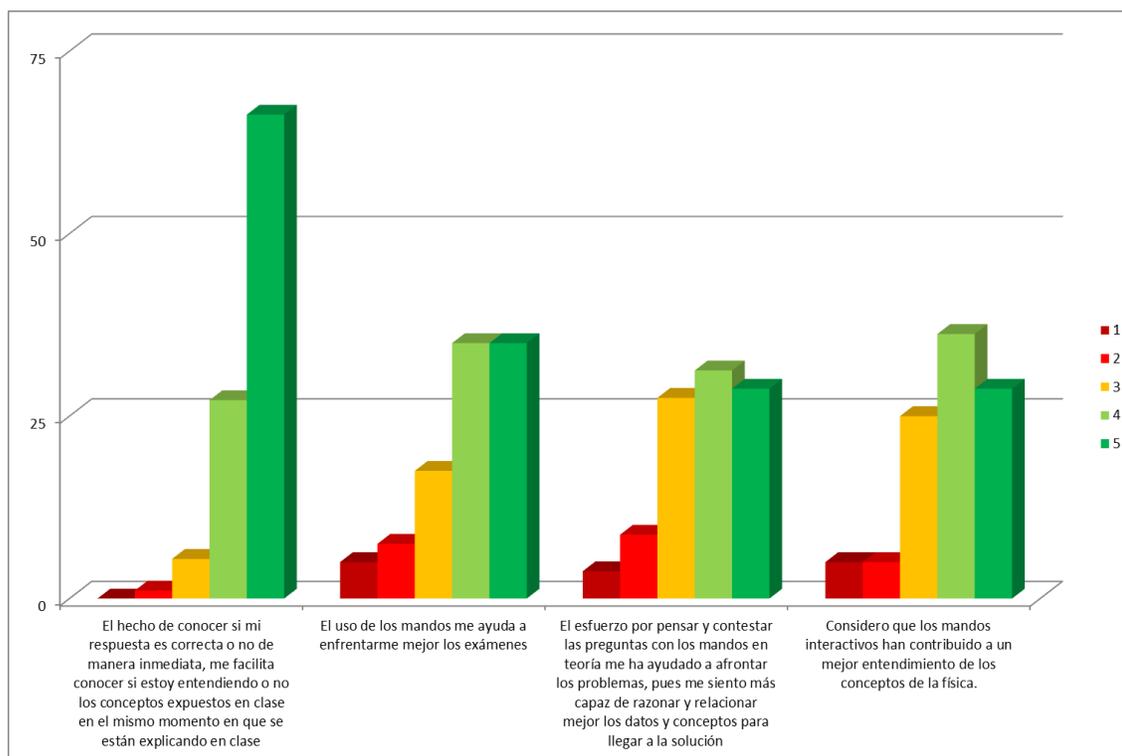


Figura 3: Opinión del alumnado sobre el la influencia del sistema de respuesta interactiva en el proceso de aprendizaje.

Tal y como es de esperar, estas características repercuten en el aprendizaje que el propio alumnado percibe de la asignatura. En este sentido, tal y como muestra la figura 3, los alumnos y alumnas valoran muy positivamente el hecho de conocer de manera inmediata si la respuesta que han dado a las cuestiones planteadas en clase es correcta o no. Así, un 65% de los encuestados considera que los SRI contribuyen a mejorar el entendimiento de la materia. Concretamente, por lo que respecta a la resolución de problemas, sólo el 13 % del alumnado no aprecia que el uso de los SRI le ayude a afrontar la resolución de problemas, los restantes valoran, en mayor o menor medida, el hecho de que este recurso le ha ayudado a relacionar conceptos de manera razonada a la hora de acometer la resolución de los problemas. Por último, el 70% de los alumnos y alumnas perciben que el uso de los SRI les hace sentirse más seguros a la hora de enfrentarse a los exámenes.

Por lo que respecta al uso de los mandos de respuesta interactiva como herramienta de evaluación no existe tanto consenso entre el alumnado. Así, si bien el 67% del alumnado considera que puede ser un instrumento de evaluación continua adecuado, no existe una postura clara en cuanto a si las respuestas deben ser anónimas o no (Figura 4).

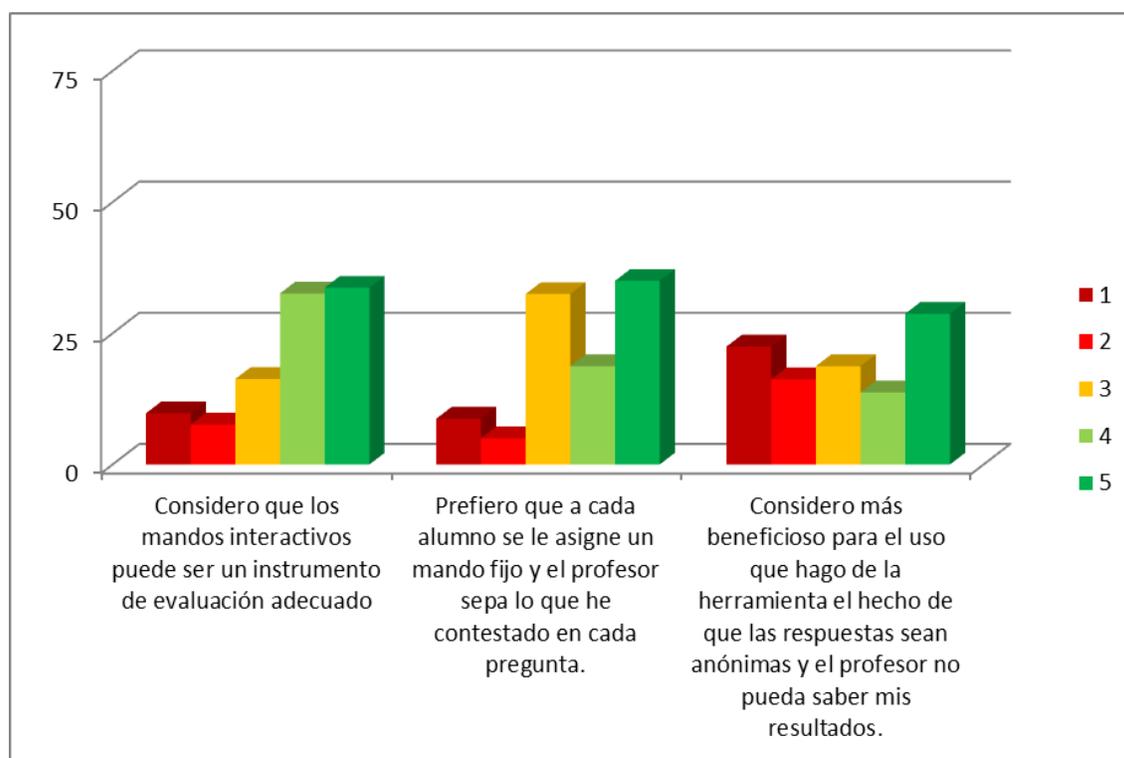


Figura 4: Valoración global del alumnado sobre los sistemas de respuesta interactiva como instrumento de evaluación.

A pesar de ello, el nivel de satisfacción general del alumnado con el recurso TIC es adecuado pues el 84% considera que se trata de un recurso docente motivador y el 86 % que la actividad desarrollada es útil e interesante para la materia (figura 5). Además, tal y como muestra la figura 6, los alumnos y alumnas afirman que se trata de un recurso de fácil manejo (sólo el 16% del alumnado dice que le ha costado aprender su funcionamiento o el 10% que le parece que entorpece el desarrollo de las clases). Por todo ello, un 88% del alumnado otorgan una calificación alta (4 o 5 puntos) al recurso que obtiene una valoración media ponderada 4,3 puntos sobre 5 (figura 7).

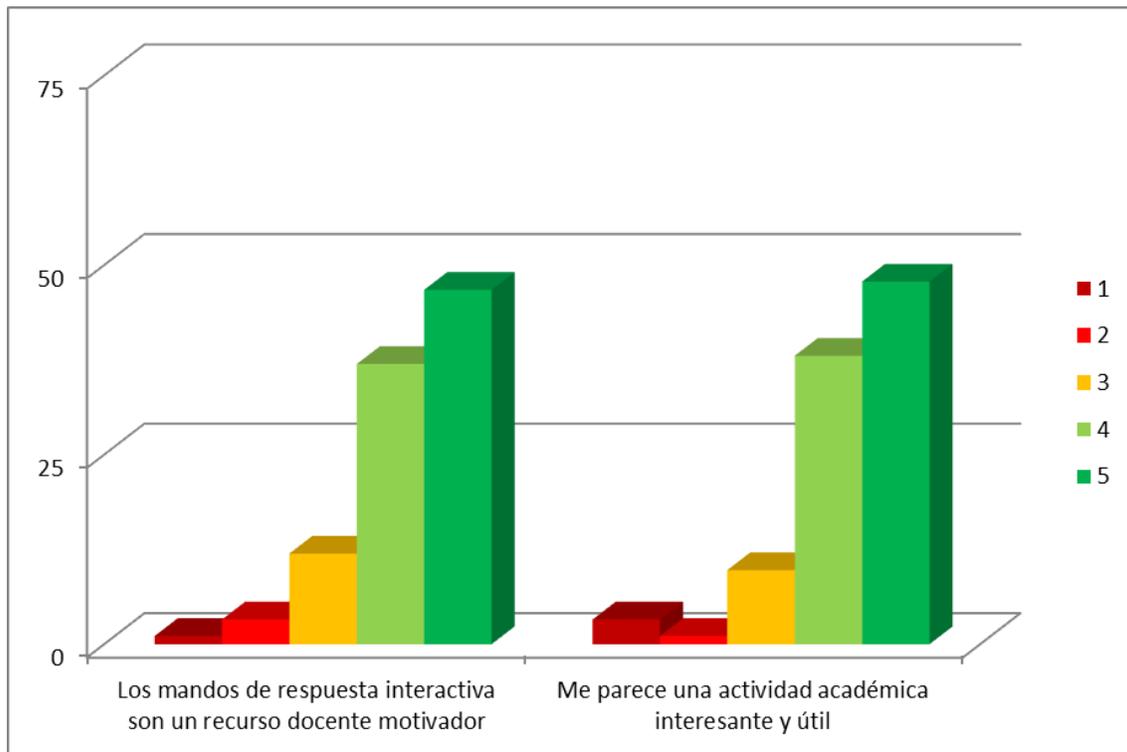


Figura 5: Opinión del alumnado sobre el recurso y la metodología definida.

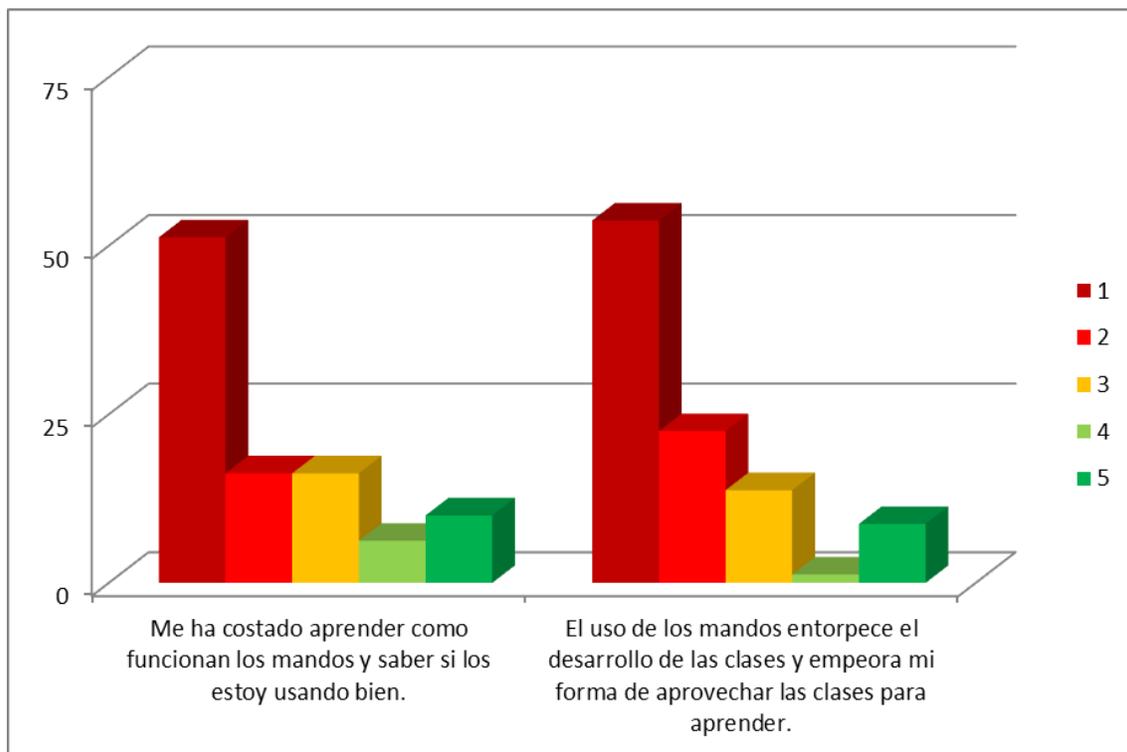
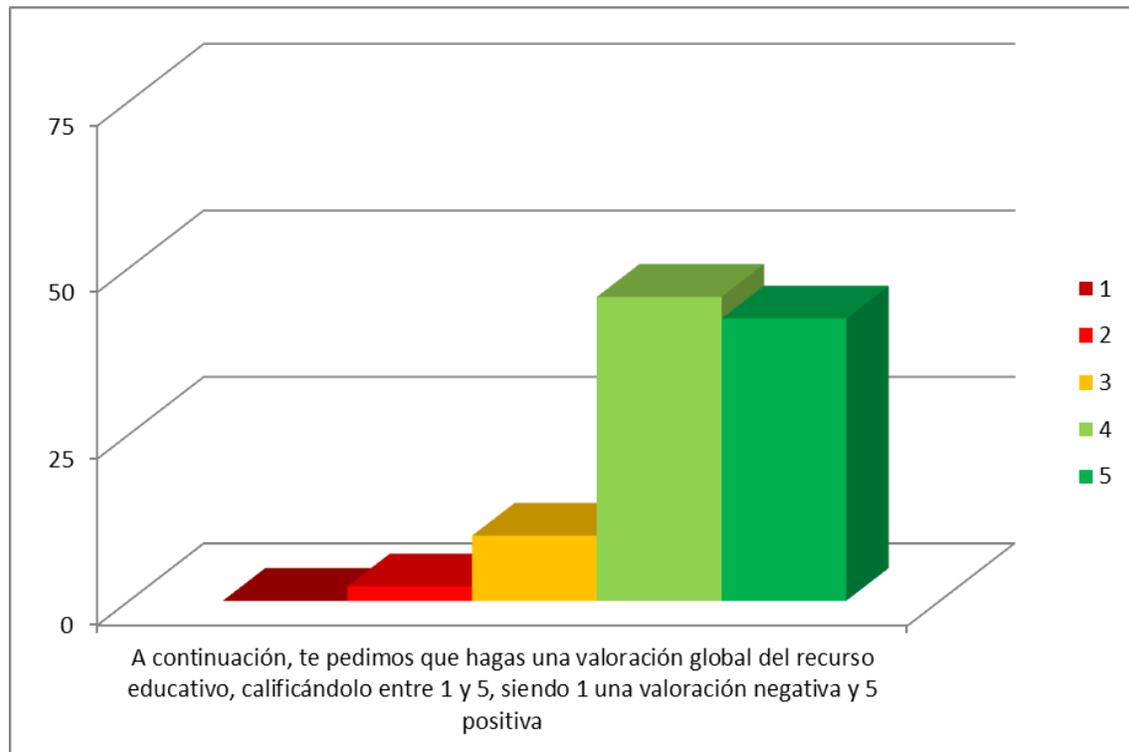


Figura 6: Opinión del alumnado sobre la dificultad en el uso del sistema de respuesta interactiva.



*Figura 7: Valoración global del alumnado sobre los sistemas de respuesta interactiva.*

**6. Utilidad** (comentar para qué ha servido la experiencia y a quiénes o en qué contextos podría ser útil).

De los resultados anteriormente expuestos, se puede concluir que los sistemas de respuesta interactiva resultan útiles para la docencia universitaria puesto que:

- Se trata de un recurso TIC de fácil manejo tanto para profesorado como para alumnado.
- Aumentan la participación, atención y motivación de los estudiantes.
- Fomentan las relaciones profesor-alumno y la retroalimentación inmediata entre ellos.
- Permiten conocer el grado de asimilación de los contenidos en el mismo momento en que se imparte la docencia.
- Ayudan al alumnado a enfrentarse con mayor seguridad a la resolución de problemas y a las pruebas de evaluación.

**7. Observaciones y comentarios** (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados).

De acuerdo con lo expuesto a lo largo de la presente memoria, el equipo docente considera muy positivo el proyecto de innovación desarrollado y los resultados derivados del mismo, ya que se ha constatado que el uso de los Sistemas de Respuesta Interactiva contribuyen a fomentar la adquisición de la competencia de razonamiento científico aplicado a la resolución de problemas en el campo de la Física. No obstante, se considera necesario desarrollar nuevas metodologías e introducir nuevas herramientas docentes que favorezcan que el alumnado siga trabajando y reforzando la adquisición de esta competencia, para lo que se propone, para el curso académico 16/17, complementar lo desarrollado en el presente proyecto con el uso de herramientas online que incidan en esta línea de trabajo durante las actividades formativas no presenciales. Además, es necesario aumentar el número de equipos y/o dispositivos de respuesta interactiva ya que esto permitiría su uso solapado en diferentes grupos que se imparten simultáneamente, por distinto profesorado, en el mismo intervalo horario.

## 8. Bibliografía.

Barrett, S. M.; Bornsen, S. E.; Erickson, S. L.; Markey, V. y Spiering, K. (2005): "The personal response system as a teaching aid", *Communication Teacher*, Vol. 19, nº 3, pp.89-92.

Beatty, I. D.; Gerace, W. J.; Leonard, W. J. y Dufresne, R. J. (2006): "Designing effective questions for classroom response system teaching", *American Association of Physics Teachers*, Vol. 74, Nº 1, pp. 31-39.

Berry, J. (2009): "Technology Support in Nursing Education: Clickers in the Classroom", *Nursing Education Perspectives*, ProQuest Health and Medical Complete, Vol. 30, Nº 5, pp. 295-298.

Chafer, E. (2009): "Una introducción a los sistemas de respuesta interactiva", *Electrónica y Comunicaciones. Monográfico TICs en las aulas. Elementos Didácticos para la enseñanza*, Nº 242, pp. 56-57. Editorial Cypsel.

Collinge, J. (2009): "In a regular series on how to use technology in training, Justin Collinge sings the praises of voting technology", *Technology Tools*.

Ferro C, Martínez A, Otero MC. (2009). "Ventajas del uso de las tics en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles". *EDUTEC Revista de Tecnología Educativa*. 29.

Hanson, C. M.; Graham, C. R. y Seawright, L. (2008): "An evaluation of the effectiveness of the instructional methods used with a Student Response System at a large university", *Interactive Educational Multimedia, an on-line journal published at the University of Barcelona*, Nº 17, pp.29-47.

Martín-Laborda, R. (2005): "Las nuevas tecnologías en la educación", *Cuadernos/Sociedad de la Información. Fundación Auna*.

Ruiz Jiménez, A.; Ceballos Hernández, C.; González Guzmán, N.; Ortega Fraile, F.J.; Ríos Fornos, M.; Delgado Lissen, J. (2010): "Enseñanza interactiva en la docencia universitaria". *XX Jornadas Hispano Lusas de Gestión Científica. Setúbal (Portugal)*, 4-5 de febrero de 2010.

Silliman, S. E., y McWilliams, L. (2004): "Observations on benefits/limitations of an audience response system", *Proceedings of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, USA*, 1511.

Weerts, S. E.; Miller, D. y Altice, A. (2009): "Clicker Technology Promotes Interactivity in an Undergraduate Nutrition Course", *Journal of Nutrition Education and Behavior*, Vol. 41, Nº 3, pp. 227-228.

Wit, E. (2003): "Who wants to be . . . The use of a personal response system in statistics teaching", *MSOR Connections*, Vol. 3, Nº 2, pp.14-20.

## 9. Mecanismos de difusión

Más allá de los mecanismos previstos en la convocatoria por la que se rige el presente proyecto de innovación (web página web de Innovación Educativa de la UCO: <http://www.uco.es/innovacioneducativa/>), los resultados del presente proyecto de innovación se han compartido con la comunidad científica y académica por medio de la comunicación "*Opinions on Classroom Response System by first-year engineering students*" presentada en el 2nd International Conference on Higher Education Advances (HEAd'16) celebrado en Valencia del 21 al 23 de junio

10. Relación de **evidencias** que se anexan a la memoria

- Anexo I: Encuesta de satisfacción del alumnado
- Anexo II: Comunicación presentada al 2nd International Conference on Higher Education Advances (HEAd'16)

**Córdoba, 2 de septiembre de 2016**