



MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD
IX CONVOCATORIA (2007-2008)



❖ **DATOS IDENTIFICATIVOS:**

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 (07SB2019).

Resumen del desarrollo del Proyecto

Este proyecto es la continuación del que se desarrolló en el curso anterior y mediante el cuál estamos adaptando las asignaturas de Física Cuántica y Mecánica Cuántica a los métodos recomendados por el EEES. En esta adaptación se han desarrollado diversos recursos pedagógicos como son: aplicaciones informáticas en lenguaje JAVA para simular procesos físicos, manuales de uso de las aplicaciones, que han sido desarrollados por los alumnos, foros de debate y visitas a empresas y centros de investigación.

Las aplicaciones en JAVA han sido desarrolladas por los profesores implicados en el proyecto. Estas aplicaciones han permitido acercar a los alumnos a distintos procesos físicos mediante simulaciones. Durante el presente curso se ha ampliado el número de simulaciones a 47.

Por otro lado, los alumnos han sido los encargados de desarrollar los manuales de uso de distintas aplicaciones. Esto ha permitido a los alumnos adquirir un conocimiento más profundo del procesos físico que se simula en la aplicación.

El proyecto también ha permitido realizar tres visitas: Centro Nacional de Aceleradores de Sevilla, Instituto de Materiales del CSIC y Planta de Energía Solar de Abengoa. Durante las visitas, los alumnos han podido ver en situaciones prácticas, cuáles son las competencias laborales del físico. Del mismo modo, han podido entrar en contacto con distintos centros y profesionales que les pueden facilitar la búsqueda de salidas profesionales en un futuro cercano.

En líneas generales, el proyecto se ha desarrollado conforme a la solicitud. Gracias al proyecto se ha adquirido también material, que ha permitido mejorar el desarrollo de las asignaturas: portátiles de la gama EEE que permiten proyectar material didáctico en las aulas y una experiencia de cátedra que permite realizar experimentos de interferencia y difracción en el aula.

	Nombre y apellidos	Código del Grupo Docente
Coordinador/a:	José Ignacio Fernández Palop	082
	Rut Morales Crespo	082
Otros participantes:	Jerónimo Ballesteros Pastor	082

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.)

Mediante el desarrollo de este proyecto se ha acercado la enseñanza de la teoría cuántica, dentro de la licenciatura de Física, a los métodos recomendados por el Espacio Europeo de Educación Superior. La teoría cuántica es una de las materias primordiales dentro de la licenciatura, ya que prácticamente todas las disciplinas que se enseñan a lo largo del segundo ciclo de la licenciatura requieren del conocimiento de esta materia. Sin embargo, el comprender cómo funciona la teoría cuántica y aprender su manejo es una tarea compleja ya que la teoría cuántica es una de las disciplinas más abstractas dentro las teorías de la física. Por tanto, es especialmente importante el desarrollar métodos didácticos que faciliten su aprendizaje por parte de los alumnos. Por este motivo, se solicitó una vez más este Proyecto de Mejora de la Calidad Docente.

El curso académico 2007/08 ha sido el segundo curso en el que se ha desarrollado un proyecto de este tipo. Por tanto, en este curso hemos partido de toda la experiencia y del material desarrollado durante el curso anterior. Los recursos pedagógicos que se han desarrollado mediante este proyecto, durante el pasado curso, han sido la utilización de aplicaciones informáticas en JAVA, que simulan distintos procesos físicos y en las que han contribuido los alumnos, la participación en foros de debate y las visitas a empresas y centros de investigación. Hasta la actualidad se han desarrollado ya 47 aplicaciones informáticas en JAVA, que cubren casi la totalidad del programa de la asignatura de Física Cuántica y una pequeña parte de la asignatura de Mecánica Cuántica.

Por último, el proyecto ha permitido la adquisición de bibliografía específica sobre la teoría cuántica y la adquisición de instrumentación para experiencias de cátedra, que ya se están utilizando en el presente curso académico.

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

El objetivo genérico del presente proyecto coincide con el del año anterior, y consiste en fomentar el aprendizaje de la teoría cuántica, en las asignaturas de Física Cuántica del tercer curso de la Licenciatura de Física y Mecánica Cuántica del cuarto curso, mediante recursos pedagógicos novedosos y distintos de los métodos tradicionales de enseñanza, y acercar la enseñanza de dichas asignaturas a las directrices del nuevo sistema de transferencia de créditos europeos. Este objetivo genérico se ha concretado en los siguientes objetivos específicos:

- Comprobar la utilidad de desarrollar simulaciones de procesos físicos mediante aplicaciones informáticas, como complemento a los métodos tradicionales de enseñanza.

- Estudiar si los alumnos asimilan de forma adecuada los conceptos que se hayan impartido mediante el uso de simulaciones desarrolladas por los profesores, para lo cual lo alumnos desarrollan protocolos de uso de las aplicaciones. En el mismo sentido, los alumnos realizan críticas de las aplicaciones que permitan su mejora.
- Promover el trabajo colectivo en el desarrollo de 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.
- Analizar si los alumnos son capaces de redactar los protocolos de forma ordenada y clara y corregir los defectos y vicios que tengan en la redacción.
- Desarrollar la comunicación de los alumnos entre sí y con los profesores fuera del aula mediante la participación en foros, que se desarrollan con el sistema Moodle del que dispone la universidad de Córdoba.
- Vincular al alumnado con la universidad cuando se encuentra fuera de ésta, mediante el uso del sistema Moodle en el que se colocarán las aplicaciones desarrolladas. Este sistema permite un seguimiento individual de las actividades desarrolladas por los alumnos.
- Ayudar a los alumnos a relacionar los conocimientos teóricos que adquieren en el aula con las experiencias reales que verán durante las visitas a otros centros.
- Mostrar a los alumnos la pluralidad de puntos de vista de la teoría cuántica mediante visitas de profesores de otros centros.
- Disponer de un sistema completo de simulaciones de los diversos experimentos que ponen de manifiesto la teoría cuántica. Dicho sistema será de dominio público 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.

Como se verá en los siguientes apartados, se ha cubierto casi la totalidad de estos objetivos.

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

El proyecto se ha desarrollado a lo largo del curso académico 07-08 de forma paralela a la impartición de las clases. En este segundo año, hemos partido desde el principio de todas las aplicaciones JAVA desarrolladas durante el curso anterior. Estas aplicaciones han permitido simular en las clases distintos fenómenos, por lo que se mejora la comprensión de dichos fenómenos. Los alumnos se han implicado en el proyecto, no solo visitando las aplicaciones a través de la plataforma educativa Moodle si no realizando también protocolos de uso de las aplicaciones. Durante este segundo año, también se ha ampliado la lista de aplicaciones en JAVA disponibles hasta un total de 47, que cubren casi la totalidad del programa de la asignatura de Física Cuántica y una pequeña parte de la asignatura de Mecánica Cuántica.

Como ya partíamos de prácticamente todas las aplicaciones correspondientes a los primeros temas de la asignatura de Física Cuántica del tercer curso, durante los primeros meses del

curso los profesores implicados en el proyecto hemos dispuesto de tiempo para desarrollar aplicaciones de las que se utilizan en los últimos temas.

El proceso para desarrollar cada aplicación ha tenido los siguientes pasos:

- Elegir el proceso que se pretendía simular, para lo cual se ha analizado el temario de las asignaturas y se han seleccionado aquellos procesos que son más difíciles de comprender y visualizar.
- Diseñar la aplicación. En este diseño intervienen dos partes bien diferenciadas: por un lado los controles, botones, barras, etc, que permiten modificar los parámetros de la simulación, y por otro la representación gráfica que permite visualizar el resultado de la simulación.
- Programar la aplicación utilizando el entorno Easy Java Simulations (EJS).
- Utilizar la aplicación durante la clase en la que se impartiera el fenómeno simulado. En esta presentación se muestra a los alumnos el funcionamiento de la aplicación, los parámetros que pueden modificar y qué resultados se muestran. Asimismo, se presentan algunos resultados de interés directamente relacionados con lo que se ha impartido en la clase. Lógicamente, hay aplicaciones que se pueden utilizar más de una vez durante el curso, ya que hay fenómenos que aparecen más de una vez en la impartición de las clases.
- Publicar la aplicación en una página Web y enlazar la página al sistema Moodle. Al mismo tiempo, se abre un foro en Moodle, en el que indica que ya está disponible la aplicación y en el que anima a los alumnos a utilizarla, descubrir resultados curiosos, y proponer sugerencias para la mejora de la aplicación.
- Una vez recogidas las sugerencias se mejora la aplicación correspondiente.

Este segundo curso de aplicación del proyecto, como ya partíamos de la experiencia del curso anterior, ha permitido el que los alumnos desarrollen protocolos de utilización de las aplicaciones. Lo que el ritmo del curso no ha permitido aún es el que los alumnos desarrollen aplicaciones. Esperamos que durante el presente curso académico si que podamos animar y enseñar a los alumnos a desarrollar alguna que otra aplicación sencilla.

Para el desarrollo de los protocolos de uso de las aplicaciones se han repartido aquellas aplicaciones que son más complejas, al disponer de un mayor número de parámetros variables, entre los alumnos. Los alumnos han dispuesto de un mes completo para desarrollar el protocolo. Durante este mes los alumnos han acudido a los profesores responsables para obtener información adicional sobre el fenómeno que se simulaba y sobre cómo está programada la aplicación. Los protocolos se han dividido en dos partes: una pequeña explicación teórica sobre el fenómeno físico que se simula y el protocolo de uso propiamente dicho. Para el desarrollo del protocolo se hizo hincapié en que se dejara claro qué resultados se representan y en qué colores y por otro lado, qué parámetros se pueden manipular y con qué mandos. Hay que destacar que los alumnos han cumplido y han desarrollado correctamente los protocolos. Durante este curso académico publicaremos dichos protocolos, una vez depurados por los profesores responsables, en la plataforma Moodle.

Simultáneamente al desarrollo del curso se han utilizado los foros de la plataforma Moodle para el desarrollo de las asignaturas. Durante este segundo año tampoco hemos tenido el nivel de participación que esperábamos. Durante el presente curso académico esperamos una mayor participación ya que como la asignatura de Física Cuántica del tercer curso ha entrado en el Plan Piloto, la participación en los foros de debate se utilizará para la calificación final de la asignatura. Lo que sí ha funcionado correctamente es las visitas a las aplicaciones. Las aplicaciones publicadas en Moodle han tenido visitas durante todo el curso académico.

Durante el curso y como complemento al desarrollo de las clases, se ha realizado con los alumnos de las dos asignaturas visitas al Centro Nacional de Aceleradores, al Instituto de Ciencias de Materiales de Sevilla y al Complejo de Energía Solar SOLUCAR.

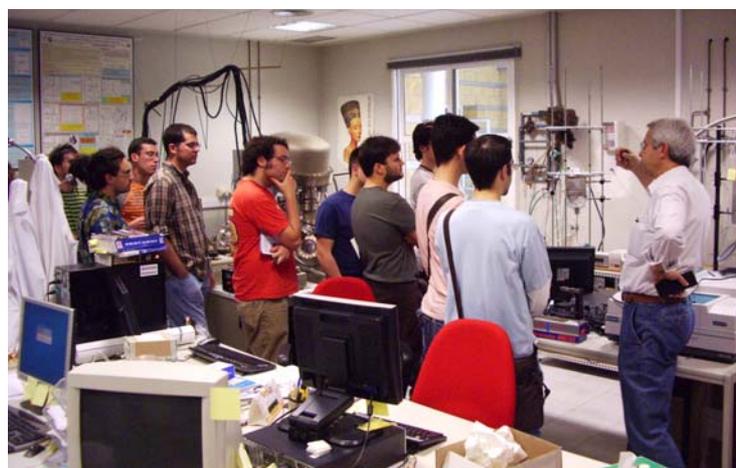
El traslado lo realizamos en autobús, saliendo de Córdoba a las 8 h de la mañana, y volviendo a Córdoba a las 20 h de la tarde. La primera visita que realizamos en la jornada fue al C.N.A. (Centro Nacional de Aceleradores), ubicado en la Isla de la Cartuja. En este centro visitamos uno de los aceleradores lineales de los que disponen, guiados por el personal del centro. Esta visita fue de gran interés para los estudiantes, que pudieron ver in situ una gran instalación dedicada tanto a la investigación como a realizar servicios para el exterior.



Centro Nacional de Aceleradores

En esta instalación pudieron ver las distintas fases de las que se compone un acelerador: las bombas que generan el vacío en el recinto, los generadores que permiten acelerar el haz de partículas, los instrumentos que permiten focalizar el haz y curvar su trayectoria, etc. Este acelerador cuenta a la salida con 7 desviaciones distintas, cada una dedicada a una tarea distinta como análisis químico, pruebas de carbono 14, análisis de superficies, análisis de rayos X, etc. Los alumnos tuvieron la oportunidad de preguntar cuantas dudas les surgieron durante la visita. Todo lo que aprendieron los alumnos durante la visita está directamente relacionado con las asignaturas de Propagación de Ondas Electromagnéticas y Cuántica, implicadas en sendos proyectos docentes. También dentro del C.N.A. recibimos una charla en el salón de actos sobre las actividades que se realizan en el Instituto de Materiales, que visitaríamos más tarde en la segunda visita.

El Instituto de Materiales también se encuentra situado en la Isla de la Cartuja, a cinco minutos andando del C.N.A. En este instituto realizamos una visita a los laboratorios, guiados por el director de uno de los grupos de investigación que desarrollan su labor en el instituto. Los alumnos pudieron contrastar la diferencia entre una gran instalación como la del C.N.A. y en la que se implica un



gran número de personas, con experimentos de tamaño medio como los que se desarrollan en el Instituto de Materiales. En el primer laboratorio que visitamos pudimos ver distintos experimentos que se utilizan para el tratamiento de superficies. Estos experimentos permiten modificar las propiedades de una superficie utilizando una atmósfera de plasma. Durante la visita los alumnos se interesaron por diversos aspectos de los instrumentos que nos enseñaron,

la mayoría de ellos diseñados por el personal del instituto. En el segundo laboratorio que visitamos, pudimos ver distintos instrumentos que se utilizan para analizar la superficie tratada, mediante difracción de rayos X.

Después de esta visita fuimos a comer a un restaurante de Sanlúcar la Mayor ya que la visita que íbamos a realizar por la tarde se encuentra en esta localidad sevillana. Después de comer realizamos la última visita del día a la planta de energía solar Solucar de la empresa Abengoa. Esta instalación es, lógicamente, aún mayor que las del C.N.A.. En la planta disponen de distintos terrenos, cada uno dedicado a producir energía solar mediante un método distinto. También disponen de parte del terreno para investigación. Esta visita fue guiada por una antigua alumna de la licenciatura de física que trabaja en la planta. La visita fue de gran interés para los alumnos ya que esta antigua alumna ha trabajado, desde que terminó sus estudios, en diversas empresas, de modo que pudo demostrar con su experiencia a los alumnos las distintas actividades que puede desarrollar un físico al terminar la carrera. Esto permitió que tuviéramos un extenso debate sobre las salidas profesionales del físico y sobre la formación que reciben los alumnos a lo largo de la licenciatura.



Complejo de Energía Solar SOLUCAR

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

Para desarrollar las aplicaciones en JAVA se ha utilizado en entorno de dominio público Easy Java Simulations (EJS). Este entorno ha sido desarrollado por el profesor Francisco Esquembre, de la Universidad de Murcia (ver el apartado 9. Bibliografía), y está expresamente diseñado para desarrollar simulaciones de procesos físicos.

El diseño de una aplicación desarrollada en EJS se divide en tres partes bien diferenciadas y que explicaremos a continuación:

Introducción) Este apartado es como un editor de código HTML, en el que se puede incluir una explicación del proceso que se va a simular, los parámetros que se pueden modificar, y en general cómo se maneja la aplicación. El programa EJS permite publicar la simulación en una página Web, que incluye el texto introducido en este apartado.

Modelo) En este apartado se definen tanto las variables que se utilizarán en la simulación como las ecuaciones que rigen la simulación. Este apartado se divide a su vez en los siguientes apartados:

- Variables.- En este apartado se definen las variables que se utilizarán en la simulación.
- Inicialización.- Se inicializan las variables.
- Evolución.- En este apartado se introducen las relaciones que existen entre las variables en cada paso de la simulación, de acuerdo con las ecuaciones que rigen el proceso que se desea simular.
- Ligaduras.- Aquí se introducen las ligaduras que puedan existir entre las variables, en el caso en que existan.
- Propio.- En este apartado se definen las funciones y subrutinas que no sean estándar del lenguaje JAVA pero que sean imprescindibles para la simulación.

Vista) En este último apartado se definen las ventanas que se verán en la simulación, así como el contenido. El programa EJS es muy rico y ya tiene definidas multitud de representaciones, como graficas XY, gráficas en 3D, etc. Asimismo, también hay definidos multitud de botones, barras de deslizamiento, etc para poder controlar las variables de simulación, al mismo tiempo que se realiza la simulación.

Antes de desarrollar las distintas aplicaciones, se han seleccionado del temario de las asignaturas de Cuántica, los procesos que se iban a simular, teniendo en cuenta una serie de factores, como qué experimentos o conceptos de la física cuántica son más difíciles de comprender y cuyo aprendizaje se facilita mediante una aplicación, o bien qué procesos son idóneos para ser explicados mediante una aplicación.

Una vez desarrollada cada aplicación por los profesores implicados en el proyecto, se utilizó la aplicación en clase, se publicó en el sistema Moodle y se depuró a partir de los comentarios de los alumnos, tal como se ha descrito en el apartado anterior.

Para los foros de debate se ha utilizado la plataforma educativa Moodle de que dispone la Universidad de Córdoba.

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)

Los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del proyecto los podemos dividir en dos categorías. Por un lado los resultados permanentes y que estarán a disposición de los alumnos de las futuras promociones. Estos resultados son todos los que se encuentran en la plataforma Moodle, principalmente las aplicaciones en JAVA y protocolos de uso, además de material didáctico adicional. Por otro lado, se encuentran los resultados que se refieren al aprendizaje de los alumnos concretos que han cursado las asignaturas durante el curso anterior.

Dentro del primer tipo de resultados, como se ha mencionado, el primer resultado del proyecto ha sido una colección de 47 aplicaciones en JAVA que están disponibles para los alumnos a través del sistema Moodle. Estas aplicaciones cubren casi la totalidad del temario de la asignatura de Física Cuántica del tercer curso de la licenciatura, si bien algunas de las aplicaciones desarrolladas durante el presente curso son para la asignatura de Mecánica Cuántica del cuarto curso. El segundo resultado consiste en una serie de protocolos de uso de las aplicaciones desarrollados por los alumnos. Estos protocolos se publicarán en la plataforma Moodle durante el presente curso académico.

Respecto a resultados que se refieren al aprendizaje de los alumnos concretos del pasado curso, se ha conseguido implicar a los alumnos en el proyecto, mediante la visita a las aplicaciones, la participación en los foros de debate y el desarrollo de los protocolos de uso de las aplicaciones.

En cuanto a los resultados que no se han obtenido aún se encuentra el desarrollo de aplicaciones sencillas por parte de los alumnos. Esperamos que durante el presente curso académico consigamos implicar a los alumnos en el desarrollo de aplicaciones.

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

La experiencia desarrollada durante el proyecto ha sido de gran utilidad, ya que ha permitido disponer de un material que se podrá utilizar en cursos posteriores y ha permitido introducir un nuevo método de enseñanza acorde con las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior.

Los beneficiarios más directos del proyecto han sido lógicamente los alumnos de las asignaturas del tercer y cuarto curso de la licenciatura de Física matriculados en las asignaturas de Física Cuántica y Mecánica Cuántica durante el curso anterior. Estos alumnos han dispuesto de unas nuevas herramientas de aprendizaje (aplicaciones JAVA, desarrollo de protocolos, visitas, foros de debate, etc) que les han permitido un conocimiento más profundo de la teoría cuántica.

En nuestra opinión, esta experiencia positiva puede ser de utilidad para todo el profesorado de asignaturas de ciencias. En particular, durante el presente curso académico vamos a realizar reuniones con el Grupo Docente para contar nuestra experiencia y que la pueda aprovechar el resto del profesorado del grupo.

Por otro lado, durante el presente curso intentaremos publicar los resultados de la experiencia de modo que la pueda aprovechar toda la comunidad universitaria. En particular, en la Guía Docente de la asignatura de Física Cuántica del presente curso está contemplado el desarrollo de una página Web dedicada a la teoría cuántica en la que se incorporarán todos los resultados que hemos ido obteniendo a lo largo de estos Proyectos de Mejora de la Calidad Docente.

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

En este apartado vamos a destacar el material que hemos adquirido mediante la financiación del proyecto y que está permitiendo mejorar la impartición de las asignaturas de cuántica durante el presente curso académico.

Parte de la financiación se ha dedicado a adquirir material que está siendo utilizado para la impartición de las clases durante el presente curso académico. Entre este material se encuentran portátiles de la gama EEE, de reducido tamaño, por lo que se pueden transportar con gran facilidad al aula y utilizarlos para visualizar material de distinto tipo (las aplicaciones en JAVA, ficheros pdf, ficheros PowerPoint, etc) mediante los cañones de vídeo de los que disponen las aulas. Asimismo, se han adquirido punteros láser que permiten además manejar los PowerPoint y ficheros pdf y tarjetas de memoria.

Otra parte de la financiación se ha dedicado a la adquisición de bibliografía. Se han seleccionado textos actuales que hacen énfasis en las aplicaciones más recientes de la teoría cuántica.

Por último, se ha adquirido material que permite desarrollar experimentos en el aula. Entre este material se encuentra un láser, un banco óptico e instrumentación para observar la interferencia y difracción de la luz. Estas demostraciones de cátedra permiten analizar el comportamiento ondulatorio de los fotones.

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

Como evaluación de la experiencia se han utilizado dos métodos distintos. Por un lado, el análisis de las visitas que los alumnos han realizado a la plataforma Moodle. Por otro lado, una encuesta de opinión sobre la experiencia. Del primer método no podemos exponer los resultados ya que durante el curso anterior se ha realizado la migración de una antigua plataforma Moodle a la que se utiliza en la actualidad. Si bien, durante el curso si que pudimos observar que los alumnos visitaban las aplicaciones con cierta frecuencia.

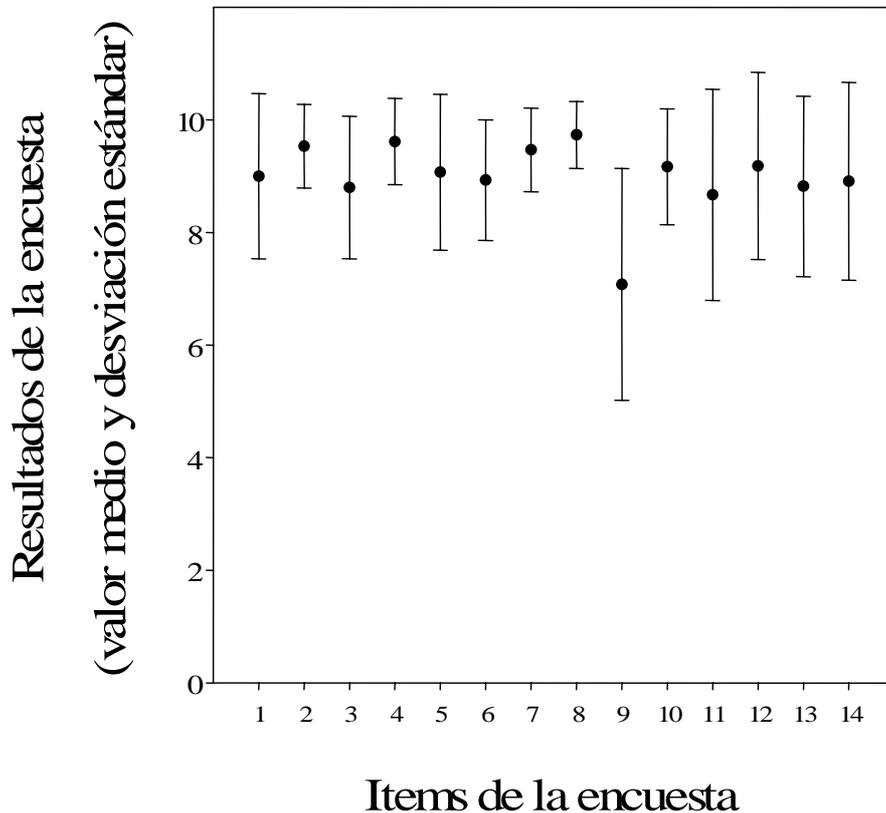
En cuanto a la encuesta, ha constado de los siguientes 14 items que los alumnos tenían que valorar del 0 al 10:

- 1) He tenido información suficiente sobre cómo instalar JAVA para ver las aplicaciones:
- 2) El manejo de las aplicaciones es sencillo:
- 3) El número de aplicaciones es adecuado:
- 4) La notación utilizada y los colores que aparecen ayudan a comprender la simulación:
- 5) Las aplicaciones permiten cambiar las condiciones del experimento para investigar distintas situaciones:
- 6) Las aplicaciones me han permitido aumentar mi conocimiento sobre la física cuántica:
- 7) Están directamente relacionadas con el contenido de las clases:
- 8) Las aplicaciones son un elemento didáctico complementario a las clases adecuado:
- 9) He visitado la página de Moodle y las aplicaciones con una frecuencia adecuada:
- 10) La realización del manual de la aplicación que me ha correspondido me ha ayudado a comprenderla mejor:
- 11) Las visitas realizadas me han permitido tener un conocimiento más amplio sobre las aplicaciones de la física:

Calificar del 1 al 10 el interés de las visitas:

- 12) Centro Nacional de Aceleradores:
- 13) Instituto de Materiales:
- 14) Planta de Energía Solar:

En la siguiente figura se han representado los resultados de la encuesta. Los puntos indican los valores medios, mientras que las barras indican la dispersión.. En el primer ítem podemos ver que los alumnos no han tenido demasiada dificultad para instalar JAVA y utilizar las aplicaciones. En particular, cuando los alumnos tuvieron alguna dificultad para instalar JAVA se les atendió personalmente hasta resolver su problema.



Los ítems que van del 2 al 8 se refieren a las aplicaciones. Podemos ver que los alumnos están contentos de cómo las aplicaciones les ayudan a comprender la teoría cuántica.

El ítem número 9 se refiere a la implicación de los alumnos visitando Moodle con frecuencia. Podemos ver que este es el ítem peor valorado, de modo que los alumnos son totalmente conscientes de que tenían que haberse implicado más y visitar con más frecuencia el Moodle. En cualquier caso, el valor medio está aproximadamente en 7.

El ítem 10 se refiere al desarrollo del protocolo y se puede ver que la experiencia ha sido positiva.

Finalmente, los ítems que van del 11 al 14 se refieren a las visitas. Podemos ver que los alumnos están contentos con las visitas realizadas. La visita mejor valorada ha sido la del Centro Nacional de Aceleradores, si bien no hay una gran diferencia entre las visitas.

9. Bibliografía

- Francisco Esquembre, Ernesto Martín, Wolfgang Christian y Mario Belloni. “FISLETS. Enseñanza de la Física con Material Interactivo”, Ed. Pearson Prentice Hall.
- Francisco Esquembre. “Creación de simulaciones interactivas en JAVA. Aplicación a la enseñanza de la Física”. Ed. Pearson Prentice Hall.

Lugar y fecha de la redacción de esta memoria

Córdoba a 9 de octubre de 2008

Firmado: José Ignacio Fernández Palop Rut Morales Crespo Jerónimo Ballesteros Pastor