


Mejora continuada de la experimentación en Física mediante su monitorización.

Continuous improvement of experimentation in Physics through its monitoring.

José Daniel Sierra Murillo^a

^aUniversidad de La Rioja; Complejo Científico-Tecnológico; C/ Madre de Dios 53; 26006-Logroño; daniel.sierra@unirioja.es. 

How to cite: José Daniel Sierra Murillo. 2023. Continuous improvement of experimentation in Physics through its monitoring: *IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi:<https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16451>

Abstract

Throughout his dedication to innovation in teaching and research in various theoretical-experimental fields, the author of this communication has detected very significant deficiencies in the theoretical-experimental preparation of some of the people who are part of a small group of work, group that later must jointly carry out the corresponding experimentation. The purpose of this Teaching Innovation Project (TIP), is to improve said preparation by monitoring and evaluating it. With the aim of achieving a better qualitative and quantitative performance of the subsequent experimental work by the students of first year subjects with experimental dedication. Given the minimum experimental training of the aforementioned students in the previous educational stages, this TIP proposes to carry out an exhaustive monitoring by means of daily use tools in the current society of Information and Communication Technologies: the personal smartphone of each student.

Keywords: *Audiovisual monitoring; smartphone; preparation of experimental work; monitoring and evaluation; qualitative and quantitative improvement.*

Resumen

A lo largo de la dedicación a la innovación en la docencia y la investigación en diversos ámbitos teórico-experimentales, el autor de esta comunicación ha detectado deficiencias muy significativas en la preparación teórico-experimental de algunas de las personas que forman parte de un pequeño grupo de trabajo, grupo que posteriormente debe llevar a cabo conjuntamente la correspondiente experimentación. El propósito de este Proyecto de Innovación Docente (PID), es mejorar dicha preparación mediante el seguimiento y evaluación de la misma. Con el objetivo de lograr un mejor rendimiento cualitativo y cuantitativo del posterior trabajo experimental por parte de lo/as alumno/as de asignaturas de primer curso con dedicación experimental. Dada la mínima formación experimental del mencionado alumnado en las etapas educativas previas, este PID propone realizar un seguimiento exhaustivo mediante herramientas de uso cotidiano en la actual sociedad de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC): el smartphone personal de cada alumno/a.

Palabras clave: Monitorización audiovisual; smartphone; preparación del trabajo experimental; seguimiento y evaluación; mejora cualitativa y cuantitativa.

Introducción

A lo largo de la historia, las demostraciones científico-tecnológicas han sido de gran utilidad al desarrollo de nuestra sociedad moderna, por su carácter docente y de aproximación a la senda de la experimentación. (Wagenaar, 2018). La posibilidad de que el alumno pueda diseñar un experimento relacionado con la materia tratada de manera teórica, le abre las puertas al mejor entendimiento de los fundamentos de la citada materia. Además, no solo tiene que ver con la mejora del aprendizaje, sino con una nueva mirada hacia adelante, también con una mejora de “La Perspectiva Científica” (Russell, B., 1981). Desde un punto de vista global, la utilización de experiencias permite elaborar todo un proceso cognitivo de observación racional, en el que es de gran interés que el alumnado emita conclusiones en función de los sistemas estudiados en el ámbito teórico, muy importante en la comprensión del Método Científico. Sobra decir que este método ofrece una gran mejora en la participación del alumnado de forma activa en su propio proceso de aprendizaje. Además de en su posible futuro profesional, en ámbitos de la investigación básica y/o aplicada y, también, en el emprendimiento tecnológico, fundamental en la Sociedad del Siglo XXI.

Se conoce suficientemente que la calidad docente en la universidad, sean enseñanzas científicas, técnicas, etc., así como la mejora del proceso de aprendizaje por parte del alumnado, se puede obtener mediante métodos activos. (Alba et al., 2015; Prieto, 2017 y 2019) Queda claro en lo expuesto anteriormente que la propia naturaleza de la experimentación posibilita y facilita la participación activa del alumnado, así como su participación individual y/o como miembro de un grupo de trabajo con el que colaborar en todo el proceso de aprendizaje. En este punto conviene recordar que se está trasladando una parte de la responsabilidad de su aprendizaje desde el profesor al/a la alumno/a: Metodología “*Flipped Learning*” (MFL), (Prieto, 2017 y 2019). Por experiencia del que suscribe, la MFL mejora sustancialmente cuando se complementa con el manejo de las TIC dentro de un Espacio Virtual 3.0 (EV-3.0).

Las Webs 3.0 (W3C, 2013) (Figura 1) también se han venido a denominar Webs semánticas. Este concepto de Web semántica constituye un complemento de la Web tradicional. En él, la información se dispone de manera estructurada para permitir una ágil y eficiente consulta y acceso, tanto por humanos como por máquinas (Nacer y Aissani, 2014). (Figura 1)



Figura 1. Visión esquemática de la Web 3.0. (Fuente: Google Web 3.0)

Este EV-3.0 se utiliza cada vez más en nuestra sociedad. Es como una autopista dentro de *Internet* que proporciona una serie de herramientas de gran interés para el ámbito científico-tecnológico y, por tanto,

para el alumnado del que se habla en este proyecto. También para que las instituciones, empresas, etc. puedan compartir la información.

En cuanto a la educación superior, ésta ha evolucionado hacia objetivos presentes y futuros dentro de un sistema formativo de una sociedad moderna y cambiante en muchos y diversos ámbitos (Ortega, 2018):

- Evolucionan los procesos de aprendizaje, desde los entornos presenciales tradicionales hacia otros más actuales y diversos.
- Existe una creciente demanda de mayor diversidad en las competencias específicas y transversales (Bolonia, 2009), así como de que se amplíe la oferta de formación continua sobre diferentes tipos de habilidades (informáticas, etc.) necesarias en los mencionados procesos de aprendizaje.

Se deben revisar sus referentes y promover experiencias innovadoras. Pueden apoyarse en las TIC, modernizar las estrategias docentes de profesores y alumnos, entre otras cosas, para poder buscar, acceder, gestionar y compartir cada vez más información más o menos afín a las diferentes materias objeto de estudio, aprendizaje y experimentación. Todo esto forma parte de los procesos de mejora e innovación docente, investigadora, así como de su aplicación tecnológica y empresarial. (Mora H. et al., 2015; Mora H. et al., 2016)

La universidad y su profesorado disponen de una experiencia en el ámbito de la enseñanza virtual en la que ha sido necesaria la participación activa de toda la comunidad universitaria. Además del correspondiente compromiso institucional con la Innovación Docente (ID) (Ramírez, 2018) y su puesta en valor al mismo nivel que la Investigación Específica (IE) en otros ámbitos llevada a cabo por los mismos actores principales: profesorado y alumnado en sus diferentes etapas universitarias y/o empresariales. En la universidad actual se trabaja muy intensamente por y para dicha IE, algunas veces incluso en detrimento de la docencia y su innovación. Parecería más aconsejable una valoración más equilibrada de una y otra, más cuando dichos procesos de ID implican habitualmente una mejora de toda actividad universitaria. Tanto en la docente (enseñanza-aprendizaje) como en la futura investigación básica y/o aplicada, así como en las mejoras metodológicas, relativas a competencias y a diversas habilidades, de interés para las empresas en las que el mencionado alumnado desarrollará todo su potencial. También es importante recordar y valorar la formación fundamental en los primeros cursos de los diferentes grados. Ésta forma parte de una necesaria, amplia y sólida base para un afianzado crecimiento del aprendizaje/conocimiento del alumnado del Siglo XXI. Formación fundamental con competencias específicas y transversales, así como habilidades, necesarias y relacionadas con el afán de mejora profesional de los actores implicados: profesorado, alumnado, empresariado, etc.

“Los estudiantes, no solo deben ser buenos conocedores de cada una de las materias, sino también deben desplegar otras cualidades como la creatividad, el espíritu crítico y la capacidad para el aprendizaje continuo que esta sociedad en pleno Siglo XXI les solicita”: Declaración Mundial para la Educación Superior en el Siglo XXI (Granados, 2011) y Declaración de Bolonia 2020 (Bolonia, 2009).

Objetivos

El fundamental objetivo de este proyecto es conseguir mejorar el proceso de preparación del trabajo experimental del alumnado recién llegado a la universidad (“con muy poco bagaje experimental”) mediante un recurso audiovisual inteligente que pueda integrarse en el EV-3.0. Esta monitorización puede realizarse “en vivo (*streaming*)” o mediante la grabación y almacenamiento del correspondiente fichero audiovisual

(mini-vídeo) en un reservorio virtual accesible a todos los actores implicados: profesores y alumnos. A través de este seguimiento audiovisual es más eficiente la valoración de las mejoras del trabajo de preparación realizado por cada miembro del grupo de trabajo experimental. (Alegre y Cuetos, 2021; Oliveira y Hedengren, 2019; Rywalt et al., 2019)

En el desarrollo del proyecto se genera diverso material para el seguimiento/monitorización del trabajo de preparación previo a la experimentación en el laboratorio: guías metodológicas, guiones adaptados a los diferentes experimentos planteados, material audiovisual transmitido/grabado por los miembros del grupo de trabajo experimental que permita al profesor realizar el seguimiento necesario para una mejor valoración del nivel de preparación del grupo de trabajo experimental. La utilización de material audiovisual personal (*smartphones* personales), sustituye al propuesto por el autor para su compra por parte de su institución universitaria en los inicios de este PID.

Debido al carácter multidisciplinar del proyecto, también se pretende como objetivo conseguir adherir un número creciente de profesores afines a estas metodologías. A este propósito puede ayudar el hecho de que la Física es una materia necesaria en todo tipo de disciplinas científicas y tecnológicas.

En la lista de objetivos de este proyecto deben indicarse también la mejora de las competencias del trabajo individual y colaborativo del alumnado, así como de estos con el profesor. Todo ello, con la inestimable ayuda de la MFL, y dentro del EV-3.0, metodología y espacio virtual muy utilizado por el autor del proyecto. Para el adecuado desarrollo del mismo, es muy interesante que el alumnado disponga/adquiera algunas habilidades informáticas complementarias a las de comunicación audiovisual ya expuestas, y que son de gran importancia en los entornos científicos, tecnológicos y empresariales modernos en pleno Siglo XXI. (Karpicke y Blunt, 2011; Deslauriers et al., 2011; Freeman et al., 2014)

Por último, inherente a los anteriores objetivos, se consiguen otros de forma colateral, aunque no menos importantes. Entre otros, la comprobación de la importancia del uso de las TIC, no sólo en ámbitos de ocio, sino en ambientes dedicados a la formación/aprendizaje universitario en un EV-3.0. Además de la puesta en práctica de una de las filosofías del proyecto Bolonia 2020, como son los cambios de los procesos de docencia-aprendizaje.

Desarrollo de la innovación

Metodología

La metodología a seguir se basa fundamentalmente en llevar a cabo el desarrollo de los objetivos propuestos. Para ello, la colaboración entre los miembros de los grupos de trabajo en la preparación de cada experiencia es vital. Así como la planificación de la transmisión/grabación audiovisual de aquellos intervalos temporales del proceso de preparación de la experiencia que sean suficientemente significativos como para poder entender con claridad la idoneidad del mencionado proceso de preparación de la experimentación. Esa información audiovisual se traslada en vivo al profesor (*streaming*) o se le puede hacer llegar en forma de fichero (mini-vídeo) a través del EV-3.0. Dada la versatilidad de entorno virtual, podría utilizarse un Aula Virtual de la universidad a la que pertenecen los profesores participantes en el proyecto para poder llevar a cabo el desarrollo de este proyecto innovador. (Figura 2) Esta zona de intercambio administrada por el profesor permitiría compartir con cada uno de los grupos de trabajo experimental el material necesario inicialmente, además del generado por cada uno de ellos en el proceso de preparación. Facilitaría

también posibles mejoras de los procesos de preparación, ya que, al poder observar con detalle el proceso de preparación experimental por diferentes profesores sin tener que reunirse de manera presencial, se agilizaría enormemente las optimizaciones de la preparación de los experimentos.

Por motivos relacionados con la legislación relativa a la protección de la información personal implicada en el proceso (imágenes, vídeos, etc.), el autor del presente artículo cree no posible compartir dichos ficheros audiovisuales, en los que pueden aparecer algunas de las personas implicadas en los trabajos de preparación de cada una de las prácticas experimentales relacionadas con las diferentes temáticas tratadas en la correspondiente asignatura, dentro del ámbito de la Física.

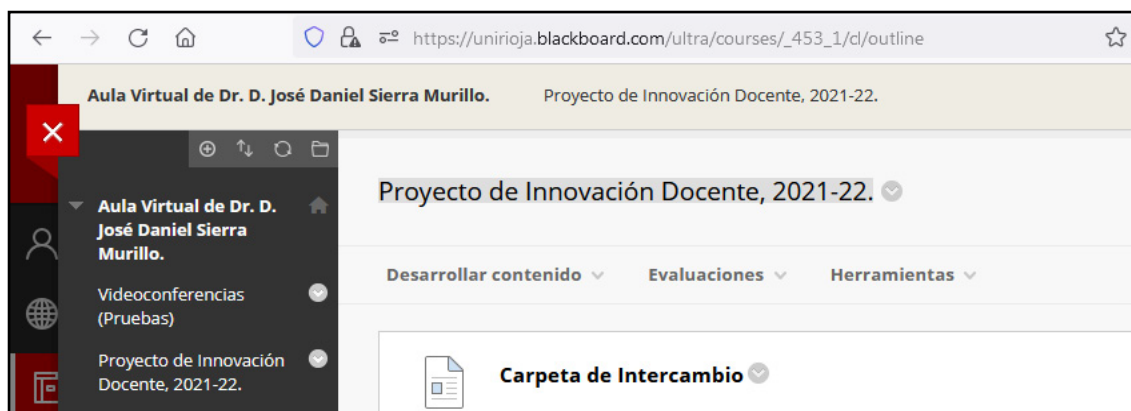


Figura 2. Captura de pantalla de la zona de intercambio del Aula Virtual.

Se busca también la estandarización del proceso, que permita generalizar y extender el uso de diversas plataformas informáticas, con el objetivo de compatibilizar los trabajos autónomos y colaborativo del alumnado en el proceso de preparación de las experiencias mediante la MFL sobre el EV-3.0, metodología y espacio virtual muy utilizado por el autor del proyecto con excelentes resultados. Todo lo anterior debe conllevar mayor facilidad de intercambio comunicativo entre los profesores implicados en este PID y el alumnado implicado en el mismo. El EV-3.0 puede estar formado por la Plataforma Virtual de la Universidad de La Rioja y/o por cualquier sistema de intercambio de información virtual actual o que pueda surgir en cualquier momento: *WhatsApp* (foros, grupos, etc.), diversas redes sociales, etc.

Planificación y cronograma del proyecto

La planificación del proyecto se realiza en tres fases. Debe hacerse notar el interés que tiene este PID por la mejora de la enseñanza tradicional hacia otro modelo en el que el protagonismo se reparta entre profesores y alumnado. Esta progresión lleva al alumnado hacia una mayor profundización en el aprendizaje de las materias objeto de estudio teórico-experimental, con la inestimable ayuda del EV-3.0 y la MFL en el óptimo desarrollo de los trabajos autónomo y colaborativo.

Fase 1: Introducción metodológica. Manejo de los smartphones desde la perspectiva del PID.

Se utiliza esta fase para enseñar al alumnado la metodología de trabajo en el desarrollo del PID. En los primeros días de la impartición de la asignatura correspondiente, el/la profesor/a propondrá a cada grupo de trabajo experimental una tipología de experiencias para su estudio y preparación mediante la MFL. Cada grupo, a través del EV-3.0, podrá acceder a la información relativa a la materia a tratar de manera experimental: diversa documentación, referencias, etc. Es sumamente interesante que cada grupo de trabajo experimental complemente la citada información con otra obtenida por ellos. Esto les puede ser de gran utilidad en el aprendizaje de las búsquedas bibliográficas contrastadas de forma autónoma (competencia transversal), y también con el profesor.

Fase 2: Monitorización del proceso de preparación la experimentación.

El proceso de preparación del trabajo experimental es una fase crítica y muy importante para el buen desarrollo de la experimentación. Por ello, en este PID se pretende aquí que el trabajo autónomo y colaborativo (virtual y/o presencial) entre los miembros de cada grupo de alumnos se trasmita al profesor en vivo (*streaming*) o grabado en un fichero audiovisual (mini-vídeo) a través del mencionado EV-3.0 (Aulas Virtuales, *WhatsApp*, etc.). A lo largo de esta segunda fase, cada grupo de trabajo experimental puede consultar cualquier duda (específica de la materia, metodológica, etc.) con el profesor mediante tutorías presenciales y/o virtuales, y también con sus compañeros. El objetivo fundamental de esta fase es, a través de la monitorización del trabajo de preparación previo a la subsiguiente experimentación, detectar defectos y fortalezas antes de llegar al laboratorio. De esta forma, aumenta la eficiencia y la calidad del trabajo experimental.

Fase 3: Complemento audiovisual a la memoria de cada Experiencia de Física.

Como complemento a la memoria/guión previo de cada experimento, se anexa el correspondiente fichero audiovisual (mini-vídeo, p.e., de unos 5 minutos), con una selección de los momentos más significativos del proceso de preparación del trabajo experimental que posteriormente se lleva a cabo en el laboratorio, del que se espera una significativa mejora de su calidad. Consta de:

- ✓ Una breve explicación de lo que va a consistir la experiencia.
- ✓ La exposición “teatralizada” de las demostraciones teórico-prácticas requeridas en el guión de la mencionada experiencia.

La distribución temporal del PID, o cronograma del proyecto, se realiza de tal forma que cada una de las experiencias puede desarrollarse en periodos temporales aproximados de dos semanas, justo a la finalización de cada tema de la asignatura.

Resultados

Es muy interesante poner de manifiesto la mejora de los resultados (Figura 3) cualitativos (mejora del aprendizaje significativo) y cuantitativos (incremento significativo de sus resultados académicos). Además de sus excelentes resultados en el ámbito colaborativo/grupal, vinculados al hecho de su corresponsabilidad compartida entre los miembros de cada grupo de trabajo teórico/experimental. Todo ello, sobre cada una

de las fases del proceso de aprendizaje, y que crea un efecto sumamente beneficioso en el grado de satisfacción del alumnado sobre las competencias específicas y transversales adquiridas en cada una de las etapas del PID, así como todas aquellas habilidades (por ejemplo, tecnológicas e informáticas) vinculadas al desarrollo del mismo.

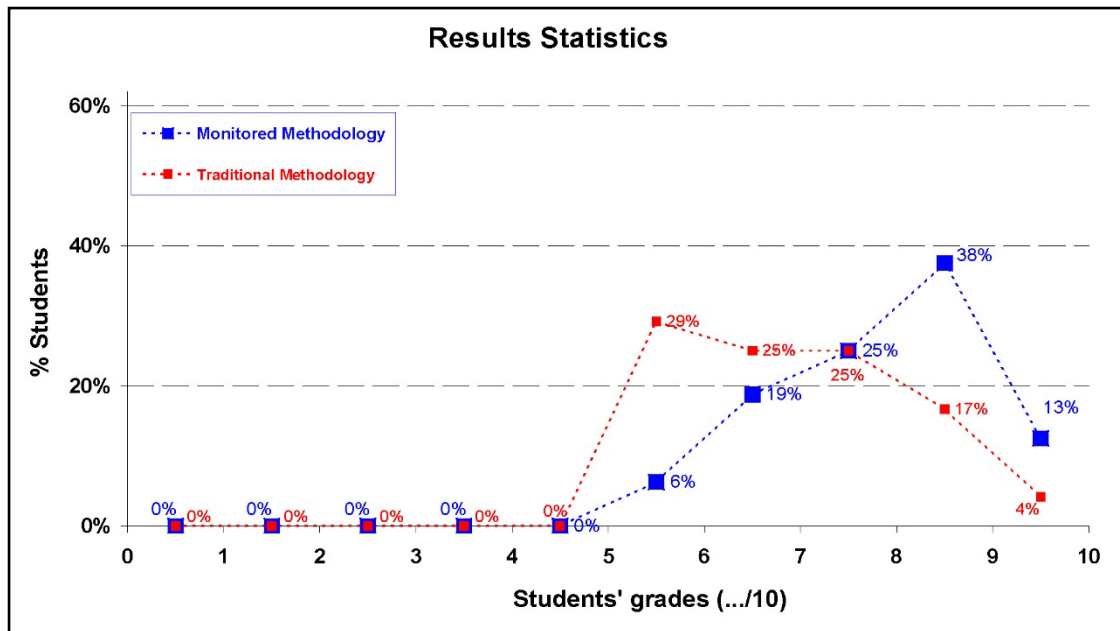


Figura 3. Estadística de Notas comparadas.

Conviene insistir en varios aspectos cuantitativos y cualitativos específicos que pueden observarse en la Figura 3:

- ✓ Tanto el “grupo de control” (o de referencia), al que se le denomina “*Traditional Methodology*”, como el “grupo objetivo” de este PID, al que se denomina “*Monitored Methodology*”, tienen tamaños muy semejantes (80-90 alumnos/as).
- ✓ Se observa una clara mejoría de los resultados cuantitativos globales del “grupo objetivo” respecto al “grupo de control”.
- ✓ Y, sobre todo, sus resultados más significativos se refieren a su importante mejora de la calidad de sus notas: predominio de notables y sobresalientes.

Este tipo de resultados y su calidad se asocian a un seguimiento pormenorizado de la preparación general/teórica y específica/práctica del trabajo experimental en el laboratorio.

Otro de los resultados emanados del proceso llevado a cabo en el presente PID, es el hecho de la importancia de la utilización de las TIC en los procesos de enseñanza/aprendizaje y, en particular, en el ámbito universitario. No puede olvidarse aquí la ayuda eminentemente positiva para el autor, a lo largo de su trabajo en la universidad, de la MFL y de entornos tan fundamentales como, por ejemplo, los basados en el EV-3.0. Al mismo tiempo, el perfil del presente PID conecta con la filosofía del proceso Bolonia 2020.

El alumnado de hoy en día facilita la incorporación y utilización de este tipo de herramientas. Aunque el número de estudiantes sea cuantioso, la realización del trabajo teórico-práctico y del experimental en grupos reducidos, facilita mucho la tarea, dado que, al ser primeros cursos, el alumnado necesita más asesoramiento por parte del profesorado. Además, la cooperación en pequeños grupos de 2-3 personas es sumamente importante en el desenvolvimiento ágil y colaborativo entre personas desconocidas hasta entonces. Aquí debo recordar que las TIC son muy útiles, pero el contacto personal (con los 5 sentidos) hemos comprobado durante la Pandemia Covid-19 que es esencial: somos seres racionales, con sentimientos humanísticos y fundamentales en nuestra vida diaria.

Un importantísimo resultado del presente PID es el material audiovisual grabado, que puede utilizarse en un futuro como testigo de la calidad y eficiencia del presente PID. A partir del cual, generar nuevos procesos de mejora basados en las fortalezas y debilidades apreciadas en este PID. Por todo ello, es muy interesante la gestación y desarrollo de una base logística de información audiovisual organizada sobre la base de los diferentes procesos evolutivos de los procesos de aprendizaje de los diferentes trabajos Teórico-Experimentales en Física. Aunque dicho material, por razones obvias, no es de acceso público, conviene recordar que su ingente y prolija cantidad y variedad necesita una Plataforma de Intercambio/Desarrollo Docente (Blackboard), como la que se dispone en la Universidad de La Rioja (Figura 2).

Conclusiones

Con base en lo anteriormente expuesto y los resultados obtenidos, se concluye que el presente PID produce:

- ✓ Una mejora significativa en la adquisición de conocimientos significativos en Física mediante la nueva metodología. Como consecuencia, una clara mejoría de los correspondientes resultados académicos (Figura 3), en cantidad y, sobre todo, en calidad.
- ✓ Una estimable mejora del trabajo autónomo (responsabilidad personal) y colaborativo (corresponsabilidad) entre el alumnado y entre alumnado-profesor a través del EV-3.0. Las TIC son de suma utilidad... pero hemos podido comprobar también, que la componente personal/humana, más en las actuales circunstancias de Pandemia Covid-19, ha resurgido como un gran geiser, y ha puesto de manifiesto la importancia vital de dicha componente humanística en cualquier tipo de proyecto de colaboración entre personas de diferentes culturas, niveles económicos, mujer-hombre, etc.
- ✓ Un evidente progreso del alumnado en la utilización de:
 - La conexión entre plataformas informáticas (hardware y software) con sistemas audiovisuales.
 - Diversos sistemas audiovisuales utilizados para la transmitir y compartir la información relativa al proceso de preparación del posterior trabajo teórico/experimental en Física.
- ✓ Y, sobre todo, una clara mejora cualitativa/significativa del proceso de preparación/formación en Física (competencias específicas), y, como consecuencia, una mayor capacitación para asumir el reto del emprendimiento y la innovación en el ámbito de su dedicación profesional por parte del alumnado egresado: I+D+i, Empresa, etc.

Referencias

- ALEGRE BUJ M. S. y CUETOS REVUELTA M. J. (2021) Sensores y equipos de captación automática de datos en los trabajos prácticos de Física y Química de Secundaria y Bachillerato: el uso de Arduino. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(1), 1202. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1202
- ALBA J., TORREGROSA C. y DEL REY R. (2015) Aprendizaje basado en proyectos: Primera experiencia en la asignatura de Física del Grado en Ingeniería de Telecomunicación, Sonido e Imagen. Universitat Politècnica de València, Congreso IN-RED 2015.
- BOLONIA. (2009). The Bologna Process 2020 - The European Higher Education Area in the new decade. *Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education*.
- DESLAURIERS, L., SCHELEW, E. y WIEMAN C.. (2011). Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class, *Science*, Vol. 332, pp. 862-864. DOI: 10.1126/science.1201783.
- FREEMAN, S., EDDY, S. L., MCDONOUGH, M., SMITH M. K., OKOROAFOR N., JORDT, H. y WENDEROTH, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol. 111, pp. 8410-8415.
- GRANADOS, J. (2011). The Challenges of Higher Education in the 21st Century, *GUNi Newsletter*, 5/11. <http://www.guninetwork.org/articles/challenges-higher-education-21st-century>
- KARPICKE, J. D. y BLUNT, J. R. (2011). Retrieval Practice Produces More Learning than Elaborative Studying with Concept Mapping, *Science*, Vol. 331, pp. 772-775. DOI: 10.1126/science.1199327.
- MORA H., AZORÍN, J., JIMENO, A., SÁNCHEZ, J. L., PUJOL, F., GARCÍA, J., SERRA, J. A., MORELL, V., RIVES, M. F., SAVAL, M., GARCÍA, A. y ORTS, S. (2016). Nuevas tendencias Web 3.0 para la mejora de los procesos docencia-aprendizaje. *Innovaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación* (pp.1543-1558). Alicante: Universidad de Alicante, Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad, ICE.
- MORA H., SIGNES, M. T., DE MIGUEL, G. y GILART, V. (2015). Management of social networks in the educational process, *Computers in Human Behavior*, Vol. 51, Part B, pp. 890-895. DOI:10.1016/j.chb.2014.11.010.
- NACER, H. y AISSANI, D. (2014). Semantic web services: Standards, applications, challenges and solutions, *Journal of Network and Computer Applications*, Vol. 44, pp. 134-151. DOI: 10.1016/j.jnca.2014.04.015.
- OLIVEIRA P. M. y HEDENGREN J. D. (2019) An APMonitor Temperature Lab PID Control Experiment for Undergraduate Students. pp. 790-797 en 24th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), Zaragoza.
- ORTEGA, J. A. (2018). Planificación de ambientes de aprendizaje interactivos *on-line*: Las aulas virtuales como espacios para la organización y el desarrollo del teletrabajo educativo. URL: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Antonio15. Último acceso: 29/01/2022.
- PRIETO MARTÍN, A. (2017-03-12). Decálogo de innovación metodológica para que los alumnos aprendan más y mejor en las asignaturas universitarias. <http://profesor3punto0.blogspot.com.es/2015/12/decalogo-de-innovacion-metodologica.html>.
- PRIETO MARTÍN, A. (2019-11-30) ¡La clase invertida funciona! <https://profesor3punto0.blogspot.com/2019/11/la-clase-invertida-funciona.html>. *Blog Profesor 3.0*. Último acceso: 29/01/2022.
- RAMÍREZ, M.S. (2018). *Modelos y estrategias de enseñanzas para ambientes innovadores*. Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey.
- RYWALT C. E., VARNEY M. E. y MUTTON Z. M. (2019) Physics Education Research on Inexpensive Active-Learning Lab Modules. Massachusetts: Worcester Polytechnic Institute.
- W3C. (2013). W3C Data Activity Building the Web of Data. URL: <https://www.w3.org/2013/data/>. Último acceso: 29/01/2022.
- WAGENAAR, R. (2018). Quality efforts at the discipline level: Bologna's Tuning process. En E. Hazelkorn, H. Coates and A.C. McCormick (Ed.), *Research Handbook on Quality, Performance and Accountability in Higher Education*, (pp. 275-289), Cheltenham, UK y Northampton, USA: Edward Elgar Publishing.