



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente

Convocatoria 2015

Proyecto nº 39: LHC@Complutense

Análisis de datos de física de altas energías en el Grado en Física
y el Máster en Física Teórica

Felipe J. Llanes Estrada

Facultad de Ciencias Físicas

Física Teórica I

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

- 1.- Formación internacional de dos estudiantes de nivel de grado y máster a través del CERN y en la preparación de documentos audiovisuales.
- 2.- Confección de material didáctico (software y ejemplos gráficos adecuados) para estudiantes de grado y postgrado.
- 3.- Realización de dos trabajos de grado en física y máster en física teórica.
- 4.- Impacto en la docencia tanto presencial (ya en el segundo cuatrimestre del curso 2015-2016) como virtual (desde el 2015).
- 5.- Difusión de las actividades en física de partículas a través de los canales de comunicación habituales en internet.

2. Objetivos alcanzados

- 1.- Con la pequeña financiación recibida, reducida respecto a la petición, *se ha podido ayudar a un estudiante postgraduado* con los gastos de su viaje al CERN. En efecto ha rodado los vídeos propuestos en la memoria del proyecto.
- 2.- El aspecto más interesante en este respecto ha sido la puesta en marcha de una **impresora 3D** en Física Teórica I para imprimir detectores de física de partículas y otros. Esta nueva herramienta didáctica ofrecerá seguramente numerosas posibilidades.



- 3.- No se ha conseguido interesar a nuevos alumnos de máster en los temas del proyecto, sin embargo *tres alumnos de grado* sí están realizando su trabajo de fin de grado en colaboración con los investigadores del CIEMAT involucrados.
- 4.- Se están confeccionando videos con los fragmentos grabados en el extranjero, para su utilización en las clases del curso 2015-2016 a punto de comenzar.

5.- Hemos ayudado a preparar una edición electrónica del libro “Partículas Elementales”, clásico en castellano de los profesores Ramón Fernández Álvarez-Estrada y Marina Ramón Medrano.

Además, preparamos material para su difusión en el campus virtual y/o internet. Las lecciones de tipo experimental sobre el LHC se encuentran en <http://teorica.fis.ucm.es/ft11/PARTICULAS.DIR/>

3. **Metodología empleada en el proyecto**

Este proyecto consiste en un avance en todos los frentes, dentro de los recursos disponibles, para enriquecer la atención docente en el área puntera de Partículas Elementales.

Una de las patas más importantes del proyecto, y la tarea que ha requerido más horas de trabajo, ha sido la instalación de paquetes de software para el Laboratorio de Física Computacional. La instalación de las librerías ROOT del CERN se ha realizado en el entorno Linux-SUSE. Los alumnos podrán emplear simulaciones Montecarlo para generar sucesos de física de partículas, e incluso utilizar algunos sucesos reales de datos tomados en el LHC.

La posibilidad recientemente aparecida de emplear una impresora 3D para producir piezas complejas y visualizarlas en tres dimensiones no ha sido desaprovechada y hemos colaborado activamente en la instalación de este recurso. En un primer intento hemos impreso las piezas del detector ATLAS obtenibles de internet (distribuidas gratuitamente a través de Thingiverse.com, donde numerosos recursos didácticos pueden también ser encontrados). En un segundo intento estamos diseñando un modelo del detector ALICE del LHC, comenzando por su parte más interna, el Internal Tracking System. Para ello se emplea un programa estándar de CAD (diseño ayudado por computadora) y se salva el diseño en un fichero de tipo .stl que el software de la impresora o “rebanador”, CURA, es capaz de interpretar.

4. **Recursos humanos**

El alumno D. Víctor González, ex-alumno del máster de Física Teórica y actualmente en el programa de doctorado de física, ha llevado a cabo el viaje al CERN y el diseño para la impresora 3D de piezas del detector ALICE. Además ha llevado el peso de la instalación del software del CERN para análisis de datos en el Laboratorio de Física Computacional del departamento ya que cuenta con un título de Ingeniero Informático.

El profesor D. Felipe J. Llanes ha colaborado en el montaje y puesta en marcha de la impresora 3D junto con el prof. D. Antonio Muñoz y el ingeniero informático D. David Fernández, ha impreso las piezas del detector ATLAS del CERN, y se ocupa de editar los vídeos preparados.

El prof. D. Antonio Dobado y el Dr. D. Pedro Ladrón de Guevara se ocupan de los trabajos de fin de grado relacionados con el detector ALICE en el CERN. El segundo además ha colaborado en la disposición y selección del software a instalar en el Laboratorio de Física Computacional.

El prof. D. Ángel Gómez ha colaborado en la captación de conferenciantes de primer nivel en el contexto de este campo de la física de partículas para las charlas pedagógicas de la facultad dentro del marco de la serie “Hablemos de Física”, coorganizada con la Real Sociedad Española de Física.

5. Desarrollo de las actividades

Concerniendo la instalación de ROOT para poder analizar datos del LHC en el laboratorio de física computacional, la mayor dificultad provino de que las librerías de C debieron ser reinstaladas para compilar el programa. Se ha instalado todo el software posible de la colaboración ALICE, de manera que los alumnos, que acudirán al laboratorio en dos sesiones de tres horas cada una no tengan que prestar atención al software en sí, sino al análisis de datos asistido por la interfaz gráfica, mucho más sencilla de utilizar.

Dirigir trabajos de grado en física de partículas es un importante desafío, ya que estos trabajos en el plan de estudios de física son simultáneos con la impartición de esta asignatura de segundo cuatrimestre. Se ha optado por adelantarles parte de la formación requerida durante el primer cuatrimestre, gracias a la colaboración ad honorem del prof. Ladrón de Guevara del CIEMAT.

El proceso de ensamblaje de la impresora en 3D ha quedado brevemente documentado <http://teorica.fis.ucm.es/ft11/3DPRINTER.DIR/3dprinterFTI.html> donde se pueden ver varias imágenes en distintos estados del proyecto.

Para la preparación de documentales referidos a la física de partículas, el alumno D. Víctor González se desplazó al CERN (con una pequeña ayuda económica, único gasto ejecutado en este proyecto) con una cámara portátil y grabadora de sonido, para obtener algunas tomas que están siendo procesadas. Además, apoyado por la colaboración ALICE, viajó también al GSI de Darmstadt (importante laboratorio alemán de física subatómica) y obtuvo también imágenes de su importante equipamiento.

Las tomas están siendo unidas mediante tratamiento informático con el software CAMTASIA en entorno Windows para producir breves documentales. Estos no alcanzarán calidad profesional, ya que no contamos con ningún profesor de Ciencias de la Información en este proyecto, pero han resultado ser suficientemente claros para su uso didáctico en la física de partículas.

Finalmente, para la edición electrónica del libro de física de partículas antes mencionado, estamos recurriendo al procesador de textos más común entre el público en general, WORD, en lugar del sistema LaTeX más común en el campo de la física de partículas, debido a la casi ausencia de ecuaciones matemáticas en el texto (para poder alcanzar un público universitario no especializado en física de partículas). Esperamos que la edición esté completada en este primer cuatrimestre de 2016.

En resumen, creemos que la realización de este proyecto ha supuesto una revitalización de la docencia en física de partículas en la UCM y esperamos que todas las pequeñas contribuciones realizadas apoyen la enseñanza en la pizarra para que los estudiantes sigan las asignaturas relevantes con mayor motivación y eficacia.