

**MEMORIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA
VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN Y CALIDAD DOCENTE
CURSO ACADÉMICO 2012-2013**

DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto

Innovación educativa en la docencia de la Teoría Cuántica en el Grado de Física

2. Código del Proyecto

122084

3. Resumen del Proyecto

Mediante el desarrollo de este proyecto, se han realizado diversas actividades y recursos educativos en las nuevas asignaturas de grado Física Cuántica I y II y en la asignatura de Mecánica Cuántica de la licenciatura de Física. Estos recursos han permitido adecuar las asignaturas a los métodos promovidos por el nuevo EEES. Entre los recursos pedagógicos 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 una visita al Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), en su sede de la Ciudad Universitaria de Madrid. Los resultados de las distintas actividades se han publicado en una página Web dedicada a la teoría cuántica, de modo que toda la comunidad universitaria se pueda beneficiar de la experiencia. Esta página (<http://www.uco.es/hbarra>) contiene ya más de 50 aplicaciones en JAVA, que se encuentran a disposición de los alumnos y de toda la comunidad universitaria. Los artículos desarrollados por los alumnos también se han ido publicando en la página en forma de Blog.

4. Coordinador/es del Proyecto

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
José Ignacio Fernández Palop	Física	082
Rut Morales Crespo	Física	082

5. Otros Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal
Jerónimo Ballesteros Pastor	Física	082	PDI

6. Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de conocimiento	Titulación/es
100507 Física Cuántica I	Física Aplicada	Grado de Física
100508 Física Cuántica II	Física Aplicada	Grado de Física
1756 Mecánica Cuántica	Física Aplicada	Licenciatura de Física

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 letra: 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 los mismos.*

Apartados

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

Durante este curso, se han impartido por primera vez las asignaturas Física Cuántica I y II, correspondientes al tercer curso del nuevo Grado de Física. El proyecto docente desarrollado, ha permitido utilizar distintas actividades y técnicas docentes que mejoran de forma sensible la enseñanza y el aprendizaje de la teoría cuántica. Estas nuevas técnicas también se han aplicado, tal como ha ocurrido en años anteriores, a la asignatura de Mecánica Cuántica, del cuarto curso de la Licenciatura de Física. De esta forma, hemos acercado la enseñanza de la teoría cuántica en el Grado y Licenciatura de Física a los métodos que promueve el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior. 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.

Entre los métodos pedagógicos que se han desarrollado a lo largo de la ejecución del proyecto, 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 una visita a un centro de investigación cuya actividad está relacionada 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) y el resto del Grado.

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 55.000 visitas durante el curso 2011/12, 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 objetivo general del proyecto, se pretendió adecuar diversos métodos de enseñanza de la teoría cuántica a los contenidos de las nuevas asignaturas del Grado de Física. Estos métodos implican diversas actividades que se han desarrollado a lo largo de la impartición de las asignaturas, incluyendo: trabajo individual y colectivo, tanto teórico como experimental y

paralelo a las sesiones teóricas, seminarios, visitas a un centro de investigación, participación en foros de debate y en general con un trabajo dentro y fuera del aula que ha potenciado la adquisición de las competencias TUNING, tanto transversales como longitudinales, según propugna el nuevo EEES.

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

- Desarrollar nuevas aplicaciones en JAVA que permitan completar la colección y cubrir los temarios de las asignaturas de cuántica del Grado de Física.
- Estudiar si los alumnos asimilan de forma adecuada los conceptos que se hayan impartido mediante el uso de las simulaciones desarrolladas por los profesores, para lo cual los alumnos desarrollarán un protocolo de uso de la aplicación. En el mismo sentido, los alumnos realizarán una crítica de dichas simulaciones que permita una mejora de las mismas.
- Analizar si los alumnos son capaces de redactar los protocolos de uso de las aplicaciones de forma ordenada y clara, y corregir los defectos y vicios que tengan en la redacción.
- 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 que se van a montar
- Acercar a los alumnos al mundo laboral mediante una visita de estudios a una empresa o centro de investigación.
- 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 I y II, del tercer curso del nuevo Grado de Física, y Mecánica Cuántica, del cuarto curso de la Licenciatura de Física. Debido a que este proyecto es una continuación de otros que, con un título similar, 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

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.

Física + h C Cuántica

[Inicio](#)
[Física Cuántica](#)
[Mecánica Cuántica](#)
[Utilidades](#)
[Noticias](#)
[Blog](#)

Menú principal

[Inicio](#)
[Física Cuántica](#)
[Mecánica Cuántica](#)
[Utilidades](#)
[Noticias](#)
[Blog](#) - de todos los posts
[RSS](#) - suscripción al blog
[Quiénes somos](#)
[Contacto](#)
[Servidores de noticias](#)

Utilidades

[Matemática](#)
[UC3M](#)
[Noticias](#)
[Ciencia](#)
[Diploma Física](#)
[Ciencia y Salud](#)

Experiencias

[CERN](#)
[IBM](#)
[Más enlaces](#)

Acceso

Nombre de usuario:

Contraseña:

Recordarme

[Olvídate tu contraseña](#)
[Olvídate tu nombre de usuario](#)
[Reservar sitio](#)

Buscar en esta página

Artículos más visitados

[Quantum Mechanics Chapter 2](#)
[Los valores de la Constante de Planck](#)
[Estado estacionario. La teoría de acoplamiento de espines de Pauli](#)
[Descomposición radiación del cuerpo negro](#)
[Efecto de Franck-Hertz](#)
[El Doble Experimento de la interferencia cuántica](#)

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.

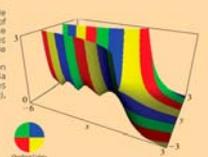
En la página hay información sobre las asignaturas: apuntes, apólets, etc, así como noticias relacionadas con la física, en forma de Blog.

Los apólets se han desarrollado utilizando la herramienta EJS, desarrollada por el profesor Francisco Esquivel, de la Universidad de Murcia, a quien debo dar las gracias por su excelente trabajo. La web oficial del programa es <http://www.fisica.es/EJS>.

Espero que os guste.

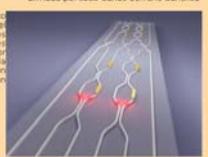
Funciones matemáticas especiales

La página <http://www.fisica.es/EJS/> contiene la librería de funciones matemáticas especiales del National Institute of Standards and Technology. Entre otras funciones, se encuentran las funciones de Airy, con los desarrollos asintóticos que se utilizan para obtener las reglas de conexión al aplicar la teoría WKB. Además, podéis encontrar gran cantidad de información sobre otras funciones como: las funciones de Bessel, la función Gamma, las funciones de Legendre, los polinomios de Hermite y otros polinomios ortogonales, los símbolos 3j, etc.



El chip fotónico multifunción

ScienceDaily (11 de diciembre de 2011) — Un chip de fotónica multifunción que genera, controla y "mede" el entrelazamiento y la mezcla (dos fenómenos cuánticos que son, en esencia, el corazón para los ordenadores cuánticos "del futuro") ha sido desarrollado por investigadores del Centro de Física Cuántica de la Universidad de Bristol. Este chip representa un importante avance en la carrera para desarrollar un ordenador cuántico.



Nobel de Física 2011: La Energía Oscura

El pasado 10 de Octubre de 2011, el premio nobel fue otorgado a los físicos estadounidenses Saul Perlmutter, Brian Schmidt y Adam Riess, por haber descubierto mediante observaciones cosmológicas, que la expansión del universo desde el Big Bang se está acelerando. Si bien el trabajo no es nuevo (ya que llevan más de una década documentando el hecho mediante la observación de supernovas), si lo es el galardón, que demuestra una larga carrera dedicada a ello.

Perlmutter y Riess, que trabajan en Estados Unidos, y Schmidt que trabaja en Australia, han concluido que la explicación más plausible para esta aceleración en la llamada constante cosmológica que Einstein predijo pero cuyo fin era demostrar la desaceleración del universo. Tras demostrar que el universo no se estaba desacelerando, Einstein afirmó que su idea sobre dicha constante era un grandísimo error. Más tarde, tras el descubrimiento de que dicho fondo de radiación era más que un hecho demostrable quedó de manifiesto que Einstein tenía razón y que la constante era cierta, o al menos en parte.



La mecánica de Bohm

reinterpretación de la mecánica cuántica de Bohm o mecánica de Bohm (artículo enviado por Carlos Álvarez Amo)

La mecánica de Bohm, también llamada la teoría de de Broglie-Bohm, es una interpretación de la teoría cuántica desarrollada por Louis de Broglie en 1927 y rediseñada por David Bohm en el 1952. Es el ejemplo más sencillo de lo que se suele llamar interpretación de variables ocultas en la mecánica cuántica. En la mecánica de Bohm, un sistema de partículas está descrito en parte por su función de onda que evoluciona según la ecuación de Schrödinger, pero esto solo ofrece una descripción parcial del sistema. Esta descripción se completa a través de la especificación de las posiciones y velocidades de las partículas, a partir de ellas se puede calcular la evolución de la posición y velocidad de las partículas utilizando la ecuación guía. Por tanto, en la mecánica de Bohm la configuración de un sistema de partículas evoluciona de forma determinista.



Ahora resulta que los Neutrinos 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 Aiguines Italianos. Los neutrinos deberían tardar sobre 2,4 milisegundos (0,0024 segundos), pero llegan 60 nanosegundos (0,00000006 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.

Noticia en el País
Noticia en ABC

Más artículos...

[Es la naturaleza "Orientada a Objetos"?](#)
[Entender mecánica cuántica desde el laser](#)
[Conociendo la Fuerza Nuclear Fuerte](#)
[LA PRUEBA DE ONDAS!](#)

<< Inicio < Prev 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Estructura > Fin >>

Página 1 de 12

Física Cuántica, Powered by Joomla!, Joomla! extensiones by J2G web hosting

Viaje de estudios

El lunes, 29 de abril de 2013, realizamos el viaje de estudios al Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, en su sede de la Ciudad Universitaria de Madrid. El viaje se desarrolló conjuntamente en dos proyectos docentes, de referencias 122042 y 122084. Además de los responsables de ambos proyectos, Prof. Antonio Gamero Rojas y Prof. José Ignacio Fernández Palop respectivamente, en el viaje participaron 38 alumnos de los cursos 3º, 4º y 5º del Grado y Licenciatura de Física, así como el prof. Antonio Sola Díaz y alumnos del Tercer Ciclo que se encuentran realizando la Tesis Doctoral en el Departamento de Física y que ayudaron en la organización de la visita.

El traslado lo realizamos en autobús, saliendo de Córdoba a las 6 h de la mañana, y volviendo a las 21 h de la tarde. La comida la realizamos en el comedor del CIEMAT.

Esta actividad, complementaria a los proyectos antes mencionados, ha podido realizarse gracias a las buenas relaciones científicas que profesores de nuestro Departamento mantienen con miembros del Laboratorio Nacional de Fusión por Confinamiento Magnético del CIEMAT, centro al que agradecemos el interés mostrado en la organización de la actividad. La visita a estas



grandes instalaciones científicas y tecnológicas dio la oportunidad a los alumnos de conocer cómo se organizan y coordinan equipos multidisciplinares para abordar un estudio de esta envergadura y para la resolución de los múltiples problemas tecnológicos que eso conlleva. Los alumnos pudieron ver 'in situ' unas instalaciones e instrumentación excepcionales relativas a señales electromagnéticas de microondas de alta potencia, comunicaciones optoelectrónicas, grandes equipos de vacío, diagnosis

óptica, problemas de compatibilidad electromagnética, generación de grandes campos magnéticos, sistemas de producción de plasmas, aceleradores de partículas, espectrómetros de diversas longitudes de onda, recogidas de datos, sistemas de tratamiento y análisis de datos, etc.

Las actividades de la visita se organizaron en dos grupos: un grupo dirigido por el Prof. José Ignacio Fernández Palop y constituido por alumnos de 3º del Grado de Física que cursan las asignaturas de Física Cuántica I y II y Mecánica Cuántica y otro grupo dirigido por el Prof. Antonio Gamero Rojas y constituido por los alumnos del 4º y 5º curso de la Licenciatura de Física, que cursan las asignaturas de Física del Plasma y Propagación de Ondas Electromagnéticas. A lo largo del día, se visitaron diversas instalaciones del Laboratorio Nacional de Fusión por Confinamiento Magnético. Concretamente, visitamos el reactor de fusión nuclear TJ-II, de tipo stelerator, para la producción de plasmas por confinamiento magnético junto con la sala de control del reactor. También visitamos el Departamento de Materiales, donde conocimos las experiencias en curso para la caracterización de las propiedades de materiales

usados en los reactores de fusión, y el acelerador de partículas mediante generador de van de Graaff, que permite preparar muestras, sometiendo diversos materiales a radiación de partículas para su posterior análisis en el Departamento de Materiales.

Durante las diversas visitas, los miembros del CIEMAT nos explicaron algunos aspectos científicos y tecnológicos de los estudios que actualmente se están llevando a cabo. Tanto los alumnos como los profesores encargados, tuvieron la oportunidad de preguntar y discutir con los investigadores del CIEMAT sobre diversos aspectos de los experimentos que se realizan en el CIEMAT y su relación con todo lo que han visto en las clases de teoría y prácticas de las distintas asignaturas de la licenciatura y el grado.

La visita fue una oportunidad única en la que los alumnos pudieron ver la interrelación que existe entre las materias que estudian en las diversas asignaturas de la licenciatura y el grado, en un experimento único como el que se desarrolla en el CIEMAT.

4. **Materiales y métodos** (describir el material utilizado y la metodología seguida).

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. El modo de uso del programa está descrito en el libro que se cita en la 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.

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 (<http://www.uco.es/hbarra>).

Como resultados del proyecto podemos destacar los siguientes aspectos:

- Las aplicaciones en Java han permitido a los alumnos simular diversos procesos físicos de la teoría cuántica, lo que ha promovido 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.

- La visita al CIEMAT ha permitido a los alumnos conocer diversos experimentos en los que se aplica de forma práctica la teoría cuántica. Del mismo modo, han conocido un centro en el 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.

Como se ha comentado anteriormente, hemos utilizado la herramienta Google Analytics para controlar las visitas a la página y por tanto, el éxito de la experiencia. Esta herramienta proporciona una información muy rica sobre todas las visitas que recibe la página: número de visitas, lugar de procedencia, contenido más visitado, etc.

En el periodo que va del 1 de septiembre de 2012 al 30 de agosto de 2013, la página ha recibido un total de 54.946 visitas. En la siguiente figura se muestra la distribución de las visitas por semanas.



Podemos ver que las épocas de mayor actividad corresponden al principio de curso y en la época anterior a los exámenes. La semana que más visitas recibió fue la del 14-20 de octubre, con un total de 1.761 visitas.

La mayor parte de las visitas provienen de países de habla hispana. El 25,46% provienen de España, seguido de México con un 22,59% y Colombia con un 13,07%. También se reciben visitas desde países de habla anglosajona, como Estados Unidos, del que se ha recibido un 1,59% del total de las visitas.

Un dato significativo es el tiempo medio de las visitas en cada ciudad. Para Córdoba el tiempo medio de las visitas es de 3'41'' (3 minutos y 41 segundos). Lo podemos comparar con Madrid, por ejemplo, cuyo tiempo medio es de 1'47'', o con Barcelona, con 1'39''. Este resultado es lógico, ya que la página tiene mayor interés para los alumnos de la Universidad de Córdoba, debido a que contiene mucha información directamente relacionada con las asignaturas que cursan.

En cuanto al contenido, lo más visitado son los apuntes y los applets, aunque también se visitan utilidades de las que dispone la página como una tabla periódica muy completa o un programa que permite representar funciones.

La siguiente figura muestra la distribución de las visitas por países y ciudades.



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

8. **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, 27 de septiembre de 2013