

# **Canvis en la metodologia docent i l'avaluació de l'assignatura 'Òptica' de l'ensenyament de Física**

Grup d'innovació docent en Òptica Física i Fotònica  
Departament de Física Aplicada i Òptica.  
Universitat de Barcelona. Diagonal 647. 08028 Barcelona

## **Resum**

En aquesta comunicació presentem l'experiència d'impartir un curs d'Òptica per a estudiants de primer cicle de Física, utilitzant programes de simulació i recursos multimèdia desenvolupats pel nostre grup d'innovació docent per a aquest efecte. Es canvien parcialment les formes d'impartir la docència, el mètode d'avaluació i la forma de treballar dels alumnes, amb l'objectiu d'afavorir una millor adquisició de coneixements. Això ha de reportar una millora detectable en el rendiment acadèmic.

**Paraules clau:** Òptica Física, aprenentatge amb recursos multimèdia, applet java

## **1. Objectius**

En aquesta comunicació es presenta l'experiència d'impartir el curs d'òptica (assignatura troncal de quart semestre) de la Llicenciatura de Física mitjançant la utilització de programes de simulació i recursos multimèdia. Aquest és el tercer curs acadèmic en el que s'apliquen mètodes docents basats en TIC y el primer en el que aquesta metodologia s'aplica en tots els alumnes de l'assignatura. L'objectiu de la innovació consisteix en la introducció de canvis en l'activitat docent, l'avaluació i en la forma de treballar de l'alumnat de manera que s'obtingui una millor comprensió i adquisició de coneixements. Això s'ha de traduir en una millora detectable dels resultats acadèmics. En aquest treball es mostra el material desenvolupat i es presenten resultats preliminars sobre el rendiment dels alumnes.

## **2. Metodologia docent**

L'assignatura troncal Òptica s'estudia en el quart semestre de la Llicenciatura de Física, amb una càrrega lectiva de 9 crèdits, que suposen 4 hores de classe de teoria i 2 de problemes cada setmana. Aquesta assignatura s'imparteix en cadascun dels dos semestres del curs acadèmic i en cada un s'ofereixen dos grups: un de matí, amb una matricula mitjana de 100 alumnes i un de tarda, d'uns 30 alumnes.

En aquest curs acadèmic, tres de les quatre classes de teoria s'imparteixen en una aula convencional, seguint el mètode tradicional basat en les explicacions del professor. El dia restant de teoria s'imparteix habitualment en una aula d'informàtica (malgrat en algunes ocasions s'utilitza per fer petites demostracions experimentals a l'aula). Cada ordinador és compartit per dos estudiants. El professor proposa exercicis relacionats amb la teoria explicada a classe en els darrers dies i els alumnes intenten resoldre'ls utilitzant els materials del Curs d'Òptica en Java (JOC). Aquests es poden trobar a la URL <http://www.ub.edu/javaoptics>. Les altres dues hores de l'assignatura es reserven a la discussió de problemes.

Tots els components d'aquest curs han estat desenvolupats pel personal del Grup d'Innovació Docent en Òptica Física i Fotònica de la UB, a càrrec de diversos projectes d'Innovació del PMID, de l'ICE i de la Direcció General d'Universitats de la Generalitat. A més dels apunts de l'assignatura (en format PDF i html), s'han implementat un conjunt d'aplicacions que permeten simular numèricament la física de gran part de la matèria que s'exposa al llarg del curs. Això permet completar les classes magistrals ja que els alumnes experimenten amb els conceptes, mitjançant l'ús d'aquests programes. S'han escrit utilitzant el llenguatge Java, a causa de la seva adaptabilitat a l'entorn de xarxa i la possibilitat de ser executats independentment de la plataforma utilitzada. L'ús d'aquest llenguatge permet, a més, l'elaboració d'entorns gràfics que faciliten la interacció dels estudiants amb el programa.

Durant el curs acadèmic 2004-2005, s'han introduït petits canvis en el treball dels estudiants i la valoració de l'assignatura. Fins ara, els estudiants s'havien d'enfrontar a un examen final únic. Enguany es condiona una part de la nota a l'avaluació continuada (20%). Al llarg del curs, els alumnes han de resoldre i presentar en dates concretes quatre exercicis d'una certa dificultat. Dos són problemes convencionals (similars als que es proposen als exàmens) i la resta, qüestions complertes que s'han de resoldre amb l'ajut del programari del JOC. L'examen val un 80% del total. Aquest, consta de dues parts: teoria i problemes. La nota de la prova s'obté fent la mitjana ponderada de totes dues parts, tenint present que la part de problemes rep més valoració.

En el futur, i en funció de l'experiència, l'equip de professors del Grup podríem considerar la possibilitat d'incrementar substancialment el pes de l'avaluació continuada front l'examen final.

Els alumnes són enquestats al final de cada semestre per tal d'obtenir informació sobre l'adequació del mètode d'avaluació i la incidència de les tasques proposades (exercicis informàtics i problemes) en el nombre d'hores de treball personal. Aquesta informació és important de cara a preparar la transició vers el crèdit ECTS.

### **3. El Curs d'Òptica en Java**

La figura 1 mostra la pantalla de presentació del *Curs d'Òptica en Java* (JOC). El continguts són accessibles en castellà, català i parcialment en anglès. Els continguts són d'accés lliure i estan protegits sota una llicència Creative Commons – Universitat de Barcelona.

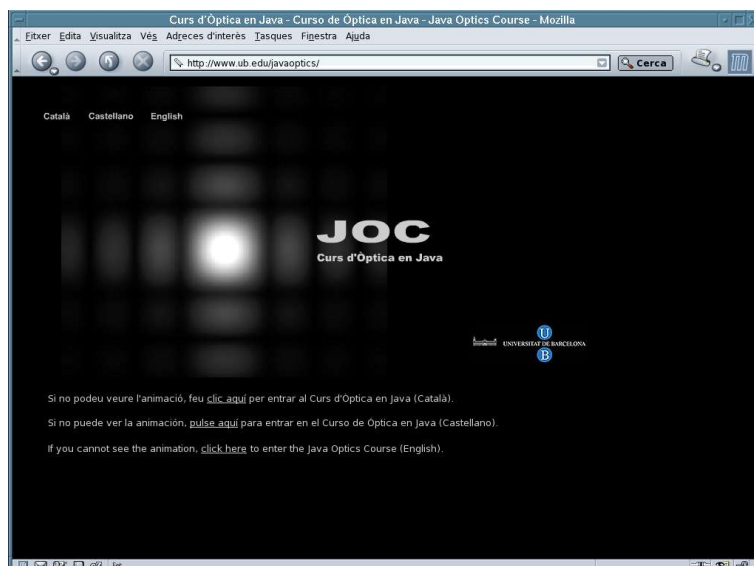


Figura 1: pantalla d'accés

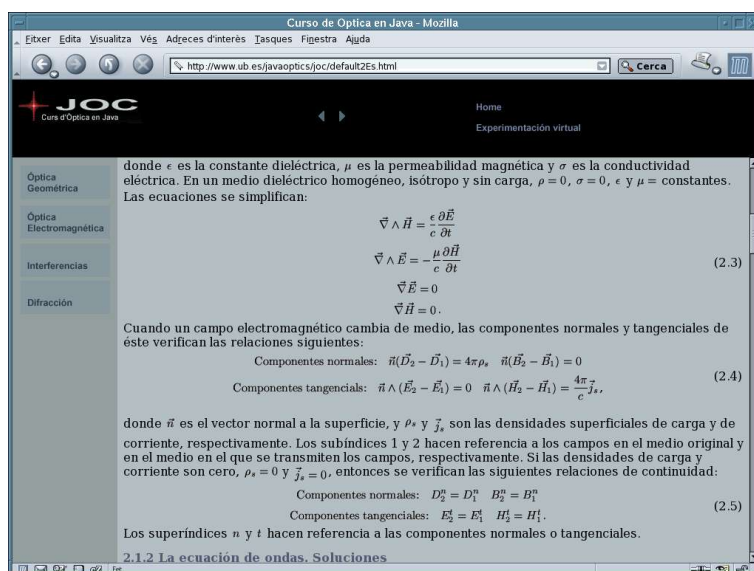


Figura 2: hipertext d'òptica

La figura 2 presenta una pantalla amb apunts del curs. Les explicacions es complementen amb la utilització de programes de simulació. Aquests programes són elaborades implementacions numèriques de la física associada als problemes que s'analitzen en el curs. Compten amb un entorn gràfic que fa atractiva la seva utilització. En total s'han desenvolupat deu programes i en aquest moment s'estan escrivint sis més. Els programes s'han en Java. S'utilitza aquest llenguatge per la seva adaptabilitat a l'entorn de la xarxa i ser independent de la plataforma utilitzada (sistema operatiu). En aquest moment, els programes cobreixen un 60-70 % del temari de l'assignatura. Una explicació més detallada dels recursos disponibles es pot trobar a les referències [1-5]. Les avantatges d'utilitzar aquests programes consisteixen en donar una visió dinàmica de les equacions i la comprensió dels fenòmens físics es fa més senzilla. Tots els programes compten amb una documentació que descriu el seu ús, tant des del punt de vista de l'usuari, com de la física que il·lustra el programa.

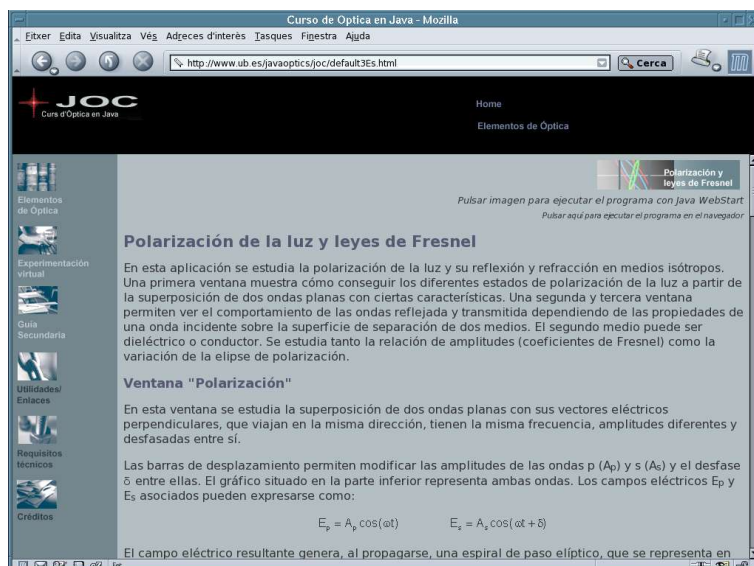


Figura 3: documentació del programa de simulació

La figura 3 mostra una pantalla amb la documentació del programa 'Polarització de la llum i lleis de Fresnel'. Al seleccionar el botó corresponent, s'arranca el programa, que es mostra a la figura 4. Finalment, a la figura 5, observem el programa 'Interferències de Young'.

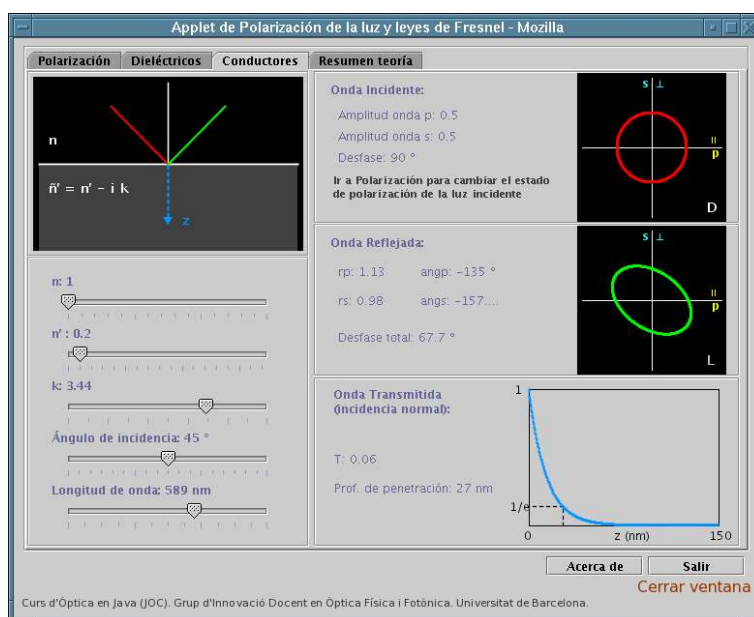


Figura 4: programa de simulació de la polarització de la llum

## 4. La opinió dels alumnes

Els alumnes són enquestats al finalitzar el semestre de tardor i abans de fer l'examen. S'han rebut 46 enquestes sobre un total de 107 matriculats (43%). D'aquests 46, 29 alumnes fan l'assignatura per primera vegada i 17 són repetidors. Hem comprovat que els alumnes que han contestat acudeixen a la totalitat de les 6 classes setmanals que té l'assignatura.

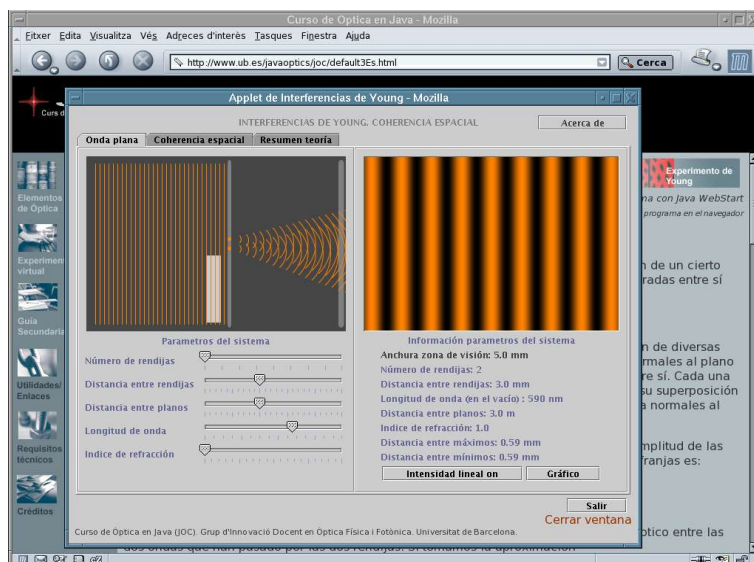


Figura 4: programa de simulació de l'experiment de Young

La taula adjunta mostra una versió simplificada del qüestionari que s'ha passat als alumnes. Les qüestions 4 a 15 s'interpreten considerant que 10 vol dir complert acord amb l'enunciat i 0 absolut desacord.

1	Preferiries fer l'assignatura en format semipresencial (S/N)?	11% sí 89% No
2	Quantes hores d'estudi dediques a la setmana per estudiar l'assignatura?	5.7
3	Quantes hores has dedicat a resoldre l'exercici proposats?	16.0
4	He rebut prou informació sobre el mètode d'avaluació (0-10)	7.5
5	L'alumne ha de poder escollir si prefereix fer un únic examen o ser valorat per altres conceptes (0 -10)	8.3
6	Personalment prefereixo fer només un examen final (0 -10)	2.4
7	L'examen ha de comptar molt més que els altres treballs que es proposin (0 -10)	4.6
8	S'ha de poder aprovar l'assignatura només amb treballs (0 -10)	4.6
9	El nombre de treballs (2 applets i 2 problemes) és adequat pel pes que tenen en l'avaluació de l'assignatura (0 -10)	6.0
10	El temps dedicat a resoldre els exercicis és excessiu pel seu pes en la nota (0 -10)	6.0
11	He rebut prou informació sobre com utilitzar els applets(0 -10)	7.3
12	Fent servir els applets se n'aprèn més que amb altres mètodes (0 -10)	7.1
13	Fent servir els applets he entès millor els conceptes (0 -10)	7.6
14	La col·laboració dels professors m'ha estat d'ajuda per resoldre els problemes proposats (0 -10)	6.9
15	Estic satisfet del meu treball a l'assignatura (0 -10)	7.0

El resultat de l'enquesta admet la següent interpretació preliminar:

- Els alumnes majoritàriament prefereixen seguir l'assignatura en format convencional presencial.
- El seu ritme d'estudi és de quasi 6 hores setmanals (seria aconsellable 9 hores)
- La dedicació als exercicis de fora l'aula és de 16 hores. Aquesta és una dada d'interès per fer valoracions en termes ECTS. Els alumnes consideren que han

treballat massa pel valor que tenen a la nota els exercicis.

- La informació del mètode d'avaluació ha arribat clarament als alumnes.
- Els alumnes valoren ser avaluats per diferents conceptes.
- Coneixen la mecànica dels programes i els professors els han ajudat prou. Han après més física fent servir els applets. En general, estan satisfets del seu rendiment a l'assignatura.

La informació obtinguda a partir del buidat de l'enquesta s'ha de complementar amb els resultats de l'examen final del mes de gener, que encara no estan disponibles.

## 5. Conclusions

La utilització de recursos multimèdia, i en particular, programes de simulació numèrica amb suport gràfic, es demostren com un medi eficaç per facilitar la comprensió de conceptes físics, basats, habitualment, en formalisme matemàtic. L'experiència d'impartir un curs de òptica utilitzant recursos desenvolupats expressament, està resultant molt positiva.

## Bibliografia

- [1] A. Carnicer et al. *An on-line applet-based course for undergraduate students*, 19th Congress of the International Commission for Optics (ICO XIX), Florencia (agosto 2002).
- [2] A. Carnicer, E. Martín-Badosa, R. Tudela, I. Juvells, *El Curso de Óptica en Java. Recursos en red para un curso presencial de Óptica Física*, IV Congreso de multimedia educativo, Barcelona (julio 2003).
- [3] A. Carnicer, I. Juvells, E. Martín-Badosa, R. Tudela, *Curso semipresencial de Óptica para estudiantes de Física*, XXIX Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física, Madrid (julio 2003).
- [4] A. Carnicer et al., *The Java Optics Course* <http://www.ub.edu/javaoptics>, Physics on stage 3, Noordwijk (noviembre 2003).
- [5] A. Carnicer et al., *Curso de Óptica Física basado en simulaciones numéricas multimedia*, 3r. Congreso internacional de docencia universitaria e innovación, Girona (julio 2004).

## Agraïments

Aquest treball està finançat pel Programa de Millora i Innovació Docent de la UB (projectes n. 11/III/MM-Eva/34/CARN i 2003GCID-UB/05), per l'Institut de Ciències de l'Educació de la UB (projecte REDICE-0104) i per la Direcció General d'Universitats de la Generalitat de Catalunya (projecte n. 2003MQD-00138).