



MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS  
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE  
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD  
XI CONVOCATORIA (2009-2010)



❖ **DATOS IDENTIFICATIVOS:**

*Título del Proyecto*

**LABORATORIO VIRTUAL PARA EL ESTUDIO DE LA PROPAGACIÓN DE PULSOS EN FIBRAS ÓPTICAS**

**Resumen del desarrollo del Proyecto**

En este proyecto se ha puesto en práctica el uso de las nuevas tecnologías en el estudio de la modelización y simulación de la propagación de pulsos en fibras ópticas. Se ha completado la formación teórico-práctica en un tema de interés prioritario en el campo de comunicaciones ópticas para los alumnos/as que cursan la asignatura obligatoria “Ampliación de Óptica” perteneciente al cuarto curso de la Licenciatura en Física.

Siguiendo las recomendaciones del Informe CIDUA, se programaron seminarios de gran grupo, con contenidos más teóricos, y sesiones en grupos de trabajo más pequeños en los que se llevaron a cabo simulaciones tutorizadas mediante las que los alumnos/as centraron su acción formativa en el estudio de las características físicas de las transmisión de pulsos de luz por fibras ópticas. En el desarrollo de los mismos los alumnos/as han podido construir su propio conocimiento sobre los efectos lineales y no lineales que influyen en estos sistemas y ello les ha permitido alcanzar las competencias propias que se derivan de un aprendizaje constructivo y así alcanzar los objetivos propuestos en la guía docente de la asignatura.

**Coordinador/a:**

<b>Nombre y apellidos</b>	<b>Código del Grupo Docente</b>	<b>Departamento</b>
<b>Antonio Dengra Santa-Olalla</b>	<b>082</b>	<b>FÍSICA</b>

**Otros participantes:**

<b>Nombre y apellidos</b>	<b>Código del Grupo Docente</b>	<b>Departamento</b>
<b>Antonio Ortiz Mora</b>	<b>082</b>	<b>FÍSICA</b>

**Asignaturas afectadas**

<b>Nombre de la asignatura</b>	<b>Área de Conocimiento</b>	<b>Titulación/es</b>
<b>Ampliación de Óptica</b>	<b>Física Aplicada</b>	<b>Física</b>

## **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.)

El nuevo paradigma docente que establece la incorporación de la Universidad al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) plantea la necesidad de redefinir las técnicas docentes y adaptarlas a la realidad universitaria actual según plantea el Real Decreto 1397/2007 de 29 de Octubre de 2007, y por lo tanto aplicar de manera coherente y optimizada la acción formativa para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje a través del trabajo de los alumnos/as..

Esta recomendación, junto con las que plantea el Informe de la Comisión para la Innovación Docente en las Universidades Andaluzas (CIDUA) lleva a la necesidad de modificar los planteamientos educativos y hacer especial énfasis en las habilidades y desarrollo de competencias que los alumnos deben adquirir durante su proceso de aprendizaje. Por lo tanto es necesario estructurar el contenido y la metodología de las materias para cuantificar el trabajo del alumno en sus diversas facetas, sobre todo a través del desarrollo de actividades y trabajos, individuales y grupales, con la colaboración guiada del profesor/tutor.

En cursos anteriores el profesorado de la asignatura Ampliación de Óptica de cuarto curso de la Licenciatura en Física comenzó a trabajar en este sentido. Ya empezamos a desarrollar algunas sesiones de seminario con las que motivar e intentar introducir a los alumnos/as en el campo de las comunicaciones por fibra óptica, que aparecía en la última parte del temario. De esta manera se planteó la posibilidad de darle forma metodológica y desarrollar sesiones teórico- prácticas, en gran grupo y pequeño grupo, con las que cubrir aspectos más completos de la formación de nuestros alumnos/as en esta área de conocimiento.

Así planteamos a nuestros alumnos/as de cuarto curso el uso del **AULA VIRTUAL** y la realización de prácticas tutorizadas de simulación relacionadas con los fenómenos físicos que se estudiaban en la asignatura lo que les permitió profundizar en el contenido de la materia y en las técnicas informáticas y gráficas necesarias para ello.

La justificación de nuestro trabajo planteó como aspectos más importantes los siguientes:

- La mejora de la competencia del trabajo en equipo realizando actividades en pequeños grupos de simulación de propagación de pulsos ópticos en distintos regímenes con la posterior discusión de resultados en el laboratorio.
- La interacción profesor-alumno como eje fundamental de cualquier acción formativa.
- El desarrollo y fomento de la utilización del Aula Virtual como herramienta metodológica de apoyo docente.
- La valoración del trabajo bien hecho a través de comunicaciones científicas a realizar tras cada sesión en forma de memoria donde se presenten los resultados.

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

Los objetivos que nos planteamos con este proyecto fueron:

- 1) Presentar un modelo de asignación de créditos compatible con el Sistema de Transferencia de Créditos Europeos para la asignatura de **Ampliación de Óptica**.
- 2) Desarrollar en los alumnos competencias y habilidades encaminadas a:
  - a) Adquirir destrezas en el campo de la simulación experimental.
  - b) Intensificar su motivación y capacidad de aprendizaje.
  - c) Potenciar el trabajo en equipo.
  - d) Mejorar la capacidad de búsqueda y selección de información así como de bibliografía.
- 3) Mejorar la calidad de enseñanza mediante el uso del AULA VIRTUAL para presentar protocolos y demás documentación de la asignatura de forma que se puedan elaborar materiales compatibles con el uso de la plataforma **Moodle** de la Universidad.

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

El desarrollo de la experiencia docente se llevó a cabo durante el primer cuatrimestre del curso 2009/2010. En las primeras sesiones se presentaron a los alumnos/as en gran grupo los contenidos propios de la descripción matemática y modelización de las líneas de fibra óptica. Se dedujeron las ecuaciones de propagación, se presentaron los efectos físicos más importantes que intervienen en la misma y el papel que por separado producen en la transmisión de distintos tipos de pulsos luminosos. A continuación se dividieron a los alumnos/as en pequeños grupos. Se les pidió una búsqueda bibliográfica sencilla y a cada uno de ellos se les asignó realizar el análisis específico de cada uno de esos fenómenos físicos (dispersión, automodulación de fase, efectos de ganancia y pérdidas, etc). El resultado de este trabajo se expuso ante el resto del grupo-clase junto con la resolución de problemas que se plantearon a los alumnos en la plataforma Moodle del AULA VIRTUAL.

En sesiones posteriores se dividieron a los alumnos/ as por parejas y se les dio a conocer un software específico de simulación de propagación que manejaron siguiendo los resultados de los resultados de las sesiones anteriores. En su trabajo se incidió de manera especial en los siguientes aspectos:

- a. La aplicación correcta del método científico.
- b. El tratamiento analítico y gráfico adecuado de las simulaciones.
- c. La discusión realista de resultados.

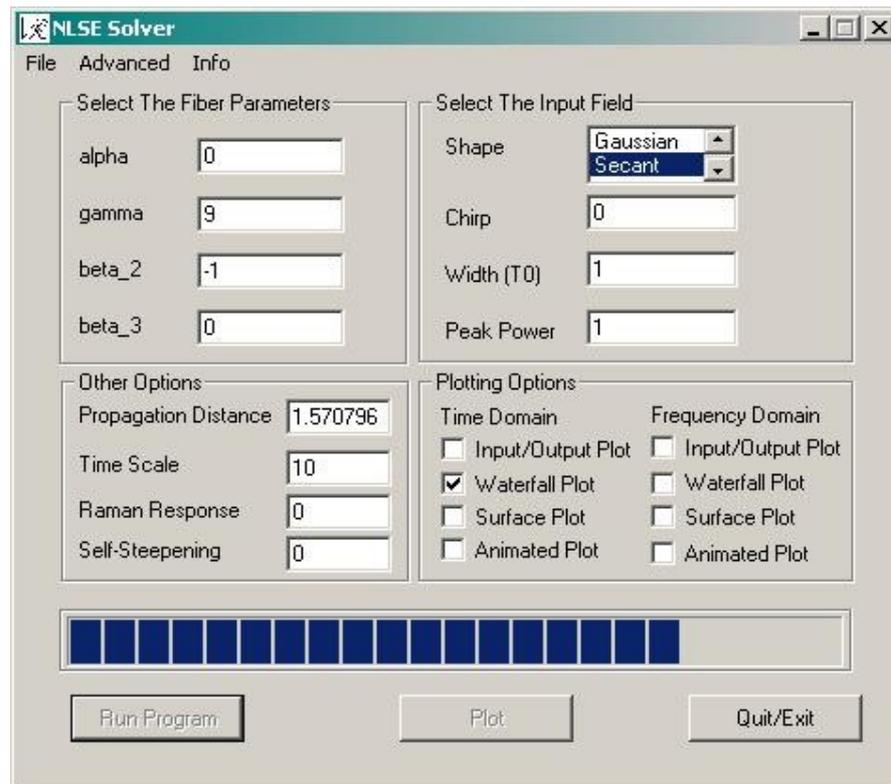
En una última fase los alumnos/as pudieron acudir al laboratorio de Óptica Aplicada para comprobar cualitativamente, utilizando un sencillo montaje, el efecto de la no linealidad de algunos materiales al paso de un haz de luz por ellos. Aquí contamos con un hardware específico que complementa al software de simulación utilizado en sesiones anteriores.

Como resultado de estas prácticas, cada grupo presentó un informe final con el formato que debe utilizarse en comunicaciones científicas y así se completó la competencia de

transmisión correcta de resultados experimentales y de simulación. Estos trabajos quedaron a disposición del resto de los alumnos/as utilizando los recursos de la plataforma virtual de la Universidad.

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

La metodología utilizada estuvo adaptada a la realización de las prácticas de simulación, para lo cual se reelaboraron materiales en forma de apuntes y presentaciones por parte del profesorado y se adaptaron a grupos de docencia. Otro material utilizado ha sido el software específico **NSLE Solver** © del cual se facilitó a los alumnos/as un manual de uso. Todo este material se puso a disposición del alumnado a través de la plataforma Moodle.



**Fig.1** Aspecto del entorno de simulación

Las simulaciones fueron realizadas siguiendo un protocolo de prácticas que permitió a los alumnos/as comprobar el efecto de los distintos efectos físicos que experimentan los pulsos ópticos en su propagación por las líneas de fibra óptica. Mediante el desarrollo de los experimentos numéricos llegaron a comprender dichos efectos y a conectar los parámetros empleados con los valores reales que se utilizan en los sistemas de comunicaciones ópticas instalados en la actualidad.

En las sesiones de presentación de resultados se siguió una metodología de preguntas abiertas en grupo en la que los alumnos/as planteaban cuestiones que se discutían en común y daban lugar a la formulación de problemas que se resolvían primero desde un punto de vista cualitativo para con posterioridad realizar las correspondientes simulaciones y obtener las soluciones numéricas correspondientes.

Para las comunicaciones finales se les facilitó a los alumnos/as el uso de bibliografía y se les indicó los métodos más sencillos de presentación de resultados científicos con manejo de la información numérica y gráfica.

La evaluación se realizó en tres fases: una primera de autoevaluación del trabajo personal del alumno/a, una segunda de comentario en común de la labor desarrollada en pequeño grupo de prácticas durante la realización de las simulaciones y finalmente una valoración cuantitativa de las comunicaciones finales presentadas. La evaluación obtenida se tenía en cuenta para la correspondiente calificación final de la asignatura.

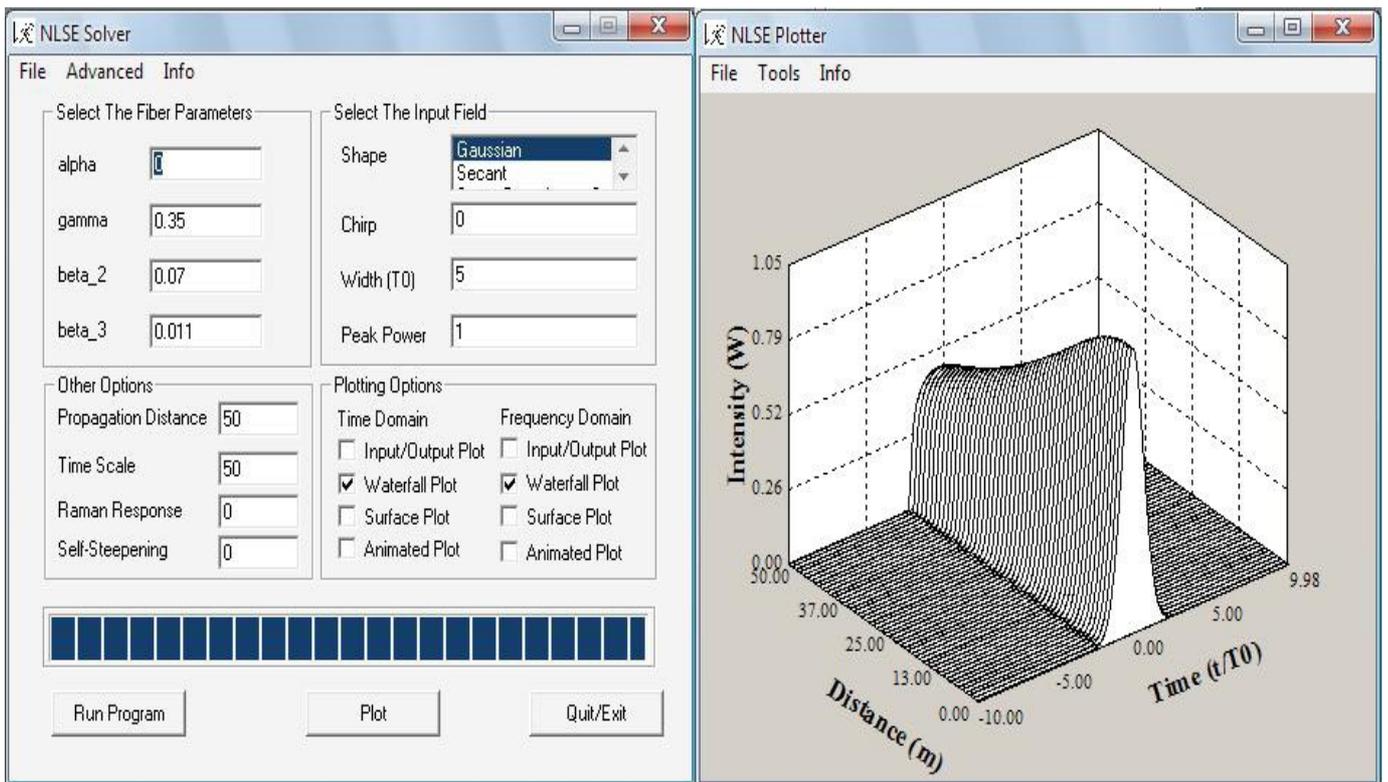
## 5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso

Las distintas actividades realizadas en esta experiencia pedagógica llevaron a resultados de simulación que fueron discutidos en grupo. La secuencia de las mismas fue:

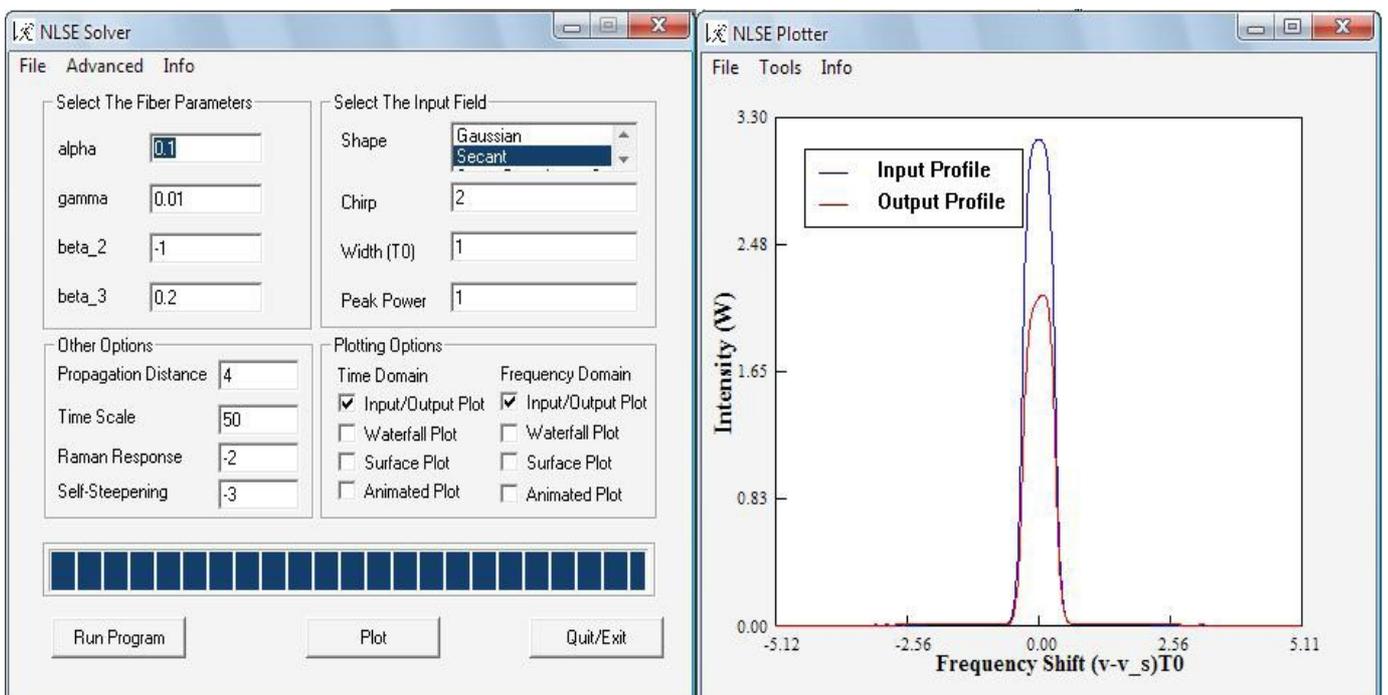
Actividad	Descripción
1.- Actividad de inicio.	Familiarización con el entorno de software y realización de algunas pruebas de simulación para valores arbitrarios y formas distintas de los pulsos.
2.- Actividad de análisis de parámetros de propagación.	Para diferentes valores de la potencia de pico de los pulsos, tuvieron que estudiar el distinto comportamiento de pulsos gaussianos y pulsos secante hiperbólica con valores del término de pérdidas distinto de cero, parámetro no lineal no nulo y dispersión de segundo orden. Tuviron asimismo que analizar el efecto del parámetro chirp que se explicó en las sesiones introductorias.
3.- Actividad de estudio de términos de orden superior.	Se les pidió que en regímenes determinados (pérdidas nulas) estudiaran y discutieran el distinto efecto que producen los efectos no lineales de orden superior sobre distintos tipos de pulsos con anchuras temporales distintas.
4.- Actividad de simulación de tendidos de líneas de comunicación óptica.	Les propusimos investigar con ayuda de la bibliografía los valores de los parámetros más adecuados en los sistemas de fibra óptica instalados en la realidad.

**Tabla 1.-** *Actividades del proyecto de simulación y descripción*

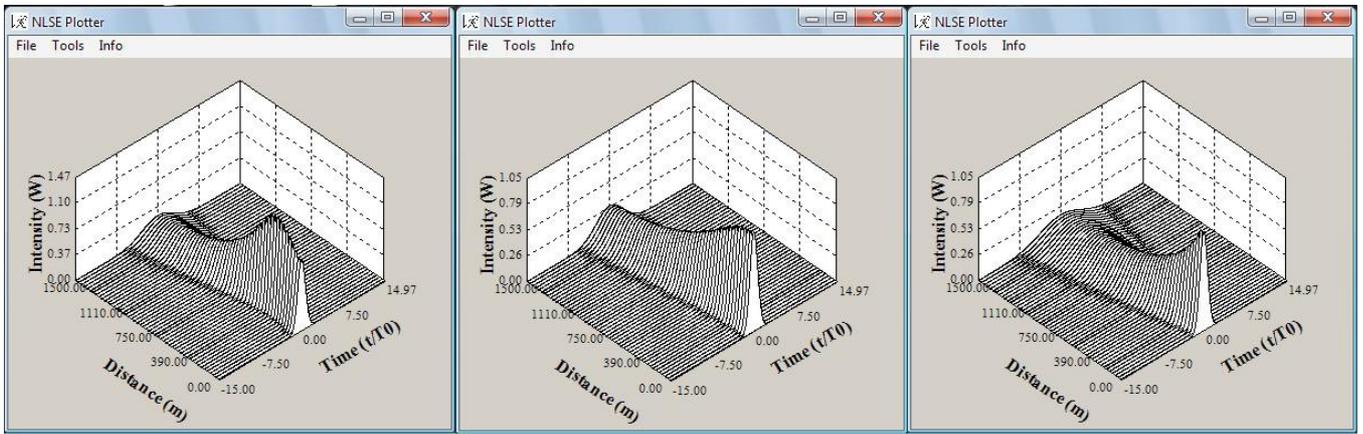
De todas estas actividades se obtuvieron una serie de resultados que fueron discutidos y de los que aquí podemos visualizar algunos ejemplos:



**Fig. 2** Resultados de simulación para pulsos gaussianos

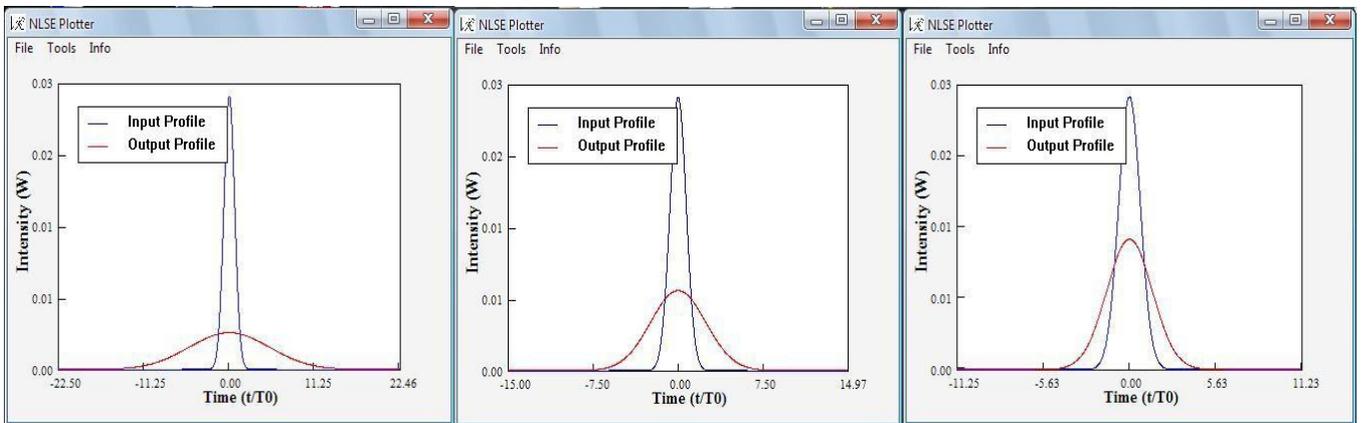


**Fig.3** Resultados de simulación para pulsos tipo secante hiperbólica



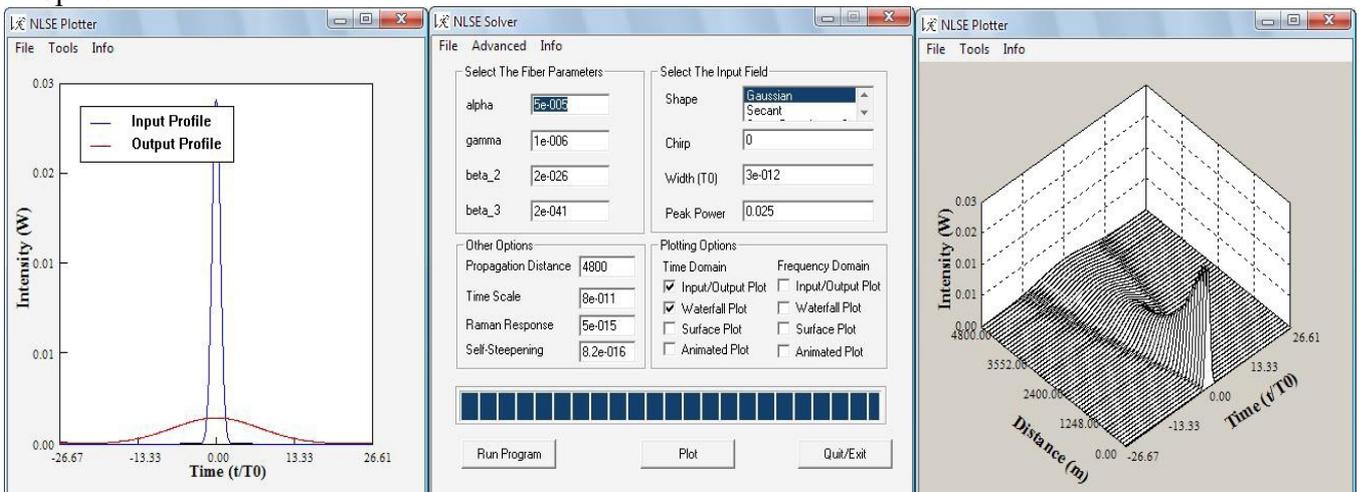
**Fig 4** Efectos del chirp inicial (-1,0 y 1) para pulsos gaussianos.

En los comentarios que se hicieron de esta actividad se estudiaron de forma pormenorizada la importancia de esos parámetros en las propagaciones de los diferentes tipos de pulsos (compresión de pulsos, estrechamientos temporales, potencias de pico, etc)



**Fig. 5** Efectos de la dispersión para pulsos gaussianos con distintas anchuras temporales.

En la propagación de pulsos ópticos a grandes distancias tuvieron la oportunidad de deducir la necesidad de la amplificación al no poder eliminar las pérdidas inherentes a la fibra óptica



**Fig. 6** Propagación de un pulso a largas distancias con parámetros reales de los tendidos de fibra óptica

Todo este material elaborado se puso a disposición de los alumnos/as a través de la plataforma virtual Moodle de la Universidad.

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

La experiencia desarrollada ha sido útil y satisfactoria. Nos ha servido al profesorado para ensayar la nueva metodología docente que impone el EEES, buscando sobre todo la mayor implicación del alumno/a en su proceso de aprendizaje. El informe CIDUA recomienda un mayor uso de la TICs y el planteamiento docente seguido durante este proyecto ha contribuido a ello de manera importante, lo que redundará de forma significativa en un mayor nivel de autoaprendizaje y autoevaluación por parte de los alumnos/as. También tiene utilidad para trasladar un modelo de asignación de créditos compatible con el sistema de transferencia de créditos europeos en una asignatura cuatrimestral como es esta, permitiendo distribuir contenidos y temporalizar las sesiones de grupo grande y grupo pequeño.

Creemos que su utilidad también sería reseñable para otras asignaturas que contaran entre sus contenidos con temas en los que tratar problemas abiertos, para los que se podría disponer de un software de simulación u otra herramienta similar, sin más que elegir adecuadamente la temporalización de las sesiones y adaptar el método de trabajo.

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

Como aspecto negativo durante esta experiencia docente debemos referirnos a la dificultad encontrada por los alumnos/as en las sesiones cuando sus fechas estaban próximas a la realización de exámenes cuatrimestrales de otras asignaturas. Se quejaban del exceso de trabajo que se les exigía, lo que restaba motivación y rendimiento en su desarrollo.

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

Consideramos que los resultados obtenidos satisfacen en gran medida los objetivos propuestos. Los alumnos/as valoraron positivamente esta experiencia, destacando el hábito de trabajo en grupo al resolver problemas abiertos y la acción de tutorización del profesorado en la preparación de un informe científico.

Un aspecto importante es el de la planificación de las actividades para lo cual debe analizarse la carga de trabajo que se le exige al alumno/a con el fin de no desmotivarlo ni que pierda interés. Estos trabajos deben entenderse como un complemento a su formación y contribuyen fundamentalmente al desarrollo de competencias de carácter general y específico de la titulación que cursan. Desde nuestro punto de vista una adecuada coordinación con el resto del profesorado de otras materias daría un valor añadido a la transversalidad de algunos contenidos y reforzaría la implicación del alumnado en su propio aprendizaje.

## **9. Bibliografía**

- Nonlinear Fiber Optics . G.P. Agrawal  
Academic Press (2001)
- Applications of Nonlinear Fiber Optics. G.P. Agrawal  
Academic Press (2001)
- Supercontinuum Generation in Optical Fibers, A. Dudley  
Academic Press (2010)
- NLSE-Solver User Guide.  
University of Rochester (2004)
- Informe para la Innovación de la Docencia en las Universidades Andaluzas  
(CIDUA) (2005)

### **Lugar y fecha de la redacción de esta memoria**

Córdoba 22 de Septiembre de 2010