

ANEXO III. MEMORIA FINAL DE PROYECTO

La memoria debe contener un mínimo de cinco y un máximo de **DIEZ** páginas, incluidas tablas y figuras, en el formato que se publicará en la página web de innovación y en la Revista. La plantilla que se utilizará será:

DESARROLLO DE ACTIVIDADES TEÓRICO-PRÁCTICAS PARA EL APRENDIZAJE EN FÍSICA
UTILIZANDO TICS Y DISPOSITIVOS MÓVILES
DEVELOPMENT OF THEORETICAL AND PRACTICAL PHYSICS LEARNING ACTIVITIES USING ICTS
AND MOBILE DEVICES

José Manuel Alcaraz Pelegrina
fa1alpej@uco.es (**Corresponding Author**)
Antonio Jesús Sarsa Rubio
fa1sarua@uco.es
Rut Morales Crespo
fa1mocrr@uco.es
Pedro Rodríguez García
pm1rogap@uco.es
Universidad de Córdoba

Received: dd/mm/yyyy

Accepted: dd/mm/yyyy

Abstract

The use of simulations and activities including computing tools and mobile devices allows teaching activities integrating both the theoretical and practical aspects of a subject. Some examples are presented for subjects of the Physics Degree. We observed an improvement of the use of computing tools as also a better understanding of the physical phenomena described in these activities.

Keywords: Teaching of physics, Computing Tools, Mobile devices

Resumen

La utilización de simulaciones y actividades que hacen uso de herramientas informáticas y de dispositivos móviles permite integrar los contenidos teóricos y prácticos en actividades atractivas para el alumno. Presentamos varias de estas actividades en asignaturas del grado de Física, pero que pueden adaptarse a asignaturas de otros grados. Se ha observado una mejora en las competencias en el uso de las TICs, así como una mejora en la comprensión de los fenómenos estudiados por parte de los alumnos.

Palabras clave: Enseñanza de la Física, TICs, Dispositivos móviles

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la actividad docente en los grados tiene como objetivo que el alumno adquiera una serie de competencias a lo largo del grado. Estas competencias se agrupan en distintos niveles: así unas son de carácter genérico y pueden aplicarse a cualquier grado mientras que otras son específicas de cada grado e incluso algunas vienen impuestas por las distintas universidades dentro de su ámbito. Entre las competencias genéricas o transversales se encuentra lo que se denomina aprendizaje autónomo consistente en que el alumno debe terminar de desarrollar su capacidad de *aprender a aprender* que habrá ido adquiriendo en los estudios pregrado.

Esta capacidad de *aprender a aprender* se encuentra en el núcleo del sistema de créditos que se establece dentro de los planes de estudio de cada grado. El crédito es la unidad de medida de la docencia que tiene en cuenta, no solo el tiempo que el alumno pasa en el

centro universitario sino que también tiene en cuenta el trabajo realizado por el alumno. En la práctica, esto implica la necesidad de un profundo cambio en la manera de plantear la actividad docente. La denominada clase magistral en la que el profesor transmite sus conocimientos al alumnado, aunque sigue siendo una pieza fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje, debe venir acompañada de una serie de actividades que el alumno debe realizar durante el curso y que estarán incluidas en el proceso de evaluación del alumnado. En este sentido las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) pueden resultar de gran ayuda al profesor facilitándole esta labor, tanto a la hora de preparar y realizar actividades de aprendizaje como en la evaluación de las mismas.

La generalización de los dispositivos móviles, teléfonos y tabletas, con una capacidad y potencia de cálculo equivalente a la de algunos ordenadores de sobremesa hace que constituyan una herramienta muy útil a tener en cuenta en el ámbito académico y que deben integrarse entre las actividades docentes. Este hecho contribuirá notablemente a la consecución de una de las competencias propias de universidad que la Universidad de Córdoba (UCO) exige como es “Conocer y perfeccionar el nivel de usuario en el ámbito de las TICs”.

En los últimos diez cursos hemos participado en proyectos de innovación docente en los que hemos desarrollado herramientas de autoaprendizaje y en los que se han planteado actividades donde el alumno ha tenido que enfrentarse a situaciones y problemas similares a los que se encontrará en su futuro como investigador usando metodologías y herramientas que, en muchos casos, son las mismas que se utilizan en centros de investigación (Proyecto “Desarrollo de actividades teórico-prácticas para el aprendizaje en Física Atómica y Molecular” Código: 2013-12-2007 o Proyecto “ Desarrollo de actividades de aprendizaje en Física” Código: 2016-1-2013). Todos estos proyectos estaban enmarcados dentro de las distintas convocatorias que la UCO realiza en materia de innovación docente.

El análisis de estas experiencias por parte del profesorado, así como las opiniones de los alumnos recabadas mediante encuestas ha puesto de manifiesto la utilidad de este tipo de actividades en el proceso de aprendizaje, consiguiéndose una mejora en la adquisición y comprensión de conocimientos por parte del alumnado. En todas estas actividades, las TICs han jugado un papel muy importante puesto que se han desarrollado programas informáticos para algunas de las actividades o bien se han utilizado paquetes de simulación creados en importantes centros de investigación. En el último proyecto que realizamos (“Desarrollo de actividades de aprendizaje en Física”. Código: 2016-1-2013) detectamos que, a pesar del amplio uso que realizan los alumnos de dispositivos móviles para comunicarse entre ellos o como herramienta de ocio, apenas conocen las posibilidades que ofrecen en el ámbito académico, ignorando incluso la existencia de aplicaciones móviles que pueden resultarse de gran utilidad en sus estudios. Por este motivo, en el presente proyecto nos planteamos, además de continuar con el desarrollo y mejora de herramientas de aprendizaje que hagan uso de las TICs, incluir en las actividades de aprendizaje el uso de aplicaciones para dispositivos móviles ya existentes.

2. OBJETIVOS

Los objetivos principales del presente proyecto son los siguientes:

A) Desarrollar actividades de aprendizaje, tanto para la adquisición de nuevos conocimientos como para una mejor comprensión de los mismos. Con estas actividades se persigue fomentar la capacidad del alumno para adquirir nuevos conocimientos y mejorar la comprensión de los conocimientos adquiridos anteriormente.

B) Potenciar el uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza para la elaboración de herramientas de aprendizaje. Explorar las posibilidades del uso de dispositivos móviles (teléfonos, tabletas, ...) dentro del ámbito universitario elaborando algunas actividades que requieran su uso.

C) Integrar los contenidos teóricos con los contenidos prácticos que, desgraciadamente, suelen estar en muchos casos poco entrelazados entre sí. Los dispositivos móviles cuentan con diversos sensores (acelerómetro, sensor de luz, micrófono,...) que pueden utilizarse para hacer medidas de diversas magnitudes físicas.

Modelo	Sistema Operativo	Aplicaciones utilizadas
Samsung Galaxy J5 (2016)	Android 6.0	Navegador de isótopos, Wallet Cards, Physics ToolBox Suite.
Samsung Galaxy Tab A10	Android 6.0	
Doogee dg110	Android 4.2	

Tabla 1: Dispositivos móviles utilizados durante el proyecto.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

El material utilizado y los métodos seguidos en las distintas actividades realizadas en las asignaturas es muy similar. En la mayoría de los casos, se ha preparado una actividad en la que fuese necesario hacer uso de una aplicación informática para estudiar un proceso físico. En unos casos, la aplicación informática ha sido elaborado bien por los profesores o por los propios alumnos y en otros casos se han utilizado programas informáticos de libre distribución. Parte de las actividades contaban con un guión con las instrucciones que debían seguir los alumnos y en otros casos se les ha indicado de manera verbal la actividad a realizar y los alumnos debían buscar los medios para realizar dicha actividad. Los resultados obtenidos en las distintas actividades debían presentarse siguiendo el formato de un artículo científico o en forma de tablas y gráficas con una pequeña discusión de los resultados.

Para las actividades que implicaban el uso de dispositivos móviles hemos utilizado distintos modelos que se indican en la tabla Tabla 1: Dispositivos móviles utilizados durante el proyecto.. En los siguientes apartados se detallarán los materiales y métodos utilizados en las distintas asignaturas en las que se han realizado actividades dentro del proyecto.

3.1 ASIGNATURA RADIACIONES IONIZANTES

La asignatura Radiaciones Ionizantes es una optativa que se cursa en el segundo cuatrimestre del segundo curso del Grado de Física. En el presente curso se han matriculado 29 alumnos de los cuales 27 han asistido regularmente a clase y han realizado las actividades propuestas que se enmarcaban dentro del proyecto de innovación docente. Cuatro de los alumnos cursaban la asignatura en inglés y han realizado las actividades en dicho idioma.

En esta asignatura se ha continuado con las actividades realizadas en cursos anteriores y que pueden encontrarse en (Alcaraz-Pelegrina et. al. 2018). Así, dentro de las sesiones de laboratorio se ha mantenido una de las sesiones utilizando el programa RadLab que permite simular experimentos de detección de radiación. También se ha mantenido la actividad realizada con el paquete GEANT4, aunque se ha ampliado el guión que se le facilita a los alumnos incluyendo un tutorial más amplio.

Como novedad en este curso se les ha planteado a los alumnos una actividad consistente en realizar un programa informático para calcular la distancia recorrida por una partícula radiactiva al atravesar un material. Partiendo de los valores de poder de frenado disponibles en <http://pdg.lbl.gov/2018/AtomicNuclearProperties/index.html> e introduciendo como datos de entrada el tipo de partícula y su energía, los alumnos tenían que desarrollar un programa informático para determinar cómo pierde energía la partícula al atravesar el material y qué distancia recorre hasta detenerse. Los alumnos han trabajado de manera autónoma bajo la supervisión del profesor y se han enfrentado a una situación que pueden encontrarse al finalizar los estudios de grado.

En lo referente al uso de dispositivos móviles, probamos la aplicación *GammaPix Lite* (<http://gammapix.com>) en los distintos dispositivos móviles de los que disponíamos. En ningún caso se obtenían resultados fiables por lo que desistimos de desarrollar una actividad usando dicha aplicación. Puesto que tanto en las sesiones prácticas como en las sesiones de



Figura 1. Capturas de pantalla de la aplicación “Navegador de Isótopos” de la AIEA. Izquierda: Página principal. Centro: Página con datos de ^{238}U . Derecha: Esquema de desintegración.

laboratorio era necesario disponer de datos acerca de las características de distintos isótopos radioactivos probamos la aplicación “Navegador de isótopos” de la Agencia Internacional de la Energía Atómica (AIEA) que puede descargarse libremente (https://play.google.com/store/apps/details?id=iaea.nds.nuclides&hl=es_419). Esta aplicación nos permite seleccionar un isótopo y nos muestra numerosa información acerca de las emisiones radioactivas e incluso nos permite visualizar las cadenas de desintegración de los isótopos. En la figura 1 mostramos varias capturas de pantalla de dicha aplicación. Se disponía de la aplicación durante las sesiones prácticas y de laboratorio para consulta y se instó a los alumnos a instalarse la aplicación en sus móviles para que la utilizaran.

3.2 ASIGNATURA FÍSICA NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS

La asignatura Física Nuclear y de Partículas es una asignatura obligatoria situada en el segundo cuatrimestre del cuarto curso del Grado de Física. Ha contado con 21 alumnos matriculados que han participado en las actividades realizadas dentro del proyecto. Se han mantenido las mismas actividades que en cursos pasados y que están descritas en (Referencia al artículo del año pasado).

La aplicación “Navegador de isótopos” mencionada en el apartado anterior dispone también de información acerca de las propiedades de los núcleos como energía de enlace, radio de carga, espín, paridad del estado fundamental, ... Por este motivo se le enseñó a los alumnos y se utilizó durante las sesiones prácticas.

Otra aplicación para dispositivos móviles con información acerca de núcleos atómicos es “Nuclear Wallet Cards” (<http://www.nndc.bnl.gov/wallet>) de la que mostramos algunas capturas de pantalla en la figura 2. Es una aplicación menos completa que “Navegador de isótopos” pero también la hemos utilizado para consultar datos de los núcleos atómicos durante las sesiones prácticas.

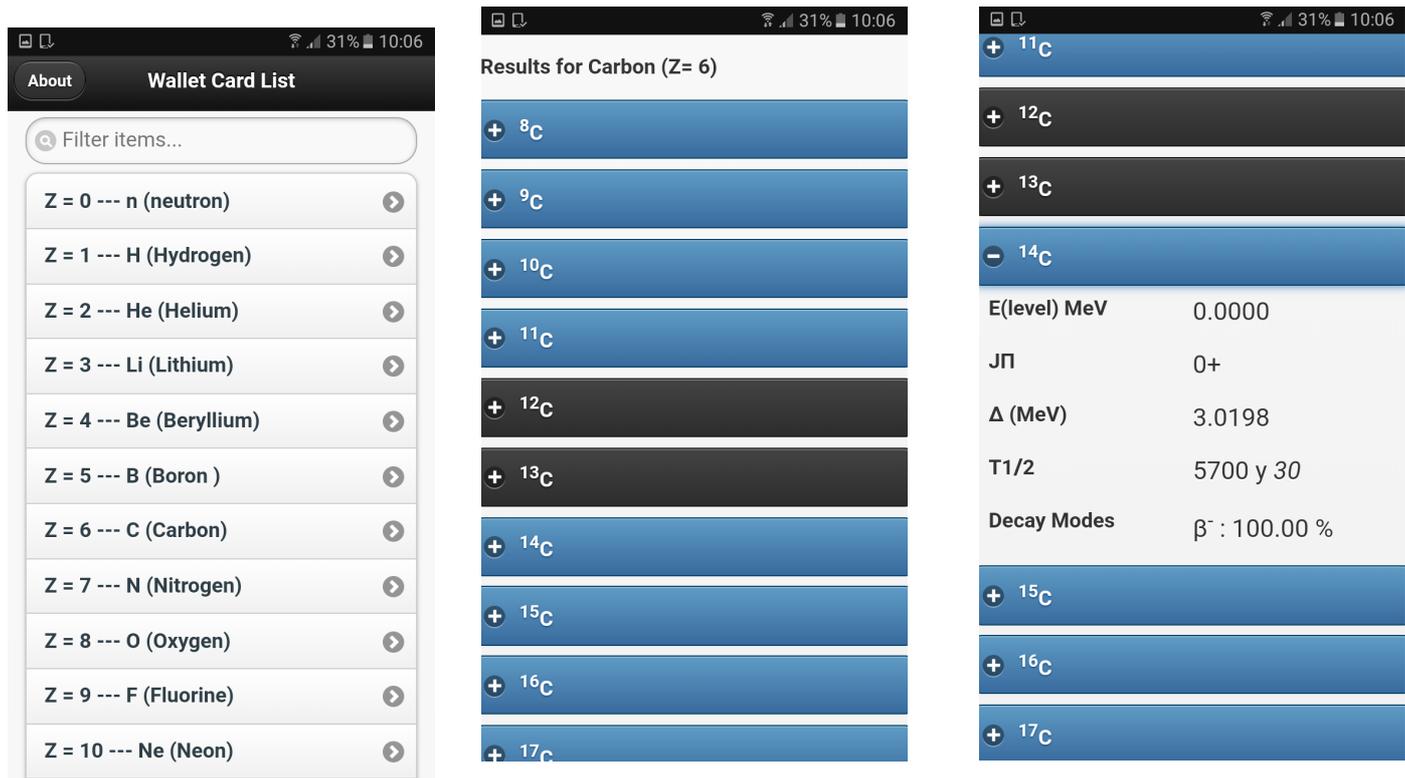


Figura 2. Capturas de pantalla de la aplicación “Nuclear Wallet Cards. Izquierda: Página principal. Centro: Página con lista de núcleos. Derecha: Datos del ^{14}C .

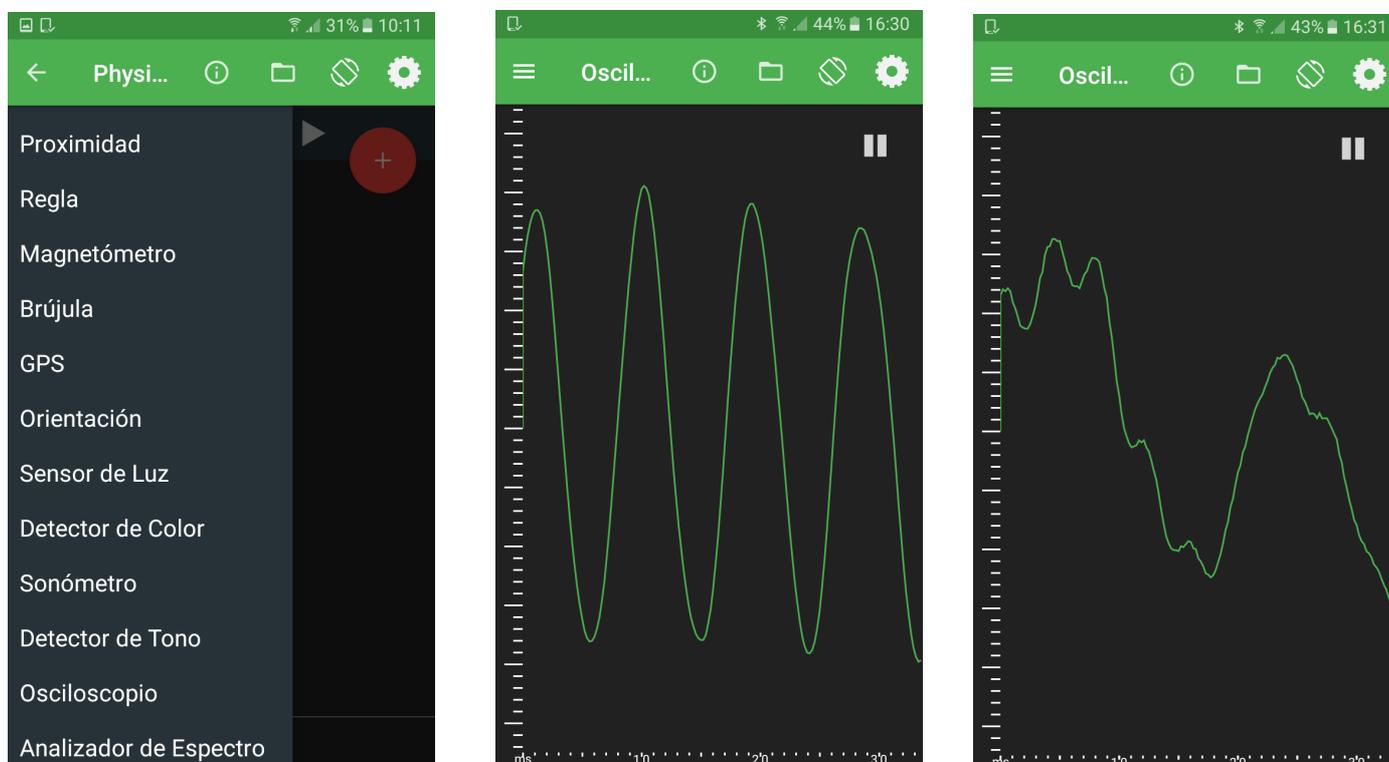


Figura 3. Capturas de pantalla de la aplicación “Physics Toolbox Sensor Suite”. Izquierda: Lista de sensores con los que puede trabajar la aplicación. Centro: Onda sonora armónica recogida con el micrófono y mostrada con la opción “Osciloscopio”. Derecha: Idem para una onda sonora no armónica.

3.3 ASIGNATURA MECÁNICA Y ONDAS II

La asignatura Física Nuclear y de Partículas es una asignatura obligatoria situada en el segundo cuatrimestre de segundo curso del Grado de Física. Ha contado con 71 alumnos matriculados de los que asistían a clase aproximadamente 45-50.

El curso anterior preparamos una simulación para mostrar el comportamiento de un oscilador monodimensional en distintas situaciones: oscilador armónico, amortiguado y oscilador forzado. Se ha usado dicha simulación en las clases de teoría para mostrar el comportamiento de un oscilador en distintas situaciones.

La aplicación "Physics ToolBox Sensor Suite" (https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chrystianvieyra.physicstoolboxsuite&hl=es_419) permite utilizar distintos sensores

de un dispositivo móvil para medir algunas magnitudes físicas. En la figura 3 mostramos algunas pantallas de dicha aplicación. Esta aplicación la hemos utilizado durante las clases de teoría para mostrar algunos aspectos de las ondas sonoras. Como ejemplo, en la figura 3 mostramos una onda sonora armónica que se obtuvo simplemente silbando frente al teléfono. El silbido es una onda sonora que tiene una sola frecuencia, mientras que al hablar emitimos sonidos de distintas frecuencias como se muestra en la imagen de la derecha en la figura 3. Se mostró a los alumnos cómo utilizar la aplicación para visualizar algunos conceptos relacionados con las ondas.

4. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

Tanto a los alumnos de la asignatura Radiaciones Ionizantes como a los alumnos de la asignatura Física Nuclear y de Partículas se les realizó una encuesta al comenzar el cuatrimestre para conocer su grado de conocimiento acerca de las herramientas que se iban a utilizar durante el proyecto. Igual que en años anteriores, casi la totalidad de los alumnos utilizan como sistema operativo habitual alguna de las versiones de Windows®. En cuanto a lenguajes de programación, todos los alumnos conocen MatLab® o su clon Octave, así como Fortran al haberlos usado en algunas asignaturas durante los estudios de grado. Ninguno de los alumnos de segundo curso conocía las aplicaciones usadas en Radiaciones Ionizantes: RADLab, GEANT4 o las librerías Open Source Physics. Igual sucedía con el alumnado de cuarto curso, salvo para el paquete GEANT4, que era conocido por un 5% de los alumnos.

De los 40 alumnos encuestados solamente un 10 % afirmó conocer alguna aplicación para móviles relacionada con las asignaturas. Es de destacar que la mayoría de los alumnos utiliza la aplicación "Moodle" para acceder a la plataforma virtual de la Universidad de Córdoba desde sus móviles. Sin embargo, hasta que no se les comentó este hecho no se percataron de que, efectivamente, sí conocían y utilizaban aplicaciones relacionadas con las asignaturas.

Igual que en cursos anteriores, en todas las actividades realizadas ha existido una implicación muy alta por parte del alumnado. Los alumnos muestran un gran interés por los temas que se tratan e incluso suelen profundizar más en los temas a tratar en los que se han realizado las distintas actividades.

Se ha observado un aumento en la motivación de los alumnos por la materia de las distintas asignaturas así como una mejora en la comprensión de los conocimientos.

Por otra parte, a lo largo del cuatrimestre se evidencia una mejora en el uso de las TICs por parte de los alumnos. La totalidad de las actividades se realiza utilizando las herramientas informáticas disponibles en los servidores de la universidad y los alumnos acceden a estas herramientas a través de sus cuentas de usuario. Estos servidores utilizan Linux, un sistema operativo que no es el que la mayoría de los alumnos utiliza habitualmente. Se aprecia como los alumnos se familiarizan con este entorno de trabajo. La colaboración entre los propios alumnos, en la que aquellos que tienen un mejor dominio de las herramientas informáticas ayudan a lo que tienen conocimientos más bajos ha hecho que en la parte final de las actividades los alumnos apenas recurriesen al profesor por problemas de tipo informático.

Los dispositivos móviles siguen siendo utilizados principalmente para comunicarse y como herramienta de ocio más que como una herramienta que puede ser de utilidad al alumnos en sus estudios. A lo largo del proyecto se ha comprobado como los alumnos han ido haciendo uso de las aplicaciones propuestas en las distintas asignaturas.

5. CONCLUSIONES

El uso de simulaciones o de actividades que requieren el uso de herramientas informáticas permite integrar los contenidos teóricos y los contenidos prácticos de las distintas materias en actividades que aumentan la motivación del alumnado para estudiar dichas materias. Esto trae como consecuencia, no solo una mejora en las competencias en el uso de las TICs, sino también una mejora en la capacidad del alumnado para adquirir nuevos conocimientos y mejorar la comprensión de los ya adquiridos. Este tipo de actividades aunque requiere de un esfuerzo por parte del profesorado para su preparación e implementación, puede extenderse a gran parte de las asignaturas del grado de Física así como a asignaturas de otros grados de las ramas científico-técnica.

AGRADECIMIENTOS

Queremos manifestar nuestro agradecimiento a la “Unidad Técnica” de la Universidad de Córdoba y al Director del Servicio de Infraestructuras y Mantenimiento, D. Antonio Luis Prieto Sánchez por poner a nuestra disposición uno de los dispositivos móviles utilizados en el presente proyecto.

Este trabajo ha sido financiado por el Plan de Innovación y Buenas Prácticas Docentes. Curso 2017/18 de la Universidad de Córdoba (Proyecto 2017-1-2014).

BIBLIOGRAFÍA

Ensayo del modelo de enseñanza-aprendizaje indicado en el informe CIDUA y elaboración de herramientas de autoaprendizaje y autoevaluación en Física.

(<http://www.uco.es/innovacioneducativa/memorias/documentos/2008-2009/ciencias-experimentales/07108B2071.pdf>)

Ensayo del modelo de enseñanza-aprendizaje indicado en el informe CIDUA y elaboración de herramientas de autoaprendizaje y autoevaluación en Física.

(<http://www.uco.es/innovacioneducativa/memorias/documentos/2009-2010/ciencias-experimentales/092021.pdf>)

Desarrollo de actividades teórico-prácticas para el aprendizaje en Física Atómica y Molecular.

(<http://www.uco.es/innovacioneducativa/memorias/documentos/2013-2014/ciencias/2013-12-2007.pdf>)

Alcaraz-Pelegrina, J.M. Sarsa Rubio, A.J., Rodríguez García, P., Yubero Serrano, C. y Miñano Herrero, J.A. (2018). Desarrollo de actividades de aprendizaje en Física. Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes. Universidad de Córdoba. N.º 4. Páginas 1-10.

RadLab. Virtual Radiation Detection Experiment Open Source Software. (<http://radlab.sourceforge.net>)

Agostinelli, S. et al. Geant4- A simulation toolkit. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, Volume 506, Issue 3, 2003, p. 250-303.

Harvey Gould, Jan Tobochnik y Wolfgang Christian. An introduction to Computer Simulation Methods (Third Edition) Addison-Wesley, 2006.