



LIBRO DE PONENCIAS



UIEET'31

Congreso Universitario de Innovación
Educativa en las Enseñanzas Técnicas
17-19 julio 2024, Girona



This work is licensed under the Attribution-ShareAlike 4.0 International license (CC BY-SA 4.0). You are free to **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) or **Adapt** (remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially) under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use. **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original.

The full license can be found at <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en>

© of the texts: the authors

Publisher: Universitat de Girona - Publicacions

ISBN: 978-84-8458-680-7

Girona, July 2024

Índice de Contenidos

Bienvenida	7
Comités.....	9
Comité de Honor	9
Comité Científico	11
Presidencia	11
Comisión ejecutiva.....	11
Vocales.....	11
Comité Organizador.....	12
Presidencia	12
Comisión ejecutiva.....	12
Vocales.....	12
Organizadores.....	13
Colaboradores	13
Índice de Contenidos	15
EXPERIENCIA E INNOVACIÓN EN METODOLOGÍAS DOCENTES.....	19
Presentaciones	19
EIMD 001 Propuesta docente de la asignatura Sistemas de Tiempo Real para el Grado de Informática Industrial y Robótica	21
EIMD 002 Proceso de creación del videojuego Elemental Home para concienciar sobre los materiales en la vida diaria	29
EIMD 003 Evaluación de clases prácticas de control automático mediante vídeos para Youtube. Primeros resultados.....	35
EIMD 004 La tutoría para el desarrollo personal y profesional del alumnado de ingeniería	41
EIMD 005 Aplicación de metodologías centradas en el alumno para la mejora del aprendizaje de “Sistemas Mecánicos”	49
EIMD 006 Implementación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en Ingeniería Biomédica: caso de la asignatura de Biofabricación	55
EIMD 007 Actividades formativas extra académicas en el ámbito de las Cátedras de Universidad	61
EIMD 008 El Uso de Herramientas Computacionales en la Evaluación Potencia el Rendimiento en Teoría de Máquinas	67
EIMD 009 Tutorización basada en la experiencia para el aprendizaje en electrónica..	73
EIMD 010 Cooperación entre España y Colombia en el uso docente de teléfonos inteligentes para la enseñanza de la Física.....	81
EIMD 011 Incorporación de la segunda lengua extranjera en la Ingeniería Gráfica....	87
EIMD 012 Realidad Extendida para Android y Hololens con fines docentes en Ingeniería Mecánica.....	93
EIMD 013 Impacto de la formación en eficiencia energética contra la Pobreza	

EIMD O10 Cooperación entre España y Colombia en el uso docente de teléfonos inteligentes para la enseñanza de la Física

Rafael Seiz Ortiz^a, Ángela Barrera Puerto^b, Juan Carlos Castro Palacio^c, Pedro Fernández de Córdoba^d, Juan A. Monsoriu Serra^e

^aUniversitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y Diseño Industrial, rseiz@idm.upv.es, ^bUniversidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, ancbarrerapu@unal.edu.co, ^cUniversitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y Diseño Industrial, juancas@upvnet.upv.es, ^dUniversitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, pfernandez@mat.upv.es, ^eUniversitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y Diseño Industrial, jmonsori@fis.upv.es.

Abstract

Smartphones, through their sensors, can become true mobile laboratories for practical learning of Physics concepts. Based on a cooperation and research project following this pedagogical approach and led by the Universitat Politècnica de València, this study presents the application of this educational innovation to the Colombian educational context, mainly at the University of Magdalena, the National University of Colombia and the Colombian Association of Engineering Faculties.

Keywords: active methodologies, smartphones, Physics teaching, international cooperation.

Resumen

Los teléfonos inteligentes, a través de sus sensores, pueden convertirse en verdaderos laboratorios móviles para el aprendizaje práctico de conceptos físicos. A partir de un proyecto de cooperación e investigación basado en este enfoque pedagógico y liderado por la Universitat Politècnica de València, este trabajo presenta la aplicación de dicha innovación educativa al contexto educativo colombiano, principalmente en la Universidad del Magdalena, la Universidad Nacional de Colombia y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Palabras clave: metodologías activas, teléfonos inteligentes, enseñanza de la Física, cooperación internacional.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La innovación educativa presentada en este trabajo se basa en el uso de teléfonos móviles inteligentes (*smartphones*) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en Colombia. Los teléfonos inteligentes representan una alternativa de bajo coste, moderna, fácil de usar y muy motivadora para el alumnado, frente a los instrumentos tradicionales utilizados de forma generalizada en las prácticas de laboratorio de las asignaturas universitarias de Física. El objetivo en esta investigación es la transferencia de los resultados al contexto educativo colombiano (Universidad del Magdalena, Universidad Nacional de Colombia y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI). Tras desarrollar un análisis curricular de la enseñanza de la Física experimental para las universidades colombianas y proponer un rediseño curricular que incorpore metodologías activas, como el CDIO (Concebir-Diseñar-Implementar y Operar) y el Aprendizaje Basado en Proyectos, se pretende fomentar la investigación y el desarrollo de innovaciones de bajo coste basadas en los sensores de teléfonos inteligentes, así como la transferencia a escuelas y colegios colombianos, con talleres de transferencia tecnológica y metodológica, presenciales, virtuales y/o híbridos que hagan uso

del ecosistema de sedes digitales de las universidades de ese país.

Los actuales teléfonos inteligentes incorporan una gran variedad de sensores, que los convierte en dispositivos portátiles muy versátiles, amenos y atractivos para el desarrollo de innovaciones docentes muy motivadoras. Estos teléfonos inteligentes se pueden considerar verdaderos laboratorios docentes de Física de bolsillo, dada la portabilidad, conectividad y precisión de sus sensores, cuando estos se usan como instrumentos de medición. Un teléfono inteligente o *smartphone* puede integrar una amplia gama de sensores, cuyas precisiones permiten su uso como instrumento de medición en laboratorios docentes de Física. Por otra parte, existe una serie de aplicaciones para móviles gratuitas, que, a su vez, permiten la interacción con dichos sensores, entre las que destaca *Physics Tool Box Sensor Suite*, una de las más populares, disponible en Google Store.

Las propuestas docentes basadas en esta idea innovadora plantean que el alumnado utilice su propio teléfono como instrumento de medición, donde los sensores son controlados mediante aplicaciones gratuitas para móviles. La idea no es exactamente buscar la precisión, sino que, más bien, se pretende que los alumnos puedan interpretar los fenómenos físicos de una forma más clara, directa e inmediata [4]. Las aplicaciones móviles disponibles permiten normalmente visualizar los datos medidos en tiempo real o exportarlos a ficheros para su análisis posterior.

Los teléfonos inteligentes representan una tecnología innovadora con un claro impacto social. Por ello, son una herramienta valiosa para posibilitar un mayor acceso a la tecnología en grupos menos favorecidos, como comunidades indígenas de Colombia.

Proyecto de cooperación con Colombia

La presente innovación educativa parte de un proyecto de investigación-cooperación, dentro del marco del programa ADSIDEO del Centro de Cooperación al Desarrollo de la UPV, cuyo título es “Fomento de la creatividad y la innovación en el aula usando los sensores de los teléfonos inteligentes: propuesta de rediseño curricular de la enseñanza de la física experimental en las facultades de ingeniería de universidades colombianas a partir de la aplicación de la metodología CDIO y el aprendizaje basado en proyectos con impacto social”. Claramente alineado con la innovación educativa, el objetivo general del proyecto es desarrollar una propuesta de rediseño curricular para los cursos de física experimental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Magdalena y la cooperación en red con la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), a partir de la implementación de la metodología CDIO y el Aprendizaje Basado en Proyectos que incorporen los sensores de los teléfonos inteligentes y la transferencia de experiencias a estudiantes de escuelas y colegios en Colombia.

Este proyecto tiene seis objetivos específicos: (1) Analizar el micro currículo de los cursos de Física para ingenieros en la Universidad del Magdalena y comparar con otro grupo de universidades pertenecientes a la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI; (2) Rediseñar las prácticas de laboratorio de Física, incorporando los sensores de los teléfonos inteligentes como instrumentos de medición y manteniendo los objetivos de aprendizaje de las prácticas tradicionales; (3) Rediseñar la documentación docente asociada a las prácticas de laboratorio, consistente en guiones de prácticas y guías metodológicas para el alumnado y profesorado, incorporando los principios de la metodología CDIO (Concebirl-Diseñar-Implementar y Operar) y el Aprendizaje Basado en Proyectos; (4) Desarrollar un curso virtual tipo MOOC que agrupe el conjunto de prácticas de laboratorio de Física con teléfonos inteligentes; (5) Desarrollar talleres de apropiación metodológica y tecnológica presenciales, virtuales y/o híbridos, que permitan desarrollar experiencias de enseñanza y aprendizaje en diferentes facultades de ingeniería, así como replicarlas en escuelas y colegios a partir de los proyectos desarrollados en entornos universitarios; y (6) Evaluar la efectividad de la propuesta de rediseño curricular desarrollada en el marco del proyecto.

Este proyecto se relaciona directamente con tres objetivos de desarrollo sostenible (ODS): el ODS 4 (Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos), el ODS 10 (Reducir la desigualdad en y entre los países), y el ODS 17 (Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se configuran como un habilitador horizontal y transversal a todos los ODS.

Antecedentes de la innovación

Los primeros ejemplos de uso docente de teléfonos móviles en el ámbito que nos ocupa son relativamente recientes [6]. En 2012 se crea la sección *iPhysicsLabs* en la revista *The Physics Teacher*, dedicada específicamente a la publicación de innovaciones docentes con teléfonos móviles inteligentes. Se han publicado, desde entonces, más de 150 artículos sobre el uso de los sensores de los teléfonos inteligentes como instrumentos de medición, en diversas publicaciones emblemáticas.

Los sensores más comunes en un teléfono inteligente se han utilizado, de forma individual o combinada, para el estudio y la docencia. Entre los muchos ejemplos, se puede mencionar el acelerómetro, para el estudio del movimiento armónico libre y amortiguado de un muelle [2] de los modos de vibración en osciladores acoplados [1] y del batido mecánico [3]. O también, entre muchos otros, el giróscopo, en combinación con el acelerómetro, se puede usar para estudiar la conservación del momento angular, la energía de rotación en un péndulo físico o la relación entre la velocidad angular y la aceleración centrípeta. Los sensores se han usado también de manera combinada para estudiar un mismo fenómeno [5].

El equipo de la UPV participante en el proyecto se encuentra entre los grupos pioneros, a nivel internacional, en lo que respecta al desarrollo de innovaciones docentes de laboratorio haciendo uso de los sensores de los teléfonos inteligentes como instrumentos de medición. Gran parte de los resultados obtenidos por el equipo de la UPV se puede encontrar en el portal de divulgación científica “SmartPhysics” (<http://smartphysics.webs.upv.es>).

METODOLOGÍA

El proyecto de investigación-cooperación que da lugar a la innovación docente presentada se concibió para su desarrollo en 2 años, a partir de comienzos del 2023.

En una primera etapa, tras una revisión exhaustiva de la bibliografía sobre innovaciones docentes relacionadas con el laboratorio de Física y los móviles como instrumentos de medición, se efectuó un análisis de los programas de las asignaturas de Física en las facultades de ingeniería de las universidades colombianas, así como una campaña de donación, sensibilización y recogida de teléfonos inteligentes entre el profesorado y alumnado de la Universitat Politècnica de Valencia y la Universidad del Magdalena.

En una segunda etapa del proyecto se realizaron investigaciones curriculares para conocer el entorno educativo y llevar a cabo el diseño de las nuevas prácticas. Es necesario conocer el contexto educativo local de Colombia, para fundamentar adecuadamente el diseño de las innovaciones docentes del laboratorio de Física, y para que estas se adapten a los currículos actuales en las universidades implicadas.

La metodología incluyó la recopilación de información relevante para el proyecto, la investigación cualitativa y cuantitativa, para conocer el impacto que han tenido las medidas asociadas a la pandemia del COVID-19 en el desarrollo de los diferentes cursos de laboratorio de Física y en el aprendizaje del alumnado, la realización de entrevistas y encuestas al alumnado y al profesorado de los departamentos de Física, para conocer sus expectativas en relación con el objetivo general de la experiencia. Nos basamos también en el criterio experto del profesorado, tanto de la UPV como de las universidades colombianas, con experiencia en laboratorios docentes de Física.

Al diseño de las nuevas prácticas de laboratorio le siguió el montaje de estas y la comprobación experimental de su correcto funcionamiento. También se diseñaron los guiones de las prácticas de laboratorio y las guías metodológicas para alumnado y profesorado. Adicionalmente, aprovechando la experiencia del equipo de la UPV, se diseñó un curso virtual tipo MOOC para complementar las nuevas prácticas desarrolladas en el marco del proyecto.

La tercera fase del proyecto incluyó el desarrollo de talleres para alumnado y el profesorado, con el objetivo de proporcionar la formación mínima necesaria para el desarrollo óptimo de las prácticas innovadoras.

En la etapa final del proyecto, se pretende realizar una primera evaluación de la consecución de los objetivos a través de los resultados obtenidos, incluyendo un análisis comparativo entre los últimos cursos utilizando las prácticas de laboratorio tradicionales, con los meses de prueba piloto implementando la innovación docente con teléfonos inteligentes.

RESULTADOS

Los resultados del presente proyecto de innovación educativa se pueden clasificar en 4 grandes grupos: (1) desarrollo de material docente para las clases de laboratorio de Física utilizando teléfonos inteligentes; (2) transferencia de conocimientos; (3) desarrollo humano y sostenible; y (4) lucha contra la pobreza y la desigualdad.

En lo que respecta al primer grupo de resultados, se ha diseñado un total de 10 unidades didácticas consistentes en prácticas de laboratorio de Física que utilizan los sensores de los teléfonos inteligentes para el aprendizaje de conceptos físicos. La Figura 1 muestra la página de inicio de una web desarrollada en la UPV para la difusión de esta iniciativa de innovación docente. En la Figura 2 se presenta una ficha resumen de una de ellas, que utiliza el sensor de aceleración para estudiar el movimiento circular uniforme.



Fig. 1. Portal web de "SmartPhysycs"

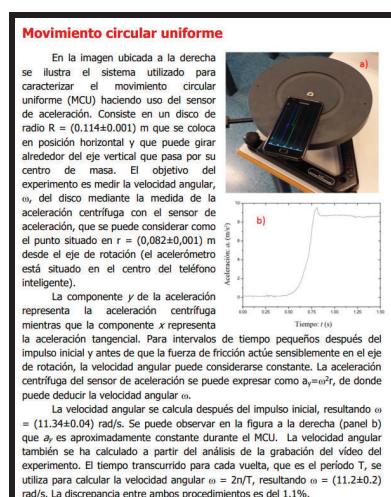


Fig. 2. Práctica "Movimiento Circular Uniforme"

En relación con la transferencia de conocimientos, un componente crucial en el

proyecto, el conocimiento acumulado por el equipo de la UPV en el desarrollo de innovaciones docentes de laboratorio, haciendo uso de los sensores de los móviles como instrumentos de medición, es el principal valor que se transfiere a las universidades colombianas y sus facultades de ingeniería.

En lo que respecta al desarrollo humano y sostenible, los resultados son los siguientes: Optimización de las herramientas tecnológicas al alcance de los estudiantes para su mejora académica; Implementación de un sistema de bajo coste como dispositivo complementario de aprendizaje; Empleo de innovaciones educativas fácilmente escalables a contextos externos a la universidad (por ejemplo, entornos rurales); y Mejora en la formación del estudiantado.

Por último, los resultados relacionados con la lucha contra la pobreza y la desigualdad son el acceso equitativo de material para todo el alumnado, sin que se vea comprometida su educación, y las consideraciones de accesibilidad incluidas en el diseño de las prácticas a fin de que los estudiantes con algún tipo de diversidad funcional puedan realizar el seguimiento de estas de forma pedagógicamente eficiente.

Esta experiencia de innovación docente tiene el apoyo y compromiso de continuidad de la Universidad del Magdalena, la Universidad Nacional de Colombia y el trabajo en red con ACOFI, garantizándose así su escalabilidad y aplicabilidad a diferentes facultades de ingeniería de universidades colombianas, lo cual fortalecerá la retroalimentación de la experiencia.

Se trata de un proyecto abierto y gratuito, que fomenta la creatividad y la innovación y el aprendizaje en áreas STEM, contribuyendo así a la mejora de la calidad formativa en el ámbito de las enseñanzas técnicas.

CONCLUSIONES

Los teléfonos móviles inteligentes contienen una cantidad de sensores que los convierten en verdaderas herramientas portátiles para la enseñanza y el aprendizaje de conceptos de Física, y pueden ser usados en las prácticas de laboratorio de esa materia. Este enfoque pedagógico representa una innovación educativa que conlleva una serie de ventajas muy relevantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, como son: aumento de la motivación en el alumnado, facilidad de uso, bajo coste, portabilidad, aprendizaje experimental, entre otras.

En este trabajo se ha presentado una experiencia innovadora basada en un proyecto de cooperación educativa entre España y Colombia basada en el uso de teléfonos inteligentes para el aprendizaje experimental de la Física. Los resultados del proyecto se pueden extraer a otros niveles educativos, como la enseñanza secundaria, y a otros contextos educativos, como el aprendizaje en zonas más desfavorecidas desde el punto de vista de la educación. Por ello, se pretende aplicar esta experiencia a entornos educativos diversos en futuros proyectos, para contribuir a la mejora de la enseñanza práctica de la Física a nivel más global.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen al Centro de Cooperación al Desarrollo de la Universitat Politècnica de València por la concesión del proyecto en el cual se basa esta innovación, el Proyecto ADSIDEO-COOPERACIÓN 2022 denominado "Fomento de la creatividad y la innovación en el aula usando los sensores de los teléfonos inteligentes: propuesta de rediseño curricular de la enseñanza de la física experimental en las facultades de ingeniería de universidades colombianas a partir de la aplicación de la metodología CDIO y el aprendizaje basado en proyectos con impacto social".

REFERENCIAS

- [1] Castro Palacio, J.C., Velázquez Abad, L., Giménez, F. y Monsoriu, J.A. (2013). "A quantitative analysis of coupled oscillations using mobile accelerometer sensors". *European Journal of Physics Education* 34, pp. 737-744.

- [2] Castro Palacio, J.C., Velázquez Abad, L., Giménez, F. y Monsoriu, J.A. (2013). "Using a mobile phone acceleration sensor in physics experiments on free and damped harmonic oscillations". *American Journal of Physics Education* 81, pp. 472-475.
- [3] Giménez, M.H., Salinas, I. y Monsoriu, J.A. (2017). "Direct Visualization of Mechanical Beats by means of an Oscillating Smartphone", *The Physics Teacher* 55, 424-425.
- [4] Hochberg, K., Kuhn, J. y Müller, A. (2018). "Using smartphones as experimental tools—effects on interest, curiosity, and learning in physics education", *Journal of Science Education and Technology* 27, pp. 385-403.
- [5] Monteiro, M., Stari, C., Cabeza, C. y Martí, A.C. (2019). "Sensors based on micromechanical devices: mobile labs at the service of experimental science teaching", *arXiv preprint arXiv:1901.05079*.
- [6] Van Domelen, D. (2007). "Teaching light polarization with cell phones", *The Physics Teacher* 45, pp. 469-469.