

**DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE EN FÍSICA**  
**DEVELOPMENT OF PHYSICS LEARNING ACTIVITIES**

**José Manuel Alcaraz Pelegrina**  
fa1alpej@uco.es (Corresponding Author)

**Antonio Jesús Sarsa Rubio**  
fa1sarua@uco.es

**Pedro Rodríguez García**  
pm1rogap@uco.es

**Cristina Yubero Serrano**  
f62yusec@uco.es

**José Antonio Miñano Herrero**

**Departamento de Física**  
**Universidad de Córdoba**

Received: 30/06/2017 Accepted: dd/mm/yyyy

**Abstract**

The use of simulations and activities including computing tools 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.

**Resumen**

La utilización de simulaciones y actividades que hacen uso de herramientas informáticas 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

## 1. INTRODUCCIÓN

La implantación generalizada de los grados en el curso 2010-2011 ha supuesto una modificación sustancial en la actividad docente. Esta actividad docente debe dirigirse hacia una mayor implicación del alumno en el desarrollo y creación del conocimiento de manera que el alumno termine de desarrollar su capacidad de *aprender a aprender* que debe haber ido adquiriendo en las etapas previas a la universidad.

Asimismo, el establecimiento del crédito ECTS como unidad de medida de la docencia que tiene en cuenta el trabajo del alumno supone para los docentes un profundo cambio, tanto en la manera de plantear las actividades para el alumno como su posterior evaluación. En este sentido las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) pueden resultar muy útiles facilitando la labor, tanto de realización de tareas y actividades como la evaluación de las mismas por parte del profesorado.

Además, entre las competencias de universidad que la Universidad de Córdoba exige se encuentra “Conocer y perfeccionar el nivel de usuario en el ámbito de las TICs”, por lo que a lo largo del grado el alumno debe encontrarse con actividades que le permitan desarrollar esta competencia.

Desde el curso 2008/2009 hemos participado en proyectos de innovación docente referentes al desarrollo de herramientas de autoaprendizaje y en la realización de algunas actividades en las que el alumno se ha tenido que enfrentar a problemas similares a los que pueden encontrarse en su futuro como investigador (Proyecto “Desarrollo de actividades teórico-prácticas para el aprendizaje en Física Atómica y Molecular”. Código: 2013-12-2007). Todos ellos, enmarcados dentro de las distintas convocatorias que la Universidad de Córdoba (UCO) realiza en materia de Innovación Docente.

Del análisis de estas experiencias por parte del profesorado y de las opiniones de los alumnos recabadas mediante encuestas ha quedado patente la utilidad de este tipo de actividades en el proceso de aprendizaje, tanto para la adquisición de conocimientos como para su mejor comprensión.

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos principales del presente proyecto son los siguientes:

- Desarrollar actividades de aprendizaje, tanto para la adquisición de nuevos conocimientos como para una mejor

comprensión de los mismos. Con estas actividades se persigue estimular la capacidad del alumnado para adquirir nuevos conocimientos y mejorar la comprensión de los ya adquiridos anteriormente por el alumnado.

- Potenciar el uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza para la elaboración de herramientas de aprendizaje.
- Integrar los contenidos teóricos con los contenidos prácticos que, en muchos casos, suelen estar poco entrelazados entre sí.

### 3. METODOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN

La metodología seguida en las diversas asignaturas es muy similar. En casi todos los casos, se ha preparado una actividad que implicase el uso de una aplicación informática para estudiar algún proceso físico. Dicho programa informático ha sido de elaboración propia en algunas asignaturas o bien programas de libre distribución disponibles en la red. A la vez, se elabora un guión con las instrucciones de la actividad. Los alumnos realizan la actividad siguiendo las instrucciones del guión y presentan los resultados obtenidos, bien siguiendo el formato de un artículo científico o bien en forma de tablas y gráficas con una pequeña discusión de las mismas. Desglosaremos la metodología utilizada en cada una de las asignaturas en los apartados siguientes.

#### 3.1 ASIGNATURA RADIACIONES IONIZANTES

Esta asignatura es una optativa situada en el 2º cuatrimestre del segundo curso del Grado de Física. Ha contado con 25 alumnos matriculados en dos grupos: uno que recibía las clases en castellano y otro que las recibía en inglés. Ambos grupos han participado en las dos actividades propuestas y que se enmarcaban dentro del proyecto de innovación docente.

La primera actividad estaba incluida dentro de la parte práctica de la asignatura. Una de las sesiones de laboratorio se ha sustituido por esta actividad consistente en realizar la misma práctica que realizan en otra sesión pero en lugar de utilizar un detector físico se hace uso de un programa que permite simular el funcionamiento de un detector y todo el proceso de medida.

El programa utilizado se denomina RadLab<sup>1</sup> y permite simular

1(<http://radlab.sourceforge.net/>)

experimentos de detección de radiación de manera simple e intuitiva.

Este programa puede descargarse y solamente es necesario tener instalado en el ordenador una versión de JAVA<sup>®</sup>. Se preparó una presentación con las acciones básicas para poder ejecutar el programa y desarrollar la actividad. Las instrucciones que se incluyeron en dicha presentación le sirven al alumno para poder iniciar el programa y cargar la actividad que va a realizar, así como información acerca de las opciones de los menús del programa y cómo hacer uso de la ayuda del mismo. Este "racionamiento" en la información que se le da al alumno pretende incitarlo a que busque información por sí mismo y a que explore las distintas opciones del programa para familiarizarse con su funcionamiento.

La segunda actividad realizada en esta asignatura ha consistido en hacer una primera aproximación al paquete GEANT4<sup>2</sup>. Este paquete está desarrollado por el CERN para simular el paso de partículas a través de la materia. Se trata de un entorno de desarrollo que se utiliza para investigación, pero que puede utilizarse para elaborar actividades docentes para que los alumnos se inicien en el trabajo que realiza un investigador. Con esta actividad se pretende que el alumno se introduzca en el mundo de la investigación y esto le sirva de motivación a la hora de abordar el estudio de las distintas asignaturas del grado.

Igual que en la actividad anterior se preparó un pequeño guión con las instrucciones para utilizar el programa. Se ha hecho uso de uno de los ejemplos que tiene el paquete para que los usuarios del mismo aprendan a manejarlo. El ejemplo escogido es el más sencillo que incluye el programa y se denomina B1 (Básico 1). Se solicitó al servicio de informática la instalación del programa en los servidores de la universidad de manera que los alumnos tuviesen acceso al mismo sin necesidad de tener que realizar una instalación del mismo. Se dedicaron dos sesiones de 2-3 horas cada una a esta actividad. En una primera sesión, tras explicarles brevemente a los alumnos las características principales de GEANT4 y cómo utilizarlo con el citado ejemplo B1, se les mostró a los alumnos cómo hacer uso de la ayuda y los distintos manuales y guías disponibles para utilizar el programa. Los alumnos dedicaron lo que restaba de la sesión a familiarizarse con el programa y a realizar modificaciones sobre el ejemplo B1. En una segunda sesión se les planteó a los alumnos un ejercicio consistente en modificar algunas de las características del ejemplo B1 para realizar un tipo concreto de simulaciones.

<sup>2</sup> <https://geant4.web.cern.ch/geant4/>

### 3.2 ASIGNATURA FÍSICA NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS.

Esta asignatura es una optativa situada en el 2º cuatrimestre del cuarto curso del Grado de Física. Cuenta con unos 20 alumnos matriculados. Las actividades que se enmarcaban dentro del proyecto de innovación docente son actividades obligatorias para todos los alumnos.

Una primera actividad consistía en determinar varias expresiones semiempíricas que aparecen en la bibliografía a partir de datos experimentales accesibles a través de la red. Concretamente, se estudia la relación entre el radio de los núcleos atómicos y su número másico (suma del número de protones y neutrones del núcleo) Para ello, se le facilita a los alumnos un pequeño guión con la actividad a realizar y se le proporciona bibliografía con los datos de los radios de los distintos núcleos. Con esos datos, los alumnos deben tratar de obtener las relaciones semiempíricas que aparecen en la bibliografía sobre el tamaño de los núcleos y el número másico. El alumno cuenta con datos correspondientes a varios centenares de núcleos distintos. Al trabajar con numerosos datos e intentar reproducir las relaciones que aparecen en los libros de la materia, se encuentran con dificultades ya que las relaciones que aparecen en la bibliografía no son universales. Los alumnos se enfrentan a problemas similares a los que se encontrarán en su carrera como graduado en Física y, al mismo tiempo va afianzando conceptos importantes de la asignatura.

En otra actividad se le facilita al alumno un programa realizado en Fortran que permite determinar diversas magnitudes físicas del estado fundamental del deuterón, como puede ser la energía, utilizando distintos potenciales de interacción nuclear. La solución de la ecuación de Schrödinger correspondiente no puede determinarse de manera analítica, por lo que es necesario recurrir a métodos numéricos. El alumno debe modificar algunos parámetros de entrada del programa para lograr obtener soluciones válidas. De nuevo, a la vez que hacen uso de herramientas informáticas, los alumnos se enfrentan a situaciones similares a las que se enfrenta un investigador en su día a día.

### 3.3 ASIGNATURA MECÁNICA Y ONDAS II

Para la asignatura Mecánica y Ondas II, una asignatura de 2º

curso del Grado de Física se preparó una pequeña simulación para mostrar el comportamiento de un oscilador en sus distintas versiones: armónico, amortiguado y forzado. En este caso, la simulación se realizó utilizando Java<sup>®</sup>, haciendo uso de las librerías Open Source Physics<sup>3</sup>. A diferencia de las otras actividades, en este caso no se elaboró un guión ni se planteó ninguna actividad que los alumnos tuviesen que realizar y entregar. Simplemente se les explicó cómo funcionaba la simulación y se puso a disposición de los alumnos a través de la plataforma Moodle de la Universidad de Córdoba.

En todas las actividades, además de las sesiones presenciales en el aula, los alumnos pueden trabajar de manera autónoma fuera del aula ya que las aplicaciones informáticas estaban accesibles al alumno en todo momento, bien a través de los servidores de la universidad en los que los alumnos tienen una cuenta para poder trabajar o bien debido a que podían ser instaladas en cualquier ordenador.

#### 4. RESULTADOS OBTENIDOS

Al comenzar la asignatura de Radiaciones Ionizantes se realizó una encuesta a los alumnos para establecer su grado de conocimiento de algunas de las herramientas que se iban a utilizar durante el proyecto. Se realizó únicamente a los alumnos de esta asignatura al ser alumnos de 2º curso ya que en los alumnos de 4º curso ya habían hecho uso de algunas de las herramientas en cursos anteriores. Prácticamente todos los alumnos utilizan como sistema operativo habitual alguna de las versiones de Windows<sup>®</sup>, aunque conocen otros como Linux o Mac/OSX<sup>®</sup>. Respecto a lenguajes de programación, una herramienta necesaria en el desarrollo profesional dentro de la Física, todos los alumnos conocen MatLab<sup>®</sup>, lo cual es lógico al utilizarlo en una asignatura del primer curso, mientras que apenas hay alumnos que tengan conocimiento de otros lenguajes de programación habituales en el ámbito de la Física como puede ser Fortran o de uso más general como pueden ser C/C++, Java<sup>®</sup> o Python. Ninguno de los alumnos encuestados conocía las aplicaciones que se iban a utilizar después: RADLab, GEANT4 o las librerías Open Source Physics. Se le preguntó a los alumnos si conocían alguna aplicación para móviles

3 <http://www.compadre.org/osp/index.cfm>

relacionada con el ámbito de la Física y, a pesar de que los dispositivos móviles están muy presentes en el día a día de los jóvenes, ninguno de los alumnos indicó conocer aplicaciones que pudiesen estar relacionadas con la asignatura.

Respecto a las actividades realizadas, ha existido una implicación muy alta del alumnado en las mismas y un gran interés en los distintos temas tratados. La actividad en la que se ha detectado menos participación es la correspondiente a la asignatura Mecánica y Ondas II. Esto puede deberse a que no había ninguna actividad en concreto que tuviesen que realizar y entregar y a la no existencia de un guión sobre cómo utilizar la aplicación desarrollada.

Asimismo, se ha observado una mejora en el uso de las TICs por parte de los alumnos. El entorno de trabajo principal era el de los servidores de la universidad, concretamente, los servidores Linux. Los alumnos no están acostumbrados a utilizar dicho entorno y se ha observado como se han ido familiarizando con el mismo y con las aplicaciones existentes en él. Así, tanto en el uso de RadLab como de GEANT4, a pesar de que toda la información se encuentra en inglés, los alumnos han acabado por utilizarlos de manera independiente y sin que apenas fuese necesaria la ayuda del profesor para realizar las simulaciones en la parte final de las distintas actividades.

## 6. UTILIDAD/ANÁLISIS

Tras el desarrollo de las distintas actividades de aprendizaje en Física realizadas durante el proyecto y para analizar mejor los resultados de las mismas hemos creado una matriz DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) que indicamos a continuación.

### DEBILIDADES

- Al contrario de lo que pueda parecer, los alumnos, especialmente en los primeros cursos, tienen un conocimiento bajo de informática a nivel de usuario, lo que implica un mayor tiempo para la preparación de las

actividades al tener que explicarles a los alumnos algunas tareas como puede ser la jerarquía de archivos de su cuenta en la universidad, cómo organizar los archivos, ...

- La mayor parte del software disponible en el ámbito de Física se encuentra en inglés y muchos de los alumnos tienen dificultades para trabajar en dicho idioma. A medida que se avanza en los cursos, esta dificultad parece disminuir.

#### AMENAZAS

- Este tipo de actividades es difícil de realizar en grupos numerosos ya que, al menos al principio, la asistencia del profesor a los alumnos es importante y frecuente.
- Hay que evitar el “efecto videojuego” en el que el alumno “juega” con la aplicación y no se centra en los contenidos de la asignatura. Para ello es importante la preparación de un guión con las actividades principales a realizar.

#### FORTALEZAS

- Aumenta la motivación de los alumnos por la materia de la asignatura.
- Mejora de las competencias en el uso de las TICs.
- Mejora en la capacidad del alumnado para adquirir nuevos conocimientos y en la comprensión de los ya adquiridos.
- Fomenta la colaboración entre los estudiantes ya que aquellos que tienen un mejor dominio de las TICs ayudan al resto.
- Permite integrar los contenidos teóricos con aplicaciones prácticas y con actividades y situaciones similares a las que el estudiante pueda encontrarse en su futuro profesional.

#### OPORTUNIDADES

- Realización de actividades en las que el alumno se enfrenta a situaciones similares a las que se encontrará en su futuro profesional, tanto en el campo de la investigación como de la industria.

El tipo de actividades que se han desarrollado para el presente proyecto puede extenderse a prácticamente cualquiera de las materias del grado de Física y, con las modificaciones adecuadas, a materias de otros grados de la rama de Ciencias. Existe numeroso software de libre distribución que puede utilizarse para preparar y desarrollar actividades similares a las descritas.

## 7. CONCLUSIONES/DISCUSIÓN

La utilización de simulaciones y actividades que requieran el uso de herramientas informáticas permiten integrar los contenidos prácticos y teóricos en actividades atractivas para el alumno. Esto da lugar una mejora, no solo en las competencias en el uso de las TICs, sino en la capacidad del alumnado para adquirir nuevos conocimientos y mejorar la comprensión de los ya adquiridos. anteriormente por el alumnado. Este tipo de actividades puede extenderse a la mayoría de las materias del grado de Física en particular y de otros grados de la rama de Ciencias.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Plan de Innovación y Buenas Prácticas Docentes. Curso 2016/17 de la Universidad de Córdoba (Proyecto 2016-01-2013).

## 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>)

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.