

DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN UN ENTORNO VIRTUAL

Palacios, Pablo¹, Jiménez-Sáez, José Carlos¹, Ramírez de la Piscina, Santiago¹

1: ¹Dpt. Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica
EIAE

Universidad Politécnica de Madrid (SPAIN)

Pz Cardenal Cisneros, 3, 28040, Madrid

e-mail: pablo.palacios@upm.es

e-mail: jc.jimenez@upm.es

e-mail: s.ramirez@upm.es

Resumen. *El objetivo de este trabajo ha sido implementar en una plataforma virtual basada en Moodle un conjunto de prácticas de física desarrolladas en un laboratorio cuatrimestral de primer curso en una escuela de ingeniería. La metodología que hemos planteado refuerza la adquisición de competencias en esta actividad fundamental de un curso de primero de carrera. Durante el desarrollo de la práctica, los estudiantes deben rellenar un conjunto de cuestionarios sobre los resultados que obtienen en el laboratorio. Una vez realizada la práctica y ya fuera del laboratorio, los estudiantes cumplimentan otro cuestionario sobre el procedimientos, la teoría y el instrumental de laboratorio que han usado. La nota final de los estudiantes dependerá de sus respuestas en el entorno virtual a estos cuestionarios. Para evaluar esta experiencia hemos realizado una encuesta de satisfacción al estudiante en relación a la metodología de trabajo que ha seguido. La encuesta contempla preguntas diversas sobre organización, pedagogía, evaluación y satisfacción. En el trabajo, comentaremos en profundidad los resultados, si bien cabe indicar la buena acogida que ha tenido en el alumno este método de enseñanza. Además, presentaremos un análisis de la evolución de respuestas de los alumnos en dos cursos académicos.*

Palabras clave: Entorno de aprendizaje virtual, Laboratorio de Física, Aprendizaje interactivo, Tecnologías para la educación

1. INTRODUCCIÓN

En años previos, nuestro grupo de innovación ha desarrollado trabajos sobre aspectos aplicados relacionados con las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Todos ellos se centran en la utilización de las nuevas plataformas de enseñanza online, tipo Moodle, en la docencia universitaria (Jiménez-Sáez y Ramírez, 2008), (Jiménez-Sáez y Ramírez, 2010), (Jiménez-Sáez y Ramírez, 2011). Estos proyectos de innovación han dado lugar a la creación de nuevos recursos docentes, todos ellos relacionados con entornos virtuales, incluyendo nuevos procedimientos para evaluar competencias. Sin embargo, la característica fundamental de todos ellos es que se centran en aspectos relativos a las clases teórico-prácticas, olvidando en cierta medida el trabajo del alumno en el laboratorio. En esta línea han surgido recientemente algunos trabajos novedosos (López et al. 2013), (Hidalgo y Medina, 2008), (Ablanque et al., 2010). También, relacionado con el laboratorio presentamos en un congreso previo (Palacios et al., 2013b) un primer proyecto de integración del entorno virtual Moodle en el laboratorio. En el artículo que aquí presentamos, hemos mejorado esta integración y comparado el resultado obtenido con el mismo en dos cursos académicos. Por tanto, el

objetivo fundamental de este proyecto se enmarca dentro de la modernización de las técnicas pedagógicas y supone la consolidación de las herramientas virtuales en la metodología de enseñanza de un laboratorio de primer curso de Física. La plataforma virtual utilizada es el entorno Moodle (<https://moodle.org>) que ofrece herramientas suficientes, en concreto, los cuestionarios, para la realización de las prácticas. Finalmente, indicar que esta nueva metodología de impartición de las clases de laboratorio la hemos empezado a desarrollar desde hace algo más de un año y la estamos aplicando de un modo experimental a los alumnos de primer curso en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). La duración temporal de las prácticas abarca el primer cuatrimestre de docencia del alumno en la Universidad. El número de alumnos con el que contamos es muy numeroso, de hecho durante este curso realizaron las prácticas un total de 629 alumnos. Estos alumnos son divididos en grupos de 40 que pasaran por el laboratorio de Física en fechas programadas. Cada alumno realizará 3 prácticas, dos individuales y una grupal, y previamente habrá recibido más de una hora y media de clase en el aula sobre aspectos básicos de tratamiento de datos experimentales.

2. METODOLOGÍA

La metodología seguida en el laboratorio de Física, que se detalla a continuación, ha sido presentado más extensamente en (Palacios et al., 2013). En primer lugar, se imparten en el aula clases para la adquisición de una serie de competencias teóricas en errores, representaciones gráficas y ajustes lineales que utilizarán posteriormente en las prácticas de laboratorio. En días previos a la realización de una determinada práctica, los alumnos pueden entrar en la plataforma Moodle, con su usuario y contraseña, y descargar los manuales de la práctica que van a realizar, y también las hojas de resultados que tendrán que completar. Estos manuales incluyen tanto aspectos teóricos como procedimentales. Durante la realización de la práctica en el laboratorio los alumnos disponen de ordenadores conectados a internet para poder en todo momento acceder a la plataforma virtual. Al inicio de la práctica, el alumno debe entrar en su cuenta de Moodle e indicar el número de puesto en el que está. Este es un cuestionario vinculante, que les redirigirá a otro cuestionario en el que ya sí pueden encontrar tablas idénticas a las de las hojas de resultados. Este cuestionario lo deben completar conforme vayan realizando la práctica, o si lo prefieren al finalizarla (aunque no se les recomienda). Merece la pena resaltar que el cuestionario está adaptado al número de puesto en el laboratorio. Este cuestionario, que recoge toda la práctica de laboratorio, lo corrige automáticamente la plataforma virtual y supone un 60% de la nota final del alumno asignada al laboratorio. El 40% restante de la nota lo consigue el alumno contestando desde casa, en un breve plazo, después de la realización de la práctica, a otro cuestionario tanto sobre las medidas que ha tomado, como sobre los procedimientos que ha utilizado, como sobre cuestiones teóricas e instrumentales en las que se basa el guion de la práctica. Los alumnos tienen que pasar, al principio, dos veces por el laboratorio para realizar dos prácticas individuales, y una tercera vez para realizar una práctica grupal. Al final todos los alumnos han realizado las mismas prácticas bien de manera individual o grupal. El objetivo final de calificar estos cuestionarios no es tanto evaluar competencias fundamentales o básicas de la asignatura, sino transversales, como son su capacidad de atención, de razonamiento, de hacer cálculos mentales, de manejar órdenes de magnitud, etc. Respecto a los cambios introducidos en relación al año anterior merece la pena reseñar el aumento del número de prácticas que hacen los alumnos que ha pasado de 2 a

3, siendo la práctica nueva introducida de tipo grupal (en el curso pasado sólo se hacían dos prácticas individuales). Para aumentar el número de prácticas y dado el elevado número de alumnos con el que contamos nos hemos visto obligados a aumentar la capacidad del laboratorio de manera que hemos tenido que albergar a 40 alumnos a la vez realizando las prácticas. Además, otro cambio introducido respecto a años anteriores, es que la nota del laboratorio dentro de la asignatura de Física I ha pasado a pesar un 10% sobre el total de la nota en lugar del 5%. Finalmente reseñar que las bases de datos y cuestionarios se han mejorado.

3. RESULTADOS

El principal instrumento de evaluación de nuestra metodología ha sido la opinión de nuestros estudiantes, al margen de que hayamos tenido en cuenta otros aspectos como su actitud en clase, su rendimiento en el laboratorio, etc... aspectos que a lo mejor por la concisión de este trabajo pueden no haber quedado reflejados en el mismo. En general, muy pocos alumnos suspenden las prácticas de laboratorio dado que el principal objetivo de éstas es la adquisición de competencias transversales y suelen ser fácil de adquirir en este nivel de formación universitaria. Por tanto, es muy difícil sacar conclusiones provechosas de este primer método de evaluación de la metodología. Para analizar la opinión de los alumnos sobre el procedimiento de enseñanza que han seguido, estos han respondido a una encuesta con diferentes preguntas relativas al proceso didáctico. Las preguntas que se han hecho a los alumnos se han agrupado en 4 categorías: Organización, Pedagogía, Evaluación y Satisfacción. Las preguntas han sido respondidas por 395 estudiantes con un porcentaje de abstención total del 37.2%. Las posibles respuestas fueron: “Totalmente de acuerdo (TDA)”; “De acuerdo (DA)”; “Indiferente (IN)”; “En desacuerdo (ED)”; “Totalmente en desacuerdo (TED)”; “No sabe/No Contesta (NS/ NC)”. A continuación detallamos las cuestiones propuestas y un pequeño análisis gráfico-estadístico de las respuestas de los estudiantes a la encuesta.

a. Organización

En la categoría de organización se han realizado 7 preguntas que se muestran en la Tabla 1. En la Fig. 1 se presentan los resultados relativos a estas preguntas.

A) Considero adecuada la información recibida en el aula sobre la organización y desarrollo de las prácticas de laboratorio.
B) Considero adecuada la información suministrada a través de la plataforma sobre la organización de las prácticas de laboratorio.
C) Considero adecuado el uso de la plataforma web para la realización de las actividades presenciales (prácticas de laboratorio).
D) El plazo de tiempo para realizar las actividades presenciales ha sido adecuado.
E) La plataforma web me ha facilitado la realización de la práctica presencial.
F) Considero adecuado el uso de la plataforma web para la realización de la actividad no presencial (cuestionario teórico).
G) El plazo de tiempo para la realización de la actividad no presencial ha sido adecuado.

Tabla 1. Preguntas sobre la ORGANIZACIÓN del laboratorio.

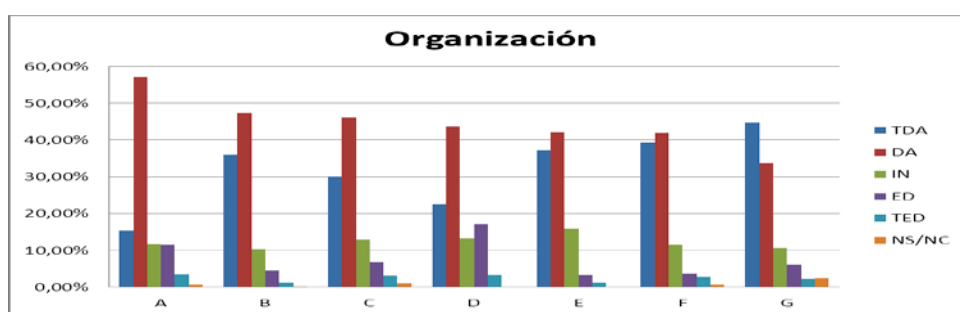


Figura 1. Resultados de la encuesta en porcentaje para las preguntas sobre la organización del laboratorio.

En conjunto, las respuestas a las preguntas de organización han recibido una valoración muy favorable por parte de los alumnos en la encuesta de este año sólo superadas por las preguntas relativas a la satisfacción. Decimos en la encuesta de este año porque en la del año pasado fueron las más valoradas. Los alumnos, en su mayoría, consideran adecuada toda la información que reciben tanto en el aula como en el laboratorio sobre la organización de las prácticas. Las cuestiones C) y E) son la prueba más valiosa que refrenda la utilidad de esta metodología. La cuestión C) muestra el acuerdo total casi de un 80% de alumnos con el uso de la plataforma Moodle a la hora de realizar las prácticas. Esta conclusión también era sostenida por el 73% de alumnos en la encuesta del año pasado. La explicación subyacente es clara, Moodle facilita al alumno la toma y organización de sus datos utilizando los cuestionarios tipo tabla dispuestos al efecto. Además, con la ventaja para el profesor, de que los alumnos pueden ser evaluados inmediatamente al acabar la práctica. La alta valoración positiva mostrada en la cuestión F) es también digna de reseñar. Este aspecto tampoco es novedoso dado que había sido un aspecto muy favorable destacado ya en la encuesta del curso precedente. La plataforma, como herramienta online que es, permite la realización de actividades desde casa relacionadas con las prácticas realizadas permitiendo una realimentación de las enseñanzas. Este es si cabe uno de los aspectos que más TDA recibe. Sólo superado por la valoración positiva al tiempo dedicado a la realización del cuestionario online. El punto menos valorado por los alumno es el relacionado con el tiempo limitado para la realización de la práctica del laboratorio (cuestión D) (20,6%, la suma de las respuestas ED+TED). Evidentemente, la escasa flexibilidad temporal de los horarios de las escuelas tiene que ver en parte con la respuesta a esta cuestión.

b. Pedagogía

En la categoría de pedagogía se han realizado 6 preguntas que se muestran en la Tabla 2. En la Fig. 2 se presentan los resultados de la encuesta relativos a estas preguntas.

H) La orientación recibida durante las actividades presenciales (prácticas de laboratorio) por parte del profesor de laboratorio ha sido adecuada.
I) La calidad de la documentación (archivos pdf) recibida es buena.
J) La práctica en grupo ha fomentado la colaboración con mis compañeros.
K) Esta metodología basada en cuestionarios (presencial y online) y prácticas grupales me parece buena para la adquisición de las competencias propias de laboratorio.
L) Esta metodología facilita más la adquisición de las competencias propias de las prácticas que la metodología tradicional.
M) Esta metodología ha aumentado mi interés por la asignatura

Tabla 2: Preguntas sobre la PEDAGOGÍA en esta metodología.

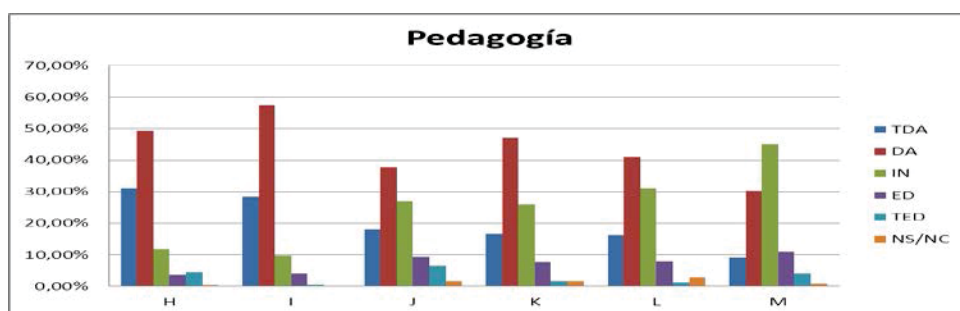


Figura 2. Resultados de la encuesta en porcentaje para las preguntas sobre la pedagogía de la metodología utilizada.

A la vista de la Fig. 2, la mayoría de los alumnos opina que tanto la calidad de la documentación, como la orientación recibida por el profesorado son buenas. Estas conclusiones corroboran las ya obtenidas en el curso precedente. No obstante, estos son aspectos no relacionados con la plataforma en sí. Otras cuestiones de más hondo calado son las relacionadas con la cuestión L). El alumno manifiesta que esta metodología facilita más la adquisición de competencias que la metodología tradicional, si bien el resultado no es tan positivo como en otras preguntas (55% a favor) y apenas varía respecto al año anterior. El principal objetivo que persigue esta metodología es que el alumno retroalimente su formación al contestar a preguntas desde casa relativas a la práctica que acaba de realizar. El doble proceso de realización de la práctica en el laboratorio y del test en casa ha de cimentar la mejora en los conocimientos y la adquisición de habilidades. Es posible que el poco tiempo destinado a las prácticas de laboratorio en relación a la asignatura global impida que se pueda insistir más en este proceso de realimentación. En cuanto a la adquisición de las competencias propias del laboratorio (cuestión K), no hemos observado una desviación significativa en los resultados respecto a la encuesta del año anterior. Todo ello a pesar de que se ha añadido una práctica más realizada en grupo. Indudablemente en la adquisición de las competencias de tipo transversal el número de prácticas no parece ser un valor determinante. El hecho de añadir la práctica en grupo sí que ha hecho que suba la valoración de los alumnos en la cuestión J, aunque muy levemente. Si el año anterior la suma de TA+DA era del 52%, este año es del 56%. Más ostensible es el cambio en las respuestas negativas pasando la suma ED+TED del 23% al 15%. Aun así el incremento ha sido más bajo del esperado, por lo que parece que el efecto que ha surtido una única práctica en grupo es insuficiente. Es llamativo que esta metodología no acentúe el interés del alumno por la asignatura (cuestión M) en un grado importante. De hecho, el resultado mayoritariamente elegido para esta cuestión ha sido el de indiferente (44%). En este sentido tampoco hay grandes diferencias respecto de la encuesta del año anterior. La explicación puede provenir de nuevo de las pocas horas dedicadas al laboratorio en la formación del alumno. Claro está, que el gran número de alumnos de nuevo ingreso en esta carrera dificulta mucho que se pueda incrementar este número, además del muy denso programa teórico-práctico al que tiene que hacer frente el alumno.

c. Evaluación

En la categoría de evaluación se han realizado 5 preguntas con 3 distintas opciones que se muestran en la Tabla 3.

N)	El nivel de dificultad del cuestionario de evaluación presencial de las prácticas de laboratorio ha sido adecuado.	79,95%
	Se debe aumentar el nivel de dificultad del cuestionario presencial.	4,82%
	Se debe disminuir el nivel de dificultad del cuestionario presencial.	15,23%
Ñ)	El nivel de dificultad del cuestionario de evaluación no presencial de las prácticas de laboratorio ha sido adecuado.	70,56%
	Se debe aumentar el nivel de dificultad del cuestionario no presencial.	3,05%
	Se debe disminuir el nivel de dificultad del cuestionario no presencial.	26,40%
O)	La distribución de puntos asignados a cada actividad (trabajo en el laboratorio y desde casa) en la nota final del Laboratorio es adecuado.	61,93%
	Se debe aumentar el peso de la nota de la actividad presencial frente a la actividad online.	33,50%
	Se debe disminuir el peso de la nota de la actividad presencial frente a la actividad online.	4,57%
P)	Estoy conforme con los puntos asignados a las prácticas de laboratorio (10%) en la nota final de la asignatura Física I.	27,16%
	Se debe aumentar el peso de la nota de laboratorio en la nota final.	70,05%
	Se debe disminuir el peso de la nota de laboratorio en la nota final.	2,79%
Q)	Considero adecuado el número de horas asignado a las prácticas.	75,89%
	Se debe aumentar el número de horas.	19,80%
	Se debe disminuir el número de horas.	4,31%

Tabla 3: Preguntas sobre la EVALUACIÓN en esta metodología.

En lo relativo a las cuestiones de evaluación, los alumnos están en general de acuerdo con el nivel de dificultad con el que se les ha evaluado (cuestiones N y Ñ). De hecho, la gran mayoría opina que el nivel exigido es el adecuado. Ya habíamos obtenido conclusiones similares en la encuesta del curso previo. Este resultado indudablemente muestra un defecto claro en la formación previa en el alumno, y es el escaso nivel de exigencia con que ha aprobado los cursos anteriores previos a llegar a la universidad. En relación al peso asignado a cada actividad en su nota de laboratorio (60% cuestionario presencial, 40% cuestionario desde casa) también, muestra la encuesta, que parece ser la distribución idónea para la mayoría de alumnos. La mayor discrepancia aparece en el peso de la nota del laboratorio en la nota total de la asignatura. En su mayoría, un 70% de alumnos preferirían que el peso de la nota del laboratorio fuese mayor. No olvidemos que estamos hablando de 5 horas dedicadas al laboratorio frente a las aproximadamente 70 horas dedicadas a la formación teórico-práctica. Parece pues una asignación adecuada. Esta reivindicación del alumno contrasta con el resultado de la encuesta a la pregunta Q) relativa al número de horas asignadas al laboratorio. La mayoría de los alumnos opina que es el adecuado. La principal conclusión que se extrae de la encuesta es que el alumno reclama una mayor recompensa por un menor esfuerzo, olvidándose de lo que prima es su formación, y que ésta debe estar integrada tanto por competencias transversales como genéricas en una proporción adecuada.

d. Satisfacción

En la categoría de satisfacción se han realizado 6 preguntas que se muestran en la Tabla 4. En la Fig.3 se presentan los resultados relativos a estas preguntas.

R)	Las expectativas iniciales que tenía sobre las prácticas se han cumplido.
----	---

S) Estoy satisfecho con el funcionamiento de la plataforma web.
T) Estoy satisfecho con el uso de esta metodología.
U) Estoy más satisfecho con esta metodología que con la tradicional.
V) El grado de conocimientos que he adquirido en estas prácticas ha sido bueno.
X) El grado de destrezas que he adquirido en estas prácticas ha sido bueno.
Y) En general, esta experiencia de formación ha sido satisfactoria.

Tabla 4. Preguntas sobre la SATISFACCIÓN del laboratorio.



Figura 3. Resultados de la encuesta en porcentaje para las preguntas sobre la SATISFACCIÓN de la metodología utilizada.

Dentro del apartado de satisfacción, merece la pena resaltar que casi más de un 80% (78% el año precedente) de los alumnos opinan que el laboratorio les ha resultado una experiencia formativa altamente satisfactoria (cuestión Y). Además, los alumnos declaran estar satisfechos con el funcionamiento de la plataforma. Lo cual manifiesta que estos se han familiarizado en gran medida con su uso, lo cual no deja de ser otra competencia transversal que deben adquirir. El uso de la plataforma Moodle exige al docente un trabajo adicional respecto a lo que es la metodología tradicional, pero parece que los resultados que se obtienen compensan el trabajo realizado. Esta metodología basada en Moodle resulta mejor valorada que la metodología tradicional (cuestión U) en relación a la satisfacción, aunque en este caso los resultados cuentan con un gran número de alumnos indiferentes (un 28%) similar al año pasado. Posiblemente el hecho de desconocer en profundidad con que se debe comparar a esta metodología sea una de las causas. También, sería interesante para futuros trabajos conocer qué pros y contras ve el alumno en una y otra desde su mentalidad. Finalmente, y al igual que indicaba la encuesta del año previo, parece que gran parte de los alumnos cumplen sus expectativas gracias a esta metodología (cuestión R) y que el grado de conocimientos que han adquirido (cuestión V) ha sido bueno gracias a la metodología de trabajo presentada. Recordamos que ese conjunto de conocimientos es bastante reducido, siendo más importante las aptitudes y habilidades adquiridas durante la realización de las prácticas.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado una metodología de impartición de un laboratorio de Física para una asignatura cuatrimestral en el primer año de estudios del grado de ingeniería aeroespacial en la UPM. En esta metodología se ha integrado una plataforma virtual como Moodle. En primer lugar, hemos detallado la metodología utilizada incluyendo los métodos de organización y evaluación del alumno. El aspecto fundamental de la misma es la creación de diferentes cuestionarios virtuales relativos a las prácticas de laboratorio. Estos cuestionarios deben ser cumplimentados por los

alumnos tanto durante la realización de las prácticas como desde su casa siendo directamente corregidos por la plataforma virtual. Para evaluar el grado de éxito de nuestra metodología hemos realizado entre los estudiantes una encuesta de satisfacción a fin de recabar sus opiniones sobre el proceso didáctico. Las preguntas de la encuesta se han dividido en cuatro categorías: organización, pedagogía, evaluación y satisfacción. Entre los aspectos más reseñables, hemos intentado comparar los resultados de la encuesta de este año con los de la encuesta del año anterior. Los aspectos relativos a la organización de las prácticas utilizando este doble proceso de evaluación ha sido muy bien valorados por los alumnos. En el apartado de pedagogía los alumnos destacan mayoritariamente que la plataforma ha favorecido su aprendizaje en relación a la metodología tradicional, aunque no dejan de ser bastantes los que se muestran indiferentes a este respecto. Este resultado es consecuencia de que el laboratorio supone solo unas pocas horas de formación dentro de las horas dedicadas a la asignatura de Física I. Aun así, los alumnos en la encuesta manifiestan no querer aumentar más el número de horas dedicado al laboratorio, probablemente debido a la sobrecarga global de trabajo del alumno en el curso. Por el contrario, sí que desearían que el peso de la nota de laboratorio en la asignatura fuera mayor. El dedicar más horas de docencia al laboratorio tampoco es algo fácil de solucionar debido al gran número de alumnos matriculados en la asignatura. Entre las conclusiones más destacables de este trabajo podemos mencionar que los alumnos son abiertamente partidarios de la doble metodología de evaluación presencial y online mediante la realización de cuestionarios Moodle. Finalmente, los aspectos de la encuesta relativos a la satisfacción son los más valorados por los estudiantes. De hecho, estos se declaran muy satisfechos tanto con la experiencia formativa que han seguido como con la plataforma virtual utilizada.

REFERENCIAS

- Ablanque, J., Benito, R. M., Losada, J.C., y Seidel, L. (2010). *Laboratorio de Física con Soporte interactivo Moodle*. Madrid, España: Pearson Education.
- Hidalgo, M.A., y Medina, J. (2008). *Laboratorio de Física*. Madrid, España: Pearson Education.
- Jiménez-Sáez, J.C., y Ramírez, S. (2008). Evolution and Results in b-Learning Courses in Engineering Education. *International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2008)*.
- Jiménez Sáez, J.C., y Ramírez, S. (2010). Calidad en el Proceso de Aprendizaje y Evaluación Mediante Cuestionarios en Asignaturas “b-Learning”. *I Congreso Iberoamericano sobre Calidad de la Formación Virtual (CAFVIR 2010)*, 321-328.
- Jiménez Sáez, J.C., y Ramírez, S. (2011). Virtual Learning Environments as a Teaching Support Tool in the Continuous Assessment Process. *International Technology, Education and Development Conference (INTED 2011)*, 1965-1970.
- López, S., Carpeño, A., Arriaga, J., de Arcas, G., Conterras, D., Salazar, J., Barras, M. (2013). *Laboratorio remoto eLab3D: Un entorno innovador para el aprendizaje de Competencias prácticas en electrónica*. , II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2013), 23-28
- Palacios, P., Jiménez- Sáez, J.C., y Ramírez, S. (2013). *Integración de actividades de laboratorio de Física en la plataforma Moodle*, II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2013), 23-28