



**MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS.  
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE.  
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD.  
XII CONVOCATORIA (2010-2011)**



**DATOS IDENTIFICATIVOS:**

**1. Título del Proyecto** COMPLEMENTOS PEDAGÓGICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA TEORÍA CUÁNTICA EN FÍSICA Y SU ADECUACIÓN A LA METODOLOGÍA DEL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

**2. Código del Proyecto** 102004

**3. Resumen del Proyecto**

Mediante el desarrollo de este proyecto, se ha pretendido continuar con la aplicación del nuevo método de enseñanza que actualmente se está utilizando en las asignaturas de Física Cuántica y Mecánica Cuántica de la Licenciatura de Física, para adecuarlas a los métodos promovidos por el nuevo EEES. El método se basa en utilizar diversos recursos pedagógicos, entre los que se encuentran: el desarrollo y uso de simulaciones mediante aplicaciones informáticas utilizando el lenguaje JAVA, desarrollo de artículos sobre temas de actualidad relacionados con las asignaturas de cuántica, desarrollo de experimentos de cátedra para utilizar durante la impartición de las clases y visitas a centros de investigación y empresas relacionadas con las asignaturas. Los resultados de las distintas actividades se publican en una página Web dedicada a la teoría cuántica, de modo que toda la comunidad universitaria se pueda beneficiar de la experiencia.

Se han desarrollado ya más de 50 aplicaciones en JAVA, que se encuentran a disposición de los alumnos a través de la página <http://www.uco.es/hbarra>. Durante este curso, los alumnos han seguido desarrollando artículos de actualidad que se han ido publicando en la página de la asignatura en forma de Blog. También se han desarrollado experimentos de cátedra, que han permitido ilustrar distintos fenómenos de la teoría cuántica. Finalmente, se ha realizado una visita a la Planta fotovoltaica 'La Africana Sur' en Fuente Palmera y al Instituto de Microelectrónica de Sevilla.

**4. Coordinador del Proyecto**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Categoría Profesional
José Ignacio Fernández Palop	Física	082	Profesor Titular de Universidad
Rut Morales Crespo	Física	082	Profesor Titular de Universidad

**5. Otros Participantes**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Categoría Profesional
Jerónimo Ballesteros Pastor	Física	082	Profesor Titular de Universidad

**6. Asignaturas afectadas**

Nombre de la asignatura	Área de conocimiento	Titulación/es
Física Cuántica	Física Aplicada	Física
Mecánica Cuántica	Física Aplicada	Física

## **MEMORIA DE LA ACCIÓN**

### **Especificaciones**

*Utilice estas páginas para la redacción de la Memoria de la acción desarrollada. La Memoria debe contener un mínimo de cinco y un máximo de diez páginas, incluidas tablas y figuras, en el formato indicado (tipo y tamaño de fuente: Times New Roman, 12; interlineado: sencillo) e incorporar todos los apartados señalados (excepcionalmente podrá excluirse alguno). En el caso de que durante el desarrollo de la acción se hubieran producido documentos o material gráfico dignos de reseñar (CD, páginas Web, revistas, vídeos, etc.) se incluirá como anexo una copia de buena calidad.*

### **Apartados**

#### **1. Introducción** (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas etc.)

Gracias a los Proyectos de Mejora de la Calidad Docente que se han concedido durante los últimos cursos, se han podido desarrollar distintas actividades que mejoran de forma sensible la enseñanza y el aprendizaje de la teoría cuántica en las asignaturas de Física Cuántica y Mecánica Cuántica, de la Licenciatura de Física. La importancia de la Teoría Cuántica dentro de la Física se ha puesto de manifiesto en el nuevo plan de estudios del Grado de Física, ya que es la única disciplina de la Física que ha aumentado en número de créditos respecto de la licenciatura. El desarrollo de este proyecto y de los anteriores va a permitir entrar en el Grado con una serie de herramientas pedagógicas que se adecuan a los métodos promovidos por el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior.

Entre los métodos pedagógicos que se han desarrollado a lo largo de la ejecución del proyecto y tal como se describió en la memoria de solicitud, se encuentran las simulaciones desarrolladas en el lenguaje de programación JAVA, la utilización de experiencias de cátedra, la redacción de artículos relacionados con la teoría cuántica y las visitas a empresas y centros de investigación relacionados con la teoría cuántica. Todos estos recursos estimulan a los estudiantes a aprender la teoría cuántica, lo que les será de gran utilidad, ya que esta disciplina de la física es el cimiento sobre el que se construyen el resto de disciplinas que los alumnos estudian durante el segundo ciclo de la licenciatura (Física atómica, Física nuclear, Partículas elementales, Física de la Materia condensada, etc).

Gracias al desarrollo de los proyectos de Mejora de la Calidad Docente, disponemos cada año de nuevos recursos pedagógicos que permiten un aprendizaje cada vez más profundo de la teoría por parte de los alumnos. En el caso de la teoría cuántica es fundamental contar con diversos recursos pedagógicos ya que es una disciplina sumamente abstracta y de gran complejidad matemática.

El material desarrollado durante el proyecto está a disposición de todo el mundo a través de la página de las asignaturas que se encuentra alojada en los servidores de la UCO. Esta página ha recibido cerca de 40.000 visitas durante el curso 2010/11, lo que nos permite afirmar que la experiencia está siendo de utilidad no solo para los alumnos de la UCO sino para toda la comunidad universitaria.

#### **2. Objetivos** (concretar qué se pretendió con la experiencia)

Como objetivos generales del proyecto, se ha planteado: desarrollar nuevos métodos de enseñanza y recursos pedagógicos, adecuar el uso de las nuevas tecnologías a la enseñanza, y

promover un acercamiento al nuevo sistema de transferencia de créditos europeos, mediante el trabajo individual y colectivo paralelo a las sesiones teóricas, seminarios, conferencias, visitas a otros centros y en general con un trabajo fuera del aula.

A continuación se enumeran el resto de los objetivos específicos que se han perseguido mediante este proyecto:

- Utilizar las aplicaciones en JAVA para ilustrar distintos fenómenos físicos de la teoría cuántica.
- Estudiar si los alumnos asimilan de forma adecuada los conceptos que se hayan impartido mediante el uso de las simulaciones desarrolladas por los profesores. En este sentido, los alumnos realizan críticas de las simulaciones que permitan una mejora de las mismas.
- Promover el trabajo tanto individual como colectivo desarrollando aplicaciones sencillas, lo cual es esencial, tanto para la tarea investigadora que puedan realizar los alumnos en un futuro, como si desarrollan su profesión en una empresa.
- Concienciar a los alumnos sobre la actualidad de la teoría cuántica, desarrollando ellos mismos artículos sobre las aplicaciones y avances actuales de la teoría cuántica.
- Vincular al alumnado con la universidad cuando se encuentra fuera de ésta, mediante la página Web sobre teoría cuántica donde se colocan tanto las aplicaciones desarrolladas como los artículos.
- Ayudar a los alumnos a relacionar los conocimientos teóricos que adquieren en el aula con las experiencias de cátedra
- Acercar a los alumnos al mundo laboral mediante visitas a centros de investigación y empresas.
- Mostrar a los alumnos la pluralidad de puntos de vista de la teoría cuántica mediante visitas de profesores de otros centros.
- Seguir desarrollando y actualizando la página Web sobre teoría cuántica, de modo que toda la comunidad universitaria pueda tener un acercamiento a esta extraña disciplina de la física.
- Publicar los resultados obtenidos en esta experiencia, de modo que sean de dominio público y que el resto de la comunidad científica los puedan aprovechar.

### **3. Descripción de la experiencia** (exponer con suficiente detalle lo realizado en la experiencia)

El proyecto se ha desarrollado de forma paralela al curso académico y a la impartición de las asignaturas de Física Cuántica y Mecánica Cuántica, de tercer y cuarto curso de la Licenciatura de Física. Debido a que este proyecto es una continuación de otros que, con el mismo título, se han desarrollado durante cursos anteriores, partíamos ya de parte del material desarrollado y que se ha podido utilizar directamente durante este curso. El material de que se disponía era un conjunto de aplicaciones/simulaciones desarrollados en lenguaje JAVA, material para desarrollar algunas experiencias de cátedra y una página Web, administrada mediante el gestor de contenidos Joomla y alojada en los servidores de la UCO. La página Web dispone de distintos apartados que se han utilizado durante el proyecto: Blog, servidores de noticias, applets en JAVA, apuntes, etc.

A principio de curso se informó a los alumnos sobre el contenido del proyecto y sobre cómo se iba a desarrollar. Los alumnos mostraron su interés desde el principio y han colaborado a lo largo de todo el desarrollo del proyecto.

Como durante el desarrollo del proyecto se han desarrollado diversos recursos pedagógicos, dividiremos este epígrafe de acuerdo con dichos recursos.

## Aplicaciones/simulaciones en JAVA

Durante este curso se han utilizado las aplicaciones en JAVA desarrolladas durante los cursos anteriores. Estas aplicaciones se han utilizado de diversas formas que se describirán a continuación.

- La primera forma ha consistido en su utilización durante la impartición de las clases. Las aplicaciones JAVA han permitido ilustrar distintos fenómenos de la teoría cuántica, ya que estas aplicaciones permiten ver los resultados de un determinado experimento y variar los parámetros del experimento. Por tanto, permiten variar las condiciones físicas y analizar el resultado que se obtiene en tiempo real, durante la explicación del fenómeno físico en cuestión.
- La segunda forma ha consistido en desarrollar sesiones de trabajo en torno a una aplicación. Se pedía a los alumnos que simulasen un determinado fenómeno físico utilizando las aplicaciones. Variando las condiciones del experimento iban anotando los resultados obtenidos. Estos resultados se analizaban posteriormente utilizando el programa de hoja de cálculo Excel. Este programa permite presentar los resultados en forma gráfica y realizar análisis estadísticos.
- La tercera forma ha consistido en que los alumnos realizasen la simulación y la tarea correspondiente en sus casas. Como las aplicaciones se han desarrollado en el lenguaje de programación JAVA y como se encuentran alojadas en una página Web, se puede acceder a ellas mediante cualquier ordenador que se encuentre conectado a Internet. Se pedía a los alumnos que entregasen un trabajo escrito con los resultados obtenidos.

Durante el desarrollo de estas actividades, ha sido crucial el uso de las Aulas de educación interactiva de las que dispone la Facultad de Ciencias, y sin las cuales hubiera sido imposible desarrollar las actividades.

## Desarrollo de la página Web de las asignaturas

**Física Cuántica**

Inicio Física Cuántica Mecánica Cuántica Utilidades Noticias Máster

**Menú principal**

[Inicio](#)  
[Física Cuántica](#)  
[Mecánica Cuántica](#)  
[Utilidades](#)  
[Noticias](#)  
[Blog ... de todo un poco](#)  
[RSS](#) [Eso!](#) [Suscripción al Blog](#)  
[Quien es?](#)  
[Contactar](#)  
[Máster](#)

**Enlaces**

- [UcoFísica](#)
- [UCO](#)
- [Moodle](#)
- [Ciencias](#)
- [Dpto. Física](#)

Bienvenidos a esta nueva página sobre Física Cuántica. Esta página ha surgido como parte de un proyecto docente dedicado a la adaptación de las asignaturas de Física Cuántica y Mecánica Cuántica, de la licenciatura de Física, a las nuevas tecnologías.

En la página hay información sobre las asignaturas: apuntes, applets, etc, así como noticias relacionadas con la física, en forma de Blog.

Los applets se han desarrollado utilizando la herramienta EJS, desarrollada por el profesor Francisco Esquembre, de la Universidad de Murcia, a quien debo dar las gracias por su excelente trabajo. La WEB oficial del programa es [EJS](http://fem.um.es/EJS) <http://fem.um.es/EJS>.

Espero que os guste.

**Ahora resulta que los taquiones existen**

Después de haber estudiado tantos años en la carrera que ninguna partícula puede viajar más rápido que la luz resulta que se ha observado un experimento en el que los neutrinos violan esta ley de la Relatividad Especial.

El experimento consiste en lanzar neutrinos desde el CERN (en Suiza) y detectarlos en las instalaciones del proyecto Opera, en los Apeninos italianos. Los neutrinos deberían tardar sobre 2,4 milisegundos (0,0024 segundos), pero llegan 60 nanosegundos (0,00000060 segundos) antes del tiempo exacto suponiendo que viajan a la velocidad de la luz. Esto quiere decir que superan la velocidad de la luz en unas 20 partes por millón.

Tendremos que esperar a que alguien más verifique el experimento, aunque los científicos que lo han realizado dicen que han revisado todo exhaustivamente antes de dar la noticia.

Tendremos que revisar los programas de las asignaturas.

Otro de los recursos pedagógicos utilizados ha sido el desarrollo y uso de la página Web de las asignaturas (<http://www.uco.es/hbarra>).

Los alumnos han participado de forma activa en el desarrollo de la página Web redactando artículos que se han publicado en forma de Blog.

Semanalmente, el profesor responsable de las asignaturas encargaba a un alumno la redacción de un artículo relacionado con la asignatura. Para la elección del tema los alumnos disponen en la página de varios servidores de noticias (Science Daily, Physics APS, Nature Physics, etc) en los que pueden encontrar información sobre las novedades en la investigación de la teoría cuántica. El alumno dispone de una semana para entregar el artículo por correo electrónico al profesor. Una vez que el profesor lo ha recibido, lo corrige y si el artículo tiene cierta calidad se publica en el Blog. De esta forma los alumnos ven que su trabajo ha servido para el beneficio del resto de los compañeros y de toda la comunidad universitaria. La redacción de artículos se considera también para la calificación de la asignatura. Como la sección de la página en la que se publican los artículos tiene estructura de Blog, el resto de alumnos puede hacer comentarios sobre los artículos publicados.

## Visita

Durante este curso, el viernes 13 de mayo, realizamos un viaje con los alumnos de las dos asignaturas a la Planta fotovoltaica 'La Africana Sur' en Fuente Palmera y al Instituto de Microelectrónica de Sevilla. La finalidad de estos viajes consiste en que los alumnos conozcan, a lo largo de sus estudios, las salidas profesionales de la licenciatura, así como distintos centros en los que puedan desarrollar su vida profesional una vez finalizados los estudios de Física.

En primer lugar visitamos la Planta fotovoltaica que la División de Renovables que la empresa Magtel tiene en la finca 'La Africana Sur' en Fuente Palmera. Esta planta genera una potencia de 6,1 MW mediante paneles fotovoltaicos orientables. Una vez que el autobús en el que realizamos el viaje nos dejó en la finca, fuimos atendidos por el personal técnico. Nos explicaron, en primer lugar, las instalaciones que la empresa Magtel tiene dedicadas a la generación de energía mediante fuentes renovables, tanto las que tiene en la actualidad como las que están en fase de desarrollo. A continuación visitamos la zona de paneles y pudimos ver el sistema de orientación de los paneles, los sistemas de control y las características técnicas de cada panel. Seguidamente visitamos los acumuladores y transformadores que vierten la energía generada por los paneles a la red eléctrica. Los alumnos tuvieron la oportunidad de preguntar al personal técnico todas las dudas que fueron surgiendo.



Una vez terminada la visita a la planta fotovoltaica nos trasladamos en autobús a Sevilla, a las instalaciones que el Centro Nacional de Microelectrónica del CSIC tiene en la Isla de la Cartuja. Nada más llegar, fuimos atendidos por investigadores del centro. En primer lugar nos dieron una charla informativa sobre el Instituto de Microelectrónica. Santiago Sánchez Solano, uno de los investigadores y directivos del instituto, nos dio algunos datos sobre el instituto: en qué consiste el Instituto, personal que trabaja en las diversas áreas, las líneas de investigación,



etc. A continuación, Piedad Brox, investigadora y antigua alumna de la Universidad de Córdoba, nos dio una introducción sobre la historia de la microelectrónica y de los avances que ha sufrido en los últimos años y nos contó cómo llegó a ser investigadora y en qué consiste la carrera del investigador en España. Seguidamente visitamos diversas instalaciones y laboratorios del Instituto. Este instituto está especializado en el diseño y test de circuitos integrados analógicos, digitales y de señal mixta (analógica y digital) fundamentalmente en tecnologías CMOS.



El primer laboratorio que visitamos está dedicado al estudio de dispositivos optoelectrónicos. Pudimos ver los monocromadores que utilizan para obtener luz de una determinada frecuencia con un error en longitud de onda del orden del nanometro.



Seguidamente visitamos otro laboratorio dedicado a testear distintos dispositivos microelectrónicos. Nos explicaron las medidas de seguridad que tienen en el instituto y pudimos ver material de laboratorio de gran precisión, como generadores de señales, analizadores de espectros, osciloscopios digitales, una cámara anecoica para el estudio de los diagramas de emisión de antenas, etc.

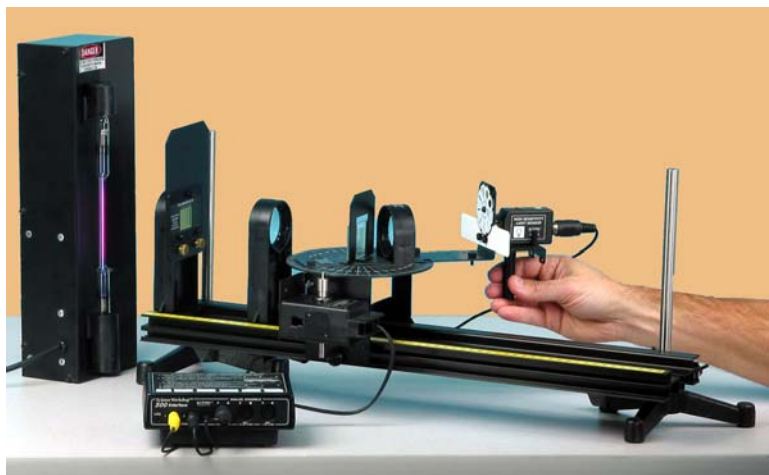
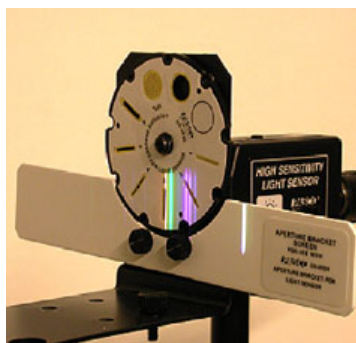


Una vez finalizada la visita comimos en el restaurante del Estadio Olímpico de la Cartuja. Este fue un momento de relax en el que los alumnos se mezclaron con los investigadores del Instituto y pudimos charlar de modo informal sobre la investigación que desarrollan. Los alumnos se interesaron por toda la actividad desarrollada en el Instituto y se animaron al ver todas las salidas profesionales a las que tienen acceso una vez culminados sus estudios. Después de comer el autobús nos llevó de vuelta a Córdoba. Llegamos sobre las 7 de la tarde, cansados pero satisfechos con la intensidad de las visitas. Los alumnos aprovecharon muy bien el viaje y pudieron ver algunas de las puertas que se les abrirán en unos años para poder desarrollar su carrera profesional como físicos.



## Experiencias de cátedra

Por último, durante la impartición de las clases se han desarrollado diversas experiencias de cátedra, como la interferencia en láminas delgadas, la interferencia de fotones mediante distintas rendijas, la difracción de fotones a través de una rendija, la levitación de un material diamagnético o el comportamiento de un ferrofluido en un campo magnético. Los alumnos asimilan con mayor profundidad un determinado fenómeno cuando tienen la posibilidad de ver ese fenómeno mediante un experimento. El presente proyecto nos ha permitido adquirir nuevo material, como es un dispositivo que permitirá observar el espectro de la radiación térmica de un cuerpo negro.



#### **4. Materiales y métodos** (describir la metodología seguida y, en su caso, el material utilizado)

Para el desarrollo de las aplicaciones JAVA se ha utilizado el programa de dominio público Easy Java Simulations (EJS), desarrollado por el profesor Francisco Esquembre, de la Universidad de Murcia, y que está expresamente diseñado para desarrollar simulaciones de procesos físicos. Este programa se encuentra descrito en el libro escrito por el propio Francisco Esquembre y citado en el apartado de Bibliografía.

Para toda la gestión de la página Web y el alojamiento de las aplicaciones desarrolladas en JAVA, se ha utilizado el gestor de contenidos Joomla. Este gestor permite controlar de forma sencilla el aspecto de la página y añadir y gestionar el material que se va elaborando. Entre los módulos que se pueden colocar dentro de la página gestionada con Joomla se encuentran los servidores de noticias RSS. Estos servidores proporcionan noticias actuales sobre diversos temas y son utilizados los alumnos para obtener información para la redacción de los artículos que se colocan en el Blog de la página. Como la página principal tiene la estructura de Blog, admite que los visitantes puedan colocar comentarios de opinión sobre los artículos. La página dispone de otros módulos que ayudan a obtener información útil para los alumnos como enlaces a otras páginas, buscadores (tanto de Web como dentro de la propia página), etc.

Otra herramienta que hemos utilizado, y que se describirá con más detalle más adelante, es el entorno público Google Analytics, que permite obtener una información muy rica sobre las visitas que recibe la página.

Por último, otro material importante en el desarrollo del proyecto han sido las experiencias de cátedra que se han ido adquiriendo a lo largo de proyectos anteriores y del presente proyecto.

#### **5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso** (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquéllos no logrados, incluyendo el material elaborado y su grado de disponibilidad)

La mayor parte del material que se ha descrito en los apartados anteriores de la memoria se encuentra accesible a todo el mundo a través de la página Web.

Como resultados del proyecto podemos destacar los siguientes aspectos:

- El desarrollo de las aplicaciones en Java ha permitido a los alumnos simular diversos procesos físicos de la teoría cuántica. Esto ha permitido un conocimiento más profundo por parte de los alumnos de dichos fenómenos. Dado que las aplicaciones se encuentran disponibles en la página Web, los alumnos las han podido utilizar cuando se encuentran fuera del aula.
- Los artículos desarrollados por los alumnos les han permitido conocer diversos aspectos novedosos de la teoría cuántica. La corrección por parte de los profesores les ha permitido detectar los principales problemas que tienen a la hora de redactar un documento. Los artículos redactados también se encuentran a disposición de toda la comunidad universitaria a través del Blog de la página.
- El viaje a Sevilla ha permitido a los alumnos conocer diversos centros en los que han visto las aplicaciones reales y prácticas que tiene la teoría cuántica. Del mismo modo, han conocido distintos centros en los que pueden ejercer su actividad profesional una vez que terminen sus estudios. Esta experiencia ha sido muy positiva y pensamos que debemos repetirla todos los años, si tenemos ocasión.
- Los experimentos de cátedra han permitido a los alumnos ver y tocar diversos experimentos que solo se pueden explicar bajo la teoría cuántica. Estos experimentos se



encuentran a disposición de las siguientes promociones de alumnos que cursen las asignaturas de cuántica.

**6. Utilidad** (comentar para qué ha servido la experiencia y a quiénes o en qué contextos podría ser útil)

La experiencia desarrollada mediante el proyecto, ha permitido ir adaptando gradualmente las asignaturas de cuántica a las nuevas tecnologías y, en general, a los métodos que se pretenden incentivar en el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior.

Dado que gran parte de las herramientas utilizadas (Java, Easy Java Simulations, Joomla, Servidores de noticias RSS, Google Analytics) son de dominio público, se pueden utilizar en cualquier asignatura. La instalación y uso de Joomla requiere unos conocimientos mínimos de informática, ya que el personal del Servicio de Informática facilita el acceso a una base de datos MySQL y a un servidor con PHP, que son los requisitos indispensables para que pueda funcionar el gestor de contenidos. En cualquier caso, también se pueden utilizar otros entornos como WordPress, BlogSpot, etc.

Mediante la experiencia, también hemos conseguido que los alumnos participen de forma más activa en su propio aprendizaje. Está comprobado que si el alumno participa de forma activa, asimila el contenido con mayor profundidad que si el profesor facilita todo el material y se limita a impartir lecciones magistrales.

**7. Observaciones y comentarios** (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados)

Consideramos que los apartados son suficientes y que contienen todos los aspectos importantes del proyecto.

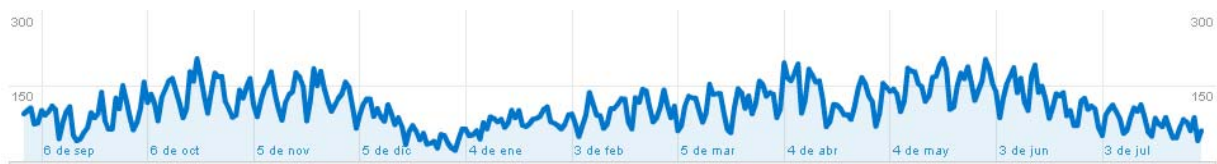
**8. Autoevaluación de la experiencia** (señalar la metodología utilizada y los resultados de la evaluación de la experiencia)

Este año hemos utilizado como control para la evaluación de la experiencia el propio Joomla, que gestiona el contenido de la página y la herramienta Google Analytics, que permite obtener una gran información sobre las visitas que ha recibido la página.

Joomla nos ha permitido hacer pequeñas encuestas a los alumnos sobre la experiencia. Estas encuestas permiten valorar una determinada experiencia en forma de pregunta con dos respuestas si/no. En todos los casos, cuando se ha consultado a los alumnos si estaban satisfechos con la experiencia han respondido positivamente.

Los resultados más destacados que arroja Google Analytics son:

- El número de visitas de la página desde el 1/9/2010 hasta el 31/7/2011 ha sido de 36.593.
- La distribución de visitas a lo largo del curso se muestra en la siguiente gráfica en la que se ve que las épocas de más visitas corresponden al principio del primer cuatrimestre y a la época de preparación de exámenes. Esto demuestra que la página es de utilidad para preparar las asignaturas.
- Hay dos días en los que se recibieron hasta 205 visitas.



- La mayoría de visitas se realizan desde España (12.250), tal como se muestra en el siguiente gráfico, en el cual se puede ver la proyección internacional de la página.



Los datos obtenidos a través de Google Analytics nos permiten afirmar que la página de Física Cuántica es de utilidad, no sólo para los alumnos de la Universidad de Córdoba, sino para toda la comunidad universitaria. El éxito de la página consiste en que cada vez alberga más información y que además contiene información actualizada sobre el desarrollo de la teoría cuántica, gracias a las aportaciones de los alumnos en forma de artículos.

## 9. Bibliografía

- F. Esquembre, "Creación de Simulaciones Interactivas en Java. Aplicación a la Enseñanza de la Física", Editorial PEARSON Prentice Hall.

## Lugar y fecha de la redacción de esta memoria

Córdoba a 29 de septiembre de 2011