



## ENSEÑAR QUÍMICA Y MOTIVAR CON UN ¡CLICK!

Teaching Chemistry and Motivating with a Click!

ROSA MARÍA GARCÍA LOPERA

Universitat de València, España

---

### KEY WORDS

*Clickers  
Electronic Voting Systems  
Motivation  
Teaching Methodology  
Active Learning  
Computer-based Learning  
Chemistry*

---

### ABSTRACT

*The use of electronic response systems or "clickers" is a popular way to engage students and create an active-learning environment, especially within large courses of general subjects for first-year undergraduates. The present work examines with detail the methodology, the tasks and the results obtained respect to the students' learning, participation, and engagement in the classroom. In general, students perceived that clickers provided a significant enhancement to their learning, and teachers obtained real-time feed-back of how the concepts are assimilated or not by the students in order to quickly introduce improvements in their teaching.*

---

### PALABRAS CLAVE

*Clickers  
Sistemas de votación  
electrónica  
Motivación  
Metodología docente  
Aprendizaje activo  
TIC  
Química*

---

### RESUMEN

*El uso de sistemas electrónicos de respuesta o "clickers" es una metodología que persigue involucrar a los estudiantes y crear un entorno de aprendizaje activo, especialmente en cursos numerosos de asignaturas básicas de los primeros cursos universitarios. En este trabajo se explica con detalle la metodología utilizada, las tareas realizadas y el resultado que sobre el aprendizaje y la participación de los estudiantes ha tenido el uso de esta herramienta tecnológica en clase. En general, los estudiantes percibieron que los clickers les proporcionaron una mejora significativa de su aprendizaje, y el profesorado obtuvo feed-back en tiempo real de cómo los conceptos son asimilados o no por los estudiantes para poder introducir mejoras en su docencia.*

---

## Introducción

En las últimas décadas se ha producido un profundo cambio en el desarrollo y difusión del conocimiento, provocando su fragmentación y un aumento de las necesidades de formación. Todo ello como consecuencia, entre otros: de los continuos avances científico-tecnológicos; de la evolución de los patrones de comportamiento social; de los procesos de globalización económicos y culturales; de los cambios en la organización empresarial orientados a la calidad; de la incidencia de las nuevas tecnologías de la información y la aparición de las redes sociales, y de proyectos globales de creación y difusión del conocimiento (como Creative Commons, GNU/Linux Project, Open Directory o Wikipedia). Estos movimientos tienen importantes implicaciones en la Universidad, que está obligada a abordar reformas e innovaciones sustantivas de sus fines, papel social y funcionamiento. Como institución social, la Universidad siempre ha sabido adaptarse a los diversos cambios políticos y culturales de la civilización occidental, sin que disminuyera su relevancia como centro de desarrollo y difusión de la cultura y el conocimiento. Además, los gobiernos de muchos países han tomado conciencia de la necesidad de innovar y renovar la enseñanza superior como medio de avanzar en la senda del desarrollo.

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ([http://ec.europa.eu/education/policy/higher-education/bologna-process\\_es](http://ec.europa.eu/education/policy/higher-education/bologna-process_es)) es un sistema educativo europeo de calidad que persigue fomentar en Europa el crecimiento económico, la competitividad internacional, la movilidad y la cohesión social, mediante la educación y la formación de los ciudadanos a lo largo de la vida. El impacto del Proceso de Bolonia en la enseñanza universitaria ha sido profundo. En primer lugar, ha exigido el cambio de mentalidad desde una enseñanza centrada en los conocimientos a otra centrada en las competencias, cuestión que el docente debe contemplar a la hora de planificar su docencia. Por otra parte, exige del profesor una profunda revisión de su docencia para establecer la carga de trabajo del estudiante y las metodologías docentes adecuadas para conseguir los objetivos y resultados de aprendizaje (Villa, 2004; Bain, 2007; Rué, 2007; Zabalza, 2010). Como exponen Gros y Romaña (2004), "la profesión docente del siglo XXI poco tendrá que ver con la imagen de un profesor subido a la tarima e impartiendo su clase frente a un grupo de alumnos" siendo la formación, en este desafío profesional, un elemento clave para su éxito. En pocas palabras, "*no podemos seguir enseñando a las generaciones del futuro con las herramientas que formaron parte de nuestro pasado*".

El *concepto clave* en todo este proceso ha sido el de innovación. La *innovación* está de moda en casi todos los ámbitos de la sociedad y se equipara a significados tales como mejora, evolución, calidad, avance, progreso o desarrollo. El problema reside en concretar claramente en qué consiste la innovación dentro del proceso de mejora de la docencia en el sistema universitario (Alonso Tapia, 2001). En este sentido, es fundamental cuidar la formación de los estudiantes en competencias tanto personales como profesionales, puesto que la mera adquisición de conocimientos ya no es suficiente. En la enseñanza actual de cualquier disciplina hay que asumir estas nuevas necesidades realizando mejoras en las prácticas docentes. Entre los métodos para conseguir estas mejoras están la valoración del trabajo personal del alumno, las actividades no presenciales y la pérdida de protagonismo de la clase magistral. Este tipo de actividades sólo se pueden desarrollar mediante el uso de todas las posibilidades que ofrece Internet y las nuevas TICs (Valero y Navarro, 2008; Martínez Tomás et al., 2011).

Por todas estas razones, desde el curso académico 2003-04 al 2009-10 y antes de la implantación de los actuales Grados (curso 2010-11), la Facultat de Química de la Universitat de València llevó a cabo un Proyecto Piloto de Innovación Educativa. Su principal reto fue realizar una adaptación de las metodologías de enseñanza-aprendizaje a las recomendaciones y necesidades del EEES. Para ello había que realizar un profundo cambio del modelo de enseñanza centrado ahora en el trabajo y aprendizaje de los estudiantes y en el fomento y desarrollo de competencias que les posibilitaran un aprendizaje continuo a lo largo de la vida (el llamado "long life learning" o L<sup>3</sup>).

Para alcanzar este reto se desarrollaron muchas actividades y metodologías docentes innovadoras como: mini-simposiums con ponencias invitadas, comunicaciones orales y pósters; talleres de lectura; trabajo cooperativo interdisciplinar; visitas a empresas y museos acompañadas de un dossier de trabajo; uso de portafolios; cuestionarios on-line; utilización de plataformas de e-learning; visionado de videos para las prácticas de laboratorio; canales temáticos en youtube; foros y chats de debate en clase; etc. (Pou Amérigo, 2004; Pou y Ochando, 2007; García-Lopera et al., 2007, 2008 y 2011). Y también se adquirió un equipo de votación electrónica (también conocido como "clickers") que nos pareció interesante incorporar, de forma puntual, durante las clases expositivas para aumentar la atención, participación y motivación.

Estos sistemas son una herramienta muy popular que pretende facilitar la participación del estudiante usando ejercicios interactivos en el aula diseñados para evaluar la comprensión del alumno de un tema en particular. Además de aumentar la motivación y participación, también aportan bastantes beneficios pedagógicos adicionales pues

incluyen la respuesta formativa instantánea tanto para estudiantes (Sancerni, 2015) como para el profesorado (Skinner, 2009; Gibbons et al., 2017; Niemeyer et al., 2018). Desde hace ya unos años, el uso de esta herramienta supone un apoyo a las clases magistrales y se viene utilizando de diferentes maneras y en muy variados contextos académicos (Remón et al., 2014; García-Lopera, 2013 y 2015). Asimismo, promueve oportunidades para la colaboración o instrucción entre pares (individual o en grupo) que es otra estrategia muy participativa en el aula (Smith, 2009).

El efecto del uso del clicker en el aprendizaje de los estudiantes ha sido evaluado en una gran variedad de disciplinas dentro de las ciencias, particularmente en química (MacArthur et al., 2008 y 2013), en física (Reay et al., 2008; Deslauriers et al., 2011), en ciencias de la tierra (Zimmerman, 2006); y en algunos estudios dirigidos a materias muy específicas como los laboratorios (Sevian et al., 2011).

## Objetivos y competencias

El objetivo fundamental de nuestra propuesta fue realizar algo diferente durante las clases presenciales que pudiera resultar motivador para el tipo de estudiante actual (muy digital); que llamara su atención y rompiera la rutina de las clases expositivas de teoría; que, en cierto modo, involucrara a los estudiantes y aumentara su participación; que, aún con rigor, permitiera divertirse; y, finalmente, que

incorporara el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

También pretendíamos conseguir que el estudiante preparara de forma autónoma y previa a su asistencia, las prácticas de laboratorio. Para ello, le íbamos a proponer la realización con los “clickers” de un cuestionario nada más llegar a la sesión de laboratorio.

Otro de los objetivos importantes era poder obtener *feedback* del proceso educativo, tanto para el profesor (¿qué conceptos no han quedado claros?, ¿qué errores conceptuales se repiten?, ¿en qué aspectos conviene profundizar?, etc..) como para el alumno, ya que le permite saber cómo va su proceso de aprendizaje (si es correcto, si debe corregir su forma de estudiar, etc...).

Con todo ello en mente, para poder trabajar y consolidar conceptos químicos impartidos en clase y en el laboratorio, y al mismo tiempo promover el trabajo en equipo, hemos planteado el uso de los “mandos a distancia” (clickers o zappers, en nomenclatura anglosajona). La actividad persigue desarrollar, entre otras, cinco competencias básicas fundamentales, cuatro transversales y, al menos, seis competencias específicas que se detallan en la Tabla 1. Es un hecho constatado por otros autores que el uso de los clickers puede facilitar la mejora de habilidades tan fundamentales como la resolución de problemas de cualquier índole (Levesque, 2011).

Tabla 1. Competencias a fomentar con el uso de los sistemas de votación electrónicos e incluidas en el Libro Blanco del Grado en Química (2004)

Básicas y Generales	Transversales	Específicas
Capacidad inductiva y deductiva	Poseer habilidades básicas en tecnologías de la información y comunicación	Demostrar conocimientos y comprensión de hechos, conceptos, principios y teorías relacionadas con las áreas de la Química
Resolución efectiva de problemas	Capacidad de gestión de la información	Resolver problemas cualitativos y cuantitativos
Toma de decisiones	Evaluación propia del aprendizaje	Evaluar, interpretar y sintetizar los datos e información
Aprender de forma autónoma	Trabajo en equipo	Llevar a cabo procedimientos experimentales estándar
Razonamiento crítico		Interpretar los datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio según su significación y de las teorías que las sustentan
		Valorar los riesgos en el uso de sustancias químicas y de procedimientos de laboratorio

Fuente: Extracto del Libro Blanco de Química financiado por la ANECA, 2004.

## Metodología

Para el diseño de cualquier material, estrategia, tarea o ejercicio de aprendizaje significativo, creemos que hay que partir de una premisa: la de preparar actividades docentes de las que el alumno no pueda “escapar” sin haber aprendido, en palabras de los profesores Valero y Navarro (2008).

Por ello, en clase hacemos tres tipos de planteamientos, según que la actividad sea de trabajo en clase y consolidación de conceptos; de estudio previo y preparación de sesiones de laboratorio; o para mantener la atención y la participación. En los dos primeros casos, la calificación conseguida se tiene en cuenta en el apartado “evaluación continua” de las diferentes

asignaturas donde se aplica, y que se comunica previamente a los estudiantes en la Guía Docente.

En el primer caso, se propone a los estudiantes un cuestionario de trabajo sobre conceptos teóricos y/o pequeños ejercicios numéricos en formato *powerpoint*. Si el grupo de clase es muy numeroso, como es habitual en los primeros cursos del Grado y en asignaturas básicas, se trabaja en pequeños grupos para fomentar el trabajo colaborativo en equipo y la instrucción por pares.

El cuestionario se reparte, primero en papel para trabajarlo y discutirlo en grupos de 4-5 estudiantes, y cuando finaliza el tiempo requerido para la actividad, se evalúa en el momento contestando con el mando a distancia. Para ello, se

Figura 1. Trabajo en el aula utilizando los sistemas de votación electrónica: (a) proyección de la pregunta a resolver, (b y c) trabajo en pequeños grupos para su resolución, y (d) envío de respuestas para su evaluación y retroalimentación



Fuente(s): Rosa M. García Lopera (no publicado).

En el segundo caso, al llegar al laboratorio, los estudiantes realizan (individualmente) un cuestionario sobre las tareas previas realizadas en casa (visionado de videos, lectura del guión, consulta de materiales disponibles en la plataforma virtual, ...). El objetivo es llegar al laboratorio con los conocimientos adecuados de lo que se va a hacer, por qué y cómo. Este trabajo es evaluado por el software del equipo de votación e incorporado a la evaluación continua del estudiante. Esta actividad se realiza al inicio de cada sesión de laboratorio, para poder corregir todas las imprecisiones, errores o dudas que el alumno pueda tener *antes de* realizar

proyectan las preguntas y se administran los tiempos de recolección de las respuestas emitidas por los mandos. Las respuestas a cada pregunta son recogidas y almacenadas en el ordenador a través de un código que tiene cada unidad de votación y que ha sido asignado a un estudiante o a un grupo. Al final, se proyectan en tiempo real los resultados obtenidos. De este modo, el profesor puede discutirlos, corregir los errores, incidir y profundizar en los aspectos más débiles, etc...Esta actividad se realiza puntualmente, en aquellos temas más importantes y que requieren que los conocimientos queden bien asentados. Un ejemplo real de su uso en clase puede verse en la Figura 1.

el trabajo experimental. Obsérvese que el trabajo de laboratorio de un químico debe ser muy riguroso y no debe dejarse al albur, a la prueba y error, pues los productos utilizados son caros y potencialmente tóxicos y contaminantes como para tener que repetir los ensayos por no haber realizado un estudio previo adecuado. Un ejemplo del tipo de preguntas realizadas antes de una sesión de laboratorio puede verse en la Figura 2. También se presentan las respuestas obtenidas a cada pregunta en porcentajes, junto a la solución correcta, lo que permite, como ya hemos dicho, analizar y corregir *in situ* los conceptos no asimilados.

Figura 2. Ejemplos de preguntas del cuestionario previo a una sesión de laboratorio, junto al porcentaje de respuestas correctas e incorrectas.

<p><b>1. ¿Cómo se denomina el objeto que aparece en la figura?</b></p> <p>A. vaso de precipitados                  B. bureta  <input checked="" type="radio"/> C. erlenmeyer                  D. matraz aforado</p>	<p><b>4. En el equilibrio ion cromato-ion dicromato:</b></p> <p>A. En medio básico es más estable el ion cromato                  B. En medio básico es más estable el ion dicromato                  C. El color amarillo es del ion dicromato                  D. El color naranja es del ion cromato</p> <p>A B C D</p>
---	--

Fuente(s): Rosa M. García Lopera (no publicado).

En tercer lugar, también hemos utilizado esta metodología docente, aunque sin fines evaluativos, para mantener la atención y la participación durante las clases expositivas de teoría (lecciones magistrales). Mientras el/la profesor realiza las explicaciones, introduce de vez en cuando, preguntas tipo test sobre lo explicado, y pide al/la estudiante que responda con el mando; de forma similar al modo en que funciona la plataforma de aprendizaje basada en el juego *Kahoot* (<https://kahoot.it>).

## Equipo necesario

Para realizar actividades docentes en clase con esta metodología es necesario disponer de:

- software (programas o aplicaciones). En nuestro caso, optamos por un equipo de Turning Technologies® (<https://www.turningtechnologies.com>).
- un receptor de señal
- mandos a distancia
- material docente, que es la clave, pues sin dicho material el equipo no sería suficiente.

El software se complementa básicamente con las aplicaciones *Powerpoint* para preparar los cuestionarios y las preguntas, y *Excel* para mostrar los resultados y para que el profesor disponga de diferentes formatos de informes y estadísticas que le permitan analizarlos, bien por pregunta, por alumno, por grupo, global, etc... (ver Figura 3).

Figura 3. Diferentes tipos de informes obtenidos tras la sesión/cuestionario de trabajo con clickers: (a) individual, con los resultados a cada pregunta y (b) global, de todo el grupo.

Turning Results by Participant (Response Detail)		a
Correct =	Response	
Incorrect =	Response	
No Value =	Response	
Nombre y Apellidos	Responses	
1) En la cinética del CV, cuando el orden parcial de reacción es 1, el tiempo de vida media:	No depende de su concentración	
2) Las medidas de absorbancia del CV se hacen a una longitud de onda:	590 nm	
3) El CV contiene un catión violeta. Se ha estudiado su cinética de decoloración por adición de:	NaOH	
4) En el estudio de la descomposición del H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , usamos como catalizador:	Yoduro potásico	
5) En el estudio de la cinética del H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , se deduce que, respecto a [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ], es de orden:	Uno (1)	
6) En la valoración potenciométrica de CH <sub>3</sub> COOH con NaOH hemos de añadir:	NaCH <sub>3</sub> COO	
7) El indicador ideal para valorar HCl con NaOH es:	Azul de Bromotimol (6-8)	
8) El pH en el punto de equivalencia de la valoración de NaOH con ftalato ácido de K, será:	Depende de los moles de ftalato	
9) La gráfica de la imagen representa:	El DpH/DV frente al Vmedio	
10) El ácido fosfórico tiene tres (3) valores de pka porque :	Es un ácido poliprótico	
<b>Correct %</b>		<b>75%</b>

Turning Statistics Report (All Group)				b
<b>Mean Correct %:</b>	<b>81,25%</b>			
<b>Median Correct %:</b>	<b>82,50%</b>			
<b>Mode Correct %:</b>	<b>80, 90%</b>			
Device ID	Last Name	First Name	Total % Correct	
269D15			0%	
269D91			90%	
269C84			80%	
269C92			95%	
269CA6			85%	
269CB1			0%	
269CB3			55%	
269CD0			80%	
269CD9			90%	
269CF2			75%	

Fuente(s): Fuente(s): Rosa M. García Lopera (no publicado).

Por último, nos gustaría comentar que, actualmente, los dispositivos móviles (smartphones y/o tablets) permiten también ser utilizados como mandos a distancia, bien a través de aplicaciones de pago (comprando las licencias correspondientes) o gratuitas como Socrative (Puche Gil, 2017).

## Valoración

Cualquier iniciativa o actividad encaminada a conseguir unos objetivos no tiene sentido sin un análisis posterior respecto de la consecución de los mismos. Es interesante hacer una reflexión por

parte del profesorado participante y de las opiniones vertidas por los protagonistas, los estudiantes.

Aunque no se han utilizado herramientas cuantitativas y estadísticas para evaluar el grado de consecución de los objetivos marcados, las evidencias que hemos recopilado muestran que la actividad ha permitido un avance significativo en la adquisición de las competencias antes mencionadas. Es evidente que su desarrollo completo es un objetivo de la titulación, y en ningún caso se puede pretender lograrlo en un único curso. Sin embargo, constatamos un progreso indudable, habida cuenta

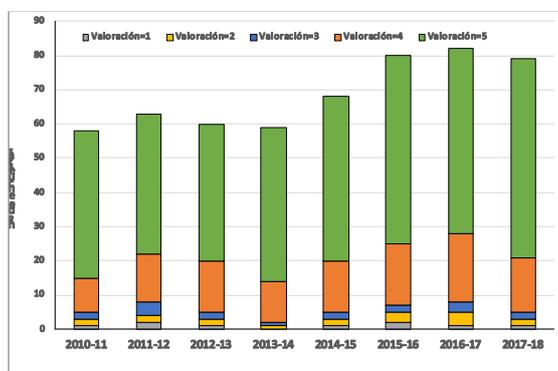
Tabla 2. Resultados de las encuestas realizadas en diferentes cursos académicos a estudiantes de primer curso del Grado en Química sobre la utilidad del uso de clickers en su aprendizaje.

Curso	nº encuestas	1	2	3	4	5	Nota media ponderada
2010-11	58	1	2	2	10	43	4,59
2011-12	63	2	2	4	14	41	4,43
2012-13	60	1	2	2	15	40	4,52
2013-14	59	0	1	1	12	45	4,71
2014-15	68	1	2	2	15	48	4,57
2015-16	80	2	3	2	18	55	4,51
2016-17	82	1	4	3	20	54	4,49
2017-18	79	1	2	2	16	58	4,62

Fuente(s): Rosa M. García Lopera (no publicado).

Como puede verse en la Tabla 2 y en la Figura 5, mayoritariamente y curso tras curso, los estudiantes tienen una buena opinión de esta metodología y la encuentran muy útil y motivadora.

Figura 5. Valoraciones (de 1 a 5) obtenidas en las encuestas realizadas a los estudiantes de primer curso del Grado en Química sobre la utilidad en su aprendizaje del uso de clickers en clase.



Fuente(s): Rosa M. García Lopera (no publicado).

Además del resultado cuantitativo, nos gustaría dejar por escrito algunas de las opiniones manifestadas libremente por los estudiantes en el apartado “observaciones” de la encuesta:

- “ha sido muy divertido”,

de que son estudiantes de primer curso y que es su primera experiencia de este tipo.

Desde que iniciamos el uso de esta metodología, en el curso 2003-04, hemos recogido la opinión de los estudiantes mediante una encuesta anónima en la que valoran de 1 (poca) a 5 (mucha) la utilidad de las diferentes metodologías y herramientas utilizadas en clase en su aprendizaje, y entre ellas, la del sistema de votación electrónica. La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos en las encuestas para los últimos ocho cursos en los que está implantado el Grado en Química.

- “hemos aprendido química de una forma más amena”,
- “nos sirve para aprender a investigar sobre las cosas y a buscarnos la vida un poco por nuestra cuenta”
- “lo pasé muy bien trabajando con mis compañeros”
- “creo que se ajusta claramente a una de las competencias perseguidas en el proyecto de innovación educativa”
- –“al alumno no solo se le debe enseñar a trabajar en grupo, también hay que enseñarlo a trabajar por sí solo, a valerse por sí solo, a sobrevivir”
- “estaría encantada si más profesores realizaran en clase este tipo de actividades”

En cuanto a la valoración que hacemos los profesores que hemos implementado esta herramienta, cabe decir que nos permite obtener “feed-back” rápido (en tiempo real) y continuo sobre el aprendizaje de los estudiantes. Se pueden detectar de forma inmediata aquellos aspectos del tema que no han quedado claros, y, por tanto, corregir el desarrollo de las clases sin esperar a la realización de los exámenes o pruebas de evaluación. También pensamos que ayuda en la evaluación continua del propio estudiante para informarle de su progreso a lo largo del curso. Desde el punto de vista de la carga de trabajo, permite ahorrar tiempo al profesor ya que el programa corrige automáticamente el cuestionario.

No obstante, nos gustaría añadir que hay que ser medidos en el uso de estos dispositivos ya que, si se utilizan continuamente, la distracción generada puede superar a los objetivos a alcanzar, perdiendo de vista que estamos repasando y profundizando conceptos clave. Siendo realistas, hay una serie de dificultades que no es posible evitar. Una de las más llamativas es que la realización de estos proyectos consume tiempo de clase y los actuales planes de estudio de las Universidades Españolas tienen dicho tiempo muy tasado.

## Conclusiones

Después de más de una década desarrollando proyectos de innovación educativa en primer curso de la Licenciatura en Química, la experiencia acumulada nos dice que cualquier estrategia de aprendizaje activo resulta de enorme utilidad para fomentar la implicación del estudiante y para que éste consiga relacionar entre sí los contenidos vistos en la asignatura, logrando de este modo un aprendizaje significativo e integrador. Además, el uso de metodologías relacionadas con las nuevas tecnologías, favorece muy claramente el desarrollo de un buen número de competencias genéricas y específicas.

También hemos comprobado que las calificaciones obtenidas por los estudiantes con el sistema de respuesta electrónica, se correlacionan directamente con las obtenidas en los exámenes. Es

más, el aprendizaje activo y significativo redundará en una mejora de las calificaciones de los exámenes y con una disminución del fracaso, en línea con lo observado por otros autores (Graham et al., 2013).

Es un hecho que “para obtener resultados diferentes hay que hacer cosas diferentes”, y por ello, animamos al profesorado a incorporar este tipo de actividades en su docencia, adaptando obviamente el formato al nivel del curso y a cada asignatura concreta. Creemos sinceramente que otra educación es posible.

## Agradecimientos

A los órganos de la Universitat de València que hicieron este trabajo posible: el Servei de Formació Permanent, la Oficina de Convergència Europea y el Vicerectorat de Convergència Europea i Qualitat, que nos ha proporcionado apoyo financiero a través de diferentes proyectos: Finestra Oberta-58/FO/15, DocenTIC-105/DT11/40, UV-SFPIE-DOCE12-80854, UV-SFPIE-FO12-80995.

A los profesores Luís E. Ochando Gómez y Rosendo Pou Amérigo, por formar parte de un equipo docente ilusionado y muy inquieto.

Y por último, a los auténticos protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje, los estudiantes, cuyo esfuerzo e ilusión en este trabajo en equipo nos permite afirmar rotundamente que ha sido muy productivo.

## Referencias

- Alonso Tapia, J. (2001). *Motivación y estrategias de aprendizaje. Principios para su mejora en alumnos universitarios*, en García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. (coord.), pp. 79-112, La Muralla, Madrid.
- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Publicacions Universitat de València (PUV), Valencia.
- Deslauriers, L., Schelew, E., Wieman, C. (2011). Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class. *Science*, 332, 862–864. DOI: 10.1126/science.1201783
- García-Lopera, R. (2013). Motivación en el aula: uso de clickers. *Actas de la Jornada de Intercambio sobre Estrategias de Enseñanza de las Ciencias*. Valencia, España. [http://mmedia.uv.es/buildhtml?user=asamar4&path=/cream/Jornadas/Ensenanza\\_Ciencia/&name=RosaGarciaLopera.mp4](http://mmedia.uv.es/buildhtml?user=asamar4&path=/cream/Jornadas/Ensenanza_Ciencia/&name=RosaGarciaLopera.mp4)
- (2015). Zapeando en clase: ¿es posible aprender y divertirse con un click?. *Jornada sobre Sistemas de Votación Electrónica en la Docencia Universitaria (JSVE)*. Valencia. [http://mmedia.uv.es/html5/g/cream//43060\\_rosa\\_garcia.mp4](http://mmedia.uv.es/html5/g/cream//43060_rosa_garcia.mp4)
- García-Lopera, R., Pou, R., Ochando, L. E. (2007). El mini-simposium como herramienta de aprendizaje activo y colaborativo. *Actas de la II Reunión INDOQUIM 2007 (Innovación Docente en Química)*, pp. 127-128. Vigo, España. ISBN-13: 978-84-611-7615-1
- (2008). Cóctel de competencias genéricas: taller de lectura + trabajo en equipo en formato mini-simposio. *Actas de la III Reunión INDOQUIM 2008 (Innovación Docente en Química)*. Cádiz, España. ISBN-13: 978-84-9828-201-7
- (2011). Química en cada mes del año: la elaboración de un calendario como actividad transversal en equipo. *Actas de la VI Reunión INDOQUIM 2011 (Innovación Docente en Química)*. Alicante, España.
- Gibbons, R. E., Laga, E. E., Leon, J., Villafañe, S. M., Stains, M., Murphy, K., Raker, J. R. (2017) Chasm Crossed? Clicker Use in Postsecondary Chemistry Education. *J. Chem. Educ.*, 94, 549–557. DOI: 10.1021/acs.jchemed.6b00799
- Graham, M. J., Frederick, J., Byars-Winston, A., Hunter, A.-B., Handelsman, J. (2013). Increasing Persistence of College Students in STEM. *Science*, 341, 1455–1456. DOI: 10.1126/science.124048
- Gros, B. y Romaña, T. (2004). *Ser profesor. Palabras sobre la docencia universitaria*. Ediciones Octaedro, Barcelona.
- Levesque, A. A. (2011). Using Clickers to Facilitate Development of Problem-Solving Skills. *CBE Life Sci. Educ.*, 10, 406–417. DOI: 10.1187/cbe.11-03-0024
- MacArthur, J. R., Jones, L. L. (2008). A Review of Literature Reports of Clickers Applicable to College Chemistry Classrooms. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 9, 187–195. DOI: 10.1039/B812407H
- (2013). Self-Assembled Student Interactions in Undergraduate General Chemistry Clicker Classrooms. *J. Chem. Educ.*, 90, 1586–1589. DOI: 10.1021/ed400009n
- Martínez Tomás, M.C. et al. (2011). La evaluación y seguimiento del estudiante de forma telemática: el proyecto cuestionarios. *@tic Revista de Innovación Educativa*, 6, 91-95.
- Ochando Gomez, L.E., Pou Amerigo, R. (2007). Actividades de aprendizaje cooperativo en el marco de un proyecto de innovación educativa en la Facultad de Química de la Universitat de València. En *Aprendizaje activo de la Física y la Química* (ed.: G. Pinto), Equipo Sirius, Madrid, pp. 175-182.
- Pou Amérigo, R. (2004). Innovación Educativa en el Marco de la Convergencia Europea: Una Experiencia Piloto en Química. *Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria*, 4, 47-59.
- Pou-Amerigo, R., Ochando Gomez, L.E., Serrano-Andres, L. (2007). Teaching innovation in the framework of the european higher education area: an ects experience in chemistry. *INTED2007 Proceedings*. IATED, Valencia. ISBN: 978-84-611-4517-1
- Puche Gil, J. (2017). Aplicaciones innovadoras en el nuevo proceso de enseñanza-aprendizaje universitario: Remind y Socrative. *VII Congreso Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*. Valencia, España.
- Reay, N., Li, P., Bao, L. (2008). Testing a New Voting Machine Question Methodology. *Am. J. Phys.*, 76, 171–178. DOI: 10.1119/1.2820392
- Remón J., Sebastián V., Romero E., Arauzo J. (2014). Efecto del uso de nuevos métodos interactivos en la formulación de preguntas en el aula sobre el grado de participación y acierto de los alumnos. *II Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química*. Valencia.
- Rué, J. (2007). *Enseñar en la Universidad: el EEES como reto para la educación superior*. Ed. Narcea, Madrid.
- Sancerni Beitia M.D. (2015). Clickers: una buena práctica de autoevaluación. *Jornada sobre Sistemas de Votación Electrónica en la Docencia Universitaria (JSVE)*. Valencia.
- Sevian, H., Robinson, W. E. (2011). Clickers Promote Learning in All Kinds of Classes—Small and Large, Graduate and Undergraduate, Lecture and Lab. *J. Coll. Sci. Teach.*, 40, 14–18.
- Skinner, S. (2009). On Clickers, Questions, and Learning. *J. Coll. Sci. Teach.*, 38, 20–23.

- Smith, M. K. et al. (2009). Why peer instruction improves student performance on in-class concepts questions. *Science*, 323, 122-124. DOI: 10.1126/science.1165919
- Valero García M., Navarro Guerrero, J.J. (2008). Diez metáforas para entender (y explicar) el nuevo modelo docente para el EEES. *@tic Revista de Innovación Educativa*, 1, 3-8.
- Villa, M. (2004). *Educadores orientados al aprendizaje*. En: Michavila, F. y Martínez, J. (eds). *La profesión de profesor de universidad*. Madrid: Cátedra UNESCO de Gestión Política, pp. 53-60.
- Zabalza, M.A. (2010). Ser profesor universitario hoy. *La cuestión universitaria*, 5, 69-81.
- Zimmerman, A. R., Smith, M. C. (2006). Engaging Today's Students in Earth Science. *Transactions American Geophysical Union*, 87, 339-344. DOI: 10.1029/2006EO340003