

SANTANDER, 19-23 DE SEPTIEMBRE DE 2011

XXXII

21º  
Encuentro  
Ibérico para  
la Enseñanza  
de la Física

# Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física

tomo II

Didáctica e Historia de la Física y de la Química  
Divulgación de la Física  
Enseñanza de la Física (Encuentros Ibéricos)  
Mujeres en la Física

PUBliCan



Ediciones  
Universidad de Cantabria





**XXXIII Reunión Bienal**  
**de la**  
**Real Sociedad Española de Física**

**21.<sup>er</sup> Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física**





Reunión bienal de la  
Sociedad Española  
de Física

21º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física

**M.<sup>a</sup> Teresa Barriuso Pérez (Editora)**

**XXXIII Reunión Bienal**  
**de la**  
**Real Sociedad Española de Física**  
**21.<sup>er</sup> Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física**

**Santander, 19-23 de septiembre de 2011**

**RESÚMENES DE LAS COMUNICACIONES**

**[Tomo II]**

**DIDÁCTICA E HISTORIA DE LA FÍSICA Y DE LA QUÍMICA**

**DIVULGACIÓN DE LA FÍSICA**

**ENSEÑANZA DE LA FÍSICA (ENCUENTROS IBÉRICOS)**

**MUJERES EN LA FÍSICA**

**PUBliCan**



**Ediciones**

Universidad de Cantabria

Real Sociedad Española de Física. Reunión Bienal (33ª : 2011 : Santander)

XXXIII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física ; 21er Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física. -- Santander : PubliCan, Ediciones de la Universidad de Cantabria, 2011.

Reuniones celebradas en el Palacio de la Magdalena de Santander del 19 al 23 de septiembre de 2011.

ISBN 978-84-86116-40-8 (O.C.)

ISBN 978-84-86116-41-5 (T.1)

ISBN 978-84-86116-42-2 (T.2)

ISBN 978-84-86116-43-9 (T.3)

ISBN 978-84-86116-44-6 (T.4)

Física-- Congresos.

Física-- Didáctica-- Congresos.

Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física (21º : 2011 : Santander)

53(063)

53:37.02(063)

Esta edición es propiedad de PubliCan - EDICIONES DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Consejo Editorial de PubliCan - Ediciones de la Universidad de Cantabria:

Presidente: Gonzalo Capellán de Miguel

Área de Ciencias Biomédicas: Jesús González Macías

Área de Ciencias Experimentales: M.ª Teresa Barriuso Pérez

Área de Ciencias Humanas: Fidel Ángel Gómez Pérez

Área de Ingeniería: Luis Villegas Cabredo

Área de Ciencias Sociales: Concepción López Fernández y Juan Baró Pazos

Secretaría Editorial: Belmar Gándara Sancho

© Mª Teresa Barriuso Pérez (ed.)

© PubliCan - Ediciones de la Universidad de Cantabria

Avda. de los Castros, s/n. 39005 Santander

Tlfno. y Fax: 942 201 087

[www.libreriauc.es](http://www.libreriauc.es)

ISBN: 978-84-86116-40-8 (obra completa)

ISBN: 978-84-86116-42-2

DL: S. 1.171-2011

Impreso de España - *Printed in Spain*

Imprenta KADMOS

SALAMANCA

## **Saludo de la presidenta de la Real Sociedad Española de Física**

Esta Reunión Bienal es la primera que se celebra desde que asumí la Presidencia de la RSEF, en enero de 2010, como primera mujer que ocupa este cargo, dándose la circunstancia de que en este año 2011 se conmemora el año internacional de la mujer científica, al cumplirse 100 años de la concesión del Premio Nobel de Química a Madame Curie, por lo que para mí significa un reto importante la celebración de este Congreso que es tradicional en la RSEF desde su creación.

Ahora bien las Reuniones Bienales están concebidas como una cita donde se muestra parte de la actividad científica de nuestro país con un programa de actividades variado y de calidad científica alta, programados en sesiones plenarias y conferencias temáticas que son impartidas por autoridades científicas mundiales y en sesiones paralelas organizadas por los Grupos Especializados de la RSEF.

Este Congreso es una buena muestra de la actividad científica de nuestro país, con la participación de los físicos que trabajan en las diferentes áreas de conocimiento de esta disciplina y con la participación, y el deseo de que aumente cada año, de jóvenes científicos recientemente licenciados o doctorados.

Como es sabido España tiene ganado y reconocido un buen prestigio en la producción científica mundial, ya que la física es precisamente la ciencia que tiene el índice más alto en España en cuanto a reconocimiento internacional.

Además la RSEF tiene una marcada voluntad de futuro para adaptarnos a lo que requiere una Sociedad Científica del siglo XXI, para lo cual continuaremos con el compromiso de seguir potenciando la Física básica, su enseñanza, su investigación y su divulgación, luchando por el fortalecimiento en España del espacio que tiene la Física en el sistema de innovación de todos los países avanzados.

A la vez de la Reunión Bienal tendrá lugar el 21º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física celebrando reuniones y debates sobre diferentes temas relacionados con la docencia.

Este libro recoge los trabajos científicos presentados en las diferentes reuniones y debates llevadas a cabo en esta Reunión Bienal.

Por último quiero agradecer el trabajo llevado a cabo por todos los comités organizadores, así como a las instituciones públicas y privadas que han colaborado para organizar este congreso considerando el momento económico en que estamos inmersos.

Finalmente en nombre del Comité Organizador quiero daros la bienvenida a la bella y acogedora ciudad de Santander, y en especial en el marco excepcional del Palacio de la Magdalena, y desearos un interesante y fructífero Congreso

MARÍA DEL ROSARIO HERAS CELEMÍN

*Presidenta de la RSEF*





## Saludo del presidente del comité organizador

La XXXIII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física y 21º Encuentro Ibérico de Enseñanza de la Física se ha celebrado entre los días 19 al 23 de Septiembre de 2011, teniendo como sede el Palacio de la Magdalena de la ciudad de Santander.

A la presente edición se han presentado cerca de 400 comunicaciones que se han expuesto en quince simposios correspondientes a las diferentes disciplinas, así como el Encuentro Ibérico de Enseñanza de la Física. Además hemos contado con la presencia de autoridades mundiales en diferentes campos de la Física, que nos han presentado sus contribuciones en sesiones plenarias, abarcando desde los aspectos más fundamentales de la física fundamental y la cosmología a la nanotecnología, óptica, información cuántica, plasmas o aplicaciones médicas. Se ha completado con la enseñanza y la transferencia y divulgación científica. Además hemos contado con mesas redondas en temas de gran interés y coloquios multidisciplinares, diversas actividades divulgativas y festivas, así como las actividades propias de la RSEF.

Como Presidente del Comité Organizador quiero agradecer a todos los profesores invitados, a los ponentes y a todas las personas asistentes por su interés en las actividades de la RSEF. Quiero agradecer especialmente al Comité Local, constituido por personal científico de la Universidad de Cantabria, con quienes hemos preparado, con la inestimable ayuda de la RSEF y sus Grupos Especializados, la Universidad Internacional Menéndez y Pelayo, el CSIC y la propia Universidad de Cantabria, este programa de actividades variado y de calidad científica alta.

Como en anteriores ediciones, la afluencia ha sido muy sobresaliente, siendo particularmente gratificante la alta participación de jóvenes científicos recientemente licenciados o doctorados. Nuestra intención ha sido mantener este espíritu en la presente edición, destacando la relación con la Sociedad y debatiendo sobre el presente y futuro de la Física, tanto desde el punto de vista académico como de sus salidas profesionales. Esta edición coincide, además, con el año internacional de la mujer científica, al cumplirse 100 años de la obtención del Premio Nobel de Química, por parte de Mme. Curie. Queremos resaltar esta feliz coincidencia.

Quiero agradecer asimismo a todos aquellos que han colaborado a que la Bienal y el Encuentro Ibérico se haya realizado en un ambiente agradable y acogedor. Particularmente a la Agencia de Congresos Altamira, la empresa EDUCEX, la asistencia técnica de J.Molleda, a todo el personal del Palacio de la Magdalena y a todos los estudiantes que nos han ayudado a que las sesiones se celebren cómodamente. También quiero agradecer a Alberto Aguayo y al Teniente Coronel Berruezo, Jefe de la Yeguada Militar de Ibio, por su colaboración en la realización del experimento de las esferas de Magdeburgo.

Finalmente, agradecer a las entidades patrocinadoras y colaboradoras, el Ministerio de Ciencia e Innovación, el Gobierno de Cantabria, el Ayuntamiento de Santander, la Universidad de Cantabria, la Universidad Internacional Menéndez y Pelayo, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el proyecto Consolider Centro Nacional de Partículas, Astropartículas y Nuclear, el Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN), la editorial Reverte y la Fundación Española de Ciencia y Tecnología.

Recibid mi saludo más sincero

ALBERTO RUIZ JIMENO  
*Presidente del Comité Organizador*



## Comité de honor

- Su Majestad el Rey Don Juan Carlos I
- Excma. Sra. Ministra de Ciencia e Innovación
- Excmo. Sr. Ministro de Educación
- Excmo. Sr. Presidente del Gobierno de Cantabria
- Excmo. Sr. Secretario de Estado de Investigación
- Excmo. Sr. Secretario de Estado de Educación y Formación Profesional
- Excmo. Sr. Secretario General de Innovación
- Excmo. Sr. Secretario General de Universidades
- Excma. Sra. Directora General de Investigación y Gestión del Plan Nacional de I+D+i
- Excmo. Sr. Director General de Cooperación Internacional y Relaciones Institucionales
- Excmo. Sr. Rector de la Universidad Internacional Menéndez y Pelayo
- Excmo. Sr. Rector de la Universidad de Cantabria
- Excmo. Sr. Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas
- Excmo. Sr. Director General del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)
- Excma. Sra. Consejera de Educación del Gobierno de Cantabria
- Excmo. Sr. Vicerrector de Investigación y Transferencia del Conocimiento de la Universidad de Cantabria
- Excma. Sra. Vicerrectora de Ordenación Académica de la Universidad Internacional Menéndez y Pelayo
- Excmo. Sr. Director General de Universidades e Investigación del Gobierno de Cantabria
- Excmo. Sr. Presidente de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
- Excmo. Sr. Alcalde del Ayuntamiento de Santander
- Excma. Sra. Rosario Heras Celemin, Presidenta de la Real Sociedad Española de Física
- Excmo. Sr. Antonio Fernández-Rañada y Menéndez de Lurca, expresidente de la Real Sociedad Española de Física
- Excmo. Sr. Gerardo Delgado Barrio, ex-presidente de la Real Sociedad Española de Física
- Excmo. Sr. José Manuel Fernández de Labastida, Director Departamento Gestión Científica del “European Research Council”
- Excmo. Sr. Emilio Santos Corchero, Presidente de Honor de la Sección Local de Cantabria de la RSEFA

## Comité organizador

- Prof. D. Alberto Ruiz Jimeno (Presidente)
- Prof. D. Ernesto Anabitarte Cano (Secretario)
- Prof. D. Jaime Amorós Arnau (Coordinador Asuntos Económicos)
- Prof. D. Jesús Rodríguez Fernández (Coordinador Científico)
- Prof. Dña. M<sup>a</sup> Teresa Barriuso Pérez (Coordinadora Publicaciones)
- Prof. Dña. Mercedes López Quelle (Coordinadora Organizativa)
- Prof. D. Jose María Saiz Vega (Asesor)
- Prof. D. José Ignacio González Serrano (Coordinador Técnico)
- Prof. D. Saturnino Marcos Marcos (Coordinador Encuentro Ibérico)
- Prof. D. Luis Santiago Quindós Poncela (Asesor)



## Comité científico

- Prof. D. Jesús Rodríguez Fernández (Presidente)
- Prof. D. Luis Viña Liste (Presidente del Grupo Especializado de Física del Estado Sólido)
- Prof. D. José Manuel Udías Moinelo (Presidente del Grupo Especializado de Física Nuclear)
- Prof. D. Julián José Garrido Segovia (Presidente del Grupo Especializado de Adsorción)
- Prof. D. Luis Bañares Morcillo (Presidente del Grupo Especializado de Física Atómica y Molecular)
- Prof. D. Alberto Ruíz Jimeno (Presidente del Grupo Especializado de Física de Altas Energías)
- Prof. D. María Victoria Roux Arrieta (Presidente del Grupo Especializado de Calorimetría y Análisis Térmico)
- Prof. D. Luis Liz Marzán (Presidente del Grupo Especializado de Coloides-Interfases)
- Prof. D. Santiago García Granda (Presidente del Grupo Especializado de Cristalografía y Crecimiento de Cristalino)
- Prof<sup>a</sup>. Dña. Manuela Martín Sánchez (Presidente del Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química)
- Prof. D. Julio San Román del Barrio (Presidente del Grupo Especializado de Polímeros)
- Prof. D. Pedro Antonio Santamaría Ibarburu (Presidente del Grupo Especializado de Reología)
- Prof. D. Fernando Cornet Sánchez del Águila (Presidente del Grupo Especializado de Física Teórica)
- Prof. D. Jaime Amorós Arnau (Presidente del Grupo Especializado de Física de Termodinámica)
- Prof. D. José María Pastor Benavides (Presidente del Grupo Especializado de Enseñanza de la Física)
- Prof. D. Fernando Langa de la Puente (Presidente del Grupo Especializado de Nanociencias y Materiales Moleculares)
- Profra. Dña. Pilar López Sancho (Presidente del Grupo Especializado de Mujeres en la Física)
- Prof. D. Juan Manuel Rodríguez Parrondo (Presidente del Grupo Especializado de Física Estadística y No Lineal)
- Profra. Dña. Ana Ulla Miguel (Presidente del Grupo Especializado de Astrofísica)
- Prof. D. Adán Cabello Quintero (Presidente del Grupo Especializado de Información Cuántica)
- Prof. D. Carlos Hidalgo Vera (Presidente del Grupo Especializado de Física de Plasmas)
- Prof. D. Luíís Vázquez Martínez (Presidente del Grupo Especializado de Ciencias de la Vida)
- Prof. D. José Luis Casanova Roque (Presidente del Grupo Especializado de Física de la Atmósfera y del Océano)
- Prof. D. José Luis Muñiz Gutiérrez (Presidente del Grupo Especializado de Física Médica)



## **21º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física**

### **COMITÉ ORGANIZADOR**

- Dr. D. José María Pastor Benavides - Grupo Especializado Enseñanza de la Física (Presidente)
- Dr. D. Carlos Portela, Coordenador da Divisão de Educação da SPF y Prof. del centro ES Dr. Joaquim de Carvalho en Figueira da Foz (Portugal) (Vocal)
- Dr. D. Vitor Duarte Teodoro, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa (Portugal) (Vocal)
- Dra. D<sup>a</sup>. Carmen Carreras Béjar, UNED (España) (Vocal)
- Dr. D. Saturnino Marcos, Universidad de Cantabria (España) (Vocal)

### **COMITÉ CIENTÍFICO**

- Dra. D<sup>a</sup>. Verónica Tricio Gómez, Universidad de Burgos (España) - Vicepresidenta Grupo Especializado Enseñanza de la Física (Presidenta)
- Dr. D. Horácio Fernandes, Instituto Superior Técnico, Lisboa (Portugal) (Vocal)
- Dr. D. Jorge Valadares, Universidade Aberta, Lisboa (Portugal) (Vocal)
- Dra. D<sup>a</sup>. Paloma Varela Nieto, Universidad Complutense de Madrid (España) (Vocal)
- Dr. D. Ernesto Anabitarte, Universidad de Cantabria (España) (Vocal)

## **Instituciones colaboradoras**

- Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN)
- Gobierno de Cantabria
- Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP)
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
- Centro Nacional de Física de Partículas, Astropartículas y Nuclear (proyecto Consolider CPAN)
- Universidad de Cantabria (UC)
- Real Sociedad Española de Física (RSEF)
- Ayuntamiento de Santander





## Índice

<i>Saludo de la Presidenta de la Real Sociedad Española de Física.....</i>	<i>VII</i>
<i>Saludo del Presidente del Comité Organizador.....</i>	<i>IX</i>
<i>Comité de Honor.....</i>	<i>XI</i>
<i>Comité Organizador.....</i>	<i>XI</i>
<i>Comité Científico.....</i>	<i>XIII</i>
<i>Comités del 21º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física.....</i>	<i>XV</i>
<i>Instituciones Colaboradoras.....</i>	<i>XV</i>
<i>Programa general de la Bienal.....</i>	<i>XXIII</i>
<i>Conferenciantes invitados.....</i>	<i>XXV</i>

### Conferencias plenarias

<i>Electrons, Spins and Emerging Directions in Spintronics</i>	
A. Fer .....	3
<i>Graphene and its unique properties</i>	
F. Guinea .....	4
<i>The outreach programs for Physics and the inspired science education for High school teachers</i>	
C. Kourkouvelis .....	5
<i>Criticality in brain's physics and mind dynamics</i>	
D.R. Chialvo .....	6
<i>Optical technologies for quantum information processing</i>	
F. Sciarrino .....	7
<i>Fusion turbulent plasmas as complex systems</i>	
R. Sanchez.....	8
<i>Highlights from the Planck mission</i>	
J. A. Tauber .....	9
<i>Plasmonics: Achievements, trends, and challenges</i>	
F. J. García de Abajo .....	10
<i>Polarimetric study of the liquid crystal panels. Optimization for diffractive optics</i>	
M. J. Yzuel, J. Campos, A. Márquez, I. Moreno, J. Nicolás, A. Lizana, O. López- Coronado, C. Iemmi, J.A. Davis.....	12
<i>The Large Hadron Collider LHC: Entering a new era of fundamental science</i>	
R. Heuer .....	14

### Didáctica e Historia de la Física y de la Química

#### Conferencia Invitada

<i>Experimentum crucis vs. Éter en la física del siglo XIX y su vigencia en la enseñanza de la física en las EEMM</i>	
F. Sotres.....	17

## Didáctica e Historia de la Física y de la Química

*Cien años de superconductividad*

- R. Pascual, M. Martín, M<sup>a</sup> T. Martín, P. Escudero ..... 19

*Laboratorio para la medida de  $G$  y  $g$* 

- M.J. Santos, J.A. White, S. Velasco ..... 22

*Proyecto Trakhios: seguimiento óptico “low cost”*

- D. Menéndez Hurtado ..... 24

## Divulgación de la Física

*Bringing the astronomy to people with special needs*

- S. Martínez-Núñez, A. Ortiz-Gil, P. Blay, A.T. Gallego-Calvente, M. Gomez-Collado, J. C. Guirado, M. Lanzara ..... 29

*Condensador de placas paralelas: demostración interactiva en el aula de física*

- José Antonio Molina Bolívar, Cristóbal Carnero Ruiz ..... 31

*Demostración de un manto de invisibilidad acústica obtenido por diseño inverso*

- V. M. García-Chocano, L. Sanchis, A. Díaz-Rubio, J. Martínez-Pastor, F. Cervera, R. Llopis-Pontiveros, and J. Sánchez-Dehesa ..... 33

*Física recreativa made in Murcia*

- R. Garcia Molina, H. Pérez García ..... 35

*La Feria-Concurso “experimental”. Divulgación de la Física en la Enseñanza Media*

- Ch. Ferrer-Roca, A. Pons-Martí, M. V. Andrés ..... 37

*Patrones de flujo en un cilindro en rotación*

- R. Chicharro, A. Vázquez ..... 39

*Un detector sencillo de radioactividad*

- V. Pazyi, O. Rodríguez y J.L. Contreras González ..... 41

*Un taller de astronomía como actividad divulgativa con encuesta de satisfacción y valoración*

- A Márquez Mencía ..... 44

## Enseñanza de la Física (Encuentros Ibéricos)

*¿Estamos aprovechando el laboratorio en la enseñanza de la Física?*

- J. A. Espinosa, J. Blanco García ..... 49

*20 años de Encuentros Ibéricos para la Enseñanza de la Física*

- V. Tricio, C. Carreras, J.M.<sup>a</sup> Pastor y M. Yuste ..... 52

*A colaboraçã entre físicos espanhóis e portugueses no século xx*

- J.- Valadares ..... 54

*Analogías para el aprendizaje del modelo de circuito eléctrico y de los procesos de modelización en física*

- J.M<sup>a</sup> Oliva, A. Pontes ..... 56

*Aprender a desarrollar audiovisuales de contenidos educativos*

- A. Ezquerro ..... 58

*Aprendizagem significativa em Física: utilidade prática de uma boa teoria*

- J. Valadares ..... 60

*Cómo fabricar un Tubo de Rubens para la visualización de ondas acústicas Estacionarias*

- S. Iranzo, J.A. Monsoriu, M.H. Giménez, J.Q. Cuador, J.C. Castro-Palacio, F. Giménez ... 62

<i>Comparación de habilidades de razonamiento en estudiantes de Ingeniería. Cohorte 2009, 2010 y 2011</i>	
S.Seballos, C.Pérez de Landazabal .....	64
<i>Desarrollo de Materiales Docentes Interactivos para Asignaturas de Planes de Estudio en Extinción</i>	
F.J. Borondo, S. Caro, R. Dorado y R. M. Benito.....	66
<i>Desarrollo de materiales docentes virtuales para el estudio del efecto fotoeléctrico</i>	
I. Alados, E. Liger, J.M. Peula J.M. Vargas, A. Fernández .....	68
<i>Destrezas científicas de los estudiantes que ingresan en universidades de España e Iberoamérica</i>	
Mª C. Pérez de Landazábal y J.Mª Otero y Grupo ACCEM .....	70
<i>Determinación de la aceleración de la gravedad con una tarjeta de sonido</i>	
F.J. Abellán García, R.P. Valerdi-Pérez, J.A. Ibañez Mengual.....	73
<i>Determinación de la conductividad térmica de un material mediante la ley de Fourier</i>	
M. Ortuño, A. Márquez, S. Gallego, C. Neipp, A. Beléndez.....	76
<i>Dificultades de los problemas de Física en la interrelación Enseñanza Secundaria-Universidad</i>	
I. Brincones, F. Álvarez, J. J. Blanco, J. Blázquez, M. A. Hidalgo, J. M. Quero, J. M. Peco	78
<i>Difracción de luz a través de una pluma de ave</i>	
H. Pérez García, R. García Molina, C. D. Denton, I. Abril .....	80
<i>Diseño experimental y modelización de sistemas solares en ciencias físicas</i>	
M.Khayet .....	82
<i>Diseño, elaboración y validación de Videos Didácticos sobre Prácticas de Comunicaciones Ópticas</i>	
G. Martínez, A.L. Pérez, M.I. Suero F. Naranjo, P.J. Pardo.....	84
<i>Distintos mecanismos para la tutorización de asignaturas en extinción</i>	
A. Marrero-Díaz, A. Tejera, H. Alonso, M. Pacheco .....	86
<i>El Aula “Experimenta” de la Universidad de Valencia: iniciativas y reflexiones</i>	
Ch. Ferrer-Roca, A. Pons-Martí, M. V. Andrés .....	88
<i>El frasco de Mariotte: ese gran desconocido</i>	
A. Beléndez, M. Ortuño, A. Márquez, T. Beléndez, S. Gallego, E. Arribas .....	90
<i>El Proyecto Singular Estratégico-ARFRISOL Subproyecto 9 Fase b (Módulos Educativos)</i>	
I. Guerra, Mª C. Pérez de Landazábal y F. García Pastor .....	92
<i>El uso de la Vee epistemológica en la resolución de problemas de Física</i>	
J. Gil, F. Solano .....	94
<i>Enfoque reflexivo en la formación inicial del profesorado de Física de Enseñanza Secundaria</i>	
A. Pontes, J.Mª Oliva .....	96
<i>Enseñanza por compañeros en el laboratorio de Física</i>	
C. Prieto, J.C. Lozano .....	98
<i>Enseñanza práctica de interferometría “estelar”</i>	
M.A. Illarramendi, J. Zubia, R. Hueso, G. Aldabaldetrekue, G. Durana y A. Sanchez-Lavega.....	100
<i>Espejismos: Visualización mediante Experiencias en el Laboratorio y Realización de una Simulación Hiperrealista</i>	
M.I. Suero, A.L. Pérez, F. Naranjo, G. Martínez y P.J. Pardo.....	102

<i>Estudio comparativo de la eficacia de varios entornos de aprendizaje: simulaciones virtuales hiperrealistas, simulaciones esquemáticas y laboratorio tradicional</i>	
A.L. Pérez, G. Martínez, M.I. Suero, F. Naranjo P.J. Pardo .....	104
<i>Estudio cuantitativo de las ondas estacionarias producidas en una cuerda</i>	
E. Hurtado Santón.....	106
<i>Estudio del amortiguamiento en el péndulo de Pohl</i>	
G. Vergara, J.J. Miralles .....	108
<i>Estudio del movimiento de un punto material en un bucle por medio de un laboratorio Virtual</i>	
I. Salinas, M.H. Giménez, J.A. Monsoriu, A. Vidaurre y J. Riera .....	110
<i>Evaluación de competencias en un Laboratorio Virtual de Física</i>	
J. Ablanque, J. C. Losada, L. Seidel .....	112
<i>Evaluación del uso del cálculo diferencial en cinemática y en el aprendizaje Significativo</i>	
I.R. Sánchez Soto.....	114
<i>Explotación didáctica de las salidas extraescolares. Visita a un museo de ciencia.</i>	
E. C. López Díez, J.M. Pastor Benavides .....	117
<i>Física en la ciudad: alternativa al aprendizaje tradicional</i>	
J.A. Araque Guerrero .....	119
<i>FisL@bs: una red de laboratorios virtuales y remotos para la enseñanza de la Física en la UNED</i>	
L. de la Torre, R. Heradio, J. Sánchez-Moreno, S. Dormido, C. Carreras, P. Domínguez-García, M.M. Montoya, M. Pancorbo, J.P. Sánchez-Fernández, A. Willliart y M. Yuste .....	121
<i>GABINETE de Física 2.0</i>	
J. F. Gómez Lopera, A. Martín Molina, A. Schmitt, D. Bastos González, J. A. Martín Pérez, M. Á. Rodríguez Valverde, M. Tirado Miranda .....	123
<i>GITE-FOT: Innovacion tecnologico-educativa en Fisica, Óptica y Telecomunicaciones en la UA</i>	
A. Beléndez, M. L. Álvarez, E. Arribas, T. Beléndez, E. Fernández, J. Francés, R. Fuentes, S. Gallego, C. García, E. Gimeno, C. González, A. Hernández, A. Márquez, D. I. Méndez, A. Nájera, C. Neipp, M. Ortuño, C. Pascual, I. Pascual, M. Pérez-Molina, J. M. Villalba.....	125
<i>Hacia un plan de nivelación bajo estructura modular en Física</i>	
I. R. Sánchez Soto; P. A. Flores Paredes y R. A. San Martín Castro .....	127
<i>I Concurso Interuniversitario de Programación Científica en Python</i>	
P.M.G. Corzo, J. Duque, D. Fernández, D. Gómez-Ullate Oteiza, D.Menéndez Hurtado, F. Mon, P. Suárez.....	129
<i>Influencia de las prácticas experimentales en la evolución personal de los alumnos</i>	
D. Méndez, R. Medina.....	131
<i>La Edición Wikipedia y los nuevos roles en la Educación Superior</i>	
P.Mareca, V. Alcober .....	134
<i>La especialidad de Física y Química en el Máster de Formación del Profesorado de Enseñanza Secundaria</i>	
M. Yuste .....	136

<i>La MASA frente al PESO</i>	
E. Fernández, E. Jiménez, I. Solano .....	138
<i>La radiactividad y los falsos constructos</i>	
A. Tejera, M.A. Arnedo, H. Alonso, J.M. Gil, R. Rodríguez, J.G. Rubiano, P. Martel .....	140
<i>Laboratorio Virtual de Física mediante Easy Java</i>	
J.A. Gómez Tejedor .....	142
<i>Laboratórios remotos: trabalhos recentes e perspectivas para o futuro</i>	
H. Fernandes .....	144
<i>Misunderstandings in Thermodynamics</i>	
J. Anacleto .....	146
<i>Modelo mecánico de una fibra de cristal fotónico</i>	
A. Stevenson, E. Silvestre, D. Castelló-Lurbe, F. Beltrán-Mejía, P. Andrés y J. A. Monsoriu .....	147
<i>Observaciones radioastronómicas remotas para estudiantes con PARTNeR</i>	
J.A. Vaquerizo, J.S. Pérez, D. Cabezas .....	149
<i>Obtención de diagramas de esfuerzos en vigas</i>	
F. Giménez, A. Lapuebla, J.A. Monsoriu .....	151
<i>Plan de Acción Tutorial del Grado en Física en la Universidad de Granada</i>	
M. C. Carrión, E. Romera, J. I. Illana, A. Moncho, J. Torres, G. Alguacil, F. Cornet, E. Florido, P. Hurtado, M. L. Jiménez, J. M. Martín, M. Masip, J. I. Porras, E. Ruiz, D. P. Ruiz, I. Sánchez, F. de los Santos, E. Valero .....	153
<i>Práctica sobre la ley de Hooke en la red de laboratorios virtuales y remotos FisL@bs de la UNED</i>	
L. de la Torre, J. Sánchez, S. Dormido y J.P. Sánchez-Fernández .....	155
<i>Prácticas de electricidad en la red de laboratorios virtuales y remotos FisL@bs de la UNED</i>	
L. de la Torre, J. Sánchez-Moreno, M.M. Montoya, M. Pancorbo .....	157
<i>Prácticas de Óptica en la red de laboratorios virtuales y remotos FisL@bs de la UNED</i>	
J.P. Sánchez-Fernández, C. Carreras, M. Yuste y L. de la Torre .....	159
<i>Prácticas de Radiactividad en la red de laboratorios virtuales y remotos FisL@bs de la UNED</i>	
L. de la Torre, P. Domínguez-García y A. Willart .....	161
<i>Propuesta para la enseñanza de las energías renovables en la Educación Secundaria</i>	
V. Tricio Gómez, N. Arias Ávila .....	163
<i>Proyecto de Innovación Educativa “Vibraciones y ruidos” para la Enseñanza de la Física de Bachillerato</i>	
J. Martín, I. Escobar, J. Bermejo, A. J. Barbero, J. Solano, M. Olivares, P. Huertas .....	165
<i>Proyecto propedéutico no presencial de Física en primer curso de arquitectura e Ingeniería</i>	
J. Bonastre, Ll. Escoda, J. Farjas, J. Pérez-Losada, J. Planella, M. Soler .....	167
<i>Proyecto SPICE: Science Pedagogy Innovation Centre for Europe</i>	
D. Aguirre-Molina, A. Gras-Velázquez, C. Cunha .....	169
<i>Realización de Prácticas de Laboratorio mediante Simulaciones Hiperrealistas</i>	
F. Naranjo, G. Martínez, A.L. Pérez, M.I. Suero y P.J. Pardo .....	171
<i>Resultados de una experiencia de innovación docente y trabajo en grupo en Contaminación Atmosférica</i>	
R. Viloria, V. Tricio .....	173
<i>Sobre como los profesores evalúan la Competencia Científica</i>	
Mª P. Varela, Mª C. Pérez-Landazábal y J. Alonso-Tapia .....	175

<i>Tutorización de asignaturas en extinción adaptada al Espacio Europeo de Educación Superior</i>	
A. Marrero-Díaz, A. Tejera, M. Pacheco .....	178
<i>Un estudio sobre la enseñanza de la estructura física de la materia en Bachillerato</i>	
J.M. Cordobés, J.L. Legido, A.Ulla .....	180
<i>Una aplicación de la ecuación de continuidad. Tasa de vaciado de un depósito.</i>	
I. Escobar, M. Hernández, J. Martín, J. Bermejo, P. Huertas, A. J. Barbero .....	182
<i>Utilización de materiales multimedia en actividades realizadas por alumnos de Secundaria</i>	
M.C. Guillén Miró .....	184
<i>Validación de un cuestionario de conocimientos previos de mecánica para alumnos de Física de 1º de Bachillerato</i>	
L. M. Tobaja, J. Gil, F. Solano, P.Monfort .....	186
 <b>Mujeres en la Física</b>	
<i>Las aportaciones de las científicas y tecnólogas en los contenidos de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. Propuestas de inclusión.</i>	
A. Pons, A. López-Navajas, R. López, A. Marco .....	191
<i>Un programa de mentoría para científicas y tecnólogas</i>	
A. Peinado, L. Lobato, M.J. Yzuel .....	193
 <i>Índice de autores</i> .....	197

Programa general

	Lunes 19	Martes 20	Miércoles 21	Jueves 22	Viernes 23
09:30 - 10:30	Registro	Plenaria (F. Guinea)	Plenaria (F. Sciarrino)	Plenaria (J. Tauber)	Plenaria (R. Heuer)
10:30 - 11:00		Plenaria (C. Kourkoumelis)	Plenaria (R.Sanchez)	Plenaria (J.G. Abajo)	EPS L. Cifarelli
11:00 - 11:30					Coloquio socios
11:30 - 12:00	Inauguración	Café	Café	Café	Café
12:00 - 13:00	Plenaria (A. Fert)	Plenaria (D. Chialbo)	Plenaria (G. Mosca)	Plenaria (M.J. Yzuel)	Actos RSEF
13:00 - 14:00		Mesa redonda (Enseñanza)	EPJ (M. Bellantone)	Mesa redonda (Mujeres en Física)	Clausura
14:00 - 15:30	Comida	Comida	Comida	Comida	
15:30 - 20:00	Enseñanza Física	Enseñanza Física	Excursión	Enseñanza Física	
	F. de AA.EE. y F. Teórica	F. de AA.EE. y F. Teórica		F. de AA.EE. y F. Teórica	
	Spintrónica	Nanomateriales		Mujeres en Física	
	Física Médica	Física Médica		Materia Blanda	
	Didáctica e Historia	Inf. Cuántica		Inf. Cuántica	
	Física Nuclear	Física Nuclear		Multidisciplinar-Optica	
	Termodinámica	Termodinámica		Astrofísica y Plasmas	
	Exper. Divulgativa	Exper. Divulgativa		Exper. Divulgativa	
	Recepción			Cena bienal	
20:30					





## Conferenciantes invitados:

<p><b>Prof. Albert Fert</b> Premio Nobel Física, 2007 CNRS, Francia</p> <p><i>“Electrons, Spins and Emerging Directions in Spintronics”</i></p>	<p><b>Prof. Rolf Heuer</b> Director General CERN Suiza</p> <p><i>“The Large Hadron Collider LHC: Entering a new era of fundamental science”</i></p>
<p><b>Prof. Jan Tauber</b> Director Científico Misión PLANCK ESA, Países Bajos</p> <p><i>“Highlights from the Planck mission”</i></p>	<p><b>Prof. Dante R. Chialvo</b> UCLA, Los Angeles, California Universidad Nacional de Rosario, Argentina</p> <p><i>“Criticality in brain’s physics and mind dynamics”</i></p>
<p><b>Dr. Francisco Guinea</b> Investigador teórico en Física de Materia Condensada ICMM. CSIC. Madrid</p> <p><i>“Graphene and its unique properties”</i></p>	<p><b>Prof. María Josefa Yzuel Giménez</b> Vicepresidenta de la RSEF y Presidenta de la SPIE (International Society for Optics and Photonics). Universidad Autónoma de Barcelona</p> <p><i>“Polarimetric study of the liquid crystal panels. Optimization for diffractive optics”</i></p>
<p><b>Prof. Fabio Sciarrino.</b> Universidad “La Sapienza” de Roma.</p> <p><i>“Optical technologies for quantum information processing”</i></p>	<p><b>Prof. Raúl Sánchez Fernández</b> Grupo de Física de Plasmas Universidad Carlos III de Madrid</p> <p><i>“Fusion turbulent plasmas as complex systems”</i></p>
<p><b>Dr. Javier García de Abajo</b> Director del Grupo de Nanofotónica del CSIC Instituto de Óptica – CSIC.Madrid</p> <p><i>“Plasmonics: Achievements, trends, and challenges”</i></p>	<p><b>Prof. Christine Kourkouvelis</b> Professor of Physics, University of Athens, and CERN</p> <p><i>“The outreach programs for Physics and the inspired science education for High school teachers”</i></p>
<p><b>Prof. Gene P. Mosca</b> Gene P. Mosca ha sido profesor de la United Sate Naval Academy.</p> <p><i>“La enseñanza de la física en los primeros cursos de universidad en USA”</i></p>	<p><b>Luisa Cifarelli</b> Presidenta de la European Physical Society</p> <p><i>“European Physical Society activities and perspectives”</i></p>
<p><b>Maria Bellantone</b> Senior Publishing Editor, European Physical Journals</p> <p><i>“EPJ: a European physics tradition achieves global reach”</i></p> <p>(Chair: Maria L. Calvo Scientific Advisory Committee, European Physical Journals)</p>	<p>Coloquio socios: Revista Española de Física Coordinación: <b>José Luis Sánchez Gómez</b></p>



## **Conferencias Plenarias**



## **Electrons, Spins and Emerging Directions in Spintronics**

A. Fert

UMP CNRS/Thales, Palaiseau and Université Paris-Sud, Orsay, (France)

Spintronics exploits the influence of the electron spin orientation on electronic transport. It is mainly known for the “giant magnetoresistance” (GMR) and the large increase of the hard disc capacity obtained with read heads based on the GMR, but it has also revealed many other interesting effects. Today spintronics is developing along many novel directions with promising prospects as well for short term applications as for the “beyond CMOS” perspective. After an introduction on the fundamentals of spintronics, I will review some of the most interesting emerging directions of today: spin transfer and its applications to STT-RAMs or to microwave generation, spintronics with semiconductors, graphene and carbon nanotubes, Spin Hall Effects, neuro-morphic devices etc.

## **Graphene and its unique properties**

Francisco Guinea

Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, Cantoblanco E-28049 Madrid, Spain (Spain)

Graphene is a unique material, with special features such as extreme two dimensionality, high mobility metallic transport due to mass less carriers, largest known elastic constants, very flexible, ... Some of these properties will be reviewed, as well as on-going research intended to elucidate their origin.

## **The outreach programs for Physics and the inspired science education for High school teachers**

Christine Kourkouvelis

Professor of physics, University of Athens

Since the large experiment started at CERN, the need for communicating with the public and transferring the knowledge acquired, became more urgent. This was due to the need of sharing the excitement of the researchers and informing the public about the use of public funds on one hand, and on the other hand, the need to bridge the clear gap of between teaching and research.

We have developed an interactive event display for the events collected at LHC by the ATLAS experiment, called HYPATIA. Using HYPATIA the teachers and students can view the events and at the same time analyze them, the way the real researchers do.

The example of high energy physics educational tools will be used to illustrate the EU driven efforts for the introducing novel pedagogical techniques in schools which require the continuous iterative process of questions, active investigation and creation by the students. The EU outreach programs "Learning with ATLAS@CERN", "Pathway to Inspired Science Teaching", "Discover the COSMOS" will be discussed and examples will be given.

## **Criticality in brain's physics and mind dynamics**

Dante R. Chialvo

CONICET, Universidad Nacional de Rosario, Argentina & University of California, Los Angeles, USA.

It is well known that dynamical systems posed near a second order phase transition generate a bewildering variety of flexible behavior, associated with the abundance of metastable states at the critical point. This universal feature led us to conjecture, since the last millennium, that the most fundamental cognitive properties of the functioning brain are only possible because spontaneously stays near criticality. In this talk first we discuss which aspects of the mind dynamics can be usefully explained in terms of critical phenomena. Then we review recent experimental results, both in health and disease, at various brain scales, ranging from a few millimeters up to the entire brain supporting our conjecture. Finally we discuss the lessons and implications for the design of emergent intelligent devices.



# Optical technologies for quantum information processing

Fabio Sciarrino

Dipartimento di Fisica, Sapienza Università di Roma

Photons are a natural candidate for quantum information transmission, quantum computing, optical quantum sensing, and metrology. In the last few years, the Quantum Optics group of Roma has contributed to develop different experimental photonic platforms to carry out quantum information processing based on different photon degrees of freedom.

The standard encoding process of quantum information adopting the methods of quantum optics is based on the two-dimensional space of photon polarization. Very recently the orbital angular momentum (OAM) of light, associated to the transverse amplitude profile, has been recognized as a new resource, allowing the implementation of a higher-dimensional quantum space, or a “qudit”, encoded in a single photon. Our research topic is based on the study of new optical devices able to couple the orbital and spinorial components of the photonic angular momentum[1]. Such devices allow to manipulate efficiently and deterministically the orbital angular momentum degree of freedom, exploiting both the polarization and the OAM advantages [2]

Another approach exploits integrated optical technology which may represent an excellent experimental platform to carry out quantum information processing. We report the realization of a laser written beam splitter in a bulk glass able to support polarization encoded information [3]. We demonstrated integrated quantum optical circuits, like CNOT gate [3]. The maskless technique, the single step easy fabrication, the possible three-dimensional layouts and the circular transverse waveguide profile able to support the propagation of gaussian modes with any polarization state make this approach promising to carry out optical quantum information processing.

## REFERENCES:

1. E. Nagali, et al., *Phys. Rev. Lett.* **103**, 013601 (2009).
2. E. Nagali, et al., *Nature Photonics* **3**, 720 (2009); E. Nagali, et al., *Phys. Rev. Lett.* **105**, 073602 (2010).
3. L. Sansoni, et al., *Phys. Rev. Lett.* **105**, 200503 (2010); A. Crespi, et al. [arXiv:1105.1454]

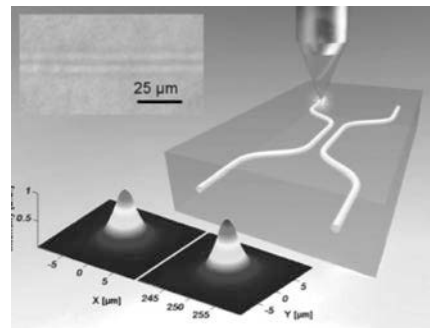


Figure 1. Schematic of the laser-written directional coupler in the bulk of a glass.

## **Fusion turbulent plasmas as complex systems**

R. Sanchez

Departamento de Física, Universidad Carlos III de Madrid, 28021 Madrid (Spain);

In nature there are many systems that exhibit some form of self-organization from which a priori unexpected structures and dynamical behaviors emerge. These are unexpected specially when examined in the light of the physical mechanisms that govern each of the individual elements that form the system. Several common ingredients seem to be needed for complex dynamics to emerge: strong nonlinear interactions between many independent elements or degrees of freedom, the presence of instability thresholds, fluctuations and external drives for the system. Examples of these systems are forest fires, earthquakes, sandpiles, and even aspects of economics and society itself.

Magnetically confined plasmas of interest for the production of fusion energy also exhibit self-organized behavior. Although the underlying equations governing these plasmas are apparently simple, their behavior is extraordinarily varied and subtle as a result of their extreme susceptibility to the presence of electric and magnetic fields. Complexity is manifested via the spontaneous formation of interesting spatial structures and complex dynamical behaviors that span a wide range of length and time scales. The excitation of zonal flows by plasma turbulence and the way these flows affect the leakage of energy and particles out of the magnetic traps containing these plasmas is one such example of particularly important practical consequences. The dynamics of energy confinement in these turbulent plasmas in near-marginal conditions is another. The way in which tools and ideas imported from the so-called '*science of complexity*' can help to understand the underlying physics and to thrust the further development of these prototype fusion reactors will be described in a non-specialized way.

## Highlights from the Planck mission

J. A. Tauber, on behalf of the Planck Collaboration

Astrophysics Division, Research and Scientific Support Dpt., European Space Agency, Noordwijk (The Netherlands);

Planck is an astronomical satellite part of the Scientific Programme of the European Space Agency, which is designed to image the anisotropies of the Cosmic Microwave Background (CMB) over the whole sky, with unprecedented sensitivity ( $DT/T \sim 2 \times 10^{-6}$ ) and angular resolution ( $\sim 5$  arcminutes). Planck will provide a major source of information relevant to several cosmological and astrophysical issues, such as testing theories of the early universe and the origin of cosmic structure. The ability to measure to high accuracy the angular power spectrum of the CMB fluctuations will allow the determination of fundamental cosmological parameters with an uncertainty better than a few percent. In addition to the main cosmological goals of the mission, the Planck sky survey will be used to study in detail the very sources of emission which “contaminate” the signal due to the CMB, and will result in a wealth of information on the properties of extragalactic sources, and on the dust and gas in our own galaxy. The ability of Planck to measure polarization across a wide frequency range (30-350 GHz), with high precision and accuracy, and over the whole sky, will provide unique insight into specific cosmological questions, but also into the properties of the interstellar medium.

Planck was launched together with Herschel on 14 May 2009. In January 2011 the first data products<sup>2</sup> and scientific results were released to the public<sup>3</sup>. By September 2011, it will have completed four full sky surveys. I will present an overview of the Planck mission, its scientific objectives, current status, and highlights from among its first scientific results.

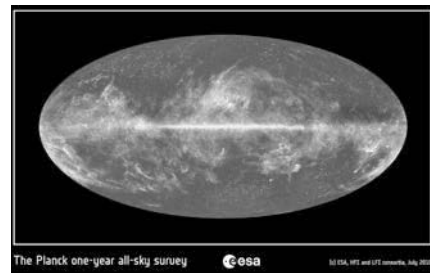


Figure 1. A map of the whole sky as seen by Planck after the first all-sky survey.

## REFERENCES:

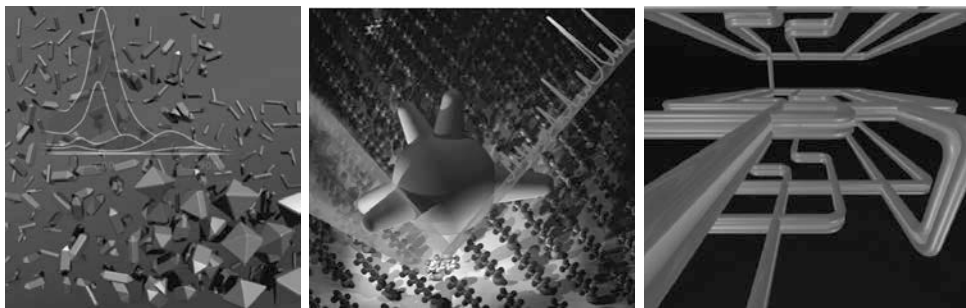
1. <http://www.esa.int/Planck>
2. [http://www.sciops.esa.int/index.php?project=planck&page=Planck\\_Legacy\\_Archive](http://www.sciops.esa.int/index.php?project=planck&page=Planck_Legacy_Archive)
3. [http://www.sciops.esa.int/index.php?project=PLANCK&page=Planck\\_Published\\_Papers](http://www.sciops.esa.int/index.php?project=PLANCK&page=Planck_Published_Papers)

## Plasmonics: Achievements, trends, and challenges

F. Javier García de Abajo

Instituto de Óptica – CSIC, Serrano 121, Madrid, Spain; J.G.deAbajo@csic.es.

Surface plasmons, the electromagnetic excitations coupled to collective conduction-electron oscillations at metal surfaces, are pillar stones of applications as varied as ultrasensitive optical biosensing, photovoltaics, optoelectronics, and quantum-information processing. The growing plasmonics community gathered around these fields combines a multidisciplinary range of expertises that are currently generating new discoveries at an impressive pace. In this talk, we will discuss prominent examples and recent achievements based on plasmons.



*Figure 1. Left: The morphology and size of nanoparticles, and in notoriously gold nanoparticles, can now be controlled with sufficient accuracy to produce monodisperse particle assemblies with well-defined plasmons that rule their optical properties. This image shows nanoparticles produced at different stages of a colloidal reaction going from 60-nm rods to larger octahedra. The background and particle colors indicate how they appear in solution under light reflection and transmission conditions, respectively. Center: Small gaps between metals, such as those formed between the tips of star-shaped nanoparticles and a planar gold surface, produce large concentration of light intensity that is used to make spectroscopy of single molecules. Right: Plasmons can propagate along waveguides, for example within the gap between a nanowire pair, which has been postulated as a solution to achieve high volumen density of optical components.*

The field of plasmonics started over half a century ago with the prediction [1] and subsequent observation [2] of surface plasmons. These initial studies relied on fast electrons to excite the new modes. Actually, electron-microscope imaging and spectroscopy has played a central role in this field, which is now enhanced by the availability of a new generation of electron microscopes with outstanding energy and space resolution. Electron energy-loss spectroscopy and cathodoluminescence spectroscopy have contributed to understand plasmons both in extended systems and in nanoparticles. We will examine several examples of plasmon mapping using these techniques [3].

Plasmons are capable of producing light intensity enhancement at so-called optical hot spots. This effect is remarkably efficient at the gaps between sharp metal tips (see Fig. 1), leading to local-field intensities over five orders of magnitude higher than the intensity of the externally supplied light. Such large optical enhancement finds application in drug delivery, tumoral treatments, and ultrasensitive chemical analysis, down to the single-molecule level, particularly when analyzing molecule-specific vibrational levels via surface-enhanced Raman scattering [4].

New trends in plasmonics research will be briefly discussed, and in particular, the interaction between electrons, photons, and plasmons at the single-particle level (quantum plasmonics); tunable plasmons in highly doped graphene (graphene plasmonics); and improved photovoltaics.

## REFERENCES

1. Ritchie R. H., *Physical Review*, **106**, 874-881 (1957)
2. Powell C. J., Swan J. B., *Physical Review*, **115**, 869-875 (1959)
3. García de Abajo, F. J., *Reviews of Modern Physics*, **82**, 209-275 (2010)
4. Rodríguez-Lorenzo, L. *et al.*, *Journal of the American Chemical Society*, **131**, 4616-4618 (2009)

## Polarimetric study of the liquid crystal panels. Optimization for diffractive optics

M. J. Yzuel,<sup>1</sup> J. Campos,<sup>1</sup> A. Márquez,<sup>2</sup> I. Moreno,<sup>3</sup> J. Nicolás,<sup>4</sup> A. Lizana,<sup>1</sup> O. López-Coronado,<sup>1</sup>  
C. Iemmi,<sup>5</sup> J.A. Davis,<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad Autónoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Spain);

<sup>2</sup>Depto. de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal, Universidad de Alicante (Spain);

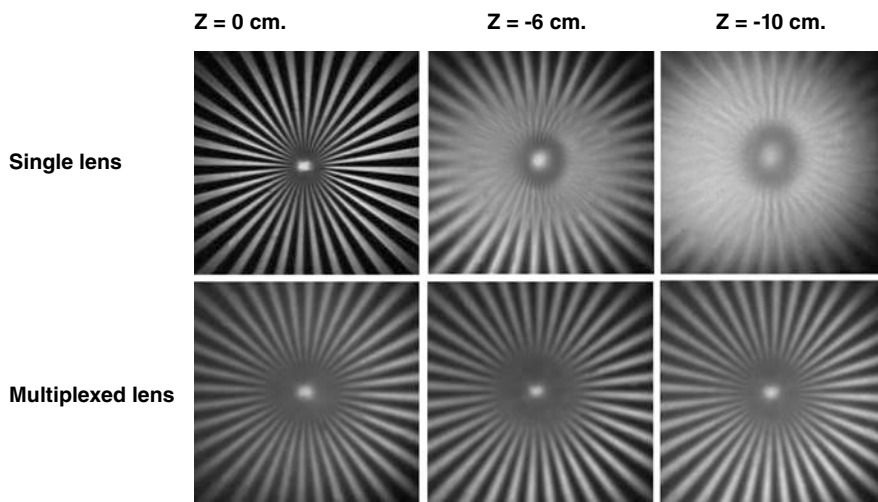
<sup>3</sup>Dept. Ciencia y Tecnología de Materiales. Univ. Miguel Hernández, Elche (Spain);

<sup>4</sup>ALBA Synchrotron Light Source Facility. 08290 Cerdanyola del Vallès. (Spain);

<sup>5</sup>Dept. de Física, Fac. de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (Argentina);

<sup>6</sup>Department of Physics, San Diego State University, San Diego, California 92182 (USA).

LC panels are widely used in diffractive optics (DO). Some applications are related with the generation of lenses and the change of the optical systems behavior. These panels are also used in digital holography. The introduction of elliptically polarized light [1, 2] in the use of twisted nematic liquid crystal displays improves the phase only modulation and the optimization of their performance in diffractive optics. In optical pattern recognition we implemented optical processors for the recognition of color objects, using the color distribution, in the discrimination process. Another research line that we have developed is the design and implementation of apodizing filters in imaging systems.



*Figure 1. Images of the Siemens star captured at the best image plane ( $Z = 0$ ) and defocused planes ( $Z = -6$  cm and  $Z = -10$  cm) when a single lens and a multiplexed lens (M33) are generated in a liquid crystal panel*

We have also analyzed the design of diffractive lenses by the generation of phase elements resulting from the multiplexing of diffractive lenses to increase the depth of focus [3] (Figure 1). In this presentation we analyze the use of transmission liquid crystal displays and liquid crystal on silicon (LCoS) displays that work in reflection.

We have implemented Diffractive Optical Elements on LCoS displays working in reflection. The influence of the temporal phase fluctuations [4] is shown in Figure 2.

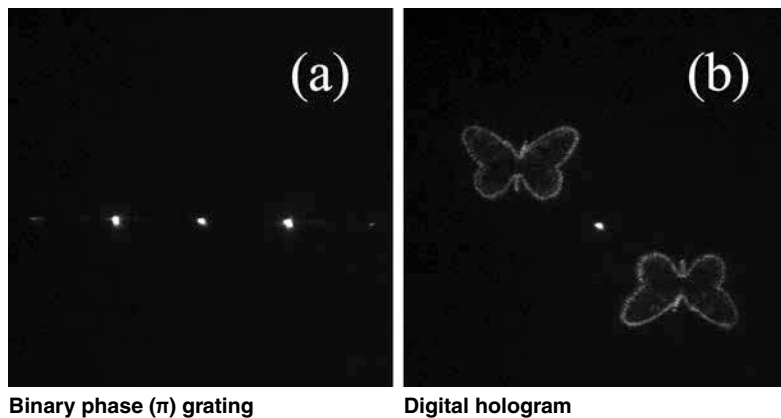


Figure 2. Generation of Diffractive Optical Elements on LCoS displays. The zero order is due to the temporal phase fluctuations

#### REFERENCES:

1. A. Márquez, C. Iemmi, I. Moreno, J. A. Davis, J. Campos and M. J. Yzuel, "Quantitative prediction of the modulation behavior of twisted nematic liquid crystal displays based on a simple physical model," *Opt. Eng.* 40, 2558-2564 (2001).
2. A. Márquez, I. Moreno, C. Iemmi, A. Lizana, J. Campos and M. J. Yzuel, "Mueller-Stokes characterization and optimization of a liquid crystal on silicon display showing depolarization," *Opt. Express* 16, 1669-1685 (2008)
3. C. Iemmi, J. Campos, J. C. Escalera, O. López-Coronado, R. Gimeno and M. J. Yzuel, "Depth of focus increase by multiplexing programmable diffractive lenses," *Opt. Express* 14, 10207-10219 (2006)
4. A. Lizana, I. Moreno, A. Márquez, C. Iemmi, E. Fernández, J. Campos and M. J. Yzuel, "Time fluctuations of the phase modulation in a liquid crystal on silicon display: characterization and effects in diffractive optics," *Opt. Express* 16, 16711-16722 (2008)

## **The Large Hadron Collider LHC: Entering a new era of fundamental science**

Rolf Heuer

CERN, European Organization for Nuclear Research  
Geneva, Switzerland

With the start of the Large Hadron Collider (LHC) at CERN, particle physics is entering a new era. The LHC will open up a new chapter in high-energy physics, providing a deeper understanding of the universe and any of the insights gained could change our view of the world. We expect revolutionary results about the origin of matter, the nature of dark matter and possibly glimpses of extra spatial dimensions. The talk will address the exciting physics prospects offered by the LHC, present first results since the start of data taking on 30 March thlast year and will have a forward look to particle physics at the energy frontier.



# **Didáctica e Historia de la Física y de la Química**

**[Conferencias Invitadas]**



# Experimentum crucis vs. éter en la Física del siglo XIX y su vigencia en la enseñanza de la física en las EEMM

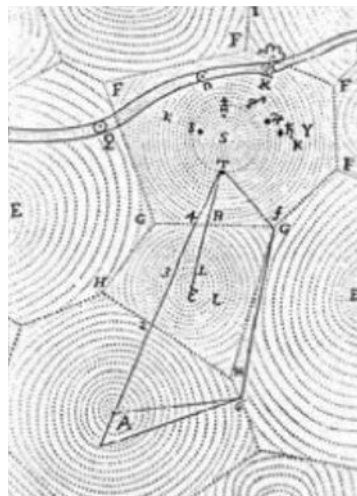
Francisco Sotres

Dpto. de Didáctica de las CCEE Facultad de Educación UCM

## Abstract

La exposición revisa en primer lugar los tópicos del siglo XIX en los avances del conocimiento del fenómeno luminoso, desde la insuficiencia de las propuestas de Descartes con sus vórtices y las de Newton con sus acciones a distancia, hasta las experiencias de Young y Fresnel que abrieron las puertas de las nuevas hipótesis ondulatorias longitudinales y transversales soportadas al principio por un éter y que superadas por los trabajos de Faraday, Maxwell, Hertz y otros, abocan a las actuales teorías cuánticas y relativistas.

En un intento de encontrar vías realistas para paliar la crisis actual de vocaciones científicas, se defiende además la presencia de la Historia de la Ciencia en los actuales currículos de la Enseñanza Secundaria como una metodología que mejora la comprensión de y sobre la Ciencia, así como la amabilidad e interés de la Física entre los adolescentes preuniversitarios. Una colección de actividades audiovisuales de aula ejemplifica la viabilidad de la propuesta.



## Bibliografía

- Aristóteles: 1995, *Física*, Ed. Gredos. Madrid.
- Cantor, G.:1981, *Conceptions of Aether*, Cambridge University Press.
- Cohen, B. & Whitaker, E. :1971, *Opticks* (prólogo), Dover Publications, New York.
- Cohen, B. :1975, *Franklin and Newton*, Harvard University Press.
- Descartes, R.:1991, *El Mundo o el Tratado de la Luz*. Reeditado por Alianza Editorial, Madrid.(Original 1633).
- Euler, L. :1843, *Lettres a une princesse D'Allemagne*, Charpentier, Libraire- Éditeur.
- Fowler, P.: 2002, 'Why Teach the History of Science in Science?', *Education Forum* **38**. Kate Buss Grant House, North Road, Leigh Woods, Bristol.
- Fresnel, A. :1819, *Mémoire sur la Diffraction de la Lumière*, Comptes Rendus **5**.
- Kipnis, N.:1991, *History of the Principle of Interference of Light*, Bukhäusewr Verlag Basel.
- Mach, E. :1926, *The Principles of Physical Optics*. Dover Publications, New York.
- Maxwell, J.:1954, *A treatise on electricity and magnetism* (2 vols.). New York, Dover. Reimpresión de la tercera edición del *Treatise*, (Original, 1891).
- Newton, I.: 1675, *Newton to Oldenburg : An Hypothesis explaining the properties of Light discussed in my several Papers*. Register Book of the Royal Society of London, 65.
- Ronchi V. :1956, *Histoire de la Lumière*, Librairie Armand Colin. Verdet, E. : 1869, *Leçons d'Optique Physique*, Victor Masson et Fils Éditeurs ( Dos volúmenes) Whittaker, E.: 1962, *History of the theories of Aether and Electricity* **1** , pp.16-29
- Young, T.:1802a, 'On the theory of light and colours ,a Bakerian lecture', *Philosophical Transactions of the Royal Societ* **92**, pp.12-48. Disponibilidad de acceso libre en <http://gallica.bnf.fr>



## **Didáctica e Historia de la Física y de la Química**



## Cien años de superconductividad

R. Pascual, M. Martín, M<sup>a</sup> T. Martín, P. Escudero

Grupo de Didáctica e Historia de las Reales Sociedades de Física y Química  
[raimundop@hotmail.com](mailto:raimundop@hotmail.com)

En 2011, se cumplen cien años desde que Kamerling Onnes, descubriera la superconductividad. Nuestro trabajo pretende ser un resumen de lo que han sido estos cien años de la superconductividad y su evolución. Una idea de la importancia del tema queda clara si se hace una revisión de todos los Premios Nobel que durante estos cien años han recaído sobre descubrimientos relacionados con este tema. Han sido galardonados con el Premio Nobel de Física de los años 1913 (Kamerling Onnes), 1972 (Bardeen, Cooper y Schrieffer), 1973 (Josephson), 1987 (Müller y Bednorz) y 2003 (Alekséyevich Abrikósov, Vitaly L. Ginzburg y Anthony J. Leggett)<sup>[1]</sup>.

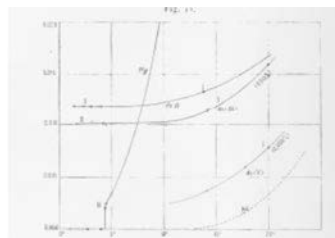
Resumiríamos la historia de estos cien años en cuatro etapas: 1 Laboratorio de Leyden (1911-1930), 2. Escuela rusa y laboratorio de Berlín, (1930-1956), 3 Teoría BCS y efecto Josephson (1957-1985), y 4. superconductores de altas temperaturas (1986 hasta 2011).

### Laboratorio de Leyden

El hecho más importante es que Heike Kamerlingh Onnes (1853-1926) y sus colaboradores, el 8 de abril de 1911, mientras estudiaban la resistividad de una muestra de mercurio ultrapuro, comprobaron que cuando la temperatura bajaba alrededor de  $-269^{\circ}\text{C}$ , la resistividad bajaba prácticamente a cero, había disminuido en seis ordenes de magnitud. En una comunicación de abril de 1911 indica que el experimento con mercurio puro ha demostrado sus predicciones, la resistencia del mercurio puro es mucho mas baja a la temperatura del punto de ebullición del helio que a la temperatura del hidrógeno<sup>[2]</sup>.

Ese mismo año en el primer congreso Solvay, celebrado en el Hotel Metrópol de Bruselas del 29 de octubre al 4 de noviembre de 1911<sup>[3]</sup>. Kamerling Onnes en su intervención titulada “Sobre las resistencias eléctricas” presenta la gráfica donde se ve como la resistencia se hace cero y además asegura que ese fenómeno está en relación con la teoría de Planck.

A Kamerling Onnes se le entregó el premio Nobel de Física de 1913.



### Laboratorio de Berlín y Escuela Rusa (1930-1956)

Nuevos laboratorios comienzan a trabajar con helio líquido y surgen nuevos descubrimientos los laboratorios más importantes son el Físico-Técnico (PTB) de Berlín y el Físico-Técnico (UIPTI) de Kharkov (Ucrania).

En Berlín Fritz Walther Meissner (1882-1974) y Robert Ochsenfeld (1901-1993) descubrieron en 1933 con muestras de estaño y de plomo, cuando medían la distribución del flujo magnético de esas muestras, que habían enfriado a su temperatura de transición que un superconductor era expulsado de un campo magnético. Por debajo de

la temperatura de transición los metales se convertían en diamagnéticos perfectos, con susceptibilidad magnética  $-1$ , “superdiamagnéticos” este fenómeno se le conoce como efecto Meissner-Ochsenfeld.<sup>[4]</sup>

El encargado de manipular el equipo ruso fue Lev Vasilévich Shubnikov(1901-1937)que se había formado en Leyden entre 1926-1930.

Shubnikov<sup>[5]</sup> y sus colaboradores investigaron con detalle las propiedades magnéticas de los metales y aleaciones superconductoras publicando varios trabajos entre 1934-1937 Estudiaron los rasgos especiales de la desaparición de la superconductividad por acción de campos magnéticos o corrientes de alta tensión. Observaron lo que se conoce como superconductores de tipo II Estos trabajos fueron muy poco conocidos debido a la situación política, influyeron la Segunda Guerra Mundial y la Guerra de la URSS de hecho Shubnikov fue fusilado en 1937 por motivos políticos aunque después se demostrara su inocencia.

Ese centro fue el germen de una importante Escuela Rusa dedicada a los temas de la superconductividad y superfluidez pero en 1941 el Instituto de Física de la Academia de Rusia fue trasladado a Kazan, por motivo de la Guerra de la URSS y allí conviviendo con bastante hambre y frío y en unas condiciones extremas para trabajar. coincidieron Lev Lavidovich Landau(1908-1968, Premio Nobel de Física 1962) y Vitaly L. Ginzburg (1916-2009 premio Nobel 2003) . Landau que también estuvo encarcelado por motivos políticos y que salió de la cárcel gracias a la influencia de Kapitza , dice que a pesar de las pésimas condiciones le dio la vida trabajar en su teoría de la superfluidez.

Unos años más tarde, en 1950, partiendo de en la teoría de los hermanos London, que supuso un avance en 1935 , nace la teoría de la superconductividad de Ginzburg–Landau.<sup>[6] [7]</sup>

El testigo de esa escuela lo cogió más tarde Alexei A. Abrikosov (Rusia 1928, Premio Nobel de Física 2003), alumno de Landau, que en 1957 explicó el comportamiento de los superconductores de tipo II.

## Teoría BCS y efecto Josephson

En 1957 John Bardeen (1908-1991), John Robert Schrieffer(1931) y León Cooper (1930)(premios Nobel de Física 1972)<sup>[8]</sup>, tres físicos de la Universidad de Illinois idean la que se conoce como teoría BCS, que son las iniciales de sus nombres. Suponen que los electrones de spin contrario se aparean, formando los llamados “pares de Cooper”. Al desplazarse el electrón en la red se producirán cargas positivas que tirarán de un nuevo electrón de spin contrario, estos dos electrones se unen con una energía de enlace y si esta energía es mayor que la energía proporcionada por la oscilación de los átomos en el seno del conductor, lo cual sucede a bajas temperaturas, los electrones permanecen unidos y en su desplazamiento no experimentan resistencia. Los electrones se condensan en un estado cuántico fundamental y viajan juntos colectiva y coherentemente. Los pares Cooper son bosones de de spin cero, o mejor cuasipartículas.

Por otra parte, Josephson (nacido en 1940, premio Nobel de Física 1973) en 1962<sup>[9]</sup>, descubre que si dos superconductores están separados por una capa aislante muy estrecha, de unos pocos nanómetros los “pares Cooper” pueden atravesar esa barrera por efecto túnel produciendo una corriente eléctrica y mantener su coherencia de fase, fenómeno conocido como efecto Josephson



Ivar Giaever (1929, Premio Nobel de física 1973) comprobó experimentalmente, en 1960, el efecto túnel trabajando con un lámina de aluminio recubierta de una capa muy delgada de óxido de aluminio y pegada a una lámina de plomo.

## Superconductores de altas temperaturas

En 1986 J.G.Bednorz (Neuenkirchen, Alemania, 1950-) y K.A.Müller (Basilea, Suiza, 1927-) investigadores de los laboratorios IBM de Zurich trabajando con un óxido de Ba-La-Cu con estructura de la perovskita, en la que el cobre tiene dos valencias distintas descubrieron que tenían un amplio rango de conductibilidad metálica entre 300 y -100°C y decidieron comenzar a trabajar con este tipo de óxido variando la proporción de Ba/La de esta forma consiguieron llegar a temperaturas críticas de superconductividad mucho más altas de las conocidas en un sistema de Ba-La-Cu-O. Se les concedió el premio Nobel de Física de 1987.<sup>[10][11]</sup>

Bednorz y Müller han hecho un resumen gráfico de los cien años de la superconductividad que incluimos en nuestro trabajo.

En la presentación de la página web<sup>[12]</sup>, que el IOP(Institute of Physics) tiene con motivo del centenario de la superconductividad, Peter Hirschfeld, del *New Journal of Physics*, dice que han pasado muchos años desde que en 1961 Brian Pippard en la conferencia titulada de “Cat and the Cream” que pronunció en IBM, cuatro años después de la publicación de la teoría BCS, dijera que los problemas esenciales de la Física de bajas temperaturas ya habían sido resueltos la situación actual nos indica cómo los descubrimientos siguen sobre todo en los departamentos universitarios y en los laboratorios gubernamentales aunque los laboratorios de la industria casi han desaparecido de la escena. Trabajos sobre fermiones pesados, cupratos, rutenatos fullerenos borados,  $\text{MgB}_2$ , materiales derivados del hierro, compuestos orgánicos etc. dominan las publicaciones de las tres últimas décadas y casi cada descubrimiento de una nueva clase de superconductores obliga a reexaminar los paradigmas teóricos.

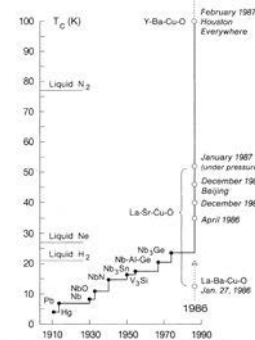


FIG. 13. Evolution of the superconductive transition temperature subsequent to the discovery of the phenomenon. From Müller and Bednorz (1987). © 1987 by the American Association for the Advancement of Science.

## REFERENCIAS

1. [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/](http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/)
2. **Kamerlingh Onnes, H.** *Further experiments with liquid helium*, in: *KNAW, Proceedings*, 13 II, **1910-1911**, Amsterdam, 1911, pp. 1093-1113
3. **Langevin, P., De Broglie, M.** (1912) **La teoría de rayonnement y los quanta** Gautier et Vilars Paris (bajado desde Libros Google). 304-312
4. Meissner, W., Ochsenfeld, R. *Naturwissenschaften* 21(44), 787-788, **1933**
5. Sharma, S. P., Sen S.K, *Current Science* 91(11), 10 December, **2006**
6. Ginzburg, V.L. *Physics -Uspekhi* 43 (6), 573-583, **2000**
7. Ginzburg, V.L. (2009) **On superconductivity and superfluidity A Scientific Autobiography**, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg,
8. Bardeen, J., Cooper, L.N., Schrieffer, J.R. *Physical Review*, 108, 1175-1204, **1957**
9. Josephson, B.D. *Physics Letters*, 1, 7, 1 July, 251-253, **1962**
10. Müller, K. A., J. G. Bednorz, J.G. *Science*, 237, 1133-1139, **1987**
11. Bednorz J.G., Müller, K. A. *Reviews of Modern Physics*, 60, 3, 585-600, **1988**
12. <http://iopscience.iop.org/page/centenary>

## Laboratorio para la medida de $G$ y $g$

M.J. Santos<sup>1</sup>, J.A. White<sup>2</sup>, S. Velasco<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física Aplicada, Universidad de Salamanca; [smjesus@usal.es](mailto:smjesus@usal.es).

<sup>2</sup> Departamento de Física Aplicada, Universidad de Salamanca; [white@usal.es](mailto:white@usal.es)

<sup>3</sup> Departamento de Física Aplicada, Universidad de Salamanca; [santi@usal.es](mailto:santi@usal.es).

### Resumen

Siguiendo las directrices de Bolonia hemos diseñado una parte de la asignatura “Laboratorio de Física” de primer curso del Grado en Física de la Universidad de Salamanca en la que el objetivo fundamental es la medida de la constante de gravitación universal  $G$  y la aceleración debida a la gravedad  $g$ . El trabajo en el laboratorio se realiza con grupos reducidos de alumnos. Se combinan prácticas de laboratorio clásicas con adquisición de datos a través de nuevas tecnologías. Se complementa la formación con seminarios, tutorías y una página web (“Studium”-Moodle). La evaluación se realiza mediante una entrevista individual basada en el cuaderno de prácticas del estudiante y las tareas enviadas por el mismo a la plataforma “Studium”[1].



### Metodología

Se utilizan los siguientes recursos metodológicos:

1. Seminarios.
2. Página web: Studium (Moodle).
3. Laboratorio.
4. Tutorías.
5. Evaluación.

Se comienza la asignatura con un seminario a todo el grupo de alumnos en el cual se exponen los objetivos del curso, los conocimientos necesarios para su aprovechamiento y la metodología tanto de trabajo como de evaluación de la asignatura.

Aprovechando la herramienta “Studium” (Moodle) que la Universidad de Salamanca pone a disposición del profesorado, se elabora una página web en la que los alumnos pueden encontrar además de toda la documentación necesaria para seguirla de forma adecuada (guiones, presentaciones, enlaces a otras web relacionadas con el tema, etc.), hojas de cálculo (Open Office) para completar en el laboratorio que posteriormente entregaran como tareas en la misma página web, y un cuestionario final, que se utiliza también en la evaluación.

En el laboratorio se realizan cinco experiencias, una para medida de  $G$  a través de la Balanza de Cavendish, y cuatro para la medida de la aceleración debida a la gravedad  $g$ : péndulo simple[2], muelle oscilante[3], caída libre[4] y tiro horizontal[5]. En todas ellas se combinan experiencias clásicas en un laboratorio de Física elemental con herramientas modernas para adquisición datos, introduciendo así las nuevas tecnologías. Las prácticas se realizan de forma cooperativa, en grupos lo más reducidos posible.

Desde las tutorías se trata de resolver todas aquellas dudas que los estudiantes encuentren en el momento de elaborar el cuaderno de prácticas. Fomentando así no sólo la adquisición de datos del modo más riguroso posible, sino también el tratamiento de los mismos con el correspondiente cálculo de los errores asociados a la toma de medidas.

La evaluación final se realiza por un lado con las tareas que los alumnos “suben” a la plataforma Moodle, con un cuestionario que deben realizar al final del curso y mediante una entrevista personal, mediante del cuaderno de prácticas elaborado por ellos mismos, en las que se valoran los conocimientos, destrezas y competencias adquiridas.

## Conclusiones

- Se trata de motivar al alumno desde el trabajo experimental, mediante incorporación de las TIC’s tanto en la adquisición de datos, como en el tratamiento de los mismos y en las herramientas de apoyo vía Moodle.
- Los frutos de este trabajo se pueden observar en la actitud positiva, en la forma de trabajar, que los alumnos que ya cursaron la asignatura en 1º, tienen frente a asignaturas experimentales de 2º de Grado en Física.
- El punto fuerte de toda la asignatura son las experiencias para la medida de  $g$ , con técnicas realmente novedosas para la adquisición de datos.

## REFERENCIAS

1. <https://moodle.usal.es/>
2. Velasco S., Santos M. J., González A. and White J. A., “Timing the oscillations of a pendulum,” *The Physics Education*, **46**(3) 133-134 (March 2011)
3. White J. A., Santos M.J., González A. and Velasco S., “Timing the oscillations of a mass-spring system,” *The Physics Education*, (in press).
4. Ganci S., “Measurement of  $g$  by means of de ‘improper’ use of sound card software: a multipurpose experiment,” *Phys. Educ.* **43**(3), 297 (2008)
5. White J. A., Medina A., Román F. L., and Velasco S., “A measurement of  $g$  listening to falling balls,” *The Physics Teacher*, **45**, 175–177, (2007)

## Proyecto Trakhios: seguimiento óptico *low cost*

D. Menéndez Hurtado

Facultad de Ciencias Físicas, UCM; dmhurtado@estumail.ucm.es

### Resumen

Presentamos un sistema de seguimiento visual que, con bajo presupuesto y material asequible (una cámara de fotos compacta y cartulina), obtiene precisiones muy superiores a los métodos de monitorización habituales. Demostramos que el seguimiento óptico de patrones regulares es un método válido de monitorización y análisis de movimientos con una robustez apropiada para múltiples usos prácticos. Se ilustra el proyecto con propuestas de aplicaciones en campos tanto físicos como biológicos; haciendo hincapié en su gran potencial pedagógico. En general, con Trakhios se puede estudiar cualquier movimiento que se pueda grabar.

Todo el código está disponible en [code.google.com/p/trakhios](https://code.google.com/p/trakhios)

### Montaje experimental

Cada uno de los elementos a seguir se marca con un círculo de cartulina de color apropiado, su movimiento se graba con una cámara digital y el resultado se exporta a una serie de imágenes PNG. Al leer cada píxel se hará una combinación lineal de los tres canales de color (RGB o HSV) que permitirá discernir entre las marcas y el fondo.

La Figura 1 muestra un fotograma del vídeo capturado.

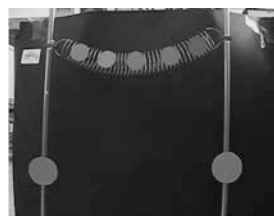


Figura 1. Configuración experimental.

### Resultados y precisión

El seguimiento de un péndulo doble acoplado ha dado los resultados visibles en la Figura 2. El ruido en la señal es del orden de 0,5 px, ( $\text{SNR} \sim 10^{-4}$ ).

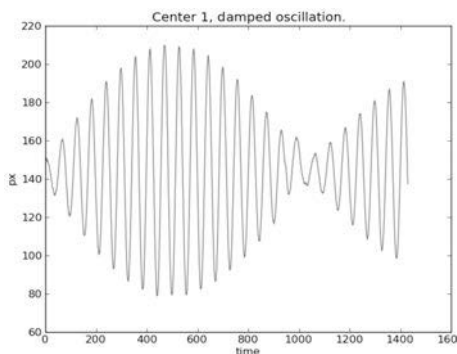


Figura 2. Representación de la oscilación de un péndulo acoplado obtenida por Trakhios.

## Implementación

El *software* está escrito en lenguaje Python y con apoyo de bibliotecas libres tales como Matplotlib. El propio programa está bajo licencia libre GNU GPL v3.

## Aplicaciones

Su desarrollo fue motivado por las limitadas prestaciones que ofrecen los laboratorios docentes de Mecánica y el elevado coste de los kits especializados. Los sistemas de registrado son imprecisos e interfieren con el sistema, introduciendo artefactos. Además, son cajas negras cuyo funcionamiento es por completo desconocido para el alumno. Trakhios, en cambio, emplea algoritmos simples sobre una toma de datos muy directa y entendible. Como valor añadido, la calidad de los datos es mayor, por lo que da pie al alumno avanzado a diseñar su propio tratamiento de los datos y analizar en detalle situaciones particulares.

La obtención de datos experimentales directos permite ilustrar fácilmente las aproximaciones físicas en los primeros cursos de la carrera, mostrando, verbigracia, simulaciones calculadas junto con los resultados reales del experimento.

La versatilidad del sistema desarrollado permite su aplicación a otros campos. En ecotoxicología, la valoración de toxicidad de compuestos se hace en función de mortalidad de invertebrados. No obstante, algunos tóxicos pueden producir daños subletales que afecten al sistema neurológico y afecten a la coordinación de la natación. El análisis de trayectorias con Trakhios permitirá hacer tanto un mapa de distribución de velocidades natatorias como evaluar su coordinación en función de la erraticidad de las trayectorias.

## Proyección

Los responsables del Proyecto de Innovación Docente de la Facultad de Ciencias Físicas de la UCM se han mostrado interesados en Trakhios, y se está estudiando su implantación en las prácticas de la Facultad.

Debido a la simplicidad del código, puede ser mantenido fácilmente. Asimismo, potenciará el uso y aprendizaje de tecnologías libres.

Al mostrar todo su funcionamiento, estimulará la iniciativa de los alumnos más interesados. Puede apoyarse este punto en una biblioteca auxiliar con las funcionalidades más comunes.



## **Divulgación de la Física**





## Bringing the astronomy to people with special needs

S. Martínez-Núñez<sup>1</sup>, A. Ortiz-Gil<sup>2</sup>, P. Blay<sup>3</sup>, A.T. Gallego-Calvente<sup>4</sup>,  
M. Gomez-Collado<sup>2</sup>, J. C. Guirado<sup>2,5</sup> & M. Lanzara<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y a las Tecnologías (IFACyT), Universidad de Alicante, Spain; silvia.martinez@ua.es.

<sup>2</sup>Observatorio Astronómico, Universidad de Valencia, Spain.

<sup>3</sup>Laboratorio de Procesado de Imágenes, Universidad de Valencia, Spain.

<sup>4</sup>Instituto de Astrofísica de Andalucía - CSIC, Granada, Spain.

<sup>5</sup>Departamento de Astronomía y Astrofísica, Universidad de Valencia, Spain

Our team has developed a variety of astronomical activities specifically addressed to people with special needs. The aim of these activities is to bring the beauty and fascination of astronomy to this group of people. The International Year of Astronomy 2009 (IYA 2009) was a great opportunity to bring astronomy to people with physical and/or intellectual disabilities, allowing us to carry on a national project supported by the Spanish node of the IYA 2009 and the FECyT. In particular, we have developed a series of interactive talks, software with astronomical contents, hands-on activities and a planetarium, among others. The main goal of this work is to stress the fact that working with this kind of public is not as difficult as it might seem a priori. Moreover, the experience is very formative and rewarding for everyone involved.

Our activities could be divided in three main groups depending on the kind of special requirements of the public we are dealing with:

1. For cognitively disabled people: Storytelling, feeling, drawing, observing interactive talks.
2. For the visually impaired people: a braille book (“Volver a ver las estrellas”), a planetarium show (“El cielo en tus manos”) and a 3D moon (project under development).
3. For people with motor impairment: an astronomical software, “Astroadapt”.

The main goal of this project is to pave the way for other institutions and persons involved in outreach and education to work with special needs people. Therefore, all the materials are freely available under the conditions of the Creative Commons License.

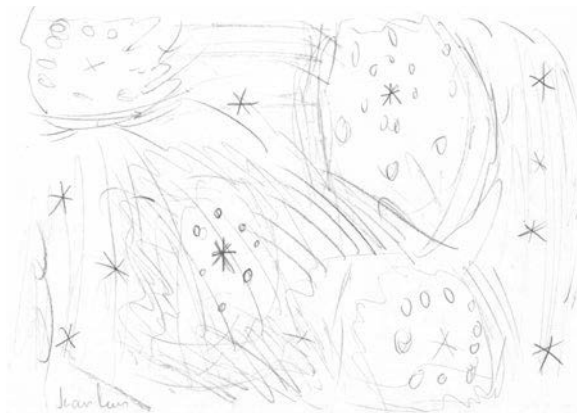


Figure 1. One example of the public's impressions on the life of the stars interactive talk.

## **Aknowledgements**

This project has been carried out thanks to two grants from the Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECyT), under projects FCT-08-0638 and FCT-09-216, and funding from the ALHAMBRA project and the University of Valencia.

These projects have been made possible also thanks to the collaboration of different institutions and associations: the Hemisferic planetarium of the Ciutat de les Arts i les Ciències in Valencia, the Generalitat Valenciana, the Confederación Española de Personas con Discapacidad Intelectual (FEAPS), the Organización Nacional de Ciegos de España (ONCE), the Universidad de Alicante and the Planetari de Castello. .

## **REFERENCES**

1. Astronomical activities for people with special needs, A. Ortiz-Gil et al., CAP Journal, submitted.

## **Condensador de placas paralelas: demostración interactiva en el aula de física**

José Antonio Molina Bolívar, Cristóbal Carnero Ruiz

Departamento de Física Aplicada II, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Málaga

### **La demostración interactiva como recurso didáctico**

En esta comunicación presentamos un montaje experimental que permite estudiar los diferentes parámetros que influyen en la capacidad de un condensador de placas paralelas, y que ha sido construido por alumnos de Ingeniería Industrial de la Universidad de Málaga. En su diseño se ha tenido en cuenta su utilización como demostración interactiva en la clase de Física. Las demostraciones interactivas son un poderoso método de enseñanza centrado en el alumno, que permite mejorar el conocimiento conceptual, y en el que el alumno se enfrenta al conocimiento inicial y la comprensión de un fenómeno físico<sup>1</sup>. Esta estrategia de aprendizaje se conoce como “interactive lecture demonstration”<sup>2</sup> y en ella el profesor es un guía del proceso de aprendizaje estimulando la colaboración entre los alumnos. Una demostración interactiva consta de tres etapas, contribuyendo cada una de ellas al aprendizaje del alumno<sup>2,3</sup>:

- Predicción: una vez que el profesor describe el dispositivo experimental, contextualizándolo dentro del tema que se está explicando, se formulan una serie de cuestiones y los estudiantes hacen sus predicciones sobre los posibles resultados. Cada alumno escribe sus predicciones en una hoja, en la que se ha de explicar los motivos por los que formula sus predicciones. El profesor sondea las diferentes respuestas que han dado los alumnos sin decir cuál es la correcta. Esta etapa permite conectar la demostración que se va a realizar con la experiencia previa del alumno. Existe la posibilidad de que una vez que cada alumno haya realizado sus predicciones, se reúnan en grupo y discutan entre ellos las diferentes opciones hasta concluir cuál es la más probable, que posteriormente será defendida.

- Realización de la experiencia: el profesor frente a la clase realiza la demostración mostrando claramente los resultados.

- Reflexión: Los alumnos toman nota de los resultados “reales” obtenidos en la demostración y los comparan con las predicciones que habían realizado. En esta etapa es importante que los alumnos reflexionen sobre lo que han aprendido comparándolo con su predicción, de forma que identifiquen los errores conceptuales que tenían al comienzo de la clase. Después de que el alumno compare y discuta con los otros alumnos sobre los resultados, de forma individual cada alumno realiza un informe sobre lo que ha aprendido y donde están los errores o aciertos de sus predicciones. Esta etapa permite el desarrollo de habilidades necesarias para el autoaprendizaje y en ella se realza los logros del estudiante.

### **Descripción del dispositivo experimental**

En la actualidad existen diferentes empresas que ofertan prácticas de laboratorio centradas en el condensador de placas paralelas. Ahora bien, éstas requieren demasiado tiempo para su montaje y realización, y el fundamento teórico en el que se basan las medidas aleja la atención del alumno del objetivo que se pretende con la práctica. En el diseño de nuestro dispositivo se ha perseguido la sencillez y claridad de funciona-

miento, con el fin de poder utilizarlo como demostración interactiva. En la Figura 1 se puede ver el dispositivo, que consta de los siguientes elementos: capacímetro que registra la capacidad del condensador formado (A); placas metálicas cuadradas de diferentes tamaños y materiales (B); calibre digital para medir la distancia entre las placas (C); interruptor que controla el motor que permite alejar o acercar las placas (D). Con esta demostración se puede comprobar la influencia de la distancia y del área de placas e incluso de la constante dieléctrica sobre la capacidad de un condensador.

### Preguntas que se formulan durante el desarrollo de la demostración interactiva

Las preguntas que se formulan son: si aumentamos la distancia entre las placas ¿qué le ocurrirá a la capacidad?; si mantenemos constante la distancia y variamos el área de las placas ¿qué le ocurrirá a la capacidad?; si introducimos entre las dos placas un dieléctrico ¿qué le ocurrirá a la capacidad? En todas estas preguntas el método de trabajo es el mismo, los alumnos realizan primero sus predicciones y las anotan en una hoja pudiendo defenderlas en pequeños grupos, seguidamente el profesor realiza el experimento, y finalmente, se compara el resultado con la predicción discutiendo los aciertos y errores llevados a cabo. Para comprobar la utilidad de esta demostración interactiva se diseñó un test de control que constaba de cinco cuestiones con cuatro opciones posibles cada una de ellas. Se sometió a esta prueba a dos grupos de alumnos diferentes. A uno de ellos, el grupo de control, tan sólo se le había mostrado el experimento al final de la explicación del tema teórico correspondiente. Al otro grupo, se le realizó la demostración interactiva. Del grupo de control superó la prueba el 32% de los alumnos, mientras que del segundo grupo este número ascendió al 51%.

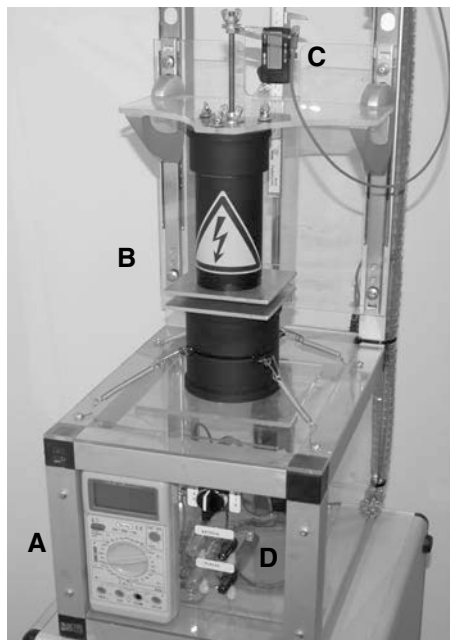


Figura 1. Dispositivo experimental

### REFERENCIAS

1. Sharma, M.D. Johnston, I.D. Johnston, H. Varvell, K. Robertson G. Hopkins, A. Thornton, R. (2010). Use of interactive lecture demonstrations: A ten year study. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*. 6, 020119-1, 020119-9.
2. Thornton R.K. Sokoloff D.R. (2004) *Interactive Lecture Demonstrations: Active Learning in Introductory Physics*. New York. Wiley, Hoboken.
3. Bruff D. (2009). *Teaching with Classroom Response Systems: Creating Active Learning Environments*. San Francisco. Jossey-Bass Publisher.

## Demostración de un manto de *invisibilidad* acústica obtenido por diseño inverso

V. M. García-Chocano<sup>1</sup>, L. Sanchis<sup>2</sup>, A. Díaz-Rubio<sup>1</sup>, J. Martínez-Pastor<sup>2</sup>,  
F. Cervera<sup>1</sup>, R. Llopis-Pontiveros<sup>2</sup>, and J. Sánchez-Dehesa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Fenómenos Ondulatorios; Universidad Politécnica de Valencia, E-46022 Valencia

<sup>2</sup>UMDO (Unidad Asociada al CSIC-IMM); Instituto de Ciencia de Materiales, Valencia.

En este trabajo se presenta el diseño y caracterización de un manto de *invisibilidad* acústica 2D basado en una distribución de cilindros colocados alrededor del objeto que se desea ocultar y cuyas posiciones se han determinado mediante diseño inverso. Se ha demostrado que dicho diseño proporciona bajas pérdidas y una reconstrucción perfecta de la onda que impacta con el objeto que se desea ocultar.

En este caso se ha escogido un cuerpo cilíndrico, de sección circular con radio  $R_0 = 11.25\text{cm}$ , como objeto que debe ser ocultado cuando una onda sonora con frente de ondas plano y una frecuencia de  $f = 3\text{kHz}$  impacte sobre él. La frecuencia de dicha onda corresponde con una longitud de onda  $\lambda \approx R_0$ . El manto acústico consiste en un conjunto de 120 cilindros de radio  $r_0 = 0.75\text{cm}$  cuyas posiciones se han determinado haciendo uso de dos mecanismos de optimización, un algoritmo genético (GA)[1] y el método “*simulated annealing*” (SA) [2]. Los GA, inspirados en la teoría Darwiniana, hacen evolucionar iterativamente una población de posibles estructuras someténdolas a cambios aleatorios y seleccionando las que presenten un mejor comportamiento. En cambio, el SA es un proceso de optimización inspirado en el efecto de enfriamiento lento de un metal fundido, mediante el cual se obtiene una estructura cristalina uniforme que consiga un estado de energía óptimo.

Con la finalidad de conseguir la distribución de cilindros que rodeen al cuerpo central, se ha elegido una función de optimización  $F$  con la que conseguir que el campo dispersado por la estructura sea mínimo,

$$F = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{360} |P(r_c, \theta_i)|^2}{\sum_{i=1}^{360} |P_0(r_c, \theta_i)|^2} \quad (1)$$

donde  $(r_c, \theta_i)$  son 360 puntos uniformemente distribuidos en una circunferencia de radio  $r_c = 1.5\text{m}$  (campo lejano) centrada en el objeto que se desea ocultar.  $P_0$  y  $P$  corresponden con las presiones medidas en estos puntos cuando el objeto se encuentra solo o rodeado del manto de invisibilidad. De este modo  $F=1$  define la ocultación acústica total del objeto. Se ha empleado el método de dispersión múltiple[3] para calcular de una manera precisa el campo dispersado por las estructuras (el objeto a ocultar y el objeto con el manto de invisibilidad) cuando un campo incide sobre ellas. El diseño final mostrado en la Figura 1 consigue un valor de la función de optimización de  $F=0.977$ .

Para la implementación práctica del diseño se han empleado cilindros de aluminio tanto para el objeto central como para los cilindros que conforman el manto. Las medi-

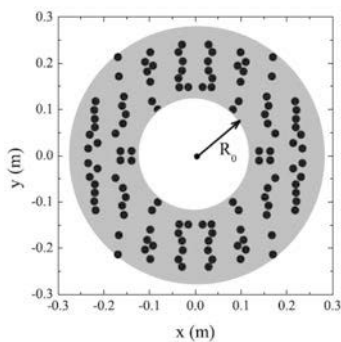


Figura 1. Estructura de cilindros (puntos azules) que definen el manto de invisibilidad acústica obtenido por diseño inverso

das de las dos estructuras, con y sin el manto, se han caracterizado en el interior de una guía de ondas especialmente construida para este cometido, con unas dimensiones de  $4.6 \times 3.66 \times 0.05 \text{ m}^2$ . Los laterales se recubrieron con secciones de fibra de vidrio de 5cm de espesor para evitar reflexiones. Con la estructura colocada en el centro de la guía se ha empleado un micrófono (modelo B&K 4958) que se mueve en el interior de la cámara con la ayuda de un robot programable. La señal de excitación empleada es un pulso sinodal de 3kHz con envolvente gaussiana. La señal se limitó en tiempo con el fin de evitar reflexiones indeseadas. Los datos de la medida son adquiridos y amplificados por un B&K 2694-B. Debido a la sensibilidad que presenta el diseño a las variación de la longitud de onda se ha seguido un riguroso control de la velocidad del sonido, monitorizando las variaciones de temperatura y humedad que se produjeran durante las medidas.

Se ha caracterizado el comportamiento que presenta el diseño en cuanto a la disminución del campo difractado y de la sombra del objeto a ocultar para diferentes frecuencias. Para ello se evalúa la visibilidad media de un objeto[4],

$$\bar{\gamma} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{|P_{max,j}| - |P_{min,j}|}{|P_{max,j}| + |P_{min,j}|}$$

donde  $P_{max,j}$  y  $P_{min,j}$  son los valores máximos y mínimos de presión en  $N$  frentes de ondas.

Los valores mínimos de visibilidad se obtienen para una frecuencia de 3061Hz. La discrepancia frente al valor de diseño (3000Hz) es debida a la variación de la velocidad del sonido, que en el diseño se definió como 340m/s y en las condiciones de temperatura y humedad existentes en el interior de la guía (24.8°C y 54% de humedad) es de 347m/s. Otra fuente de error viene determinada por la dificultad de obtener un frente de ondas perfectamente plano. Para evaluar este último efecto se caracterizó el frente de ondas que se producía en el interior de la cámara y, haciendo uso de la herramienta de simulación Comsol, se estudió el comportamiento del diseño con esta forma de onda. En la Figura 2 se muestra la variación teórica y experimental de la visibilidad con la frecuencia en espacio libre, con el objeto y con el objeto rodeado por el manto. Se han estimado unas pérdidas de amplitud sonora de tan sólo el 4%.

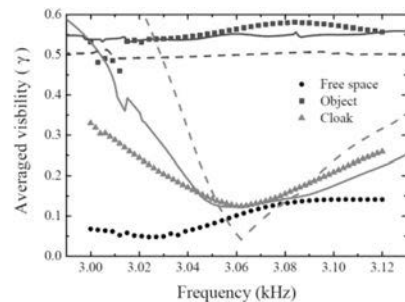


Figura 2. Visibilidad media en espacio libre (negro), con el objeto a ocultar (azul), y con el objeto rodeado del manto de invisibilidad (rojo). Los símbolos representan valores experimentales. Las líneas representan simulaciones numéricas basadas en elementos finitos considerando una onda incidente con frente de onda plano (línea a trazos) y con una onda ajustada a la emitida por el transductor (línea continua).

#### REFERENCIAS:

1. Goldberg D.E. (1989). Genetic Algorithms in Search, Optimization and Learning. Addison Wesley, Reading, MA.
2. Kirkpatrick S., Gelatt, Jr C. D., Science, **220** 4598, (1983).
3. L. Sanchis, A. Håkansson, F. Cervera, and J. Sánchez-Dehesa, Phys. Rev. B **67**, 035422 (2003).
4. S. Zhang, C. Xia, and N. Fang, Phys. Rev. Lett. **106**, 024301, (2011).

## Física recreativa *made in* Murcia

Rafael García Molina, Hugo Pérez García

Departamento de Física – Centro de Investigación en Óptica y Nanofísica, Universidad de Murcia  
rgm@um.es; hugo.perez@um.es

Las actividades de física recreativa están presentes en la Universidad de Murcia desde hace más de una década. En el ámbito de la enseñanza formal se imparte una asignatura denominada *Física recreativa*, la cual es de libre configuración y tiene una alta tasa de alumnos matriculados, lo cual refleja el interés de éstos por las actividades que se desarrollan. Dentro del máster de formación del profesorado se imparte la asignatura *Enseñanza práctica de la Física*, en cuyos contenidos también aparece (de forma parcial) actividades de física recreativa contextualizadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por otra parte, la física recreativa también está presente en la enseñanza no formal, puesto que se participa asiduamente en actividades de divulgación de la ciencia, tales como talleres prácticos, espectáculos científicos y conferencias divulgativas, los cuales se desarrollan tanto en los eventos de divulgación y promoción de la ciencia que ya están consolidados en la Región de Murcia (Semana de la Ciencia y la Tecnología, Noche de los Investigadores, Primavera científica), como en centros de enseñanza que solicitan este tipo de actividades para sus semanas culturales u otros eventos similares. En particular, merece destacarse la creación de un grupo de estudiantes, denominado *Los Juglares de la Física*, coordinados por Rafael García Molina, quienes colaboran entusiastamente en estas actividades divulgativas.

La figura 1 muestra una selección de las actividades que se han desarrollado en los últimos años; puede encontrarse más información en la ref. [1].



Figura 1. Algunas de las actividades de Física recreativa presentadas en la edición de 2010 de la Semana de la Ciencia de la Región de Murcia.

La respuesta por parte del público es muy positiva, como puede apreciarse por el número de participantes, así como por su expresión entusiasta. Durante estas exhibiciones, son numerosos los profesores de enseñanza secundaria (y también de primaria) que contactan con nosotros, principalmente para recabar información sobre el tipo de actividades que presentamos y así poder reproducirlas con sus alumnos.





Figura 2. Ejemplos de participación en las clases por parte de los alumnos de Física recreativa (izquierda) y de Enseñanza práctica de la física (derecha).

Las experiencias de ciencia recreativa estuvieron incorporadas en la práctica docente durante bastante tiempo, sobre todo antes del último cuarto del siglo xx [2, 3, 4]. Afortunadamente, en los últimos años se está produciendo un resurgimiento de este tipo de actividades, como se aprecia en las comunicaciones que se presentan en los certámenes *Ciencia en Acción* y *Science on Stage*, o en la sección dedicada a la Ciencia recreativa que ha incorporado a su contenido la *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* [5], que en junio de 2011 publicará un número monográfico dedicado a la Ciencia recreativa.

Para mostrar las posibilidades didácticas que ofrece la física recreativa, así como su capacidad para captar el interés del público, en esta comunicación se expondrá de forma práctica algunas de las experiencias que hemos desarrollado en la Universidad de Murcia.

#### REFERENCIAS

1. <http://bohr.inf.um.es/miembros/rgm/ff>
2. Estalella J. (1918) Ciencia recreativa. Gustavo Gili. Barcelona (Ciencia recreativa. Facsímil y comentarios, reeditada en 2008 por la Fundación Séneca y la Academia de Ciencias de la Región de Murcia. Murcia)
3. Yesares Blanco R. (s/f) Física recreativa. Librería Bergua. Madrid
4. Mandel M. (1962) Física recreativa. Santillana. Madrid.
3. <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira>



## La Feria-Concurso Divulgación de la Física en la Enseñanza Media

Ch. Ferrer-Roca<sup>1,3</sup>, A. Pons-Martí<sup>2,3</sup>, Miguel V. Andrés<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física Aplicada y Electromagnetismo, Universidad de Valencia;

*chantal.ferrer@uv.es; miguel.andres@uv.es*

<sup>2</sup> Departamento de Óptica, Universidad de Valencia; *amparo.pons-marti@uv.es*

<sup>3</sup> Grupo de Trabajo de Física Arquímedes

Desde la Facultad de Física de la Universitat de València hace ya varios años que se vienen promoviendo una serie de iniciativas que pretenden mejorar la docencia y el aprendizaje de la Física, incidiendo de forma especial en los aspectos experimentales y su relación con los modelos teóricos, así como en las aplicaciones tecnológicas que se basan en conceptos y principios físicos teóricos. La mayoría de estas iniciativas, que se han desarrollado a propuesta del Grupo de Trabajo de Física Arquímedes, se aglutinan alrededor del *Aula eXPERimENtA* y se centran en distintos aspectos de la promoción de la Física en niveles de enseñanza no universitarios, fomentando además la colaboración entre la Universidad y los centros de educación secundaria.

La constitución del Grupo de Trabajo de Física Arquímedes y el comienzo de sus actividades, en mayo de 1999, se produjo en un momento clave para el sistema educativo español, coincidiendo con la implantación generalizada de nuevos contenidos en la Física del Bachillerato. Se trata de un grupo mixto, formado por profesores de universidad, mayoritariamente de la Facultad de Física, y profesores de bachillerato, que desarrolla sus actividades en colaboración con diversas entidades, como el Departamento de Física Aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia, el Servicio de Formación Permanente de la Universitat de València y la Delegación para la Incorporación a la Universidad. Adicionalmente, en el curso 2001-2002, el grupo formalizó su inscripción como grupo de trabajo del Centro de Formación, Innovación y Recursos Educativos (CEFIRE) de Godella (Generalitat Valenciana). A lo largo de más de una década se han desarrollado un amplio conjunto de iniciativas dirigidas a:

- Incidir en el uso de demostraciones experimentales sencillas que pongan de manifiesto los fenómenos físicos básicos y, si es posible, permitan un análisis cuantitativo de los mismos.
- Proporcionar formas alternativas de presentación de conceptos, favoreciendo la relación entre los distintos campos de la Física y con las aplicaciones tecnológicas.
- Completar la formación del profesorado en aspectos nuevos o complementarios del currículo de la Física de nivel no universitario.

De entre todas las iniciativas queremos presentar en esta comunicación la *Feria-Concurso de demostraciones y experimentos de Física y Tecnología*, cuya VI edición se celebró el 3 de abril de 2011. Se trata quizá de la iniciativa más importante en cuanto a la divulgación y promoción de la Física en los niveles no universitarios desarrollada en la Comunidad Valenciana, ya que cada año participan en ella más de 50 grupos de estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Ciclos Formativos.

Surgió en 2005, cuando, a instancias del grupo *Arquímedes*, la Facultad de Física convocó un concurso con el objetivo de involucrar a los estudiantes de enseñanza secundaria de una manera activa en el Año Mundial de la Física. El entusiasmo y dedicación de los concursantes, así como la respuesta del público fueron extraordinarios, y contribuyeron decisivamente a la transformación de este evento en una feria anual.

La información sobre la *Feria-Concurso* se encuentra en el enlace <http://www.uv.es/fisica>, donde se pueden consultar las bases y los detalles del desarrollo de la Feria (también de convocatorias anteriores). Los participantes tienen que aportar un trabajo experimental en el que se ponga de manifiesto, a nivel cualitativo y/o cuantitativo, algún principio físico o su aplicación práctica.

Los concursantes seleccionados exponen sus trabajos en la *Feria Experimental*, que se celebra en el Jardín Botánico de la Universitat de València, abierto al público ese día, y deben explicar sus experimentos o montajes a los visitantes, y también a un jurado constituido por profesores de la Universitat de València y de centros de secundaria. El buen funcionamiento, la comprensión del trabajo por los concursantes y la claridad de sus explicaciones son aspectos muy valorados por el jurado que al finalizar la Feria procede a la entrega de premios.

La *Feria-Concurso* es, por sus características, una experiencia de carácter muy motivador para los estudiantes que participan ya que las explicaciones que han de aportar sobre sus propios experimentos o propuestas tecnológicas hacen que se involucren en todo el proceso de manera muy activa y en una dirección poco explorada: relacionando los fenómenos físicos, los conceptos y principios que permiten su comprensión y los desarrollos tecnológicos relacionados con esos conceptos.

Además, la presencia de todo tipo de público en la Feria permite que el trabajo realizado por los alumnos y profesores participantes trascienda los límites del aula convirtiendo a esta *Feria-Concurso* en una poderosa herramienta de divulgación de la Física.



Figura1. Cartel anunciador de la última edición de la Feria-Concurso

## Patrones de flujo en un cilindro en rotación

R. Chicharro<sup>1</sup>, A. Vázquez<sup>2</sup>

Laboratorio de Fluidos, Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM

<sup>1</sup> [rocio.chicharro@ciencias.unam.mx](mailto:rocio.chicharro@ciencias.unam.mx)

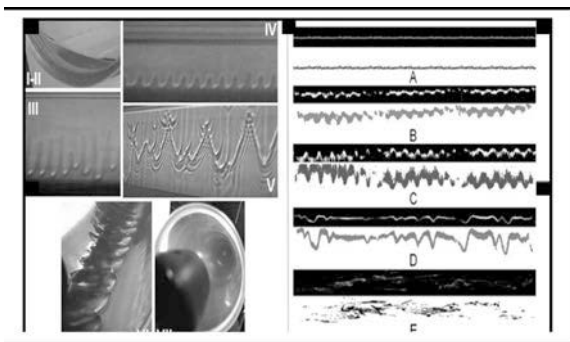
<sup>2</sup> [zeta24\\_75@yahoo.com](mailto:zeta24_75@yahoo.com)

La evolución de una capa fina de líquido, sobre o dentro de un cilindro circular recto que está sometido a rotación sobre un eje horizontal se llama rimming flow. Es importante no sólo observar (información cualitativa) el rimming flow, sino que es necesario obtener una caracterización cuantitativa del fenómeno, en este sentido, el objetivo del presente estudio es la determinación experimental de las transiciones que tienen lugar para una fracción de llenado baja y con una velocidad de rotación del cilindro ( $\Omega$ ) en un intervalo entre  $0.05$  a  $5.2 \text{ s}^{-1}$ , usando un análisis de series de tiempo por medio de las herramientas de sistemas dinámicos (mapas de recurrencia y la dimensión de correlación).

El sistema experimental consiste en un cilindro de plexiglás horizontal con un radio de  $4.7 \text{ cm}$  y una longitud de  $67 \text{ cm}$ . Su rotación se realiza con un servomotor controlado por una PC. Se llena con agua destilada con una fracción de  $1.8\%$  ( $70.7 \text{ ml}$ ). Para visualizar los patrones se tiene una bombilla incandescente de  $300 \text{ W}$  que se encuentra a una distancia de  $80 \text{ cm}$  del cilindro. En tanto para obtener las series de tiempo, se utilizó la proyección de un plano de luz láser de  $532 \text{ nm}$  a  $500 \text{ mW}$ , el cual se dirige a la parte frontal a lo largo del cilindro y es recogida en una pantalla blanca no reflejante, donde se observa la proyección en dos dimensiones del patrón de flujo. Los patrones fueron grabados con una cámara de alta velocidad a  $500$  cuadros por segundo con una resolución de  $800 \times 600$  en  $8$  bits.

En la figura 1a, se muestran los patrones observados: I piscina ( $\Omega=0$ ), II básico, III dedos, IV canales, V cascadas, VI dientes suaves y VII anular. Las fotografías III-V, se adquieren por la proyección de la luz incandescente y las otras son tomadas directamente del cilindro. En la figura 1b, corresponde a las series de tiempo correspondientes a los patrones II-VI; cada serie está compuesta por mas de  $30000$  datos.

En la figura 2a, se muestran los resultados para los mapas de recurrencia. Se puede observar que en el patrón de piscina todos los puntos caen sobre la diagonal. Indicando que el patrón es muy estable, debido a que el cilindro está en reposo y la luz laser no se dispersa. Los patrones de dedos y canales tienen un comportamiento similar en su estructura, pues muchos puntos se encuentran sobre la diagonal. Para el patrón de cascada se observa una estructura diferente con un comportamiento aleatorio sobre la diagonal. En el mapa de recurrencia para el patrón de dientes suaves



Figuras: 1a, Patrones de flujo. 1b, Series de tiempo para cada patrón.

ves. Se observa un comportamiento totalmente caótico ya que todos los puntos están dispersos y no es posible ver una estructura. La figura 2, muestra los resultados para la dimensión de correlación ( $D_2$ ). Es evidente que en el patrón de la piscina de series de tiempo es una línea horizontal y que una dimensión es suficiente para cubrir o integrar el patrón. Al aumentar la dimensión de correlación de 1.08 a 2.26 indica que el patrón de los dedos es inestable con respecto al patrón de la piscina, y se observa que los puntos se alejan de la diagonal en el mapa de recurrencia. Cuando  $D_2$  va de 2.26 a 2.42 este aumento indica que el patrón de surcos es un poco más complejo o al azar que el patrón de los dedos, lo cual es corroborado por los mapas de recurrencia, en los que es posible ver que en el patrón, el recubrimiento líquido pasa de estable a estados inestables. Posteriormente  $D_2$  cae de 2.42 a 2.15 teniendo que el patrón de cascadas es más estable que el de canales, pero esta situación no es observada en el mapa de recurrencia, esto debido a que el mapa de recurrencia para las cascadas indica una distribución de puntos más dispersa, aunque todavía es posible observar algún tipo de estructura. Finalmente  $D_2$  alcanza un valor máximo en 5.2, lo cual indica que el patrón de dientes alisados es el más inestable o caótico, dicho comportamiento es corroborado por su mapa de recurrencia, en donde casi todos los puntos están alejados de la diagonal.

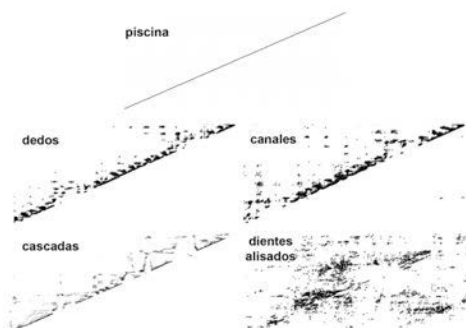


Figura 2a, Mapas de recurrencia

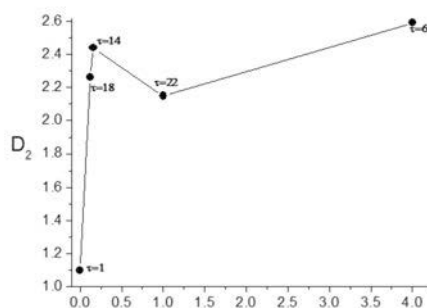


Figura 2b, Dimensión de correlación

## Un detector sencillo de radioactividad

V. Pazy<sup>1</sup>, O. Rodríguez<sup>2</sup> y J.L. Contreras González<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Universidad Complutense de Madrid. vadypazy@gmail.com

<sup>2</sup>Laboratorio de Física General, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid

Se propone la construcción de un detector de radioactividad elemental utilizando materiales muy sencillos. Se trata de un aparato idóneo para laboratorios de asignaturas de la licenciatura de Física donde se aborde el tema de las radiaciones ionizantes; como Física Nuclear o Radiofísica. Además, este experimento puede ser también muy ilustrativo en charlas de divulgación científica.

### Introducción

El *electroscopio* es un dispositivo que sirve para demostrar la presencia de cargas eléctricas. Un ejemplo se muestra en la figura 1 tomada de [1]. Cuando cargamos la esfera de la parte superior de la figura observamos que las láminas que se encuentran dentro del matraz se separan debido a que en ellas se acumulan cargas de igual signo, que se repelen por fuerzas electrostáticas. Sin embargo, ya Coulomb observó que al cabo de cierto tiempo la carga escapaba de las láminas, ya que éstas volvían a acercarse. Este efecto se producía aunque la botella que contenía las láminas estuviera herméticamente cerrada y se denominó *corriente oscura*, ya que debería existir una corriente entre las láminas y la pared del electroscopio que eliminara las cargas de las láminas. Fue descubierta por Coulomb en 1785, [2].



Figura 1. Ejemplo de un electroscopio

Pronto se atribuyó el origen de la corriente oscura a la ionización del aire. Sin embargo, no se conocían las causas de esta ionización. Experimentos realizados por Victor Hess a principios del siglo XX le llevaron a descubrir que la radiación ionizante responsable del efecto provenía de la radioactividad de origen terrestre y de fuentes extraterrestres, lo que dio lugar al descubrimiento de *los rayos cósmicos*, [3], trabajo por el que recibió el premio Nobel en 1936.

La radioactividad ambiental explica por qué Coulomb observaba la corriente oscura, la radiación ambiental o cósmica es capaz de ionizar el aire. Sin embargo, este efecto es muy débil. Si construimos un electroscopio y lo cargamos, las láminas, inicialmente separadas, se acabarán juntando pero muy lentamente. En nuestro experimento pretendemos acelerar este proceso utilizando una fuente radioactiva. Esto permite explicar el efecto original y estudiar de forma poco precisa pero muy visual las características de distintas fuentes. Si acercamos una *fente radiactiva* al electroscopio el acercamiento entre las dos láminas se aprecia en tiempos cercanos al minuto.

## Desarrollo experimental

La construcción del electroscopio se llevó a cabo en el Laboratorio de Física General de la facultad de CC. Físicas. Para ello se utilizó un matraz con un cuello recto y estrecho. Como tapón usamos *corcho blanco*, poliestireno expandido, un material blando y no conductor. Con un alambre de cobre perforamos el tapón de tal forma que el extremo superior quede fuera del matraz, mientras que la parte interior incluya dos láminas de papel de aluminio, obtenidas de doblar una tira larga. En la parte lateral del matraz, a media altura se practicó un orificio de unos 2 cm de diámetro, que nos servirá para acercar las fuentes radioactivas, pero sin llegar a introducirlas en el matraz. Este orificio es necesario, ya que las partículas alfa son muy poco penetrantes (unos centímetros en el aire) y la pared de vidrio del matraz bastaría para pararlas.

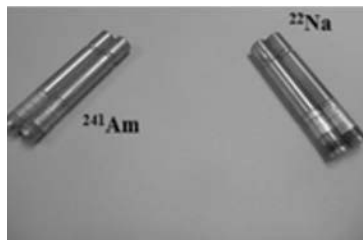


Figura 2. Isótopos de  $^{241}\text{Am}$  y  $^{22}\text{Na}$  encapsulados

En el experimento usamos una fuente radiactiva del  $^{241}\text{Am}$ , y otra de  $^{22}\text{Na}$  en forma de cápsulas cilíndricas, como muestra la figura 2. El  $^{241}\text{Am}$  es emisor de partículas  $\alpha$ . El  $^{22}\text{Na}$  se desintegra emitiendo positrones que por aniquilación con electrones dan lugar a fotones de energías en torno a 0,5 MeV. Usaremos la fuente alfa para observar el efecto y la de  $^{22}\text{Na}$ , de idéntica geometría y composición externa, como comprobación y para chequear efectos sistemáticos.

La pérdida de la energía de una partícula cargada atravesando la materia puede ser debida a dos procesos: excitación e ionización. En nuestro caso nos interesa el segundo. Esquematizando, la ionización del aire es:  $AB + A^+ + B^- + \dots$ . Donde AB es un átomo o molécula del aire y  $A^+$  es la partícula incidente cargada. Como vemos, el producto de la reacción es un ión positivo y un electrón o un ión negativo. Si volvemos a las láminas metálicas del electroscopio, observamos que si éstas están cargadas positivamente los electrones o iones negativos que se produzcan tenderán a dirigirse hacia ellas y neutralizarán esta carga positiva. Los iones positivos al ser repelidos por las láminas, se dirigirán hacia las paredes del matraz. El efecto neto es una corriente entre las láminas y la pared del matraz.

El desarrollo del experimento es muy sencillo e ilustrativo:

1. Se presenta el electroscopio y se explica su funcionamiento.
2. Se carga el electroscopio utilizando una varilla de vidrio frotada con un papel y se observa que las láminas se separan.
3. Se acerca la fuente de  $^{241}\text{Am}$  (figura 3) al orificio del matraz. Se observa como las láminas se van juntando lentamente y en alrededor de 1 minuto acaban prácticamente unidas.
4. Se acerca la fuente de  $^{22}\text{Na}$  (tercer video de [4]) al orificio del matraz y se comprueba que las láminas no se juntan.

En la imagen tomada se ha utilizado un conjunto de tres fuentes de americio como la descrita anteriormente. Como se indica en el punto 4, el experimento también ha sido grabado en vídeo. En total se grabaron 3 situaciones diferentes (aproximadamente de 1 minuto de duración cada una): electroscopio sin fuentes, electroscopio con fuentes alfa y electroscopio con fuentes gamma. Los enlaces para encontrarlos están en la referencia [4].



Figura 3. Electroscopio sin presencia de la fuente de  $^{241}\text{Am}$  (izquierda) y con la fuente de  $^{241}\text{Am}$  (derecha)

## Conclusiones

Vemos como con un electroscopio *casero* se puede detectar la radiación ionizante proveniente de una fuente radioactiva de forma muy visual. La construcción y el montaje son muy fáciles y lo puede hacer cualquier persona en su casa, sin necesidad de disponer de un material excesivamente caro, siempre que se disponga de las fuentes radioactivas. La sencillez y poca inversión económica lo hacen muy atractivo y asequible para cualquier laboratorio.

Posiblemente podría extenderse el experimento utilizando otras fuentes de radiación ionizante, o incluso variando el gas del matraz, pero es una vertiente que aún no hemos explorado.

## REFERENCIAS

1. [http://www.kalipedia.com/fisica-quimica/tema/electricidad-magnetismo/fotos\\_electroscopio.html](http://www.kalipedia.com/fisica-quimica/tema/electricidad-magnetismo/fotos_electroscopio.html)
2. Coulomb C. A. (1785). Premier Mémoire sur l'Electricité et le Magnétisme. Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Pag. 569-577.
3. Sekido, Y. Elliot, H (1985). Early History of Cosmic Ray Studies. D. Reidel Publishing Company. Pag. 1-30.
4. Sin fuentes: <http://www.youtube.com/watch?v=JaKMvqTL84s>  
 Con fuentes alfa: <http://www.youtube.com/watch?v=GnfK57FkTBc>  
 Con fuentes gamma [http://www.youtube.com/watch?v=Nv9H\\_I-6ZCI](http://www.youtube.com/watch?v=Nv9H_I-6ZCI)



## Un taller de astronomía como actividad divulgativa con encuesta de valoración y satisfacción

A Márquez Mencía

Socio RSEF; [amarquezme@cofis.es](mailto:amarquezme@cofis.es).

En este trabajo se presenta la actividad divulgativa “Física recreativa: taller de Astronomía” así como la encuesta de valoración realizada a los asistentes a dicha actividad, sus resultados y conclusiones. Dicha actividad, dirigida a niños con edades comprendidas entre los 7 y los 12 años, se realizó en dos sesiones durante el mes de agosto de 2010 dentro de la programación de Verano Cultural en la localidad de Los Navalmorales (Toledo).

La actividad divulgativa que se presenta puede ser entendida como un proyecto de cultura científica, organizada por el autor del artículo y fue financiada por el Ayuntamiento de la localidad. Como tal, y puesto que la actividad persigue unos objetivos concretos, al concluir las dos sesiones se realizó una encuesta de valoración y satisfacción al público asistente. Por tanto, aquí se presentan tanto las actividades que se desarrollaron como los resultados obtenidos de la citada encuesta.

Los objetivos que se persiguen con esta actividad son: (i) fomento de la cultura científica del público asistente mediante la realización de juegos y experimentos relacionados con Física y Astronomía; (ii) ofrecer una alternativa de ocio y entretenimiento para el público infantil donde los asistentes puedan aprender divirtiéndose mediante la realización de experimentos y su participación en talleres; (iii) servir como repaso y complemento a lo estudiado en el currículum escolar sobre Astronomía. Para alcanzar estos objetivos, el Taller se distribuyó en dos sesiones, con una duración de 2 h y 30 min cada una de ellas, en las que se trataron temas sobre generalidades del Sistema Solar, la formación del Universo y galaxias y se realizaron juegos y experimentos [1]. La distribución de tareas en cada sesión fue:

- Sesión 1. Título: ¿Qué sabes del Sistema Solar? Se centró en el conocimiento que los asistentes tenían sobre el Sistema Solar, sus componentes y la formación de los mismos. La sesión comenzó con una presentación en power point donde se mostraron los principales astrónomos a lo largo de la historia, desde la época helenística hasta Copérnico. Después, se propuso la realización de un modelo a escala del Sistema Solar. Para ello, los asistentes, distribuidos por grupos, acudieron al centro de internet de la Biblioteca Municipal donde realizaron una búsqueda para rellenar una ficha sobre el planeta que les había sido asignado. Los cálculos de las distancias y diámetros los realizó el responsable de la actividad, tomando como referencia que el Sol era un balón de diámetro 0,5 m. Los planetas fueron elaborados con plastilina y pegados en un tablón para ser presentados por una avenida de la localidad.
- Sesión 2. Título: ¿Qué sabes del Universo?. En esta sesión se realizó una exposición oral sobre los componentes del Universo y el inicio del mismo, el Big-Bang. Se presentaron una serie de fotografías, algo espectaculares y llamativas, sobre ciertas estructuras (galaxias, nebulosas, cúmulos y agujeros negros) explicando sucintamente sus características y formación. Simultáneamente, y para complementar las explicaciones, se propusieron una serie de juegos y ex-



perimentos; así, entre otros, para comprobar la expansión del Universo se pintaron puntos sobre un globo y al inflarse, se visualizaba cómo se alejaban los puntos; o para comprobar la formación de galaxias, se jugó con un plato hondo con agua al que se añadió jabón y con un pajita se soplabla para comprobar que los cúmulos se formaban en la parte de fuera. La sesión concluyó hablando sobre constelaciones, dando unas pautas sencillas a los asistentes para la observación de las mismas así como un sencillo mapa de localización de las principales constelaciones.

Dentro del marco de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología, se optó por emplear un modelo interactivo, donde se dio más importancia al contexto del público receptor que a la carencia de conocimientos [2].

Concluidas las dos sesiones, se realizó una encuesta de valoración y satisfacción de la actividad a los presentes. El fin de esta encuesta era conocer la efectividad y calado de las actividades realizadas y el grado de satisfacción de los asistentes, en aras de mejorar las técnicas y estrategias empleadas en el Taller. Por tanto, se trataba de disponer de unos indicadores que permitan evaluar la consecución de los objetivos propuestos, sin entrar en el grado de conocimiento de los asistentes. Así, se valoraron ítems generales como el interés mostrado en el Taller, la valoración de la actividad y la relación ciencia-sociedad. En este sentido, se siguió un esquema similar al de una encuesta de percepción social de ciencia y tecnología, tal como se recoge en los informes bianuales de la FECYT [3].

El número de preguntas fue 8, distribuidas de la siguiente manera: 5 sobre valoración de la actividad, 2 sobre interés por temas científicos y 1 sobre la relación ciencia y sociedad. El tamaño de la muestra fue 20 individuos y la encuesta fue realizada colectivamente por escrito, siguiendo un procedimiento aleatorio. Para el tratamiento estadístico de los resultados, se hizo la asignación numérica: muy poco-1, poco-2, más o menos-3, bastante-4, mucho-5.

Respecto al interés por los temas científicos, un 65% de los asistentes valoran con mucho su interés por los temas tratados en la actividad y los temas científicos en general, recibiendo una puntuación de 3,25 sobre 5. Las preguntas sobre valoración, en general, están muy bien valoradas, siendo muy positiva la valoración recibida salvo en la pregunta “¿Cómo ha sido tu participación en las actividades del taller?”, donde sólo la mitad ha valorado como muy positiva su participación en el taller, lo que pone de manifiesto que su participación no fue la deseada. Llama especialmente la atención cómo la pregunta “¿Crees que actividades como esta, en la que se realizan experimentos y juegos, serían adecuadas para las fiestas de un pueblo o una programación de verano cultura?” recibe una valoración de 3,25 sobre 5, bastante alta, siendo consideradas por un 65 % adecuadas para tal situación.

La pregunta sobre la relación ciencia, tecnología y sociedad (“¿Crees que la ciencia es importante para lograr un mejor bienestar?”) pudiera ser un tanto abstracta y ambigua para el público por la escasez de conocimientos de que disponen sobre la concepción de esta relación. Sin embargo, la puntuación que recibe, 3,25 sobre 5, muestra que comienzan a concebir una noción simplificada entre ciencia y bienestar, algo similar al modelo lineal de innovación [4].

A la luz de estos resultados, podemos extraer las siguientes conclusiones:

- En general, el público destinatario (niños y niñas entre 7 y 12 años) valoran ‘mucho’ la actividad desarrollada, habiendo quedado muy satisfechos con las actividades, experimentos y juegos realizados.
- Los niños y niñas muestran un elevado interés por los temas científicos, en general, y por los relacionados con el Sistema Solar y Astronomía, en particular.
- Actividades que implican juegos, talleres o experimentos científicos tienen una gran acogida entre el público de estas edades y las encuentran divertidas y amenas.
- En contra, los encuestados esperaban una participación más activa y dinámica en el taller. Esto se debe a la falta de previsión del organizador, ya que consideré importante hacer una presentación inicial con fotos y material ameno. Esto parece indicar que este tipo de presentaciones deben acortarse, o replantearse para hacerlas más dinámicas, con objeto de evitar un posible aburrimiento del público que espera actividades más participativas con implicación de técnicas *face to face*.
- Actividades como estas son consideradas como adecuadas para organizar en una programación cultural o en las fiestas de un municipio, pues el público infantil al que van dirigidas valora como ‘mucho’ la organización de estas actividades.

#### REFERENCIAS

- [1] <http://www.loreto.unican.es/>
- [2] Lewenstein, B. (2003), *Models of public communication of science and technology*, Public understanding of science and technology.
- [3] FECYT (2009), *Encuesta de percepción social de ciencia y tecnología 2008*
- [4] <http://www.cotec.es>

**Enseñanza de la Física**  
**(Encuentros Ibéricos)**



## ¿Estamos aprovechando el laboratorio en la enseñanza de la Física?

José Antonio Espinosa<sup>1</sup>, Jesús Blanco García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física Aplicada, Universidad de Vigo; [espinosa@uvigo.es](mailto:espinosa@uvigo.es)

<sup>2</sup>Departamento de Física Aplicada, Universidad de Vigo; [jblanco@uvigo.es](mailto:jblanco@uvigo.es)

### Introducción

En un trabajo que realizamos en 1993 sobre la utilización del laboratorio de física en la enseñanza secundaria, reflejábamos la nula o poca incidencia que éste tenía dentro del proceso de enseñanza aprendizaje en los alumnos/as que ingresaban en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de la Universidad de Vigo, sólo el 10% de los estudiantes había realizado más de una sesión de laboratorio durante el bachillerato [1]. Lamentablemente, por diferentes causas, en la universidad la situación cambia poco e infrautilizamos un recurso valioso para la formación básica de los futuros ingenieros. En este trabajo presentamos algunos de los resultados obtenidos a lo largo de estos años, después de continuar investigando sobre el peso específico que el laboratorio de física ha tenido en la formación anterior y posterior de los estudiantes que ingresaron en la universidad para continuar estudios técnicos.

Teniendo en cuenta el complicado momento por el que pasan las estructuras que sustentan las bases socio-económicas del sistema en el que estamos sumergidos, la enseñanza no puede ni debe mantenerse ajena a tal situación. Partimos de la idea que en una sociedad cambiante el sistema educativo ha estado y está en crisis y ello no debe preocuparnos [2], al contrario, aferrarnos a sistemas educativos rígidos e inamovibles nos dejarían indefensos ante los continuos cambios a los que estamos sometidos. Sobra decir que la enseñanza de la física tanto en bachillerato como en la universidad, no escapa a dicha situación, pero observamos, que por diferentes causas, el marco metodológico y conceptual en el que generalmente viene desarrollándose su proceso de enseñanza-aprendizaje y por ende el uso y utilización del laboratorio de física, lejos de resaltar, entre otras cosas, la importancia y el carácter dinámico, científico y básico de esta asignatura, nos muestra una imagen de ciencia estática y aburrida, generando en los alumnos y profesores poco o ningún interés por participar de forma activa en su comprensión y aplicación. Esta situación malogra un recurso que dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, resulta importante entre otras cosas, para la construcción de los conocimientos por parte del alumno.

### El laboratorio de Física en la enseñanza de la Ingeniería

Tanto antes como ahora, existe cierta tendencia a encasillar la física en clases teóricas y en clases prácticas o experimentales, creando fronteras tan pronunciadas entre ambas, que finalmente los alumnos terminan por considerar que se está hablando de aspectos de la física tan diferentes, que poco o nada tienen que ver entre si. Esta dicotomía se pone de manifiesto en bachillerato a la hora de realizar los programas y fijar los horarios, siendo generalmente las clases teóricas las que utilizan la casi totalidad del tiempo programado para esta asignatura. En la universidad se tiene asignado un horario de prácticas que si bien cumple con lo estipulado en cuanto a tiempo, debería-

mos considerar las metodologías empleadas en su realización [3,4,5]. Estas situaciones llevan al alumno/a a considerar el trabajo en el laboratorio como un trabajo menor [6].

Como podemos observar en el gráfico 1 resulta preocupante el bajo porcentaje de alumnos/as que durante su bachillerato asistieron más de una hora mensual al laboratorio de física, utilizando mayoritariamente, según nuestra investigación, el modelo de laboratorio totalmente estructurado. Las causas de esta situación son muchas y variadas: tiempo, número de participantes, metodologías empleadas, falta de habilidad del profesorado para el diseño y realización de experiencias, etc., [7]. Si bien, como ya comentamos, en la universidad se

corrige el factor temporal, generalmente la metodología utilizada para su desarrollo no solo no corrige las deficiencias y carencias que los alumnos/as traen, sino que las mantienen y en muchas ocasiones las aumentan, malográndose, al igual que en bachillerato, un recurso muy valioso en el aprendizaje y aplicación de una asignatura básica en la formación de los futuros ingenieros/as.

Ante esta situación optamos por modificar el enfoque metodológico que se venía utilizando en el laboratorio. En primer lugar nos centramos en corregir la deserción que se producía. Esto nos obligó a tomar en cuenta una serie de variables tales como: grupos, temporización, diseño de nuevas prácticas, tutorías, evaluación, etc., [8]. En el gráfico 2 se observa la evolución de los alumnos/as que finalizaban con éxito el laboratorio de física.

El siguiente paso nos llevó a considerar que el laboratorio de física destinado a estudiantes de ingeniería, debería diseñarse en función de ciertos cambios metodológicos y estructurales que permitieran al participante conocer y al mismo tiempo aplicar los principios básicos de la física en el campo tecnológico.

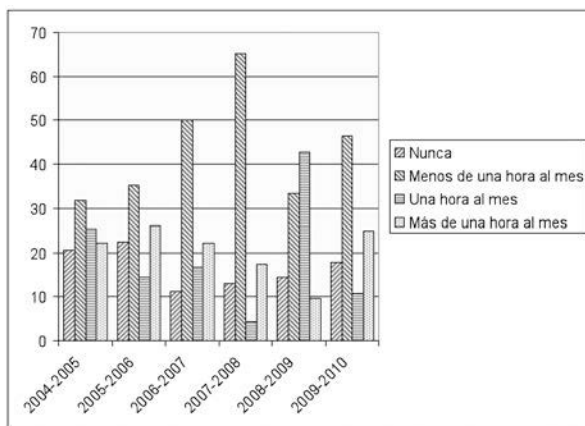


Gráfico 1. Porcentaje de asistencia al laboratorio de física en bachillerato.

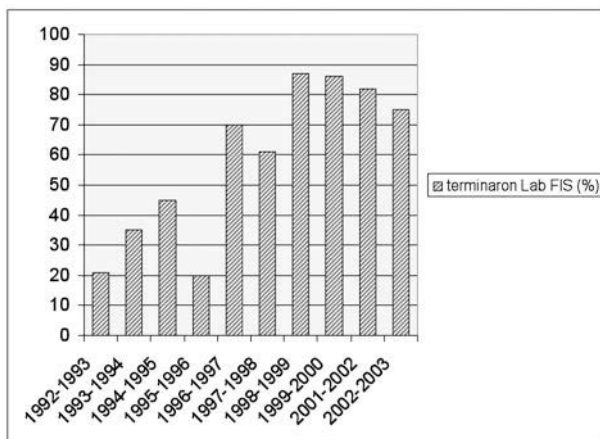


Gráfico 2. Porcentaje de alumnos/as que finalizó el laboratorio de física.

## Conclusiones

Lo hasta aquí expuesto conlleva una visión diferente del modelo de laboratorio a utilizar, su diseño, realización y evaluación tienen que resaltar la importancia de la física en el campo tecnológico sin descuidar la esencia de la física como ciencia básica. Se puede decir que los primeros resultados de la aplicación de dicho modelo con grupos de estudiantes, ha resultado satisfactorio en cuanto a aceptación y motivación. Continuamos trabajando en el diseño y realización de prácticas que permitan al estudiante pasar de un laboratorio totalmente estructurado a otro semiestructurado o poco estructurado, considerando para ello la visión de laboratorio propuesta anteriormente.

## Referencias

1. ESPINOSA, J.A., PARADA, E.G.; DORRIO, D.V.; GONZÁLEZ, P.M., *Propuesta de un marco metodológico para el Laboratorio de Física en la enseñanza secundaria*. En: VI Congreso de ENCIGA, Asociación dos Ensinantes de Ciencias de Galicia, Ourense. Ourense. pp. 60–64. 1993.
2. FAURE-UNESCO, *Aprender a ser*. (Alianza-Universidad: Madrid). 1973.
3. BLANCO, J., ESPINOSA, J.A., VÁSQUEZ, H.M., La importancia de la óptica en la formación del futuro ingeniero técnico: Experiencias de laboratorio para estimular el interés del alumno. En Actas: VII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Huelva, Volumen I (II), pp.1013-1025. 1999.
4. ESPINOSA, J.A. y HURTADO-RAMOS, J.B., El futuro de la enseñanza de la física en las Escuelas de Ingeniería Técnica Industrial: <<El Laboratorio de Física>>. En Actas: VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Barcelona, Tomo I, pp. 309-310. 2001.
5. ESPINOSA, J.A. y RIBAS, F., El laboratorio de física a la luz de la tecnología industrial. En Actas: IX Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vigo, Volumen II, pp. 1791-1802. 2001.
6. RUPEREZ, F.L., *Cómo estudiar Física: guía para estudiantes*. (Editorial Vicens-Vives: Barcelona). 1987.
7. ESPINOSA, J., LEÓN, P., RIBAS, F. y HURTADO-RAMOS, J., Acquisition of Scientific Knowledge in Physics Laboratory. Trabajo presentado en *International Conference on Physics Education: PHYSICS BEYOND 2000*, del 27 de agosto al 1 de septiembre de 2000. Barcelona. 2000.
8. ESPINOSA, J.A., BLANCO, J., RIBAS, F., Laboratorio de física: ¿un mismo enfoque para ciencias e ingeniería? Póster presentado en XXX Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física y 15º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física. Orense: 2005. En: Actas, pp. 266-265, (núm. de págs. 2).

## 20 años de Encuentros Ibéricos para la Enseñanza de la Física

V. Tricio<sup>1</sup>, C. Carreras<sup>2</sup>, J.M.<sup>a</sup> Pastor<sup>3</sup> y M. Yuste<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad de Burgos; vtricio@ubu.es.

<sup>2</sup>Departamento de Física de los Materiales, Facultad de Ciencias (UNED); {ccarreras;myuste}@ccia.uned.es.

<sup>3</sup>Departamento de Didácticas Especiales, Universidad Autónoma de Madrid; josemaria.pastor@uam.es.

Los Encuentros Ibéricos para la Enseñanza de la Física son un ámbito en el que profesores de Física, de España y Portugal, de todos los niveles educativos (secundaria y universidad) presentan los resultados de sus actividades en el campo de la investigación educativa, llevadas a cabo con el objetivo de mejorar la calidad de la enseñanza de la Física y atraer estudiantes a esta ciencia.

La Universidad de Valladolid acogió en 1991 la XXIII Reunión Bial de la RSEF y en su marco se celebró el primer *Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física*, auspiciado por el Presidente del Comité Organizador, el profesor José Casanova Colas. En ella apareció por primera vez en la relación de Simposios “*Didáctica de la Física y I Encuentro Ibérico sobre Enseñanza de la Física*”.

Desde su primera edición, la celebración de los Encuentros se ha hecho coincidir con las reuniones bienales de las Sociedades de Física, española (RSEF) y portuguesa (SPF). Se han celebrado 10 veces en España (1991, Valladolid; 1993, Jaca (Huesca); 1995, Santiago de Compostela; 1997, Las Palmas de Gran Canaria; 1999, Valencia; 2001, Sevilla; 2003, Madrid (Bial del centenario de la RSEF); 2005, Ourense; 2007, Granada; 2009, Ciudad Real; y 2011, Santander), y otras 10 en Portugal (1992, Vila Real; 1994, Covilhã; 1996, Faro; 1998, Maia (Porto); 2000, Figueira da Foz; 2002, Évora; 2004, Porto; 2006, Aveiro; 2008, Lisboa; y 2010, Vila Real).

El programa científico de cada Encuentro Ibérico ha ido evolucionando con el tiempo y de forma similar al de la propia Bial. En 1999 se creó el *Grupo Especializado de Enseñanza de la Física* en la RSEF y propuso a su Junta de Gobierno que dentro de las sesiones plenarias de las reuniones bienales se incluyera una sobre temas relacionados con la enseñanza de la Física. Esta propuesta fue aceptada y desde la Bial que se celebró ese mismo año en Valencia, en la programación de sesiones plenarias, ha habido un profesor con aportaciones importantes en investigación educativa. Por citar algunos, Daniel Gil, Marcelo Alonso, Paul Tipler,...

Las sesiones científicas específicas del Encuentro se extienden a lo largo de toda la semana (de lunes a jueves) por las tardes y en ellas se desarrollan las siguientes actividades: comunicaciones, tanto orales como en forma de cartel, mesas redondas, conferencias temáticas, talleres y, siempre que es posible, se incluyen exposiciones de material de laboratorio y de libros de Física, de diferentes casas comerciales y librerías.



Figura 1. Anuncio del Simposio “*Didáctica de la Física y I Encuentro Ibérico sobre Enseñanza de la Física*” (Valladolid, 1991)



En algunas excepcionales ocasiones, los miembros del Grupo han hecho demostraciones de Física. En una de las tardes se realiza además la Asamblea General del Grupo Especializado de Enseñanza de la Física del año en curso.

Por su parte, el *Encontro Ibérico para o Ensino da Física* suele tener un programa con un abanico de actividades repartidas en: montagens experimentais, oficinas pedagógicas, palestras convidadas área ensino, sessao posters área ensino, sessao convidada, comuniação oral área ensino, seminário área ensino, sessao plenária, mesa redonda y painel. Profesores invitados para sessao plenária han sido, entre otros: Leon M. Lederman, Jorge Valadares, Jocelyn Bell Burnel,...

Es de hacer notar que tanto el Encuentro español como el portugués cuentan con el mayor número de participantes de todos los simposios paralelos de las reuniones bienales de ambas sociedades. El número de participantes suele variar entre 70 y 90. Este hecho unido a que el programa se mantiene todas las tardes, hace que el Encuentro sea el simposio que da mayor continuidad a las bienales. Permite, además, que profesores de otras especialidades, que asisten a la Bienal para presentar y discutir con sus colegas del área sus trabajos de investigación, presenten sus experiencias docentes. El número de trabajos presentados siempre ha estado en torno al centenar, por lo que es el simposio de mayor participación.



Figura 2. 2ª circular Anuncio del "8º Encontro Ibérico para o Ensino da Física" (Porto, 1998)

## Retos a los que se enfrentan los Encuentros Ibéricos

Con el avance en la aplicación de los Grados, los nuevos calendarios inician la actividad académica cada vez más pronto en el mes de septiembre. Este hecho hace que haya que repensar el momento más adecuado para convocar las reuniones bienales si queremos mantener e incrementar la participación de profesores de universidad.

Además, los profesores de enseñanza secundaria se encuentran con serias dificultades a la hora de conseguir permisos que le permitan participar en estos eventos. Sería necesaria la intervención de la RSEF, las Comunidades Autónomas y el Ministerio de Educación para lograr que no se les penalice económicamente y puedan conseguir participar en estos ámbitos, ya que sin lugar a dudas revertirá muy positivamente en la motivación de los profesores y en la calidad de la enseñanza impartida.

Por otra parte, se han de buscar los canales de una mayor colaboración científica entre España y Portugal en el campo de la investigación educativa. Historias parecidas y experiencias similares han dado lugar a procesos educativos que requieren del esfuerzo común. Los Encuentros Ibéricos pueden llegar a ser una herramienta muy útil para la mejora de la calidad de la enseñanza de la Física en ambos países.

## A colaboração entre físicos espanhóis e portugueses no século XX

J. Valadares

UIED – Unidade de Investigação em Educação e Desenvolvimento, Universidade Nova de Lisboa, jorgev652@gmail.com.

### Introdução

Num certo dia de 1990, o Prof. Joseph Depireux, Coordenador da Divisão de Educação da *European Physical Society*, perguntou-me porque Espanha e Portugal, países vizinhos, colaboravam tão pouco no campo da Física. Naquele momento não soube responder-lhe. Passado pouco tempo, ocorreu a feliz coincidência de ter conhecido pessoalmente em Lisboa o Prof José Casanova Colas, o qual tinha sido recentemente convidado pela RSEF para coordenar a organização em Valladolid da *XXIII Reunión Bienal*. Do encontro entre nós os dois nasceu a ideia de levarmos por diante os Encontros Ibéricos sobre o Ensino da Física, alternadamente em Espanha e Portugal, em conjunto com os Encontros da RSEF e da SPF, que felizmente ocorrem em anos alternados. Mantivemos contactos presenciais e a distância, e com o necessário apoio das duas sociedades o primeiro Encontro decorreu efectivamente logo em 1991, em Valladolid. Mas, conforme mostro nesta comunicação, a colaboração entre os físicos dos dois países já existia há vários anos.

### Uma já longa colaboração

Já no século XVI um mestre em artes e doutor em Teologia pela Universidade de Paris, Pedro Margalho, leccionou em Valladolid e posteriormente em Salamanca, tendo vindo para Portugal aplicar os conhecimentos adquiridos em Espanha para escrever um livro de física. De então para cá outras influências se fizeram sentir a nível da Filosofia Natural, dado haver em ambos os países universidades importantes e relativamente próximas. Mas seria necessário esperar-se pelos anos 20 do século XX para que surgisse algo de sistemático em termos de colaboração entre cientistas dos dois países. Assim, a recém criada Associação Portuguesa para o Progresso das Ciências decidiu lançar o *Primeiro Congresso Luso- -Espanhol para o Progresso das Ciências*, no Porto, em 1921, a que se seguiram outros, ora em Espanha ora em Portugal. Mas há que dizer que quase sempre nesses congressos participaram menos físicos do que químicos. Assim, por exemplo, no XXIII Congresso que decorreu em Oviedo de 27 de Setembro a 4 de Outubro de 1953, na secção de Física e Química do Encontro, presidida pelo químico Prof. Casares Gil, participaram 6 cientistas (3 de cada país), dos quais só 2 eram físicos e no XXVI Congresso, em Junho de 1962, no Porto, não compareceu qualquer físico! Também não admira que a colaboração entre os dois países na área da Física fosse nesse tempo reduzida, porque em Portugal só a partir de 1929 começou a funcionar e em condições muito precárias o primeiro Centro de Estudos de Física, ligado à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, que alias só viria a ser oficializado em 1940. Um dos investigadores desse Centro, Manuel Teles Antunes, foi enviado como assistente para a Universidade de Madrid, a fim de trabalhar com o Prof. Catedrático Miguel Catalán na medição e classificação das riscas dos espectos ópticos. Foi nessa Universidade que ele concebeu e defendeu a sua tese de doutoramento.

A competência e actualidade de conhecimentos do Prof. Catalán, que trabalhou com Arnold Sommerfeld, transparece bem num excelente artigo que escreveu para o Fasc 5, Vol. I da Gazeta de Física da SPF intitulado “*Sobre os conceitos actuais de materia, energía e massa*”.

Em Junho de 1947, o Conselho de Ministros de Salazar decidiu demitir da função pública cerca de 20 dos melhores professores universitários de Portugal, entre eles alguns dos melhores físicos portugueses, com formação riquíssima adquirida no estrangeiro, como Mário Silva, de Coimbra e Marques da Silva, Manuel Valadares e Armando Gibert. Estes três últimos eram na altura investigadores do Centro de Estudos de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa e o então director e grande dinamizador do Centro, o Professor Cyrillo Soares, ao perder estes três excelentes investigadores, decidiu demitir-se. Para o substituir foi convidado o Prof. da Universidade de Madrid, Julio Palacios, que por razões políticas tinha vindo para Lisboa. Quando escreveu o excelente artigo “*Física e Filosofia*” no Fasc 7, Vol. I, da Gazeta de Física da SPF, com base no seu livro “*Esquema físico do mundo*”, já Palacios era, para além de Director do Centro de Física, professor na Faculdade de Ciências de Lisboa (onde leccionou 8 anos), assim como director da Secção de Física do Instituto Português de Oncologia e investigador no laboratório de Física da Comissão de Energia Nuclear de Portugal. Entretanto, em 1950, a referida Gazeta de Física publicou um outro artigo “*Importancia y porvenir de los estudios sobre la estructura de los cristales*”, de Julio Garrido – ex ayudante del Instituto Nacional de Física e Química de Madrid. Um outro físico espanhol de grande prestígio em Portugal era o Prof. Blás Cabrera, que trabalhou com Pierre-Ernest Weiss e pelo trabalho de ponta que posteriormente desenvolveu em Madrid nesse campo. A SPF homenageou Cabrera em 1951, dedicando-lhe o Fasc. 6, do Vol. II, da Gazeta de Física.

Quando em 1971 foi criada a SPF (a partir da SPQF e posteriormente em 1983 são criadas as Divisões Técnicas da SPF, a de Física da Matéria Condensada, a de Física Nuclear e Física das Partículas e a de Educação em Física (esta última coordenada pelo autor deste trabalho), a troca de experiências entre físicos espanhóis e portugueses cresceu enormemente. A Divisão Técnica de Educação da SPF entrou em funcionamento em 7/5/1985 e logo nos primeiros anos realizou várias dezenas de cursos de formação de professores de Física do ensino secundário. Depois, tal como as outras, envolveu-se na organização de Encontros Ibéricos, cujos primeiros são os que constam da tabela seguinte:

Designação	Local	Ano	Data	Partic.
1º Simp. de Física da Matéria Condensada	Lisboa	1983	18 a 22/09	225
1º Enc. Luso-Espanhol de Física Nuclear	Lisboa	1983	30 a 02/06	≈100
1ª Escola Ibérica de Fis da Mat Condens	Segóvia	1984	16 a 30/09	49
2º Simp. de Física da Matéria Condensada	Sevilha	1986	02 a 04/04	≈200
2º Enc. Luso-Espanhol de Física Nuclear	Sevilha	1986	26 a 29/05	-
2ª Escola Ibérica de Fis da Mat Condens	Fig. da Foz	1987	14 a 26/09	55
1º Encontro Ibérico sobre Ensino da Física	Valladolid	1991	23 a 27/09	132
2º Encontro Ibérico sobre Ensino da Física	Vila Real	1992	15 a 18/09	>200
3º Encontro Ibérico sobre Ensino da Física	Jaca	1993	27 a 1/10	79
4º Encontro Ibérico sobre Ensino da Física	Covilhã	1994	27 a 1/10	217

## Analogías para el aprendizaje del modelo de circuito eléctrico y de los procesos de modelización en física

J.M<sup>a</sup> Oliva<sup>1</sup>, A. Pontes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Didáctica, Universidad de Cádiz; josemaria.oliva@uca.es.


<sup>2</sup>Departamento de Física Aplicada, Universidad de Córdoba; apontes@uco.es.

Los modelos juegan un papel fundamental en la ciencia, en el currículo de ciencias y en el aprendizaje de los alumnos, pudiéndose considerar como mediadores entre la realidad y la teoría. Suponen para el científico el instrumento que da sentido a sus teorías, pero también el que le permite representarlas mediante diferentes lenguajes al uso, como el matemático, el conceptual, el gráfico, el analógico, etc [1]. En este marco, la tarea de modelización resulta un proceso complejo cuyo desarrollo exige toda una gama de capacidades a desarrollar dentro del aula [2]. Además de conocimiento sobre el dominio específico, involucra numerosas estrategias, destrezas y determinados compromisos epistemológicos [3][4].

Sin embargo, la mayoría de las veces la preocupación en las clases de física se centra en el desarrollo de modelos matemáticos orientados a la resolución de problemas, ofreciéndose muy pocas o nulas oportunidades para que los alumnos desarrollen modelos cualitativos sobre los fenómenos que estudian.

En este contexto, las analogías pueden constituir instrumentos idóneos para desarrollar las aptitudes y actitudes necesarias para aprender modelos de tipo cualitativo y adquirir las capacidades y dotes imaginativas que se requiere para emplearlos, revisarlos y, caso que sea necesario, hacerlos evolucionar [4].

En este trabajo se ilustra el empleo de analogías en la clase de ciencias desde estas intenciones, valiéndonos como ejemplo del caso del modelo cualitativo de corriente continua en un circuito eléctrico. Para ello se describe una actividad concreta que recurre a la analogía con el siste-



Circuito eléctrico	Cadena bicicleta	Justificación
Electrones	Eslabones	
	Cadena	
Energía eléctrica		
Pila	Piñón	

1. Analiza los elementos de cada sistema.
2. Explica cómo funciona los elementos que se representan para la bicicleta.
3. Trata de establecer relaciones entre los elementos de ambos sistemas completando la tabla adjunta.
4. Utiliza la analogía con la cadena de la bicicleta para explicar de dónde sale la energía que alimenta la bombilla.
5. En la cadena de la bicicleta, ¿dónde se mueven más rápido los eslabones, ¿antes o después del piñón? Utilizando la analogía, intenta predecir en el circuito dónde es mayor la intensidad de corriente, ¿antes o después de la bombilla?

Figura 1. Analogía entre un circuito eléctrico y la cadena de una bicicleta, y cuestiones planteadas.

ma motriz de una bicicleta, analogía propuesta ya hace tiempo por Hartel [5], pero que en este caso se plantea en forma de tarea que han de resolver los alumnos. Se propicia de esta manera una metodología participativa en la que son los propios alumnos los que han de establecer conexiones y realizar aportaciones a través de un proceso dialógico tutelado por el profesor (Figura 1). Se trata de ofrecer un marco a partir del cual se tenga la oportunidad, no solo de aprender aspectos relacionados con un modelo cualitativo de circuito eléctrico (Aprender modelos de la física), sino también desarrollar

la competencia de modelización. La tabla 1 ofrece una síntesis sobre la actividad de modelización que se pretende desencadenar.

ASPECTOS TRABAJADOS EN LA ELABORACIÓN DE LA ANALOGÍA	CAPACIDADES Y VALORES PROPIOS DE LA COMPETENCIA DE MODELIZACIÓN
Imaginar el circuito de corriente continua como un flujo continuo de carga en un sistema cerrado. La carga eléctrica está ya en el conductor antes de colocar la pila. Ésta sirve para aportar energía al sistema y que las cargas fluyan.	Aprender modelos de la física
Analizar los elementos del sistema motriz de una bicicleta e imaginar su papel en el movimiento de la misma. Analizar los elementos de un circuito simple e imaginar su papel en un circuito	Describir, analizar y expresar modelos o nuevas situaciones planteadas.
Establecer relaciones entre los elementos del sistema motriz de una bicicleta. Establecer relaciones entre los elementos de un circuito simple. Establecer relaciones entre ambos.	Establecer relaciones entre ideas o conceptos para la formulación de modelos o marcos globales interpretativos.
Aprender del funcionamiento del sistema motriz de una bicicleta para comprender otro distinto como el de un circuito de corriente continua.	Generalizar ideas. Desarrollar la capacidad de síntesis. Pensamiento analógico y unificador.
Imaginar, simplificar y expresar con palabras, el funcionamiento de los dos sistemas en comparación.	Formular y expresar modelos sobre fenómenos de la naturaleza.
Uso del modelo de circuito eléctrico para explicar fenómenos como de dónde sale la energía que necesita una bombilla, etc.	Plantearse problemas y usar los modelos construidos para explicar fenómenos próximos a la vida diaria.
Plantearse preguntas del tipo “qué ocurriría si” en ambos sistemas. Usar de la analogía para predecir dónde será mayor la intensidad de corriente: ¿antes o después de la bombilla?	Plantearse problemas y usar los modelos para hacer predicciones sobre fenómenos del mundo real.
Analizar la utilidad de la analogía para nuestra comprensión de un circuito. Analizar las limitaciones de la analogía, esto es, las diferencias entre los dos sistemas que se comparan.	Evaluar, de forma crítica, datos a favor y en contra de los modelos considerados.
Practicar el trabajo grupal y colaborativo en los procesos de resolución de las actividades planteadas	Practicar el trabajo colaborativo en la elaboración de modelos.

#### REFERENCIAS

1. Giere, R.N.. *Ens. Cienc.*, número extra, 63-70 (1999)
2. Treagust, D.F.; Chittleborough, G.D.; Mamiala, T.L. *Res. Sci. Educ.*, **34**, 1-20 (2004)
3. Justi, R. y Gilbert, J.K.. *Int. J. Sci. Educ.*, **24**, 369-387 (2002)
4. Oliva, J.Mª y Aragón, MªM.. *Ens. Cienc.*, **27**, 195-208 (2009).
5. Härtel, H.. *Eur. J. Sci. Educ.*, **4**, 45-55 (1982).

## Aprender a desarrollar audiovisuales de contenidos educativos

A. Ezquerro

Dpto. Didácticas Experimentales. Universidad Complutense; [angel.ezquerro@edu.ucm.es](mailto:angel.ezquerro@edu.ucm.es)  
Dpto. de Didácticas Específicas, Universidad Autónoma de Madrid; [angel.ezquerro@uam.es](mailto:angel.ezquerro@uam.es)

### Introducción

Resulta habitual considerar que nuestra sociedad está mediatizada por los medios visuales (O'Sullivan et al., 1998; Ezquerro, 2003; Ezquerro y Polo, 2010). Hasta tal punto esto es así, que se ha llegado a definir nuestra época como basada en la cultura audiovisual (Burke, 2000). De hecho, tanto el alumnado, como la sociedad en general, desarrollan parte de su actividad en un entorno condicionado por el lenguaje audiovisual: televisión, cine, Internet, informática, videojuegos, etc. (Zunzunegui, 1989). En particular, los datos apuntan a que los nuevos medios de comunicación han transformado completamente las estrategias y los modos de obtener información por parte de la población (Vivancos, 2008).

Obviamente, este factor ha sido considerado como muy importante desde el ámbito educativo (p. e.: Segall et al., 1966; Fischman, 2000; Shu-Ling Lai, 2000) y desde ciertas instituciones (Senado, 2003). Además, es interesante destacar que paradójicamente, terminada la instrucción reglada, los procesos de alfabetización científica parecen recaer casi en exclusividad en los medios de comunicación de masas (Revuelta, 1999). Sin embargo, no parece haber un entendimiento claro entre estos cauces de información social y el mundo de la ciencia y su enseñanza (Ezquerro, 2007).

Por otra parte, y aunque tan solo de un modo formal, el currículo de Secundaria Obligatoria (Real Decreto 1631/2006) indica las competencias básicas que el alumno debe desarrollar. Entre ellas destacamos el *Tratamiento de la información y la competencia digital*. Asimismo, en la normativa que regula las competencias profesionales que deben adquirir los futuros Profesores de Secundaria (Orden ECI/3858/2007) se puede leer en su apartado 3: "Buscar, obtener, procesar y comunicar información (oral, impresa, audiovisual, digital o multimedia), transformarla en conocimiento y aplicarla en los procesos de enseñanza y aprendizaje en las materias propias de la especialización cursada".

### Propuesta educativa para aula

A partir de las anteriores premisas y dentro del Máster de Secundaria de las universidades Complutense y Autónoma de Madrid en la especialidad de Física y Química se decidió, planificó y aplicó una propuesta de enseñanza que buscaba dotar a los futuros profesores de la capacidad para elaborar y producir vídeos educativos para el aula (Ezquerro, 2010). Los objetivos que se buscaban no se ceñían al manejo de las técnicas audiovisuales, si no que se incorporaban aspectos didácticos específicos para la implementación de esta estrategia en la docencia con alumnos de Secundaria.

Para poder investigar la situación inicial de los estudiantes del Máster y los efectos de la proposición educativa se diseñaron sendos cuestionarios que están siendo analizados en estos momentos. Asimismo, se evaluaron los documentales escolares realizados por ellos.

De modo preliminar, se puede anticipar que se recogieron 9 vídeos con una duración entre 59 segundos y 3 minutos con 53 segundos; sobre temas tan dispares como el tubo Rubens, el rozamiento, la descomposición de fuerzas o la ley de Hooke. En este primer análisis, se puede comentar que se ha detectado un aumento significativo en las destrezas técnicas que los estudiantes presentan al manejar los editores de vídeo, los procedimientos de grabación o la gestión de los archivos informáticos audiovisuales. Además, el examen del material producido indica claramente que se ha producido la adquisición de habilidades comunicativas relacionadas con la guionización o la realización audiovisual.

Por último, indicar que, en estos momentos, está siendo estudiado el nivel de desarrollo de las competencias didácticas profesionales adquiridas por el nuevo profesorado en el marco de esta propuesta educativa cuya finalidad, recordemos, es aprender a desarrollar audiovisuales de contenidos educativos en el contexto –con la participación– del alumnado de Secundaria.

#### REFERENCIAS

- Burke, P. (2000). *A social history of knowledge. From Gutenberg to Diderot*. Cambridge: Polity Press & Blackwell Publishers.
- Ezquerro, A. *Educatio Siglo XXI*, **20-21**, 117-142 (2003)
- Ezquerro, A. *Enseñanza de las Ciencias*, **28(3)**, 353-366 (2010)
- Ezquerro, A. *Revista Española de Física*, **21(1)**, 1-3. (2007)
- Ezquerro, A.; Polo, A.M. *Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, **9(3)**, 684-703 (2010).
- Fischman, G. *Educational Researcher*, **30 (6)**, 29-33 (2001)
- O'Sullivan, T.; Dutton, B.; Rayner, P. (1998). *Studying the media: an introduction*. London: Arnold.
- Revuelta, G. *Alambique*, **21**, 27-34 (1999)
- Segall, Cambell, Herskovits (1966). *The Influence of culture on visual Perception*. Indianápolis/Nueva York: The Bobs-Merril Co. Inc.
- Senado. *Informe de la Ponencia sobre la situación de las enseñanzas científicas en la educación secundaria*. Boletín Oficial de las Cortes Generales. (BOCG de 22-V-2003).
- Shu-Ling Lai. *International Journal of Instructional Media*, **27(2)**, 199-206 (2000)
- Zunzunegui, S. (1989). *Pensar la imagen*. Madrid: Ed. Cátedra.
- Vivancos, J. (2008). *Tratamiento de la información y competencia digital*. Madrid: Alianza Editorial.



## Aprendizagem significativa em Física: utilidade prática de uma boa teoria

J. Valadares

UIED – Unidade de Investigação em Educação e Desenvolvimento, Universidade Nova de Lisboa, jorgev652@gmail.com.

Um dos problemas das ciências da educação é que produz muitas teorias sem uma componente prática, operacional. Não sucede assim com a Física, a Química e outras ciências que se valorizam imenso ao verificar-se o seu carácter funcional e a sua aplicabilidade em termos práticos.

Mas há também nas ciências da educação algumas boas excepções, uma das quais, por exemplo, é a teoria da chamada *aprendizagem cooperativa*, onde apareceram uma série de processos práticos produzidos por especialistas nessa teoria (Johnson, Johnson e Stanne, 2000).

Pesquisadores/criadores	Data	Método
Johnson e Johnson	Meados de 60	Aprender juntos e sós
DeVries e Edwards	Início de 70	TGT ( <i>Teams-Games-Tournaments</i> )
Sharan e Sharan	Meados de 70	Investigação em grupo
Johnson e Johnson	Meados de 70	Controvérsia construtiva
Aronson e Associados	Finais de 70	«Jigsaw»
Slavin e Associados	Finais de 70	STAD ( <i>Students Team Achievement Divisions</i> )
Cohen	Início de 80	Instrução complexa
Slavin e Associados	Início de 80	TAI ( <i>Team Accelerated Instruction</i> )
Kagan	Meados de 80	Estruturas de aprendizagem cooperativa
Stevens, Slavin et. al.	Finais de 80	CIRC ( <i>Cooperative Integrated Reading e Composition</i> )

Um outro excelente exemplo ao qual me vou referir nesta conferencia é a *teoria da aprendizagem significativa* (TAS). Se analisarmos, por exemplo, o livro editado por Joel Mintzes, James Wandersee e Joseph Novak (1998), veremos uma série de estratégias práticas, em particular no capítulo intitulado *Theory-Driven Intervention Strategies*, cujos autores são John Trowbridge e James Wandersee. Se são «estratégias de intervenção guiadas pela teoria», qual é então essa teoria em que se baseiam? É precisamente a TAS, tal como foi proposta originalmente por David Ausubel e subsequentemente trabalhada e interpretada por J. Novak, D. B. Gowin, M. Moreira, B. Buchweitz, E. Masini, R. Mayer, J. Trowbridge, J. Wandersee e muitos outros educadores, entre os quais o autor deste trabalho. O mapa de conceitos de Novak e o diagrama Vê de Gowin fazem parte destas estratégias e têm dado sobejas provas de eficácia na ajuda à aprendizagem significativa da ciência, em particular da Física, conforme eu irei mostrar nesta conferência.

Os organizadores gráficos «guiados» pela teoria da aprendizagem significativa traduzem, de certo modo, a componente operacional desta teoria já que, ao serem bem utilizados, envolvem a aplicação de alguns princípios e mecanismos inerentes a ela, e



isto explica de certo modo a sua eficácia. Contribuem, de facto, para a aprendizagem significativa dos alunos. Nesta conferência irei referir-me aos princípios e mecanismos da TAS traduzidos operacionalmente nos organizadores mapa de conceitos e diagrama Vê, e irei mostrar exemplos concretos do uso eficaz destes instrumentos na aprendizagem da Física.

#### REFERÊNCIAS

- J. Mintzes, J. Wandersee e J. Novak (1998). *Teaching Science for Understanding*. San Diego: Academic Press.
- D. Johnson, R. Johnson e M. Stanne (2000). *Cooperative learning methods: A meta-analysis*. <http://www.co-operation.org/pages/cl-methods.html>.

## Cómo fabricar un Tubo de Rubens para la visualización de ondas acústicas estacionarias

S. Iranzo<sup>1</sup>, J.A. Monsoriu<sup>1,\*</sup>, M.H. Giménez<sup>1</sup>,  
J.Q. Cuador<sup>2</sup>, J.C. Castro-Palacio<sup>2</sup> y F. Giménez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física Aplicada, Universitat Politècnica de Valencia, 46022 Valencia, España

<sup>2</sup>Departamento de Física, Universidad de Pinar del Río, 20100 Pinar del Río, Cuba

<sup>3</sup>Departamento de Matemática Aplicada, Universidad Politécnica de Valencia, 46022 Valencia, España

\*E-mail: [jmonsori@fis.upv.es](mailto:jmonsori@fis.upv.es)

Las experiencias de aula son elementos insustituibles en la enseñanza de las Física. Estas experiencias, también llamadas experiencias de cátedra, ponen de manifiesto algún fenómeno físico, sus consecuencias y/o aplicaciones [1]. Están diseñadas de forma que capten la atención del alumno y le permitan asimilar más fácilmente los conceptos que se trata de transmitir. Al realizarse en el aula, los alumnos pueden ver directamente y a escala real, el fenómeno físico que se está analizando.

El objetivo de esta comunicación es presentar detalladamente los elementos necesarios para la construcción de un Tubo de Rubens (Fig. 1) como experiencia de aula para la visualización de ondas acústicas estacionarias [2]. Aunque en la literatura científica se ha tratado ampliamente el tema del Tubo de Rubens (ver por ejemplo la Ref. [3]), no se detalla el procedimiento para su construcción, por lo que consideramos útil relacionar los elementos del diseño y fabricación a través de nuestra experiencia para que pueda reproducirse tanto en centros de enseñanza preuniversitaria como para los primeros cursos universitarios de Física en Ingeniería.

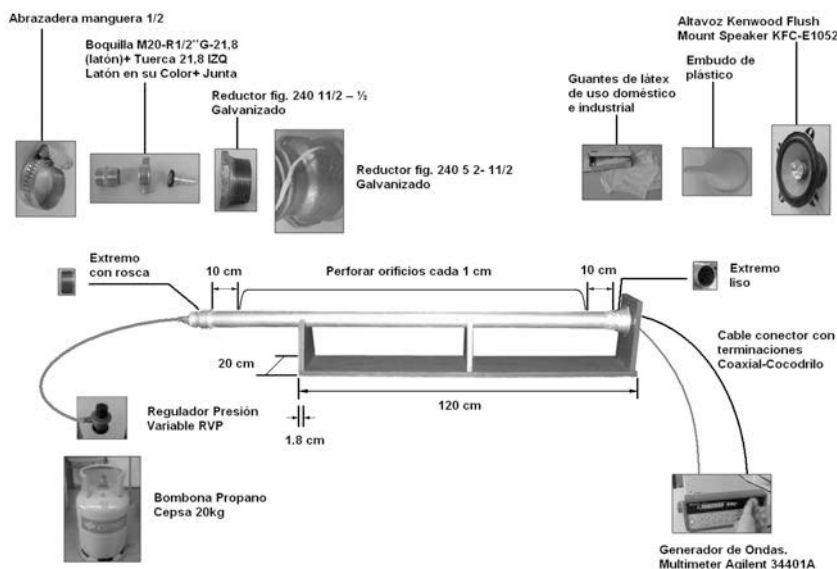


Figura 1. Componentes básicos de un Tubo de Rubens.

El ecualizador de propano conocido como Tubo de Rubens cuenta con las siguientes partes generales. Básicamente consiste en un tubo metálico al que se le ha practicado pequeños orificios equidistantes en la parte superior. Dentro del tubo viajarán ondas acústicas producidas por un elemento vibrador (altavoz) colocado en uno de los extremos y conectado a un generador de ondas. Por el otro extremo del

tubo, se inyecta el gas propano de una bombona a través de unas mangueras de gima. Es importante asegurarse bien del funcionamiento adecuado de las juntas, adaptadores y abrazaderas utilizadas en las conexiones. Del mismo modo, se debe revisar bien el funcionamiento del regulador de presión a la salida de la bombona. De esta manera se evitan las fugas de gas y por lo tanto el riesgo de accidentes. Por último, el tubo se suele colocar en un soporte, que lo fije en una posición estable y lo levante un poco de la superficie. En esta comunicación se detallan todas las características técnicas de los materiales y herramientas utilizadas para su fabricación.

Para hacer funcionar el Tubo de Rubens, debemos comenzar abriendo la bombona de propano, escogiendo un caudal prudente de gas y provocando la combustión. Una vez que las llamas se homogeneizan y se regularizan, podemos encender el generador de ondas que hará que el altavoz emita las ondas sonoras por el extremo abierto. El altavoz vibra creando las compresiones en el aire que se propagan por el tubo (ondas sonoras), y que cuando llegan al extremo cerrado se reflejan, de modo que hay dos ondas de la misma frecuencia que se mueven en sentidos opuestos dentro del tubo superponiéndose y generando una onda estacionaria para determinadas frecuencias de resonancia. Las ondas acústicas implican ondas de presión en el interior del tubo que pueden ser visualizadas directamente a través de la altura de las llamas. En las zonas de mayor cambio de presión (antinodos) las llamas presentan una mayor altura y donde la presión se mantiene constante (nodos) serán más cortas. Midiendo la distancia entre nodos (ver Fig. 2) y las frecuencias de resonancia se puede determinar la velocidad del sonido en el interior del tubo.

Este trabajo ha sido desarrollado por el Grupo de Innovación Docente e-MACAFI de la Universitat Politècnica de València.

#### REFERENCIAS

1. Messeguer, J.M., Mas, J., “Experiencias de cátedra en las clases de física de primer curso de escuelas técnicas”, *Enseñanza de las Ciencias* **12**(3), 381-391 (1994).
2. Iranzo, S., Monsoriu, J.A., Giménez, M.H., Cuador, Q., Castro-Palacios, J.C., Giménez, F., “Cómo fabricar un ecualizador de propano para la visualización de ondas acústicas estacionarias”, *Revista Española de Física* (aceptado, 2011).
3. Gardner, M.D., Gee, K.L., Dix, G., “An investigation of Rubens flame tube resonances”, *Journal of the Acoustical Society of America* **125**(3), 1285-1292 (2009).

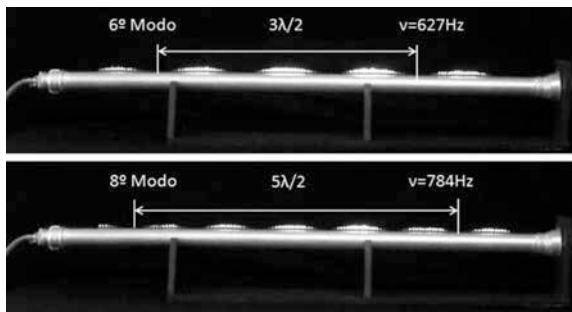


Figura 2. Tubo de Rubens en funcionamiento para diferentes resonancias.

## Comparación de habilidades de razonamiento en estudiantes de Ingeniería. Cohorte 2009, 2010 y 2011

S.Seballos<sup>1</sup>, C. Pérez de Landazabal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad de Santiago de Chile, sylvia.seballos@usach.cl

<sup>2</sup>CSIC-Universidad de Alcalá, Madrid, España. carmen.perez@uah.es

En este trabajo se entregan resultados del perfil cognitivo de los estudiantes que ingresaron a una de las especialidades que ofrece la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Santiago de Chile, en su carrera de Ingeniería de Ejecución los años 2009, 2010 y 2011. Se espera que los alumnos que ingresan a la Educación Superior en una carrera de Ciencia, muestren una comprensión sólida de algunos principios básicos y destrezas (McDermontt, 1999). Los estudiantes de las cohortes en estudio han sido analizados en una muestra ( $n=130$ ) correspondientes a una población ( $M=1558$ ), a través de diferentes pruebas de diagnóstico a su ingreso, determinándose que estas capacidades son deficientes<sup>1</sup>. Se incorporaron innovaciones pedagógicas que consistieron en estrategias de aprendizaje activo<sup>2</sup> cuya eficacia se cuantificó usando el instrumento de medida, Force Concept Inventory (FCI)<sup>3</sup>. La ganancia pre-post test normalizada promedio fue de  $0.34 \pm 0.04$  y  $0.13 \pm 0.04$ , en los grupos donde se implementó la innovación didáctica y los que no la tuvieron respectivamente. El rendimiento de los alumnos se obtuvo aplicando pruebas comunes que incluyó fundamentalmente problemas de tipo cuantitativo.

Por otra parte, Meltzer (2002)<sup>4</sup> ha señalado que las habilidades de razonamiento pueden ser uno de los factores condicionantes del aprendizaje. Por ello se obtuvo el perfil cognitivo de los estudiantes de acuerdo a la taxonomía de Piaget usando la Prueba de aula para el razonamiento científico, diseñada por Anton E. Lawson (Coletta y Phillip, 2005)<sup>5</sup>.

La Prueba consta de 26 preguntas de respuesta de opción múltiple la cual ha sido validada para su uso en la sala de clases. Se consideran finalmente 13 preguntas distintas, considerando correcta la respuesta solo si ella y su justificación son correctas. De acuerdo al número de aciertos los estudiantes se ubican en uno de los tres niveles o estadios de razonamiento que se describen en la Tabla 1. Los resultados obtenidos en la aplicación de la prueba a los alumnos de la muestra revelaron que ninguno de ellos ha alcanzado el estadio de razonamiento formal y que más del 30% necesitan recurrir a los objetos concretos en su razonamiento. (Figura 1).

Estadios	Nivel razonamiento científico
Concreto	Empírico –Inductivo
Transición	Transición-Intermedio
Formal	Hipotético-Deductivo

Tabla 1. Estadios del nivel de razonamiento

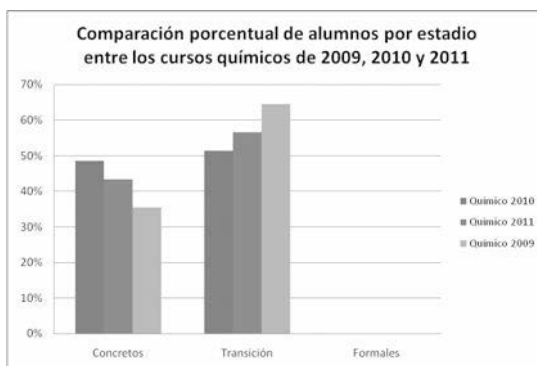


Figura 1. Estadios del razonamiento científico

Las dimensiones de razonamiento evaluadas por cada pregunta del Test de Lawson de manera aislada, se combinan y se representan en los indicadores del 1 al 13. En general mide seis aspectos del razonamiento: conservación de magnitudes físicas (1 y 2), pensamiento de proporcionalidad (3 y 4), identificación y control de variables (5, 6, 7 y 8), pensamiento probabilístico (9 y 10), pensamiento combinatorio (la pregunta de combinatoria no se utilizó en nuestra prueba por no estar normalizada), pensamiento correlacional (11) y argumentación y contrastación de hipótesis (12 y 13). Un análisis detallado de dichas dimensiones (Figura 2) muestra que las capacidades peor evaluadas se relacionan con el Pensamiento avanzado de proporcionalidad (4), Control de variables (6) y, sobre todo en situaciones más complejas, (7 y 8), Pensamiento correlacional (11) y Contrastación de hipótesis.

Diversos estudios consideran que el nivel de desarrollo cognitivo es uno de los mejores predictores del rendimiento académico<sup>6</sup> y, por tanto, si consideramos la Prueba de Lawson como predictor del rendimiento estudiantil podemos decir que frente a los resultados indicados en las figuras 1 y 2 más de un 30% de los estudiantes de la muestra clasifica en una zona de alto riesgo, traducido en una probabilidad muy alta de tener un bajo rendimiento en el primer año de la carrera o incluso abandonarla. El resto de la muestra, en etapa de transición, también presenta una situación de riesgo y puede enfrentarse con dificultades importantes para superar el curso. Las estrategias activas de aprendizaje utilizadas en la innovación, al fomentar la argumentación y la contrastación de hipótesis, favorecen al alto porcentaje de estudiantes que no han alcanzado el nivel de razonamiento formal. Se verifica también que con el tiempo se observa una evolución del Razonamiento Científico desde la etapa más empírica hacia la etapa de *Transición*.

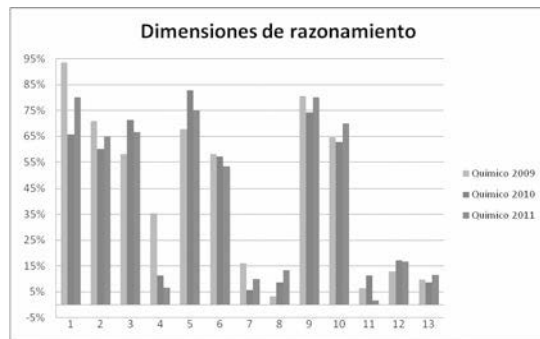


Figura 2. Dimensiones de razonamiento.

#### REFERENCIAS

1. Pérez de Landazábal, M.C., Benegas, J., Cabrera, J.S., Espejo, R., Macías, A., Otero, J., Seballos, S. y Zavala, G. (2010). Comprensión de conceptos básicos de la Física por alumnos que acceden a la universidad en España e Iberoamérica: limitaciones y propuestas de mejora. *Latin American Journal of Physics Education* 4 (3), pp. 655-668.
2. Seballos, S., Espejo, R., M.C.P. Landazábal (2010) Una Propuesta de Cambio Metodológico en la Enseñanza de la Física Introductoria *Congreso Sociedad Chilena de Enseñanza de la Ingeniería*, Valdivia, CHILE.
3. Hestenes, D., Wells, m. y Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30, pp. 141-158. Disponible en <http://modeling.asu.edu/R&E/Research.html>.
4. Meltzer D E 2002 The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: a possible "hidden variable" diagnostic pretest scores" *Am.J.Phys.* 70, 1259.
5. Coletta, V.P. y Phillip, J.A. (2005), *Am.J.Phys.* 73 (12), 72-82.
6. Coletta V. and Phillip J. (2007). *Reducing the gender gap in the physics classroom: How sufficient is interactive engagement?* *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* 3, 01010, 4 pages.

## Desarrollo de Materiales Docentes Interactivos para Asignaturas de Planes de Estudio en Extinción

F.J. Borondo<sup>1</sup>, S. Caro<sup>2</sup>, R. Dorado<sup>3</sup> y R. M. Benito<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Innovación Educativa “Física Interactiva”. Departamento de Física y Mecánica. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Av. Complutense, s/n. 28040-Madrid; fj.borondo@upm.es

<sup>2</sup>Grupo de Innovación Educativa “Física Interactiva”. Departamento de Física y Mecánica. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Av. Complutense, s/n. 28040-Madrid; s.carro@alumnos.upm.es

<sup>3</sup>Grupo de Innovación Educativa “Física Interactiva”. Departamento de Física y Mecánica. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Av. Complutense, s/n. 28040-Madrid; rocio.dorado.arco@alumnos.upm.es

<sup>4</sup>Grupo de Innovación Educativa “Física Interactiva”. Departamento de Física y Mecánica. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Av. Complutense, s/n. 28040-Madrid; rosamaria.benito@upm.es

El proceso de implantación de los nuevos títulos de Grado conlleva necesariamente la desaparición de los planes de estudio correspondientes a las actuales Licenciaturas e Ingenierías a las que sustituyen. En esta situación la enseñanza de las asignaturas de los planes de estudio en extinción va dejando de impartirse a medida que se implanta un nuevo curso de los nuevos grados, aunque seguirán existiendo durante un cierto número de años los exámenes finales de dichas asignaturas. Para ayudar en el proceso de aprendizaje a los alumnos que tienen que superar dichas materias las tecnologías de la información y comunicación pueden desempeñar un papel muy importante. En concreto el uso de plataformas de teleformación puede contribuir a que de alguna manera el alumno no esté solo en el proceso de aprendizaje y sienta la presencia de otros compañeros y de un profesor que le guía y al que puede consultar sus dudas.

En esta ponencia presentaremos las principales características de la metodología seguida en el desarrollo de materiales de aprendizaje y evaluación correspondientes a la asignatura *Fundamentos Físicos de los Procesos de Transferencia*, para ser impartida en la modalidad *e-learning* a partir del Curso 2012/13, cuando deje de impartirse de forma presencial debido a la extinción del Plan de Estudios 1964 correspondiente a la titulación de Ingeniero Agrónomo por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

Los contenidos de dicha asignatura se han organizado en 4 unidades y cada una de ellas contiene un número variable de temas que a su vez se organizan en lecciones. Estos contenidos se han implementado en la plataforma de teleformación institucional de la UPM, Moodle.

Los materiales docentes están diseñados con una metodología basada en las ideas de interactividad e integración. Para fomentar la interactividad se han utilizado diversas herramientas informáticas como animaciones realizadas en *Flash*, *applets* de Java con simulaciones de diversos procesos o sistemas, ejercicios con ayudas, que además incluyen las opciones de obtener la solución de un apartado y la resolución en la que se explica en detalle la obtención de los resultados del ejercicio. Con el fin de integrar teoría y experimentos también se han aprovechado las posibilidades de utilizar el ordenador para intercalar en las lecciones experimentos a través de videos realizados por nosotros, así como el uso de programas de simulación. En cuanto a la metodología de enseñanza tenemos que decir que los materiales son autoconsistentes ya que como se ha indicado llevan incluidos en la teoría los ejercicios y prácticas tanto experimentales como de simulación.

Los materiales desarrollados están en la plataforma Moodle, a través de la cual los alumnos tienen acceso a los mismos, y se puede impartir dicha asignatura en modali-

dad no presencial o *e-learning*, una vez que deje de impartirse por la extinción del plan de estudios. A través de la plataforma Moodle, se puede fomentar una metodología de aprendizaje activa. Para ello, como complemento a los contenidos mencionados, se ha incorporado un cuestionario en cada unidad, con la finalidad de que sirva al alumno como estímulo para comprobar sus conocimientos una vez estudiadas todas las lecciones de la misma. Los cuestionarios están diseñados con un número superior de preguntas a las mostradas, de manera que cada vez que lo repiten encuentren algunas preguntas nuevas. Se permiten varios intentos, ya que consideramos que esto fomenta el aprendizaje y la autoevaluación de sus conocimientos. Además para guiarles en el aprendizaje las unidades se van abriendo cada dos semanas, y permanecen abiertas durante el resto del curso. También se incorpora una guía de aprendizaje en la que se detalla el calendario de apertura de las unidades y fechas de apertura y cierre de los cuestionarios y tareas propuestas.

Hay que destacar, que con esta metodología los alumnos también pueden realizar prácticas de laboratorio[1], ya que se incorporan a través de pequeños fragmentos de video las prácticas experimentales que se realizaban en la asignatura presencial, y se incluyen los datos experimentales que habrían obtenido en el laboratorio con los que pueden trabajar para realizar la práctica.

Todavía no se ha realizado ninguna experiencia con alumnos en esta asignatura, pero si se han desarrollado diversas experiencias de impartir asignaturas de libre elección en modalidad *e-learning* [2], y se han evaluado mediante cuestionarios, datos recogidos de la plataforma sobre participación en foros, grado de realización de las actividades propuestas, y teniendo en cuenta las calificaciones finales, (porcentaje de aprobados, porcentaje de presentados en relación a la participación activa en la asignatura). En general se puede decir que la evaluación fue muy positiva indicando una buena acogida a esta modalidad de enseñanza y valorando positivamente la calidad de los materiales. Algunos alumnos manifestaron que además de aprender se habían divertido estudiando. También en un porcentaje alto (superior al 80%) manifiestan que las simulaciones y animaciones les han sido muy útiles para comprender los conceptos. El porcentaje de aprobados sobre los presentados es muy alto (~ 95%). Además en general las calificaciones son altas, siendo la media de notable, y hay que destacar que al comparar las calificaciones del examen con las de las actividades realizadas durante el curso había una correlación bastante buena. Por otro lado se ha comprobado que los alumnos que suspenden el examen final coinciden con los que no han realizado las tareas asignadas.

#### REFERENCIAS

1. J. Ablanque, R. M. Benito, J. C. Losada, L. Seidel, *Laboratorio de Física con soporte interactivo en Moodle*. Editorial Pearson (2010).
2. R.M. Benito y J.C. Losada, Metodología seguida en el desarrollo de los contenidos del curso “Iniciación a la teoría del caos y fractales” impartido por internet en ADA-Madrid . Relada 1 (1): 66-70

## Desarrollo de materiales docentes virtuales para el estudio del efecto fotoeléctrico

I. Alados, E. Liger, J.M. Peula, J.M. Vargas, A. Fernández

Departamento de Física Aplicada II, Universidad de Málaga; alados@uma.es.

### Introducción

En la actualidad surge la necesidad para los docentes de buscar un cambio en su práctica en el aula con pedagogías que faciliten el rol activo del estudiante en el proceso de construcción de conocimientos. Las investigaciones sobre el aprendizaje indican que hay nuevas formas de iniciar a los estudiantes en el estudio de asignaturas tradicionales, como la Física, de manera que alcancen unos niveles de comprensión más elevados (Carreras, 2006).

La docencia eficaz no puede basarse exclusivamente en la transmisión de información, que es recibida de forma pasiva por el estudiante, sino que debe crear las condiciones adecuadas para que el alumno se implique en la construcción de su propio aprendizaje. En este sentido, es cada vez más frecuente que los docentes intentemos introducir nuevos métodos y las nuevas tecnologías en la práctica docente. Por supuesto, esto no garantiza la mejora en el aprendizaje, pero insertados en el marco de una estructura pedagógica concreta pueden ser de gran utilidad para motivar a los alumnos (Alados et al., 2009 a,b).

En la presente comunicación mostramos el desarrollo de un material complementario a la sesión de laboratorio en la que el alumno debe calcular la constante de Planck a partir del estudio del efecto fotoeléctrico. El material desarrollado consiste en una aplicación web a la que el alumno puede acceder a través del Campus Virtual de la UMA (plataforma de enseñanza MOODLE).

### Desarrollo de la experiencia

El material que presentamos es complementario a la sesión práctica de “Determinación de la constante de Planck”. Esta práctica se realiza en la asignatura de Fundamentos Físicos de la Informática de la ETSI Informática de la UMA -asignatura de 1<sup>er</sup> Curso y de 1<sup>er</sup> Cuatrimestre- una vez explicado el fundamento teórico del efecto fotoeléctrico en el tema de Fundamentos de la Física Cuántica (Alados et al., 2007).

En la sesión correspondiente de laboratorio se realiza la experiencia del efecto fotoeléctrico. A partir de las medidas tomadas el alumno debe calcular la constante de Planck. Con esta experiencia pretendemos, por una parte, afianzar la competencia específica que hace referencia a la comprensión y dominio de los conceptos relacionados con el efecto fotoeléctrico, presentados en la sesión teórica. Por otra parte, nos planteamos ayudar a ir alcanzando las competencias transversales de capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad, y la de saber comunicar y transmitir resultados.

A la vista de estos objetivos consideramos la necesidad de elaborar un material que facilitara al alumno el alcanzar las competencias señaladas y al que pudiera acceder en cualquier momento. Por este motivo consideramos la conveniencia de diseñar una aplicación web que pudiera estar disponible a través de la Plataforma de Enseñanza Virtual (MOODLE).



La aplicación está diseñada para que cuando el alumno se conecte a ella se abra una página principal en la que dispone de enlaces. Uno de ellos va dirigido a una introducción donde se muestran los objetivos, el montaje experimental realizado en el laboratorio y aquellos conceptos teóricos necesarios para la comprensión del fenómeno. Otro enlace posibilita la ejecución de un video en el que se explica paso a paso el montaje experimental y la secuencia de toma de datos.

La aplicación cuenta con dos simulaciones del efecto fotoeléctrico. En la primera el alumno puede estudiar cómo se comportan los fotoelectrones dentro de un circuito teórico pudiendo modificar los distintos parámetros que intervienen: el material del fotocátodo, la longitud de onda y la intensidad de la radiación que incide en el fotocátodo y la diferencia de potencial entre el ánodo y el cátodo (Figura 1). La otra simulación muestra la experiencia que se realiza en el laboratorio y le permite al alumno realizar la práctica de forma virtual. Además contiene la explicación del tratamiento de los datos experimentales y cómo llegar a partir de ellos a determinar la constante de Planck (Figura 2).

Por último se añade un formulario de cuestiones para que el profesor pueda realizar la evaluación del aprendizaje. La gestión del módulo de evaluación está diseñada a partir de una base de datos con cuestiones que cada profesor puede gestionar de forma independiente, formulando aquellas preguntas que considera convenientes para su alumnos.

Durante los cursos 2009/2010 y 2010/2011 se han ido elaborando la aplicación y comprobando sus diferentes módulos. En el curso 2011/2012 los alumnos podrán hacer uso de ella a través del Campus Virtual.

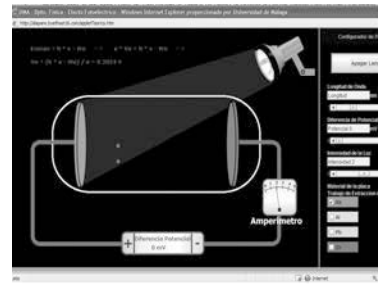


Figura 1. Simulación del efecto fotoeléctrico



Figura 2. Simulación del montaje experimental

#### REFERENCIAS

1. Alados, I., Liger, E. y Peula, J. M. (2007). Curso de Fundamentos Físicos de la Informática. Málaga: Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico de la UMA.
2. Alados, I., Liger, E., Peula, J. M y Barrio J. (2009). Optimización de recursos y adaptación al EEES del laboratorio de Física de la ETSI Informática de la Universidad de Málaga. XXXII Bienal de la RSE. Ciudad Real.
3. Alados, I., Liger, E. y Peula, J. M. (2009). Uso de herramientas del campus virtual de la Universidad de Málaga en la docencia de asignaturas de Física. I Congreso de Docencia Universitaria. Vigo.
4. Carreras, C. (2006). El trabajo experimental en la enseñanza de la Física. <http://www.rsef.org>

## Destrezas científicas de los estudiantes que ingresan en universidades de España e Iberoamérica

M<sup>a</sup> C. Pérez de Landazábal<sup>1</sup> y J.M<sup>a</sup> Otero<sup>2</sup> y Grupo ACCEM<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CSIC-Departamento de Física, UAH. [carmen.perez@uah.es](mailto:carmen.perez@uah.es)

<sup>2</sup>Departamento de Física, UAH.

### Planteamiento

La enseñanza de las ciencias en los niveles anteriores a la universidad se espera que desarrolle la comprensión de los contenidos científicos, pero también destrezas de pensamiento. Capacidades como, “*la identificación de la evidencia necesaria en una investigación científica*” o “*la construcción, análisis y evaluación de hipótesis, problemas de investigación y predicciones, técnicas y métodos científicos, y explicaciones científicas*” (Proyecto PISA y Bachillerato Internacional), representan destrezas con aplicación tanto en el campo de la Ciencia como fuera de él. Sin embargo, numerosos estudios realizados tanto en España como en el extranjero muestran que los alumnos terminan su Enseñanza Secundaria e, incluso, ingresan en la Universidad sin haber alcanzado el nivel piagetiano de razonamiento formal (López Rupérez, 1986 [1], Lawson, Karplus y Adi, 1978 [2]). En esta comunicación se analizan capacidades científicas básicas, en el área de la Física, que poseen los estudiantes que acceden a siete universidades de España e Iberoamérica. Este análisis se enmarca en un estudio financiado por la Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo (AECID), realizado a lo largo de tres años académicos en universidades de Argentina, Chile, Cuba, España y México y en el que también se ha diagnosticado la comprensión de algunos conceptos y leyes básica de la Física, así como el conocimiento metacognitivo de estos estudiantes (Pérez-Landazábal et al., 2010 [3]). El propósito es identificar fallos básicos en la formación de los alumnos que pueden limitar el rendimiento en los cursos introductorios de Física. Muchos de estos fallos están relacionados con deficiencias en el conocimiento procedimental, es decir “no saber cómo”, mas que en ausencia de conocimiento declarativo, es decir “no saber que”.

Para explorar las capacidades científicas se pasó un cuestionario a una muestra de 683 estudiantes de cursos introductorios de Física en carreras de Biología, Geología, Informática e Ingeniería de los países citados anteriormente. Se seleccionaron destrezas de tres de las categorías propuestas por Klopfer (1975) en su taxonomía de objetivos: B. Procesos de investigación científica, medición y observación; C. Descubrimiento de un problema y formas de resolverlo y D. Interpretación de los datos y formulación de generalizaciones. En total el instrumento de medida utilizado contenía trece cuestiones de opción múltiple con respuesta única: Estimación de mediciones, Órdenes de magnitud, Cambio de unidades, Reconocimiento de una hipótesis de trabajo, Identificación de variables dependientes e independientes, Control de variables, Procesamiento de datos experimentales (5 preguntas englobando diferentes registros: tablas, gráficos y relaciones matemáticas) y Representación de una formulación lingüística (2 preguntas).

1 El Grupo ACCEM está integrado, además, por: J.Benegas y M.Villegas (Univ.San Luis, Argentina), A.Macías, N.Nappa, S. Pandiella y P. Godoy (Univ.San Juan, Argentina), S.Seбалlos (Univ.Santiago, Chile), W.Ahumada y R.Espejo (Univ.Católica del Norte, Chile), Juan Silvio Cabrera (Univ.Pinar del Río, Cuba) y H.Alarcón y G.Zavala (Inst.Tecnológico de Monterrey, México).

## Resultados

En la figura 1 se presentan, como ejemplo, resultados de la categoría B: Reconocimiento de una hipótesis de trabajo (pregunta D3), Identificación de variables (D4) y Control de variables o selección de la prueba más adecuada para contrastar una hipótesis (D5). Entre el 50 y el 70% de los estudiantes es capaz de resolver estas cuestiones, planteadas siempre en un contexto cotidiano. Los mejores resultados se obtienen en “reconocimiento de la hipótesis de trabajo”, donde el porcentaje de respuestas correctas supera el 70% (con la única excepción de la UPR). Aunque más de la mitad de los alumnos realiza un control correcto de las variables, es importante destacar que un 33% de la muestra encuestada propone la manipulación de dos variables al mismo tiempo, lo cual confundiría sus efectos.

Tal como señala la investigación sobre el desarrollo cognitivo, el control de variables es una de las características que diferencia a los sujetos que razonan formalmente de aquéllos que todavía razonan de forma concreta o se encuentran en etapa de transición. La deficiencia observada pone de manifiesto un problema en este desarrollo causado, quizá, por la poca actividad experimental en los cursos preuniversitarios o porque, salvo raras excepciones, estas actividades siguen un modelo “recetario”, como una contrastación de la teoría desarrollada en clase. Por tanto, no contribuyen a promover el desarrollo de competencias científicas básicas, tal como proponen los proyectos internacionales de evaluación.

De la categoría D, interpretación de datos y formulación de generalizaciones, se presentan en la figura 2 los resultados de Identificación del enunciado que expresa la relación entre variables representada en un gráfico (D7), Reconocimiento de la ecuación matemática que representa la relación entre los datos experimentales de una tabla (D8.1) e Identificación del gráfico que representa la relación entre variables expresada por una ecuación matemática (D9). La diferencia de contexto (cotidiano para la pregunta D7 y académico para las otras dos) puede ser la causa de la significativa diferencia

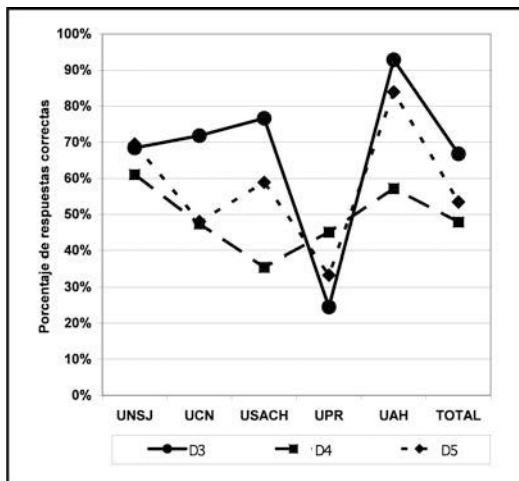


Figura 1. Destrezas científicas relacionadas con los procesos de investigación.

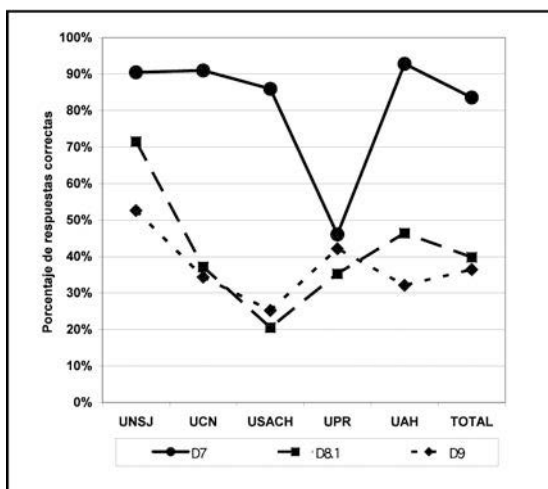


Figura 2. Destrezas científicas relacionadas con el procesamiento de datos.

entre ellas. Destaca que solo un 40% de los alumnos sea capaz de reconocer la existencia de una sencilla relación lineal entre dos variables a partir de la tabla de datos proporcionada (los mejores resultados la UNSJ se deben a que la muestra procede de Escuelas Industriales donde cursan materias de especialización en Electrónica y, además, han seguido un curso de Cálculo previo). Solamente una tercera parte de los alumnos es capaz de reconocer el gráfico correspondiente a una relación inversa entre dos variables expresada a partir de una ecuación matemática (D9) y se da el caso de un 20% que selecciona un gráfico lineal con pendiente negativa.

Un último comentario sobre las dificultades encontradas por los estudiantes para reconocer la representación adecuada de las dos informaciones proporcionadas de forma verbal (una situación física relacionada con un circuito eléctrico y otra matemática relativa a la posición de un cilindro en un sistema de coordenadas cartesianas), con solo la mitad de los alumnos seleccionando la opción correcta. El resultado en la pregunta de electricidad puede deberse al desconocimiento del significado de “en paralelo” o “en serie” y no a una deficiencia en la destreza que se examina. No así en el segundo caso, en donde es esperable el conocimiento de todos los términos utilizados. En todo caso, los resultados ponen de manifiesto carencias en competencias básicas, que se sitúan en la frontera entre lo científico y las destrezas lectoras de carácter general, que condicionan de manera fundamental el aprendizaje de la Física y de otras ciencias en la universidad. Estas dificultades se reflejarán de forma muy especial en la resolución de problemas.

## Conclusiones

Se ha puesto de manifiesto que la enseñanza preuniversitaria no consigue desarrollar competencias importantes desde el punto de vista científico como son: la estimación de mediciones y órdenes de magnitud, la comprensión de textos y el razonamiento espacial, la necesidad de diseñar un control de variables adecuado para contrastar una hipótesis o la capacidad de relacionar unos datos experimentales con la función lineal que los describe.

Es notorio que los esfuerzos de los profesores secundarios (y también universitarios) rara vez se dirigen a la enseñanza o mejora de las destrezas encuestadas en este trabajo, quizá en la creencia de que están suficientemente desarrolladas o de que su promoción es responsabilidad de los niveles previos de enseñanza. Parece por tanto difícil conseguir los objetivos tradicionales del nivel universitario, consistentes en el aprendizaje de información y procedimientos relativamente complejos, sin que los alumnos cuenten con las destrezas que se examinan aquí. Esta realidad dificultará seguramente el rendimiento estudiantil en los cursos universitarios y obstaculizará el desarrollo de vocaciones por las carreras técnicas y científicas, tan necesarias para el desarrollo social y económico de los países involucrados en este estudio. La necesidad de favorecer el aprendizaje activo y el acercamiento a los modos de pensamiento científico es cada vez mas evidente, aunque sea limitándose solamente a ciertas áreas de los programas actuales.

## REFERENCIAS

1. LÓPEZ RUPÉREZ, F. (1986). Evolución del nivel piagetiano de desarrollo cognitivo en alumnos de bachillerato. Un estudio longitudinal. *Revista de Psicología General y Aplicada* 41 (5), pp. 849-870.
2. LAWSON, A.E., KARPLUS, R. y ADI, H. (1978). The acquisition of propositional logic and formal operational schemata during the secondary school years. *Journal of Research in Science Teaching* 15 (6), pp. 465-478.
3. PÉREZ DE LANDAZÁBAL, M.C., BENEGAS, J., CABRERA, J.S., ESPEJO, R., MACÍAS, A., OTERO, J., SEBALLOS, S. y ZAVALA, G. (2010). Comprensión de conceptos básicos de la Física por alumnos que acceden a la universidad en España e Iberoamérica: limitaciones y propuestas de mejora. *Latin American Journal of Physics Education* 4 (3), pp. 655-668.
4. KLOPFER, L.E. (1975). La evaluación del aprendizaje en Ciencia. En Bloom, Hasting y Madaus (eds.) *Evaluación del aprendizaje*, pp. 93-220. Buenos Aires: Troquel.

## Determinación de la aceleración de la gravedad con una tarjeta de sonido

Francisco J. Abellán García<sup>1</sup>, Ramón P. Valerdi-Pérez<sup>2</sup> y José A. Ibáñez Mengual<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dto. Física, Fac. Química. Campus Espinardo. Univ. Murcia, 30071. Murcia. España.

<sup>2</sup> Dpto. Física Médica, Fac. Medicina. Campus de Espinardo. Univ. Murcia, 30071. Murcia. España

### Introducción

El objeto del presente desarrollo es la determinación precisa de la aceleración de la gravedad  $g$ , mediante un dispositivo sencillo y de bajo costo, con el que se efectúan medidas del tiempo transcurrido entre el paso de una bola metálica frente a diferentes sensores optoelectrónicos, distribuidos espacialmente de forma regular a lo largo de la superficie externa de un tubo de metacrilato dispuesto verticalmente, desde cuyo extremo inferior se dispara la bola, con ayuda de un resorte. La respuesta eléctrica generada en la patilla colectora de cada fototransistor del correspondiente optoacoplador, muestra una alteración (evento) por efecto de la interrupción de la radiación infrarroja procedente de un fotodiodo. Esta señal eléctrica capturada y digitalizada con la tarjeta de sonido de cualquier ordenador (entrada *mic* de la tarjeta) y convenientemente procesada por los programas habituales para la misma (*free software Audacity*, en nuestro caso), que permiten programar la frecuencia de muestreo y a partir de ella determinar de forma precisa el tiempo transcurrido entre dos eventos sucesivos, a partir de cuyos valores se puede determinar el valor de  $g$ . En nuestro caso el registro de *Audacity* se exportó como fichero .wav, que posteriormente se leyó con el paquete “*sound*” del *software R*

### Teoría

El punto de partida es la ecuación que corresponde al movimiento de ascenso y caída de graves [1] para la que la gráfica representativa de la altura alcanzada en función del tiempo, por un objeto lanzado verticalmente se muestra en la Figura 1. Tomando como referencia el tiempo  $t_o$  requerido para alcanzar la altura máxima  $h_o$  es claro que para las parejas de puntos correspondientes a sendas alturas  $h_1$  y  $h_2$  se cumple

$$h_2 = h_o - \frac{1}{2}g(t'_2 - t_o)^2 = h_o - \frac{1}{2}g(t_o - t_2)^2 \quad (1)$$

$$h_1 = h_o - \frac{1}{2}g(t'_1 - t_o)^2 = h_o - \frac{1}{2}g(t_o - t_1)^2 \quad (2)$$

donde  $t_i$  y  $t'_i$  ( $i=1,2$ ) corresponden a los tiempos transcurridos desde el inicio del movimiento para los que el móvil se encuentra a la altura  $h_i$ , en movimiento de ascenso y descenso, respectivamente. De las ecuaciones anteriores se deduce inmediatamente que

$$(t'_2 - t_2) = \tau_2 = 2(t'_2 - t_o) \quad \text{y} \quad (t'_1 - t_1) = \tau_1 = 2(t'_1 - t_o)$$

y restando ambas se sigue

$$\Delta h = \frac{g}{8}(\tau_1^2 - \tau_2^2) \Rightarrow (\tau_1^2 - \tau_2^2) = \frac{8}{g}\Delta h \quad (3)$$

La representación gráfica de  $(\tau_1^2 - \tau_2^2)$  frente a  $\Delta h$  y el correspondiente ajuste lineal, permite la obtención de  $g$  a partir del valor de la pendiente que es  $8/g$ .

## Dispositivo experimental

El tubo de metacrilato tiene una longitud de 1 m, con un diámetro interior de 3 cm. Se emplearon cuatro optoacopladores cuya ubicación con precisión milimétrica se consiguió con ayuda de un nonius, situándose el primero en un punto que se tomó como origen de longitudes y los otros tres, a distancias de 0,50, 0,75, y 1,00 metros del primero. Una vez sujeto el tubo a un soporte por su parte superior y conseguida la verticalidad del mismo, se fijó el conjunto en ésta posición. La bola utilizada fue de acero de 1 cm de diámetro y se disparó hacia arriba con ayuda de un resorte (véase Figura 2).

Las mejoras previstas en el dispositivo serán: hacer el vacío en el interior del tubo de metacrilato, minimizando así los efectos fricativos sobre la bola y sustitución del dispositivo de disparo incorporando una bobina, que al ser alimentada por una corriente continua provocará el desplazamiento de un bloque de hierro dulce que actuará como elemento percutor de la bola, a la vez que la variación de la corriente de alimentación permitirá ajustar la altura máxima a alcanzar dentro del tubo. Por otra parte y en cuanto a la recogida y registro de datos, se piensa en el uso directo de los puertos paralelo o USB, lo que determinará respuestas en escalón sin el rizado de las actuales y sin ningún tipo de ruido de fondo. En el mismo sentido el número de puntos experimentales a considerar puede incrementarse notablemente, mediante el montaje en tándem de dos sensores, que pueden desplazarse simultáneamente respecto de uno de referencia que se mantiene en posición fija.

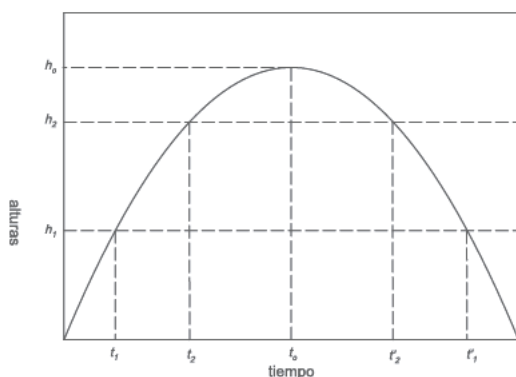


Figura 1. Representación gráfica de la ecuación horaria correspondiente al movimiento de ascenso y caída de graves.

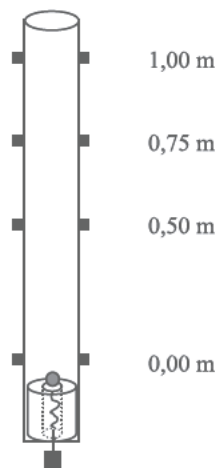


Figura 2. Esquema del dispositivo experimental.

Tabla 1: Medidas experimentales							
$(t_s = t_m / 9600) (s)$	0,1208	0,1208	0,1208	0,1208	0,1208	0,1208	0,9618
$\Delta h (m)$	0,25	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	
$\tau_1^2 - \tau_2^2 (s^2)$	0,20397	0,20440	0,40838	0,40837	0,61235	0,81674	



## Resultados

La Tabla 1 recoge los valores del tiempo de paso por los sensores en segundos, calculado como cociente entre el tiempo de muestreo  $t_m$  y el número de muestras por segundo programado (9600 en nuestro caso), así como los valores correspondientes a la diferencia de alturas  $\Delta h$  de las diferentes parejas de sensores y la diferencia de los cuadrados de los tiempos de vuelo para cada uno de ellos. De acuerdo con la ecuación (3), la representación de  $(\tau_1^2 - \tau_2^2)$  frente a  $\Delta h$  nos conduce, tras el correspondiente ajuste lineal por mínimos cuadrados (coeficiente de correlación  $r=1$ ), al siguiente valor de la aceleración de la gravedad:

$$g=9,796 \pm 0,003 \text{ m/s}^2$$

resultado que está en muy buen acuerdo con el valor proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional [2] para Murcia (latitud: 37° 59' 18" ; altitud sobre el nivel del mar: 50 m), que es 9,799939 m/s<sup>2</sup>.

## Conclusiones

Se ha presentado un dispositivo barato, de construcción sencilla, que mediante el empleo de la tarjeta de sonido de cualquier ordenador, permite una determinación bastante precisa de la aceleración de la gravedad. El tratamiento matemático tan solo requiere de un ajuste por mínimos cuadrados, para el que el número de puntos experimentales puede acrecentarse mediante la utilización de un mayor número de sensores.

### REFERENCIAS

1. Ibáñez, J.A., Valerdi, R.P., "Física Básica", vol. 1, J.Lorente Eds., Murcia, 2009
2. [www.ign.es](http://www.ign.es)

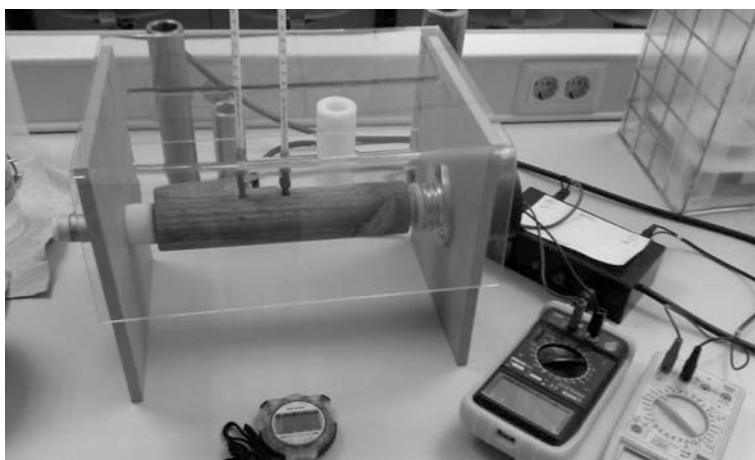
## Determinación de la conductividad térmica de un material mediante la ley de Fourier

M. Ortuño<sup>1,2</sup>, A. Márquez<sup>1,2</sup>, S. Gallego<sup>1,2</sup>, C. Neipp<sup>1,2</sup>, A. Beléndez<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal, Universidad de Alicante; mos@ua.es.

<sup>2</sup> Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y las Tecnologías. Universidad de Alicante. Apartado 99. E-03080 Alicante.

En este trabajo proponemos la determinación de la conductividad térmica de diferentes materiales mediante un dispositivo de fabricación artesanal (Figura 1) que permite la transmisión de calor por conducción a través de un cilindro hueco del material deseado (madera, plástico, etc.) en cuyo interior se sitúa una resistencia eléctrica.



*Figura 1. Dispositivo experimental.*

El análisis de la evolución de la temperatura con el tiempo en las superficies exterior e interior del cilindro permite conocer cuando se alcanza el estado estacionario, momento en el que se puede obtener fácilmente el valor de la conductividad térmica del material.

Son muchas las aplicaciones prácticas relacionadas con la transferencia de calor, entre las que se incluyen algunas tan importantes como el aislamiento térmico de equipos industriales y edificios. La conducción es uno de los tres mecanismos básicos de transferencia de calor y el más explicado en los primeros cursos universitarios de ingeniería y arquitectura. En sólidos, la transmisión de calor por conducción se basa en la combinación de movimientos vibratorios de los átomos y moléculas que forman la red. La energía es transmitida desde las moléculas con mayor energía cinética (zona de mayor temperatura) a las moléculas con menor energía (zona de menor temperatura).



Para cilindros huecos en estado estacionario, cuando el flujo de calor y la temperatura son independientes del tiempo, la ley de Fourier se expresa con la ecuación 1.

$$I = 2\pi k L r_m \frac{T_1 - T_2}{r_2 - r_1} \quad (1)$$

$I$  es el flujo de calor en una dimensión,  $k$  es la conductividad térmica del material,  $L$  es la longitud del cilindro,  $T_1$  es la temperatura de la superficie interior del cilindro,  $T_2$  es la temperatura de la superficie exterior,  $r_2$  y  $r_1$  son los radios exterior e interior respectivamente y  $r_m$  es el radio medio logarítmico [1].

En la Figura 2 se incluye la evolución temporal de  $T_1$  y  $T_2$  para el caso de un cilindro de madera ( $r_1 = 12.7$  mm,  $r_2 = 18.3$  mm,  $L = 229$  mm,  $I_{ef} = 0.48$  A,  $V_{ef} = 37.0$  V) y un cilindro de polietileno ( $r_1 = 12.7$  mm,  $r_2 = 23.1$  mm,  $L = 228$  mm,  $I_{ef} = 0.50$  A,  $V_{ef} = 44.3$  V).

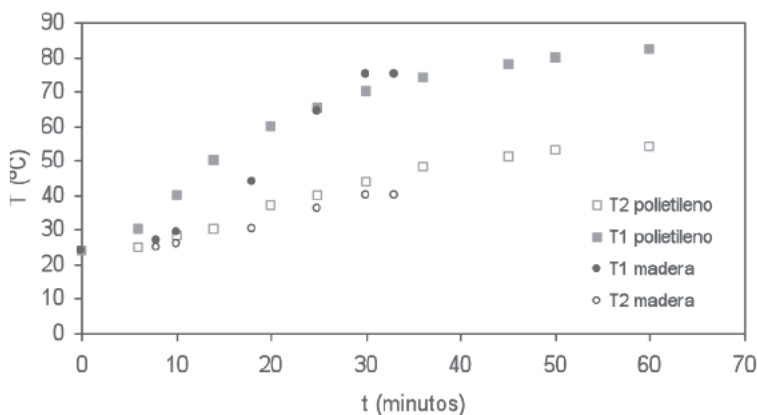


Figura 2. Evolución temporal de las temperaturas interior ( $T_1$ ) y exterior ( $T_2$ ) para los cilindros de madera y polietileno.

El estado estacionario se alcanza en 30 minutos para el cilindro de madera ( $T_1 - T_2 = 35$  K) y en 60 minutos para el de polietileno ( $T_1 - T_2 = 28$  K). De los datos de intensidad eficaz ( $I_{ef}$ ) y voltaje eficaz ( $V_{ef}$ ) calculamos el flujo de calor  $I$  y mediante la ecuación 1 obtenemos los siguientes valores de conductividad térmica que son comparables a los que se encuentran en la bibliografía [2]:  $k = 0.13$  W K<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup> (madera),  $k = 0.33$  W K<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup> (polietileno).

#### REFERENCIAS

1. P. A. Tipler, G. Mosca (2005). Física para la ciencia y la tecnología. Reverté.
2. [http://www.engineeringtoolbox.com/thermal-conductivity-d\\_429.html](http://www.engineeringtoolbox.com/thermal-conductivity-d_429.html)

## Dificultades de los problemas de Física en la interrelación Enseñanza Secundaria-Universidad

Isabel Brincones<sup>1</sup>, Francisco Álvarez<sup>1</sup>, Juan José Blanco<sup>1</sup>, José Blázquez<sup>1</sup>, Miguel Ángel Hidalgo<sup>1</sup>, José Martín Quero<sup>2</sup>, Jesús María Peco<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad de Alcalá; Isabel.brincones@uah.es.

<sup>2</sup>IES Castilla. Guadalajara

Los alumnos que se matriculan en el primer curso de las carreras universitarias de Ciencias e Ingenierías suelen presentar graves dificultades para superar el primer curso produciéndose un alto índice de repetición, incluso de abandono. Unas de las asignaturas en las que se presenta un elevado porcentaje de suspensos son las correspondientes a la rama de Física, y en general, estos suspensos son debidos a fallos en la resolución de problemas. Ante esta situación se pretende investigar a qué se deben las dificultades de los alumnos comparando el final y el comienzo de los dos niveles educativos implicados (tipo y enunciado de los problemas propuestos, conocimientos previos necesarios, destrezas cognitivas implicadas...), lo que permitirá proporcionar recomendaciones didácticas para ambos niveles.

Es casi un lugar común afirmar que la primera condición para poder resolver correctamente un problema es comprenderlo. Por tanto, podemos afirmar que la resolución de un problema comienza con la lectura del enunciado lo que permite **generar una representación interna** que le permite hacer una discusión y predicciones cualitativas. Sobre esa base se realiza la **representación formal** del problema, que tiene en cuenta conceptos, leyes y principios, que permiten resolver la situación planteada. En este trabajo se presenta un instrumento que permita analizar las diferencias en la formulación de problemas en función de algunas características de los enunciados.

Teniendo en cuenta los aspectos que están relacionados con esta sintética exposición, se identificaron una serie de características de los problemas que influyen en el proceso de resolución que emplean los estudiantes, que dieron lugar a una serie de indicadores que se sometieron a la consideración de profesores del Departamento de Física de la Universidad de Alcalá que imparten asignaturas de Física en el primer curso de distintas titulaciones, y de profesores de Física y Química de Educación Secundaria que imparten la asignatura de Física de segundo curso de Bachillerato. A partir de sus opiniones y las de sus alumnos se construyó un instrumento que refleja las características del problema que aumentan o disminuyen la dificultad de los problemas de Física que se les proponen.

En primer lugar se consideró el nivel conceptual. Por una parte tenemos que considerar que la dificultad de los contenidos es diferente en Bachillerato y Universidad, pero que esta dificultad viene compensada por los contenidos teóricos que han sido estudiados en lo que suele llamarse “clases teóricas”. Sin embargo, como afirman Carcavilla y Escudero (2004) “Para resolver un problema, debemos representarlo en el nivel conceptual y esto ha de hacerse, por una parte, tomando información del enunciado y, por otra, utilizando también una serie de conocimientos sobre la realidad inmediata de las cosas y sobre la teoría física relacionada con el problema, las cuales se han debido adquirir previamente”, es decir, en la resolución van a intervenir los conceptos presentes en el enunciado y la manipulación de los mismos. En este sentido se plantearon las siguientes dificultades:

- a. Cantidad de conceptos implicados. Considerando todos aquéllos que están presentes en el enunciado bien nominalmente o por medio del valor que adquieren en la representación ofrecida.

Sin embargo, se consideró como ayuda la presencia de los objetos sobre los que se consideran los conceptos, ya que facilita la construcción de la representación de la situación propuesta.

- b. Cantidad de preguntas (o de variables cuyo valor pide el enunciado que se calculen).
- c. Forma de expresión de las variables (numéricas, alfabéticas o funciones).
- d. Dimensiones de la situación física representada (lineal, superficial, espacial).  
El siguiente elemento a considerar está relacionado con los sistemas de representación existentes en el enunciado, ya que los alumnos “ven” problemas diferentes en las versiones verbal, gráfico abstracto, y gráfico concreto, siendo que todos ellos describen la misma situación (Buteler y Gangoso, 2001).

A partir de estas consideraciones se consideró como dificultad:

- e. Sistemas de representación empleados. Existencia de esquemas, diagramas o tablas, y gráficas que implican la necesidad de leer e interpretar para obtener nueva información

Sin embargo, se consideró como ayuda la existencia de dibujos o representaciones gráficas de la situación, ya que se consideró que facilitan la representación de la situación que el alumno debe realizar

- f. Cambios de representación solicitados, relacionado con la necesidad de producir algún tipo de representación diferente de las presentes en el texto del enunciado (buscar funciones, construir gráficas, ...).

En tercer lugar se consideraron algunos aspectos del proceso de resolución que vienen determinados por las características del enunciado. Dada la complejidad del proceso de resolución, este estudio se limitó a tener en cuenta:

- g. Tipo de tarea que se requiere realizar durante el proceso de resolución, entre las que se han considerado: necesidad de planificar la resolución, necesidad de dar pasos no incluidos en la sucesión de preguntas propuestas, solicitud de comparar, solicitud de razonamientos o necesidad de combinar conocimientos tradicionalmente procedentes de distintos temas o programas.
- h. Dificultad matemática que implica esta resolución, entre las que se contempla: necesidad de utilizar conocimientos de trigonometría, derivadas, integrales, o cálculo vectorial.

El primer instrumento se validó a partir de los problemas incluidos en dos exámenes (de Universidad y Bachillerato), a partir del baremo establecido y del grado de dificultad de los problemas obtenido de las resoluciones de los alumnos.

#### REFERENCIAS

1. Carcavilla Castro, A y Escudero Escorza, T (2004). Los conceptos en la resolución de Problemas de Física “bien estructurados”: Aspectos identificativos y Aspectos formales. *Enseñanza de las Ciencias*, **22**(2), 213-228.
2. Buteler, L y Gangoso, Z (2001) Diferentes enunciados del mismo problema: ¿Problemas diferentes?. *Investigações em Ensino de Ciências* **6**(3), 269-283.

## Difracción de luz a través de una pluma de ave

Hugo Pérez García<sup>1</sup>, Rafael García Molina<sup>1</sup>, Cristian D. Denton<sup>2</sup>, Isabel Abril<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física – Centro de Investigación en Óptica y Nanofísica, Universidad de Murcia; hugo.perez@um.es; rgm@um.es.

<sup>2</sup> Departament de Física Aplicada, Universitat d'Alacant; denton@ua.es, ias@ua.es.

Para las experiencias de difracción de la luz se suele emplear una red de difracción (preferentemente en el ámbito académico), y también otros objetos, tales como las pistas de un CD o un DVD. Con tales objetos es posible realizar medidas que relacionen la longitud de onda de la luz, la separación entre las aberturas por las que pasa la luz y el patrón de difracción que se observa en una pantalla.

Los estudiantes reaccionan positivamente cuando se emplea objetos cotidianos para la realización de experiencias de física, tanto cualitativas como cuantitativas. Por ello, hemos empleado una pluma de ave para poner de manifiesto la difracción de la luz. Esto puede realizarse de forma cualitativa, pues se percibe fácilmente el espectro de colores que surge cuando se observa una fuente luminosa (un tubo fluorescente, por ejemplo) a través de una pluma. Pero también puede realizarse medidas cuantitativas que permitan relacionar la separación entre las barbas de una pluma, la longitud de onda de la luz y el patrón de difracción que se detecta en una pantalla.

En esta comunicación presentamos el estudio de la difracción de la luz de un láser de bolsillo a través de una pluma de pato. Los resultados que se obtienen para la separación entre las barbas (y bárbulas) de la pluma están en excelente acuerdo con las medidas realizadas sobre las imágenes de la pluma obtenidas mediante microscopía electrónica.

A continuación se describe brevemente la experiencia, así como los resultados obtenidos. Si hacemos incidir la luz de un puntero láser sobre las barbas de una pluma (Fig. 1 Izq.), observamos que en la pantalla donde se proyecta el haz aparece un patrón de difracción, con máximos equiespaciados por distancias  $h_1$  y  $h_2$  (Fig. 1 Der.) Por ello, podemos considerar que la pluma se comporta como una red de difracción.

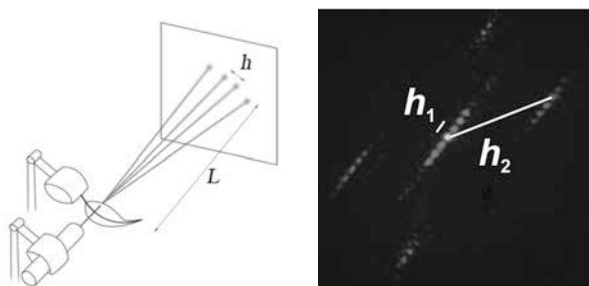


Figura 1. (Izq.) Montaje experimental para difractar la luz de un láser mediante una pluma de ave. (Der.) Patrón de difracción que aparece en la pantalla, donde se observan dos subpatrones con separaciones características  $h_1$  y  $h_2$  entre los máximos.

El ángulo de difracción  $\theta$  depende de la longitud de onda  $\lambda$  del láser utilizado (nosotros empleamos uno rojo de 632.8 nm y otro verde de 530 nm), así como del paráme-

tro de red  $d$ , que no es más que la separación entre las barbas (o bárbulas) de la pluma  
 $d \sin \theta = m\lambda$ , (donde  $m$  es un entero).

De acuerdo con el montaje que hemos empleado (Fig. 1 Izq.), y dado que el ángulo  $\theta$  es muy pequeño, se puede emplear la aproximación paraxial:  $\sin \theta \approx \tan \theta = h/L$ . Así, podemos reescribir la ecuación de la difracción (para el máximo de orden  $m=1$ ) en la forma

$$\frac{h_i}{\lambda} = \frac{L}{d_i}$$

donde  $i=1,2$  se refiere a cada uno de los subpatrones que aparecen en la Fig. 1 (Izq.), debidos a los parámetros de red que se muestran en la Fig. 2.

En la Fig. 3 se ha representado los datos obtenidos mediante la difracción a través de las barbas (Izq.) y de las bárbulas (Der.), junto con el correspondiente ajuste lineal. De la pendiente del ajuste lineal se puede obtener los valores de los parámetros de red  $d_1$  y  $d_2$ , que son las distancias entre las barbas y las bárbulas de la pluma (Fig. 2).

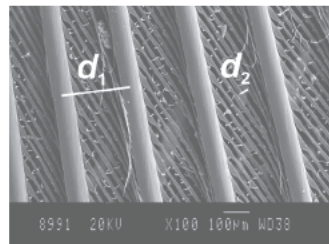


Figura 2. Barbas de una pluma vistas a través del microscopio electrónico. Las distancias  $d_1$  y  $d_2$  corresponden a las separaciones entre las barbas y las bárbulas, respectivamente.

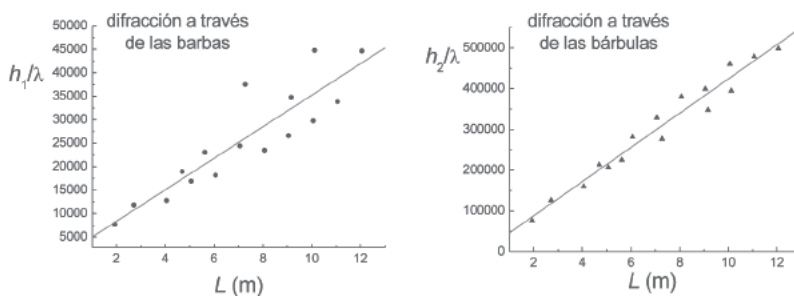


Figura 3. Representación de la separación entre máximos del patrón de difracción en función de la distancia  $L$ , para las barbas (Izq.) y para las bárbulas (Der.).

La tabla 1 contiene los valores de la separación  $d_1$  entre barbas y  $d_2$  entre bárbulas obtenidos mediante difracción y mediante la medida directa sobre la imagen obtenida con el microscopio electrónico. Como puede apreciarse, el acuerdo es excelente.

	Difracción	Microscopio
$d_1$ ( $\mu\text{m}$ )	$300 \pm 40$	$284.9 \pm 1.2$
$d_2$ ( $\mu\text{m}$ )	$23.8 \pm 1.3$	$26.9 \pm 0.2$

Tabla 1. Comparación de las medidas realizadas considerando la pluma como una red de difracción de parámetro  $d_i$  ( $i=1,2$ ), con las medidas directas efectuadas sobre la imagen obtenida con el microscopio electrónico.

## Diseño experimental y modelización de sistemas solares en ciencias físicas

M. Khayet

Departamento de Física Aplicada I, Facultad de Física, Universidad Complutense de Madrid, Avda. Complutense s/n 28040 Madrid; \* [khayetm@fis.ucm.es](mailto:khayetm@fis.ucm.es); Tel. 91-3945185.

En el programa de la asignatura *Termodinámica II* (3<sup>er</sup> Curso, licenciatura en Física) de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), se imparte en el primer tema “Termodinámica de las disoluciones” propiedades coligativas de las disoluciones diluidas, a saber, disminución de la presión de vapor del disolvente, incremento del punto de ebullición (ebulloscopía), disminución del punto de congelación (crioscopía) y la presión osmótica ( $\pi$ ). Se relacionan estos parámetros con la concentración del soluto en la disolución y no con el tipo de soluto. La Figura 1(a) muestra una celda omótica y la ecuación de Van’t Hoff de la presión osmótica y su relación con el número de moles de soluto en la disolución ( $n_2$ ) determinada a partir del equilibrio difusivo (flujo de disolvente neto nulo a través de una membrana densa y selectiva con mayor afinidad hacia el disolvente). A los estudiantes se les explica tanto el fenómeno de ósmosis como ósmosis inversa (OI). Una de las aplicaciones de la OI es la desalación de aguas salobres y agua de mar. En este caso, para producir agua potable la presión hidrostática que se debe aplicar ( $P$ ) debe ser mayor a la presión osmótica del agua salada.

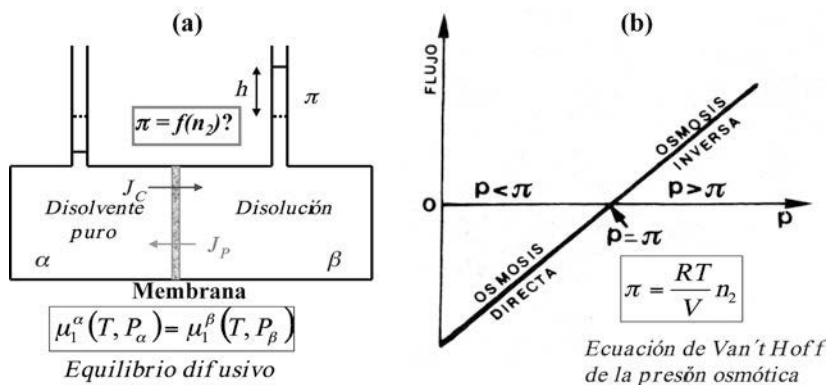


Figura 1. Celda osmótica, ósmosis y ósmosis inversa.

Prácticas de ósmosis inversa (OI) no se realizan por los alumnos solamente si optan por el máster en Física Aplicada (Módulo: Energías Renovables) en la UCM o si realizan algún trabajo académicamente dirigido en el Departamento de Física Aplicada I. En este caso los alumnos llevan a cabo una serie de experimentos de desalación con un sistema solar de OI manteniendo fijos todos los parámetros de operación y variando uno solo lo que conlleva más mucho tiempo en el Laboratorio. Los parámetros de operación de la OI son: la presión hidrostática,  $P$ ; la temperatura de la disolución salina,  $T$ ; el flujo de la disolución salina,  $Q_P$ ; y la concentración de la disolución,  $C$ . Para llevar a cabo un estudio riguroso y lograr comprender el efecto de todos estos parámetros en el

flujo de permeado (flujo de agua producida,  $J$ ) así como en su calidad relacionada con el factor de rechazo de sales ( $S$ ), y en el consumo energético ( $E$ ) es necesario realizar un gran número de experimentos. Además, basándose en este método “convencional” de realización de experimentos los alumnos no pueden estudiar los efectos de interacción entre parámetros de operación de OI en las respuestas ( $J$ ,  $S$ ,  $E$ ). Por esta razón se propone aplicar diseños experimentales (DoE) estadísticos y metodología de superficie de respuesta (RSM) a la instalación solar de OI variando todos los parámetros de operación de forma simultánea consiguiendo por tanto disminuir considerablemente el número de experimentos (tiempo en el laboratorio), desarrollar modelos para cada una de las respuestas ( $J$ ,  $S$ ,  $E$ ) así como para la respuesta combinada ( $Y_{esp} = J.S/E$ ) llamada rendimiento específico del sistema solar OI, y estudiar los efectos de interacción entre parámetros en las respuestas ( $J$ ,  $S$ ,  $E$ ) [1-3]. La Figura 2 muestra un ejemplo de los resultados obtenidos. Los alumnos usan los softwares MatCad y/o Matlab. La bondad de los modelos se estudia aplicando el análisis de varianza (ANOVA) que es una herramienta útil a saber por los alumnos.

Finalmente, una de las ventajas más importantes del diseño experimental y RSM, es optimizar el sistema objeto de estudio determinando los parámetros óptimos de operación. En este caso, las respuestas  $J$  y  $S$  deben ser máximas mientras que la respuesta  $E$  debe ser mínima ó lo que es lo mismo la respuesta ( $Y_{esp}$ ) debe ser máxima. Los alumnos aprenden también a manejar herramientas de optimización de sistemas solares usando el software Matlab y/o Matcad.

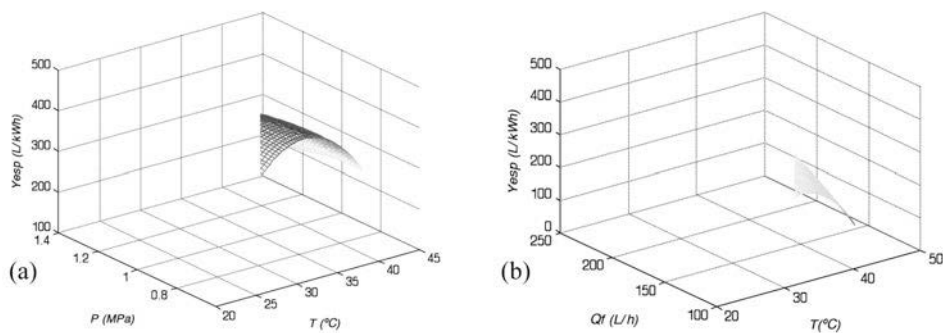


Figura 2. Representación de  $Y_{esp}$  en función de (a) la presión ( $P$ ) y la temperatura ( $T$ ) manteniendo el flujo de alimentación ( $Q_f$ ) a 120 L/h y la concentración a 6 g/L y (b) el flujo de alimentación ( $Q_f$ ) y la temperatura ( $T$ ) manteniendo la presión ( $P$ ) a 10.5 ( $10^5$  Pa) y la concentración a 6 g/L.

En este estudio el diseño experimental estadístico (DoE) y la metodología RSM se ha aplicado a título de ejemplo a la instalación solar OI. Esta metodología es aplicable a otros sistemas solares (colectores térmicos, paneles fotovoltaicos, acumuladores, destiladores de simple o multiefecto, destilación solar en membranas, etc.) de varios variables de operación y respuestas.

#### REFERENCIAS

1. Khayet, M., Mengual, J.I., *Desalination*, **109**, 383-390 (2004).
2. Myers, R.H., Montgomery, D.C., (2002) *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization using Designed Experiments*, John Wiley & Sons, New Jersey.
3. Khayet, M., Essalhi, M., Armenta-Déu, C., Cojocar, C., Hilal, N., *Desalination*, **261**, 284-292 (2010).



## **Diseño, elaboración y validación de Videos Didácticos sobre Prácticas de Comunicaciones Ópticas**

G. Martínez<sup>1</sup>, A.L. Pérez<sup>1</sup>, M.I. Suero<sup>1</sup> F. Naranjo<sup>1</sup> y P.J. Pardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física. Universidad de Extremadura, 06071 Badajoz [mmarbor@unex.es](mailto:mmarbor@unex.es)

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería de Sistemas Informáticos y Telemáticos. Universidad de Extremadura.

### **Introducción**

Se ha llevado a cabo un proyecto de innovación docente, con el fin de facilitar a los alumnos la preparación previa a la realización de las prácticas de laboratorio, o la sustitución de las mismas en plataformas de aprendizaje virtual de e-learning y m-learning utilizando para ello las facilidades proporcionadas por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) [1]. En concreto, se ha desarrollado material audiovisual en diversos formatos que se han implementado en una página web para cubrir los contenidos necesarios para el estudio y la preparación práctica de los sistemas de “Comunicaciones Ópticas”. Este laboratorio virtual permite el seguimiento de las prácticas a realizar mediante una secuenciación de las mismas a través de imágenes, videos, tablas y resultados necesarios para la correcta comprensión de los contenidos tratados en el laboratorio. De este modo, se puede visualizar como realizar cada una de las experiencias complementando el material tradicional de los guiones de prácticas.

Todos los vídeos didácticos elaborados sobre Comunicaciones Ópticas, (un total de 37), se encuentran disponibles en la página web de nuestro grupo de investigación [2]. Los vídeos han sido realizados y diseñados de acuerdo a una estructura común: Se inician con el título de la práctica y una pequeña introducción para recordar al estudiante los conceptos básicos teóricos relacionados con la experiencia que va a ver. Se indican los objetivos planteados y se muestra el material a utilizar, se realiza la experiencia y se hace especial hincapié en los pasos a seguir para llevarla a cabo. Para finalizar, se ha organizado una secuencia visual de cómo se deben analizar y presentar los datos obtenidos. Es decir, en este material se integra la visualización de la parte experimental de las prácticas y muestra al alumnado la ejecución del procedimiento experimental.

### **Diseño de la Experiencia**

Se ha desarrollado la investigación siguiendo un diseño cuasi-experimental con post-test y grupo de control. El objetivo ha sido obtener datos para llevar a cabo un estudio cuantitativo comparativo de la cantidad de aprendizaje alcanzado por los alumnos que han utilizado los videos didácticos para el desarrollo de las prácticas de laboratorio a través de la plataforma virtual Moodle, frente a la cantidad de aprendizaje alcanzado por los alumnos que usan el laboratorio tradicional.

La investigación se ha llevado a cabo con nuestros alumnos de la Universidad de Extremadura. En concreto, con 92 alumnos tanto de la Escuela de Ingenierías Industriales como de la Facultad de Ciencias y de diversos Másteres de postgrado durante de los cursos académicos 2008/09, 2009/10 y 2010/2011.

Los 92 alumnos de las titulaciones señaladas anteriormente, y con los cuales se ha realizado esta fase de la investigación, estuvieron distribuidos en diferentes grupos:

- Grupo de Control (G.C.): Constituido por 22 alumnos. Este grupo ha utilizado para el desarrollo de las prácticas de optoelectrónica el laboratorio real.



- Grupo Experimental: Este grupo ha realizado las prácticas de laboratorio a través del curso virtual y ha estado dividido en: Un Grupo Experimental 1 (G.E.1): Compuesto por 24 alumnos durante el curso 2009/10. Y un Grupo Experimental 2 (G.E.2): Compuesto por 25 alumnos durante el curso 2010/2011.

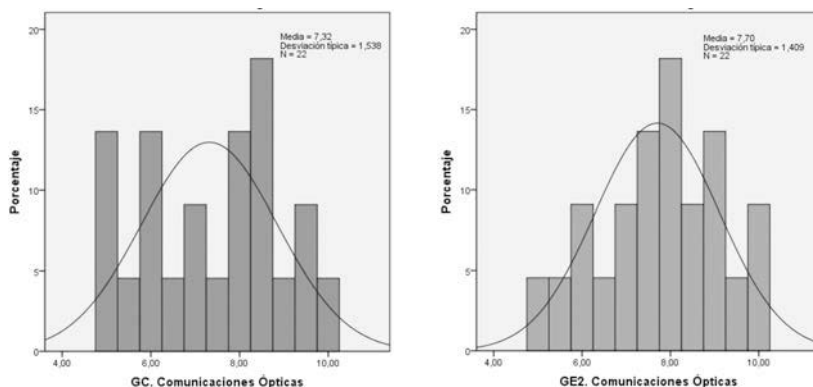


Figura 1. Histogramas del porcentaje de las calificaciones obtenidas y curva gaussiana superpuesta para el Grupo de Control (izquierda) y grupo experimental 2 (derecha).

## Resultados

En ANOVA realizado con los datos recopilados en los test y cuestionarios utilizados como instrumentos de evaluación, nos ha permitido afirmar con un 95% de confianza, que la diferencia en las calificaciones promedio encontradas entre los tres grupos no es significativa al p-valor de referencia de 0,05. Este resultado nos ha permitido afirmar que los videos didácticos sobre las comunicaciones ópticas han facilitado al alumno aprender los contenidos de prácticas del mismo modo que lo harían si utilizasen el equipo real del laboratorio. Es decir, los alumnos que utilizan los laboratorios de prácticas virtuales con videos didácticos como herramientas base de los mismos, tienen en promedio, el mismo aprendizaje que si utilizasen el laboratorio real. Este resultado tiene sobre todo cierta relevancia en procesos de enseñanza e-learning, pues permite implementar en estas plataformas de aprendizaje un equivalente al laboratorio tradicional que proporcione al alumno los mismos contenidos de prácticas sin que el estudiante “pierda nada” en su aprendizaje. Cabe concluir, tras este análisis, que el valor educativo de los videos didácticos desarrollados es elevado, quedando validada la eficacia didáctica de los mismos.

Agradecimientos: A la Vicepresidencia Segunda y Consejería de Economía, Comercio e Innovación de la Junta de Extremadura y al Fondo Europeo de Desarrollo Regional por la ayuda GR10102.

## REFERENCIAS

1. Franco, A. *International Journal of Computers*, **3**, 259-268. (2008)
2. <http://grupoorion.unex.es>

## Distintos mecanismos para la tutorización de asignaturas en extinción

A. Marrero-Díaz, A. Tejera, H. Alonso, M. Pacheco

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; amarrero@dfis.ulpgc.es.

### Introducción

Por diversos motivos, un importante número de alumnos que llegan a los primeros cursos universitarios de carreras de ciencias e ingeniería encuentran dificultades para el seguimiento de las materias básicas con contenidos de Matemáticas o Física. A esto hay que añadir que en poco más de 10 años ha habido dos cambios de planes en la Universidad Española. Cuando la extinción del plan se hace curso a curso, como son los casos que vamos a analizar, los alumnos con asignaturas sin superar del curso extinguido (asignaturas en extinción) tienen un determinado número de años para poder presentarse a los exámenes de convocatoria de estas asignaturas, pero ya sin recibir docencia de las mismas. En el caso de la Física esto suele ocurrir con alumnos que no la han cursado en estudios previo o que vienen con un nivel muy bajo de Física y/o Matemáticas, de forma que necesitan más de un curso para superarla y la situación de extinción no ayuda a resolver el problema. En este trabajo exponemos los mecanismos que hemos arbitrado para intentar minimizar este problema a los alumnos que cursaban asignaturas de Física durante las dos extinciones que ha habido en los últimos 10 años en los estudios de Ingeniería Técnica Industrial en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).

### Cambio de Planes de Estudio

- a) Del Plan 71 al Plan 2000: En la ULPGC la Ingeniería Técnica Industrial cambió en el curso 2001-2002 del Plan 71 al Plan 2000. El plan del 2000, aunque no implicó un cambio en la denominación de la titulación ni en las competencias profesionales de los titulados, significó un paso de 4 a 3 años en la duración total de la Ingeniería Técnica. Este cambio se hizo curso a curso, con un periodo de tres años de exámenes para la realización de convocatorias de asignaturas en extinción. En el Plan del 71 se daban 180 horas de Física, en una asignatura anual y con un alto nivel de exigencia. Esta asignatura era común para las 5 especialidades de Ingeniería Técnica Industrial. En el último curso en el que se impartió la asignatura (2000-2001) había 426 alumnos matriculados, de los cuáles aprobaron 73 alumnos, con un alto porcentaje de alumnos no presentados (75% de los matriculados), de forma que aprobaron un 68% de los presentados. Esta situación habitual en las asignaturas de primero, era especialmente preocupante por ser el año previo a la extinción. En el siguiente curso, 2001-2002, con la asignatura ya en extinción, había 118 alumnos matriculados, por tanto había 235 alumnos que se tendrían que haber cambiado de plan o haber abandonado. Ante esta preocupante situación los profesores de la asignatura planifican diferentes mecanismos de tutorización para ayudar a los alumnos al seguimiento y superación de la asignatura (ver tabla 1).

- b) Del Plan 2000 al Plan 2010: Este cambio de gran calado conlleva la adaptación de las titulaciones existentes hasta el año 2010 al Espacio Europeo de Educación Superior, y con una ordenación de la enseñanza universitaria diferente: grado y posgrado. De esa forma que dejan de existir las Licenciaturas, Ingenierías e Ingenierías Técnicas. Esta transformación también se está haciendo curso a curso, aunque con un periodo de dos años de exámenes para la realización de convocatorias de asignaturas en extinción. En el Plan del 2000 se especializó tanto la docencia que cada especialidad de la Ingeniería Técnica Industrial se impartía como titulación distinta desde el primer curso. Por ello los mecanismos de tutorización propuestos se han planteado en la extinción de la Especialidades de Electricidad y Electrónica Industrial de la Ingeniería Técnica Industrial y en una de las asignaturas cuatrimestrales en las que se dividió la materia de Física en el plan 2000: Física I. Al contrario de lo ocurrido en el anterior cambio de plan, el porcentaje de abandono o cambio de plan fue muy pequeño, y desde la ULPGC se ha contemplado la tutorización de estas asignaturas en la carga docente del profesorado por lo que los centros han fijado fechas y lugares para llevarla cabo.

### Mecanismos de tutorización planificados y resultados:

En la tabla adjunta se sintetizan los diferentes mecanismos utilizados durante los diferentes años en los que la Física ha estado en extinción y los resultados:

Cursos	Mecanismo	Nº Matric.	Nº. Tutor.	% aprob.	% No pres.
2 0 0 1 - 2002	Entrega y defensa individual de trabajos por bloque temático una vez aprobado el anterior	118	8	20	70
2 0 0 2 - 2003	Ex. Parcial por bloque (sacando nota mínima para seguir)	50	30	52	40
2 0 0 3 - 2004	Idem	20	6	25	65
2 0 1 0 - 2011	Tutorización quincenal	112	2	2	75

*Tabla 1. Tabla resumen de los mecanismos de tutorización y resultados*

Estos resultados son coherentes con el hecho de que es en el segundo año de extinción donde los alumnos se dedican más en serio a las asignaturas (menor porcentaje de no presentados). Por otro lado, los alumnos que siguieron la tutorización, independientemente del mecanismo, aprobaron la asignatura. Cabe destacar que tienen mejores resultados y mayor seguimiento aquellos mecanismos que obligan al alumno a la realización de pruebas o entregas intermedias, poniéndoles condiciones mínimas para seguir en la tutorización.

# El Aula de la Universidad de Valencia: iniciativas y reflexiones

Ch. Ferrer-Roca<sup>1,3</sup>, A. Pons-Martí<sup>2,3</sup>, Miguel V. Andrés<sup>1,3</sup>


<sup>1</sup> Departamento de Física Aplicada y Electromagnetismo, Universidad de Valencia; [chantal.ferrer@uv.es](mailto:chantal.ferrer@uv.es); [miguel.andres@uv.es](mailto:miguel.andres@uv.es)


<sup>2</sup> Departamento de Óptica, Universidad de Valencia; [amparo.pons-marti@uv.es](mailto:amparo.pons-marti@uv.es)

<sup>3</sup> Grupo de Trabajo de Física Arquímedes

La creciente importancia de la ciencia y la tecnología en nuestras vidas y en el desarrollo económico contrasta con el escaso interés de la sociedad por una comprensión de sus contenidos y con un escasísimo número de vocaciones científico-tecnológicas entre los jóvenes, precisamente cuando la industria de alta tecnología se confirma como la única que resiste los envites de la crisis económica. Este hecho está teniendo lugar en un periodo de cambios curriculares en el que, por un lado, los contenidos se han fragmentado y, por otro, existe una predilección por privilegiar lo que se percibe como inmediatamente útil, en la creencia de que proporciona al alumnado las competencias que el mundo laboral y la sociedad esperan.

Simultáneamente, en las titulaciones universitarias de ciencia y tecnología se detecta desde hace tiempo un desajuste entre el bagaje y capacidades de los estudiantes de entrada y los objetivos de los estudios. Las carencias son especialmente graves en los aspectos experimentales, ya que se ha verificado que raramente se utiliza el laboratorio en la enseñanza de la física. Esta situación provoca una ruptura en la relación que debe existir entre las observaciones de los fenómenos y los modelos que los explican, impidiendo la interiorización del método científico y de la idea de que la realidad puede ser racionalizada. De hecho, la incapacidad de explicar en términos sencillos los fenómenos que se observan y de justificar o argumentar se constituye en uno de los problemas más graves, no sólo en física y en ciencia, sino en todas las áreas de conocimiento en general.

Desde la Facultad de Física, y más concretamente, desde el Grupo de Trabajo de Física Arquímedes se ha intentado dar respuesta a esta situación mediante la puesta en marcha de una serie de iniciativas que se aglutinan alrededor del Aula  [1,2]. Los diferentes proyectos que se han desarrollado inciden especialmente en los aspectos experimentales y su relación con los modelos teóricos, y también en las aplicaciones tecnológicas estrechamente relacionadas con conceptos y principios físicos. La constitución en 1999 de este grupo mixto (universidad-secundaria) de trabajo de física Arquímedes se produjo, de hecho, como consecuencia de una percepción crítica de la situación descrita.

De todas las iniciativas puestas en marcha, la *Feria-Concurso  de demostraciones y experimentos de Física y Tecnología*, cuya VI edición se celebró el 3 de abril de 2011, incide especialmente en los problemas descritos, ya que se privilegia la comprensión y capacidad de explicación por parte de los participantes [2]. Surgida en 2005 con el objetivo de involucrar a los estudiantes de enseñanza secundaria de una manera activa en el Año Mundial de la Física, es la única iniciativa de estas características que existe en la Comunidad Valenciana, y en ella se exponen cada año más de 50

proyectos de física y tecnología presentados por grupos de estudiantes de Enseñanza Media con sus profesores tutores.

Los participantes tienen que presentar un trabajo experimental o aplicado en el que se ponga de manifiesto algún principio físico. El día de la feria, abierta al público en general, los concursantes seleccionados exponen sus trabajos y deben explicarlos a los visitantes, y también a un jurado constituido por profesores de la Universitat de València y de centros de secundaria. Un objetivo importante del concurso es estimular y favorecer la capacidad de comprensión y claridad de explicación de los concursantes, por lo que éste es un aspecto muy



valorado por el jurado. Durante la feria, el entusiasmo y dedicación divulgadora de los participantes hacen que esta jornada lúdica sea también formativa: los estudiantes descubren, a veces por primera vez, que son capaces de explicar a otros su trabajo.

Los estudiantes generalmente desarrollan los proyectos de física fuera del horario habitual de las clases, por lo que el esfuerzo adicional es mayor. Se detecta una predilección por las demostraciones cualitativas, frente a los experimentos cuantitativos o aquellos que permiten realizar predicciones. Esto sucede incluso entre estudiantes de bachillerato, para los que se podría esperar mayor familiaridad con los aspectos experimentales. Las demostraciones cualitativas, pese a excluir la cuantificación, generalmente permiten observaciones sobre qué sucede al aumentar o disminuir alguna variable. Sin embargo, los estudiantes no suelen realizar comentarios de este tipo. En cuanto a los proyectos de tecnología, se suelen llevar a cabo en el horario docente habitual de esta asignatura; generalmente tienen una apariencia más acabada y algunas propuestas exhiben un cierto grado de sofisticación. Los estudiantes suelen recordar el procedimiento manual del montaje, sin embargo muestran una escasa capacidad de explicación de los conceptos básicos relacionados con su proyecto (por ejemplo, qué hace una célula fotoeléctrica, corriente de un circuito, etc.), y raramente son capaces de realizar estimaciones sencillas de órdenes de magnitud de las variables involucradas. Es posible que la docencia de esta asignatura no se esté planteando como algo prioritario la necesidad de comprender, aunque sea a nivel elemental, los fundamentos que sustentan cada proyecto.

Consideramos necesaria una reflexión al respecto: quizá la solución de los problemas inmediatos y de nuestro futuro científico-tecnológico pase por una concepción más integradora del conocimiento y de una docencia y aprendizaje con miras más amplias, en contenidos y herramientas docentes.

1. Ch. Ferrer-Roca, A. Pons-Martí y Miguel V. Andrés. Comunicación a la XXXIII Reunión Bienal de la RSEF – Santander 2011 (Divulgación de la Física).
2. <http://www.uv.es/portasec/Fisica/index.html>, <http://www.uv.es/fisica>

## El frasco de Mariotte: ese gran desconocido

A. Beléndez<sup>1</sup>, M. Ortuño<sup>1</sup>, A. Márquez<sup>1</sup>, T. Beléndez<sup>1</sup>, S. Gallego<sup>1</sup>, E. Arribas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal, Universidad de Alicante; a.belendez@ua.es.

<sup>2</sup>Departamento de Física Aplicada, Escuela Superior de Ingeniería Informática de Albacete, Universidad de Castilla-La Mancha.

La mecánica de fluidos es uno de los temas que se incluyen en muchas asignaturas de Física de primer curso universitario. Después de presentar la *estática de fluidos*, se estudia la *dinámica de fluidos* con una introducción a los fluidos reales. En dinámica de fluidos una de las ecuaciones fundamentales es la de Bernoulli, según la cual “en un fluido incompresible y no viscoso en movimiento en régimen estacionario bajo la acción de la gravedad, la suma de las alturas geométrica, piezométrica y cinética es constante para los diversos puntos de una línea de corriente” [1]. Son varias las consecuencias y aplicaciones prácticas que se derivan de la ecuación de Bernoulli y que pueden encontrarse en muchos textos de Física General, siendo seguramente el vaciado de un depósito (ley de Torricelli) la más conocida y estudiada de todas ellas. Esto se debe a la fácil comprensión de la ley de Torricelli y a la posibilidad de que los estudiantes puedan experimentar fácilmente con una botella abierta llena de agua y con un pequeño orificio en su superficie lateral. Sin embargo, hay otro ejemplo sencillo que permite una comprensión más profunda que la ecuación de Bernoulli y que no suele incluirse en los textos de Física de primer curso: el frasco de Mariotte. No hemos encontrado referencias a este dispositivo en los textos clásicos americanos (Tipler, Serway, Young & Freeman, Gettys, Bueche, etc.), ni tampoco en libros clásicos españoles como el de Catalá, aunque sí aparece en algunos textos en español de principios del siglo XX (Fig. 1 (a)) [2] o en el “Física General” de Burbano [1].

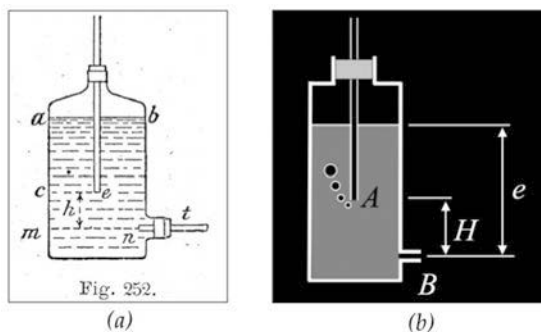


Figura 1. (a) Dibujo de un frasco de Mariotte de un libro de Física General de principios del siglo XX [2]. (b) Parámetros para estudiar la velocidad constante de vaciado en un frasco de Mariotte.

En el vaciado de un depósito abierto la velocidad de salida  $v$  por el orificio disminuye (y por tanto, también el alcance de la vena líquida fuera del recipiente), pues  $v$  depende de la altura  $h$  entre la superficie libre del líquido y la posición del orificio. Sin embargo, con el frasco de Mariotte se consigue una velocidad de salida constante de un líquido por un orificio, lo que se visualiza fácilmente de forma experimental al observar

que el alcance de la vena líquida permanece constante. El frasco de Mariotte se utilizaba frecuentemente en el siglo XIX en las lámparas de aceite para iluminación [3]. En este trabajo se reivindica el estudio del frasco de Mariotte en el tema de dinámica de fluidos, tanto por su rico contenido didáctico como por la facilidad de poder realizar una sencilla experiencia en el laboratorio o fuera de él. Incluso es posible realizar un video de la misma en la que se incluya más información [4]. Se utiliza un recipiente atravesado por un tubo abierto por ambos extremos (Fig. 1 (b)). El frasco está lleno de líquido hasta una altura  $e$  y cerrado mediante un tapón. El tubo atraviesa el tapón y tiene su extremo inferior  $A$  sumergido en el líquido contenido en el frasco. El líquido sale por un orificio  $B$  practicado en la pared lateral del recipiente, de modo que la altura entre el extremo inferior del tubo  $A$  y el orificio de salida  $B$  es  $H$ . La práctica muestra el comportamiento del líquido en varias situaciones (Fig. 2). Primero, se abre el orificio  $B$  y comienza a salir el líquido. El volumen de aire contenido en la parte superior del frasco aumenta, disminuyendo, por tanto, su presión. La diferencia entre la presión atmosférica y la presión en la parte superior del tubo hace que el líquido descienda más rápidamente por el interior del tubo hasta que el aire que baja por el tubo penetra en el líquido y asciende en forma de burbujas.

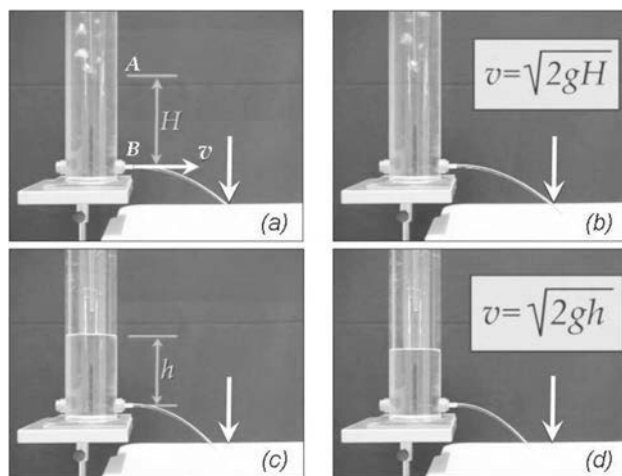


Figura 2. Diversos fotogramas del vídeo con la experiencia. En (a) y (b) el vaciado corresponde al Frasco de Mariotte y  $v$  es constante. En (c) y (d) se ha producido la transición a la ley de Torricelli y  $v$  disminuye. Las flechas indican el alcance de la vena líquida para el frasco de Mariotte.

Este trabajo ha sido financiado por el Vicerrectorado de Tecnología e Innovación Educativa de la Universidad de Alicante (GITE-09006-UA).

#### REFERENCIAS

1. Burbano, S., Burbano, E.; Gracia, C. (2003). Física General. Tébar (Madrid). Págs. 276 – 277.
2. Ganot, A., Maneuvrier, G. (1913). Tratado elemental de Física. Buret (París). Pág. 194.
3. Maroto, J. A., de Dios, J., de las Nieves, F. J., *American Journal of Physics*, **70**, 698 – 701 (2002).
4. [http://www.dfists.ua.es/experiencias\\_de\\_fisica/index15.html](http://www.dfists.ua.es/experiencias_de_fisica/index15.html)



## El Proyecto Singular Estratégico-ARFRISOL Subproyecto 9 Fase b (Módulos Educativos)

I. Guerra<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> C. Pérez de Landazábal<sup>2</sup> y F. García Pastor<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Física y Química, Real Instituto de Jovellanos, 33071 Gijón [ignaciogp@telecable.es](mailto:ignaciogp@telecable.es)

<sup>2</sup> Dpto. CENFA L. Torres Quevedo, CSIC, Madrid. [carmen.perez@uah.es](mailto:carmen.perez@uah.es)

<sup>3</sup> Dpto. Física y Química, Colegio San Juan Bautista, Madrid [fernandogpastor@gmail.com](mailto:fernandogpastor@gmail.com)

### Introducción

El Proyecto Singular Estratégico sobre Arquitectura Bioclimática y Frío Solar (en adelante PSE-ARFRISOL), Referencia PS-120000-2005-1, es un Proyecto científico-tecnológico singular de carácter estratégico aceptado por el Plan Nacional de I+D+I 2004-2007, cofinanciado con Fondos FEDER y subvencionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (antes MEC), tiene ámbito estatal y se está llevando a cabo desde el 1 de Mayo de 2005 hasta el 31 de Diciembre de 2012, bajo la responsabilidad y coordinación del CIEMAT, Organismo Público de Investigación y Desarrollo Tecnológico adscrito al MICINN. La Coordinadora General del PSE-ARFRISOL es la Dra. M<sup>a</sup> del Rosario Heras Celemín, Jefa de la Unidad de Investigación de Eficiencia Energética en Edificación, perteneciente a la División de Energías Renovables del CIEMAT.

### Objetivos

El objetivo principal del Proyecto es aportar soluciones para mejorar la utilización de los recursos y sistemas de generación de la energía, desarrollar fuentes energéticas alternativas y resolver los problemas de las empresas españolas en el ámbito de la energía y su repercusión en el medio ambiente. Así mismo, se propone lograr un cambio de mentalidad en la ciudadanía y en los jóvenes estudiantes respecto a la utilización racional de la energía y a su ahorro.

El PSE-ARFRISOL se justifica en base al crecimiento continuo de la demanda de energía en España, la carencia de fuentes energéticas a escala nacional y el incumplimiento de lo estipulado en el Protocolo de Kioto, lo que está obligando a buscar en las energías renovables y el ahorro energético la alternativa del futuro.

Uno de los sectores de mayor consumo energético se encuentra en la edificación y, más concretamente, en el sector residencial y servicios. Dicho sector puede mejorar considerablemente la eficiencia energética, sin detrimento alguno del confort, utilizando las técnicas pasivas (diseño energéticamente eficiente) y las activas (dispositivos tales como captadores solares, placas fotovoltaicas, máquinas de frío solar) basados en la energía solar. Es lo que se ha dado en llamar Arquitectura Bioclimática, parcialmente considerada en el Código Técnico de la Edificación, en vigor desde septiembre de 2007. En este sentido, el PSE-ARFRISOL se propone demostrar que es posible reducir el consumo de un edificio convencional un 50% - 60% sólo en el diseño, y un 30% - 40% con los dispositivos activos, por lo que el uso de energías convencionales no superará el 10% - 20%, pudiendo obtenerse de otras fuentes renovables como la biomasa, sin consumir ningún tipo de fuente de energía fósil o no renovable, y con una disminución esencial en las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Para ello se han construido 5 edificios singulares de demostración en 5 emplazamientos con clima diferente: Asturias, Madrid, Soria y 2 en Andalucía (Almería).



## El Proyecto Educativo ARFRISOL

El PSE-ARFRISOL está estructurado en 11 subproyectos. El SP9 Fase b se dedica a la elaboración de un Proyecto Educativo encuadrado dentro de los Currículos correspondientes, cuyo objetivo específico es concienciar a los jóvenes para que vayan adquiriendo progresivamente una verdadera educación energética que influya de manera determinante en sus hábitos de consumo, inhibiendo el derroche actual e induciendo al ahorro. Para ello, se ha firmado un convenio de colaboración entre la Real Sociedad Española de Física (RSEF) y el CIEMAT, por el cual un Grupo de Profesores en activo de la RSEF, de los distintos niveles educativos, están elaborando Unidades Didácticas imbricadas en los Decretos de Enseñanzas Mínimas y adaptadas específicamente para: Educación Infantil, Educación Primaria, ESO y Bachillerato.

Las Unidades Didácticas están planteadas como programas-guía de actividades teórico-prácticos complementados con el material oportuno (Guía Didáctica, Presentaciones Multimedia, equipo experimental, láminas, etc.) e incorporan, los principios científicos que subyacen en el aprovechamiento energético en las edificaciones, dentro del marco del proyecto Arfrisol. Se han diseñado también dos maquetas para exposiciones que muestran los dispositivos de captación térmica, fotovoltaica y de frío solar.

En una primera fase Piloto, las Unidades Didácticas se han validado en Centros de las CCAA involucradas en el Proyecto, para posteriormente proceder a su redacción definitiva y su difusión a los demás centros del Estado. Las UD's de E. Infantil y E. Primaria se han probado en 25 Centros, afectando a un total de 447 alumnos; las de ESO (1º-3º C. Naturaleza y Física y Química, 3º Tecnologías, 4º Física y Química, 4º Tecnología) y Bachillerato (1º Ciencias para el Mundo Contemporáneo) en 41 Centros, con un total de 898 alumnos. Las siete Unidades Didácticas están ya finalizadas.

Esta tarea se complementa con Cursos de Formación, que se organizan con la colaboración de los Centros de Profesores y son impartidos por los profesores, investigadores y profesionales adscritos al Subproyecto 9b. Estos Cursos están dirigidos a los profesores de las CCAA participantes en el PSE-ARFRISOL, quienes, en última instancia, son los que han de propiciar con su labor en las aulas el Cambio de Mentalidad que el PSE-ARFRISOL se propone en las enseñanzas regladas.

Así mismo, se están incorporando materiales a la página Web del Proyecto: <http://www.arfrisol.es/ARFRISOLportal/>

## Agradecimientos

Se agradece a todos los miembros del Consorcio del PSE-ARFRISOL su colaboración. En particular, a todos los profesores del Grupo RSEF-ARFRISOL.

## El uso de la Vee epistemológica en la resolución de problemas de Física

J. Gil, F. Solano

Departamento de Física Aplicada, Universidad de Extremadura; [juliagil@unex.es](mailto:juliagil@unex.es); [psolano@unex.es](mailto:psolano@unex.es)

El diagrama de la Vee de Gowin se basa en un estudio epistemológico de un acontecimiento, y constituye un método simple y flexible para ayudar a estudiantes y docentes a captar la estructura del conocimiento y el modo como éste se produce<sup>1</sup>. Se trata de un diagrama en forma de V, en el que se representa de manera visual la estructura del conocimiento<sup>2</sup>.

Gowin<sup>3</sup> la propone como una herramienta para ser empleada al analizar críticamente un trabajo de investigación, entender un experimento en el laboratorio, en una enseñanza dirigida a promover un aprendizaje significativo, así como “extraer o desempaquetar” el conocimiento de tal forma que pueda ser utilizado en la resolución de problemas<sup>4</sup>.

En este trabajo se presentan los resultados de una experiencia de aula del uso de la Vee de Gowin como una herramienta útil para el análisis epistemológico del enunciado de problemas en Física. En ella han participado 40 alumnos del primer curso del Grado en Ingenierías de la Universidad de Extremadura durante el segundo semestre del curso 2010/2011. Por análisis epistemológico se va entender el examen de interrelación entre el dominio conceptual y el dominio metodológico implícito en un problema<sup>5</sup>.

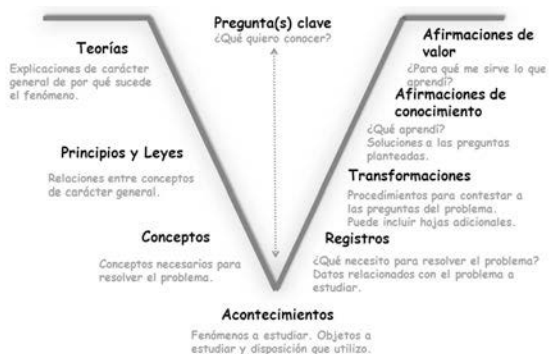


Figura 1. La Vee epistemológica simplificada para ilustrar los elementos conceptuales y metodológicos que interactúan en un problema.

En la figura 1, dirigida a los alumnos, aparece la definición de los elementos básicos de una V simplificada aplicada a la resolución de problemas. En la base de la V se ubican los acontecimientos sobre los cuales se formulan preguntas claves. Allí es donde se inicia la producción y creación del conocimiento. Mientras el lado izquierdo se refiere al aspecto conceptual de la producción de conocimiento, el lado derecho se relaciona con los elementos metodológicos de esa producción de conocimientos.

Después de analizar en la bibliografía cuatro propuestas<sup>5</sup> sobre la interrelación y secuenciación de los elementos que componen la Vee, se decidió utilizar en la resolución de problemas en el aula la secuencia que aparece ejemplificada en la figura 2. Aunque esta fue la propuesta del profesor, se animó a los alumnos a que fueran críticos con esta elección y utilizaran los distintos apartados en el orden que creyeran más oportuno, pero siempre utilizando la Vee de Gowin como herramienta de trabajo. Al finalizar el curso se aplicó un cuestionario de opinión para conocer las facilidades o dificultades de los alumnos al utilizar la Vee, lo que permitió conocer, además, la utilidad o no de ésta técnica como apoyo en la resolución de problemas de Física.

Es difícil que los estudiantes acepten cambiar de métodos de estudio o la manera de aprender ya que están acostumbrados a una enseñanza centrada en el profesor y aprender a usar una herramienta metacognitiva no fue al inicio aceptada por el tiempo que creen que tienen que dedicar a entenderla para poder implementarla. Sin embargo al final de la experiencia un 88% de los alumnos piensa que esta metodología de trabajo le ayuda a entender mejor la resolución de los problemas y un 93% opina que además les permite integrar la teoría con la práctica y consideran que esta herramienta de forma global les ha sido útil (80%) o muy útil (12,50%) para resolver problemas de Física.

Por un lado, de la evaluación de las V realizadas por los alumnos se observa que su grado de implicación en la metodología ha sido alto en general y de hecho el 25% de los alumnos han elegido como 2º paso el apartado de conceptos, que en principio les parecía un elemento inútil. Por otro lado, sólo el 25% ha seguido la secuenciación propuesta por el profesor y más de un 45 % han preferido realizar 1º los apartados correspondientes a la parte conceptual y después los de la parte metodológica, sin interrelacionar ambos dominios que era uno de los objetivos. Debemos destacar que un 7% de los alumnos han elegido los registros como 2º paso, después del enunciado, esto concuerda con que ellos están acostumbrados a tomar los datos como punto de partida, lo que induce a un tratamiento puramente operativo que lleva sólo a relacionar los datos, las incógnitas y las ecuaciones.

Los resultados indican que tener una herramienta que ayude a resolver un problema ha conseguido elevar la autoestima en los alumnos, y de esta forma un cambio de actitud positiva hacia esta tarea.

#### REFERENCIAS

1. Gowin, B., Alvarez, Marino C. (2005). The Art of Educating with V Diagrams. Cambridge University Press.
2. González, F. M. (2008). El Mapa Conceptual y el Diagrama V. Recursos para la Enseñanza del siglo XXI. Narcea
3. GOWIN, D.B. (1981). Educating. Ithaca, N.Y., Cornell University Press.
4. Moreira M. A. (1990). Aspectos metodológicos y referenciales teóricos a la luz de la Ve de Gowin. Editora Pedagógica Universitaria.
5. Escudero, C. y Moreira, M. A., *Enseñanza de las Ciencias*, **17**(1), 61 – 68 (1999)

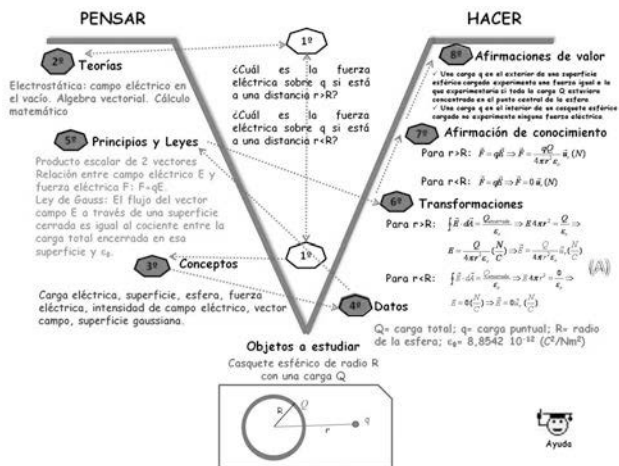


Figura 2. Propuesta de secuenciación de la V de Gowin para resolver un problema sobre contenidos de campo electrostático.

## Enfoque reflexivo en la formación inicial del profesorado de física de enseñanza secundaria

A. Pontes<sup>1</sup>; J.M<sup>a</sup> Oliva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física Aplicada, Universidad de Córdoba; [apontes@uco.es](mailto:apontes@uco.es).

<sup>2</sup>Departamento de Didáctica, Universidad de Cádiz; [josemaria.oliva@uca.es](mailto:josemaria.oliva@uca.es).

Desde hace algún tiempo estamos realizando un proyecto de trabajo, orientado a la mejora de la formación didáctica de profesores de Física y Química de enseñanza secundaria, que se desarrolla, en el marco de las materias del módulo específico del Máster de Profesorado de Secundaria. En este trabajo vamos a exponer los aspectos metodológicos básicos, mostrando algunos ejemplos de las actividades que se realizan en el aula y avanzando algunos resultados que se expondrán con mayor detalle posteriormente. En este caso concreto, las actividades que se van a exponer se relacionan con el uso de simulaciones de fenómenos físicos por ordenador, concebidas como instrumento de cambio conceptual<sup>[1,2]</sup>.

El proyecto de trabajo se fundamenta en un enfoque constructivista de la educación científica y de la formación del profesorado, que persigue favorecer la reflexión individual, el trabajo en grupo, la interacción social en el aula y el debate colectivo, como instrumentos necesarios para la transferencia y la construcción de ideas sobre la complejidad de la profesión docente en la educación científica contemporánea<sup>[3]</sup>. Los problemas que son objeto de estudio en este proyecto abarcan un amplio número de temas, relacionados con los principales contenidos de las materias del módulo específico del máster de profesorado de Física y Química: el interés por la docencia, el perfil profesional del profesorado, el desarrollo de competencias docentes, la visión de la educación secundaria actual, la interpretación de los procesos de aprendizaje de la ciencia (las ideas de los alumnos, los errores conceptuales,...), el uso de estrategias innovadoras y métodos activos para la educación científica (resolución de problemas, los trabajos prácticos de laboratorio, los mapas conceptuales,...), el papel de los nuevos recursos educativos (sobre todo Internet y las simulaciones por ordenador), la evaluación del aprendizaje, la iniciación a la investigación educativa, etc.

El principal instrumento didáctico del proyecto es el programa-guía de actividades de aula, integrado por un conjunto de cuestiones y problemas que se proporcionan al alumnado al inicio de una sesión y que están relacionadas con los temas a tratar en cada bloque de contenidos de las diferentes materias. Algunas de las actividades se realizan de modo individual, para fomentar la reflexión personal, pero la mayoría de las tareas se realizan en pequeños grupos, realizando después una síntesis o debate general a nivel de gran grupo. En muchas ocasiones suelen intervenir en público algunos alumnos para exponer ante el resto de la clase las opiniones de su grupo de trabajo, utilizando diversos recursos docentes como pueden ser la pizarra, las transparencias o las presentaciones por ordenador. En el desarrollo del programa-guía de actividades de cada sesión se manejan también documentos escritos y audiovisuales, elaborados o seleccionados por el profesor, que se ponen a disposición del alumnado a través del aula virtual de cada materia.

A modo de ejemplo se exponen a continuación algunos ejemplos de actividades utilizadas en una sesión de clases de la asignatura *Innovación Docente e Investigación Educativa* (IDIE) del módulo específico de Física y Química, en el máster de profes-

rado en la Universidad de Córdoba. En dicha sesión se aborda el papel de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, prestando especial atención a las simulaciones por ordenador, en el aprendizaje significativo de conceptos científicos y en la superación de ideas previas erróneas<sup>[4]</sup>. El ejemplo se refiere al dominio de los circuitos eléctricos que es un tema donde los alumnos de todas las edades y también los profesores de ciencias físico-químicas en formación inicial presentan numerosas concepciones alternativas que son difíciles de cambiar a través de la enseñanza habitual<sup>[5]</sup>. Las actividades diseñadas se han de realizar en un aula de ordenadores con ayuda del programa de simulación *OHMZONE*, que es un software gratuito y fácil de usar, disponible en Internet <sup>[6]</sup>.

#### A7. Circuito de tres lámparas en montaje mixto1

A7.1. Tres lámparas iguales (de resistencia  $R = 10 \text{ ohmios}$ ) se conectan según el montaje mixto (de la figura) a una pila de  $V_0 = 10 \text{ V}$ . Las bombillas B2 y B3 están en paralelo y este conjunto está conectado en serie con la bombilla B1 y con la Pila. Predecir si brillarán igual las tres:

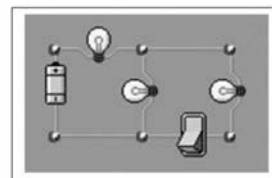
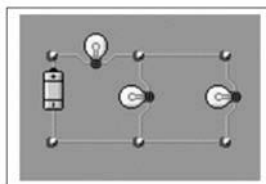
Si \_\_\_ No \_\_\_

A7.2. Si coloca un voltímetro entre los bornes de la primera bombilla y después en las otras lámparas ¿marcará el mismo voltaje en los tres casos? Si \_\_\_ No \_\_\_

A7.3. Si se coloca un interruptor (cerrado) en la posición que muestra la figura adjunta predecir si experimenta algún cambio el brillo de las lámparas al abrir el interruptor. Si \_\_\_ No \_\_\_

A7.3. Predecir el valor de las magnitudes del circuito cuando está el interruptor cerrado:

- Resistencia equivalente:  $R_e =$
- Voltaje o diferencia de potencial en cada bombilla:  $V_1 =$  ;  $V_2 =$  ;  $V_3 =$
- Intensidad de corriente que circula por cada lámpara:  $I_1 =$  ;  $I_2 =$  ;  $I_3 =$
- Potencia transmitida por el generador a cada bombilla:  $P_1 =$  ;  $P_2 =$  ;  $P_3 =$



Este método de trabajo lo hemos puesto en práctica, desde hace tiempo, en los cursos de formación inicial del profesorado de Física y Química, encontrando una buena acogida por parte del alumnado <sup>[3]</sup> y observando que favorece aspectos esenciales del enfoque educativo constructivista, como son la reflexión, la explicitación de ideas, la interacción social y el trabajo en grupo. En un trabajo posterior más amplio se expondrán los resultados del estudio sobre la influencia de estas actividades en el proceso de cambio conceptual y metodológico de los profesores en formación.

#### REFERENCIAS

- [1] Tao, P.K. & Gunstone, R.F. (1999). *J.Res.Science Teaching*, 36 (7), 859-882.
- [2] Pontes, A. (2001). *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 29, pp. 84-94.
- [3] Oliva, A. (2008). Formación inicial en didáctica de las ciencias del profesorado de secundaria: análisis de caso. *XXIII Encuentros en Didáctica de CC.EE*. Almería.
- [4] Pontes, A. (2007). *Experiencia innovadoras en el uso de las NTIC*. Vigo: Educación Editora
- [5] Pontes, A. y Pro, A. (2001). *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), pp.103-122.
- [6] Ohm Zone (2011): <http://www.article19.com/shockwave/oz.htm>

## Enseñanza por compañeros en el laboratorio de Física

C. Prieto<sup>1</sup>, J.C. Lozano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física Fundamental, Universidad de Salamanca; [cprieto@usal.es](mailto:cprieto@usal.es).

<sup>2</sup>Departamento de Física Fundamental, Universidad de Salamanca; [jl390@usal.es](mailto:jl390@usal.es).

### Introducción.

El trabajo de laboratorio constituye una parte fundamental en la formación de un estudiante de Física. Mediante el trabajo experimental el alumno percibe la importancia del método científico, adquiere destrezas en el uso de técnicas experimentales y en el análisis y tratamiento de datos para obtener resultados significativos. El proceso conjunto de observación de fenómenos, obtención y análisis de medidas y desarrollo de modelos, tanto cuantitativos como cualitativos, que expliquen las observaciones, da al estudiante una oportunidad única para relacionar experiencias concretas con teorías científicas.

En consonancia con el paradigma educativo del EEES, el laboratorio es un escenario ideal para desarrollar el aprendizaje activo en un entorno colaborativo entre compañeros. Sin embargo, a menudo el interés del laboratorio como herramienta pedagógica se ve mermado al limitarse la realización de las prácticas a seguir un guión, obteniendo datos y manipulándolos, pero sin conseguir el aprovechamiento conceptual esperado.

Con objeto de potenciar el aprendizaje en el laboratorio se ha llevado a cabo una experiencia de trabajo cooperativo cuya metodología puede considerarse como de Enseñanza entre compañeros (*Peer Instruction*) [1]. Mediante distintas actividades se aumenta el protagonismo del alumno, que se involucra especialmente en una práctica concreta, en cuyo conocimiento profundiza hasta el punto de poder tutorizar a sus compañeros en la realización de la misma.

### Descripción de la experiencia.

La experiencia se ha aplicado a estudiantes de primer curso del Grado en Biología y del Grado en Biotecnología. En los dos casos Física es una asignatura básica, de 6 créditos ECTS, con 1,5 prácticos. El número de alumnos es superior a 120 en Biología y son 40 en Biotecnología. Por ello, mientras que se ha considerado una actividad obligatoria para los segundos, se ha dejado como una actividad voluntaria para los biólogos. En ambos casos se trata de una tarea evaluable, asignándole un máximo del 15% en la nota final. Para muchos de estos estudiantes es la primera aproximación a un laboratorio de Física.

En el laboratorio se disponen 5 experiencias diferentes, cada una con dos puestos de trabajo, y elegidas para ilustrar conceptos importantes presentados en las clases teóricas. Tradicionalmente cada práctica es realizada por el grupo en una sesión de 3 horas, durante las cuales, siguiendo un guión, se obtienen y analizan datos y se establecen relaciones entre los mismos. Posteriormente los estudiantes elaboran un informe sobre sus actividades y resultados. Durante todo el proceso se dispone de la ayuda y orientación del profesor.

En esta experiencia educativa cada grupo de estudiantes se especializa en una práctica determinada (asignada por el profesor) dedicando a su conocimiento profundo dos o tres sesiones de 3 horas. Se pretende que la realización de dicha práctica sea muy

detallada en todos los aspectos: aproximación profunda al concepto que motiva la experiencia, el funcionamiento y fundamento de los aparatos utilizados, una obtención cuidadosa de datos, aplicación rigurosa de la teoría de la medida y modelización de los resultados. En consecuencia el estudiante se convierte en “experto” en esa práctica, hasta el punto de ser capaz de tutorizar a sus compañeros de curso cuando realicen esa misma práctica.

Además, se pide a cada grupo de “expertos” que elabore una presentación informática multimedia (para ayuda de sus compañeros) en que de manera pedagógica se traten los distintos aspectos de la práctica. Los profesores asesoran sobre la estructura a seguir, que en el caso más general será:

- Descripción global de la experiencia y conceptos involucrados.
- Diseño de un test, para ser realizado antes de la práctica, sobre distintos aspectos del fundamento, intuiciones sobre los fenómenos implicados o previsión de resultados.
- Descripción y manejo del instrumental.
- Proceso experimental.
- Obtención y análisis de datos.
- Modelización de los resultados.
- Aplicación del concepto en que se basa la práctica en el ámbito de la biología.
- Diseño de un test, para ser realizado después de la práctica, que permita valorar el grado de madurez adquirido en la misma.

### Resultados de la experiencia.

Consideramos que los resultados pedagógicos han sido positivos. Al verse involucrado en la formación de sus compañeros, ha aumentado la motivación y el interés del estudiante por el trabajo bien hecho. Además la igualdad de nivel entre compañeros y el grado de confianza fomenta más discusiones entre los componentes del grupo sobre los distintos aspectos de la práctica.

Aunque se propuso el trabajo a principio de curso y se planificó un calendario de actividades estructurado, en algunos casos la calidad del material multimedia generado ha sido menor de lo esperado, posiblemente por ser elaborado con prisas y a última hora.

Este tipo de actividades incrementa la dedicación del profesor, al ser necesarias más sesiones de tutorías, por una parte para la formación de los “expertos” y por otra supervisando la autorización que realizan del resto de los compañeros. Sin embargo pensamos que una formación sólida en la metodología experimental es fundamental para el futuro del alumno, tanto en sus estudios como en el desarrollo de su trabajo profesional futuro, y lo prepara para el aprendizaje a lo largo de la vida.

#### REFERENCIAS

1. Mazur, E. (1997) *Peer Instruction: a User's Manual*. Prentice Hall.  
Este trabajo se ha realizado con la subvención del proyecto de innovación docente ID10/077 de la Universidad de Salamanca.



## Enseñanza práctica de interferometría “estelar”

M.A. Illarramendi<sup>1</sup>, J. Zubia<sup>2</sup>, R. Hueso<sup>1</sup>, G. Aldabaldetrekú<sup>2</sup>, G. Durana<sup>2</sup> y A. Sanchez-Lavega<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física Aplicada I, ETSI de Bilbao, Universidad del País Vasco (UPV-EHU), Alda. Urquijo s/n, 48013 Bilbao; ma.illarramendi@ehu.es

<sup>2</sup>Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, ETSI de Bilbao, Universidad del País Vasco (UPV-EHU), Alda. Urquijo s/n, 48013 Bilbao.

Este trabajo consiste en la descripción de una práctica de interferometría óptica que utiliza un telescopio y varios puntos luminosos obtenidos del reflejo del spot de un láser como fuentes de luz. La realización de la práctica da como resultado la estimación del tamaño de las fuentes luminosas. Asimismo, va a servir para explicar los principios ópticos en los cuáles esta basado el interferómetro estelar de Michelson. La práctica se ha desarrollado en la asignatura “Interferometría Espacial” dentro del Máster de Ciencia y Tecnología Espacial organizado en el Aula EspaZio Gela de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao.

En el interferómetro estelar de Michelson, diseñado para medir el diámetro de estrellas fijas en la década de 1920, la luz emitida por un objeto se envía por dos caminos diferentes sobre el objetivo de un telescopio. El procedimiento más sencillo para realizar este instrumento consiste en situar dos rendijas paralelas separadas por una distancia variable en frente del objetivo. En tal caso, debido a la interferencia entre los dos haces de luz, la imagen de la estrella aparece modulada con franjas, siendo la visibilidad de la imagen variable con la distancia entre las rendijas. La teoría de este fenómeno se basa en el hecho de que una fuente óptica extensa sólo produce un patrón de interferencia, para distancias entre rendijas que sean lo suficientemente pequeñas para asegurar que la luz proveniente de todas las partes de la fuente llegue a las rendijas, con una diferencia de camino entre las dos rendijas algo menor que la mitad de la longitud de onda. Es decir, la condición para ver franjas de interferencia en la imagen formada por el telescopio es:

$$d \theta/2 < \lambda/2 \quad (1)$$

Si la fuente está situada una distancia  $L$  de las rendijas, entonces el tamaño  $a$  de la fuente sería:

$$a = \theta \Lambda = \lambda \Lambda / d \quad (2)$$

La novedad de esta práctica es que se han utilizado como fuentes luminosas, los reflejos difusos de spots de diferentes formas y tamaños de diversos láseres. Las ventajas principales de utilizar estas fuentes son dos: por un lado, la posibilidad de poder controlar la forma y el tamaño de la fuente y, por otro lado, su monocromaticidad. Particularmente,

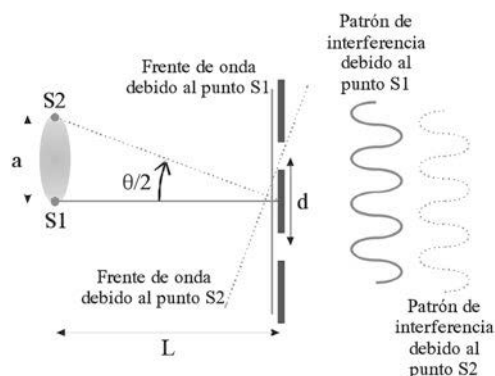


Figura 1. Formación de patrones de interferencias correspondientes a una fuente extensa.



los láseres utilizados son un láser de diodo verde ( $\lambda = 532\text{nm}$ ) y un láser de He-Ne ( $\lambda = 633\text{nm}$ ). Los spots se colocan a una distancia de unos 200m del telescopio. El telescopio empleado es un telescopio reflector Newtoniano de diámetro 114 mm y distancia focal 1000 mm (AstroMaster 114 EQ, Celestron).

Para obtener el interferómetro se ha diseñado una tapa que cubre completamente el objetivo del telescopio y que dispone de diferentes distancias entre agujeros. Los diámetros de los agujeros son aproximadamente de 2mm. El método para calcular, en este caso el tamaño del spot del láser, es ir variando la distancia entre agujeros hasta que no se observen franjas de interferencia en la imagen formada por el telescopio y así poder calcular la distancia crítica  $d$ . Si la fuente luminosa no es simétrica, hay que repetir la operación dos veces, en dos direcciones mutuamente perpendiculares.

La detección de la imagen del telescopio se ha realizado con una cámara de lectura rápida acoplada al ocular con un tamaño de píxel de 4.5 micras y sensibilidad de 0.05 lx (DMK 41AU02). Con el uso de la cámara se obtienen medidas numéricas de la visibilidad de las franjas.

El experimento permite medir tamaños de puntos luminosos entre 1 mm y 10 mm con un error máximo del 20%.

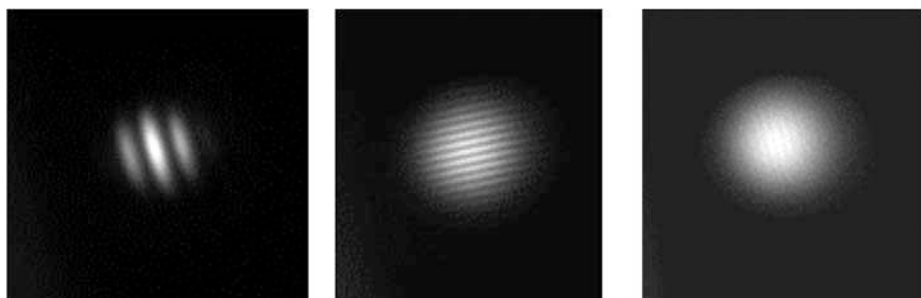


Figura 2. Imágenes captadas con la cámara de las franjas de interferencias correspondientes a tres distancias distintas entre agujeros. Las imágenes han sido obtenidas con el spot del láser verde ( $\lambda=532\text{nm}$ ).

#### REFERENCIAS

1. <http://www.ehu.es/aula-espazio/>
2. Hecht, E. (2003). *Optica*. Pearson, Addison-Wesley. Página

## Espejismos: Visualización mediante Experiencias en el Laboratorio y Realización de una Simulación Hiperrealista

M.I. Suero<sup>1</sup>, A.L. Pérez<sup>1</sup>, F. Naranjo<sup>1</sup>, G. Martínez<sup>1</sup> y P.J. Pardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física. Universidad de Extremadura, 06071 Badajoz [suero@unex.es](mailto:suero@unex.es)

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería de Sistemas Informáticos y Telemáticos. Universidad de Extremadura.

### Resumen

Se presenta una experiencia en la que se conjuga la metodología de la enseñanza tradicional en laboratorios basada en la observación y medición de fenómenos y las nuevas posibilidades abiertas en la simulación de los mismos mediante software y los entornos virtuales de aprendizaje.

En el laboratorio hemos creado las condiciones físicas que permiten visualizar trayectorias anómalas de la luz (fundamento de los espejismos), reproduciendo la curvatura del rayo luminoso y posteriormente hemos realizado una simulación hiperrealista de la misma, utilizando la técnica denominada Ray Tracing, caracterizada por su gran realismo en la síntesis de imágenes.

### Introducción

Nuestro grupo de investigación trabaja en dos líneas diferenciadas, una dedicada a la Enseñanza de la Física y otra a la Investigación en Óptica. Desde hace más de 25 años destinamos parte de nuestra actividad a tareas de carácter didáctico encaminadas a ayudar a nuestros alumnos a realizar Aprendizajes Significativos. Entre dichas tareas está el realizar en el laboratorio experiencias que reproducen algunos fenómenos ópticos atmosféricos, y las nuevas posibilidades abiertas con la simulación de los mismos mediante software.

Los Espejismos son fenómenos naturales que a menudo han suscitado el interés de las gentes, por una parte atraídos por el misterio que los rodea, y por otra, para tratar de explicarlos satisfactoriamente.

Cuando la superficie terrestre se calienta por la radiación solar, las capas de aire más próximas a la tierra están más calientes que las superiores. Esto provoca que, hasta una cierta altura, la densidad del aire aumente con la altura, en lugar de decrecer. En consecuencia, el índice de refracción aumenta con la altura y los rayos luminosos se curvan con la concavidad hacia arriba en las proximidades de la superficie terrestre. En cambio, en zonas nevadas o cubiertas de hielo, donde las capas de aire inferiores están frías y son más densas, los rayos de Sol se desvían hacia arriba proyectando a más altura los objetos que están en el suelo.

El trabajo que se presenta se ha realizado en dos fases. En la primera, se ha desarrollado en el laboratorio una experiencia que reproduce la curvatura del rayo luminoso. La segunda es una simulación hiperrealista de la curvatura del rayo luminoso realizada mediante el software POV-Ray.

### Primera fase: Curvatura del rayo luminoso

En el laboratorio hemos creado las condiciones físicas que permiten visualizar trayectorias anómalas de la luz. En una cubeta con tres disoluciones diferentes, hemos conseguido al cabo de 12 horas un medio estratificado tal que a partir de un plano central el índice de refracción disminuye hacia arriba y hacia abajo. De este modo, el rayo describe una curva periódica, con la concavidad hacia el lado de mayor índice de refracción. La curva será tanto más cerrada cuanto menor sea el ángulo de incidencia de la luz.

Las disoluciones que hemos utilizado para conseguir los tres estratos han sido las siguientes:

- |                          |             |                            |
|--------------------------|-------------|----------------------------|
| – Alumbre en agua:       | $n = 1.335$ | $d = 1.036 \text{ g/cm}^3$ |
| – 37% Glicerina en agua: | $n = 1.397$ | $d = 0.980 \text{ g/cm}^3$ |
| – 40% Alcohol en agua:   | $n = 1.340$ | $d = 0.916 \text{ g/cm}^3$ |

Donde  $n$  representa el índice de refracción de las mismas y  $d$  las densidades.

La figura 1 muestra la fotografía real de la cubeta con el medio estratificado.

### Segunda fase: Simulación hiperrealista de espejismos mediante POV-Ray

En nuestras simulaciones hiperrealistas no es necesario modelar matemáticamente el sistema, ya que el modelo matemático necesario para la simulación es algo intrínseco al software que estamos utilizando, pudiendo centrar nuestra atención en dotar de realismo al sistema físico que simulamos. Para ello hemos utilizado el programa informático POV-Ray[1]. Hemos recreado virtualmente la curvatura del rayo luminoso a través de una atmósfera con un gradiente inverso de temperatura [2].

Las figuras 1 y 2 muestran respectivamente la fotografía real de la cubeta con el medio estratificado y la imagen simulada.



Figura 1: Fotografía real.



Figura 2: Imagen simulada.

Agradecimientos: A la Consejería de Economía, Comercio e Innovación de la Junta de Extremadura y al Fondo Social Europeo por la ayuda GR10102.

#### REFERENCIAS

1. <http://www.povray.org>
2. Gutiérrez D, Serón FJ, Muñoz A, Ansón O, *Computers & Graphics*, 30, 994 – 1010 (2006)

## Estudio comparativo de la eficacia de varios entornos de aprendizaje: simulaciones virtuales hiperrealistas, simulaciones esquemáticas y laboratorio tradicional

A.L. Pérez<sup>1</sup>, G. Martínez<sup>1</sup>, M.I. Suero<sup>1</sup>, F. Naranjo<sup>1</sup> y P.J. Pardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física. Universidad de Extremadura, 06071 Badajoz [aluis@unex.es](mailto:aluis@unex.es)

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería de Sistemas Informáticos y Telemáticos. Universidad de Extremadura.

### Resumen

En este estudio se ha determinado experimentalmente el efecto que tiene el uso de simulaciones informáticas desarrolladas en un entorno virtual-hiperrealista sobre el aprendizaje de los alumnos, comparándolo con el aprendizaje conseguido con una simulación informática esquemática y con el alcanzado con el uso exclusivo de un laboratorio tradicional. El entorno virtual se ha desarrollado sobre dos pilares fundamentales: Uno de ellos es un entorno esquemático implementado en Java donde los alumnos pueden interaccionar en tiempo real con el fenómeno físico modelado. El otro entorno virtual simulado, tiene como base el entorno Java anterior, pero la salida visual de la simulación Java se ha modificado con el programa de ray-tracing POV-Ray. Con este software, se transforma la interfaz gráfica esquemática de Java en una salida visual fotorrealista semejante a lo que se observa en un laboratorio real. Este nuevo concepto de entorno virtual, al que hemos denominado hiperrealista, trasciende más allá de la simulación esquemática básica, pues proporciona al usuario una percepción más realista del fenómeno físico simulado. Para el desarrollo de la experiencia se ha elegido como caso de estudio las aberraciones ópticas.

### Objetivo didáctico

El objetivo didáctico de los laboratorios utilizados en este estudio comparativo (el virtual-hiperrealista y el real) ha sido que los alumnos pudieran observar el comportamiento de un haz de luz cuando incide sobre una lente o un espejo tanto si se considera sólo la zona paraxial, como si trabaja fuera de ella, y entender la razón por la que se ven las imágenes en el punto donde se ven. Nuestro entorno virtual-hiperrealista permite a los alumnos estudiar las imágenes que se forman tanto con modelos ópticos ideales como las que se ven en el mundo real. El paradigma de la óptica geométrica se basa en el estudio de sistemas ópticos centrados, en la mayoría de los casos de revolución, empleando la aproximación paraxial, lo que garantiza la correspondencia estigmática entre cada punto objeto y su punto imagen. Para que esto suceda así, el ángulo que subtiende cualquier rayo luminoso de los considerados (idealización de un haz luminoso infinitesimal) respecto a la normal de la superficie del elemento óptico sobre el que incide debe ser suficientemente pequeño. Sin embargo, en los sistemas ópticos reales, a medida que se aumenta dicho ángulo, los rayos procedentes de un determinado punto objeto ya no se cortan todos en un mismo punto imagen, originando una falta de nitidez en la misma, sino en un círculo de un diámetro determinado llamado círculo de difusión. Al superponerse cada uno de estos círculos de difusión con los colindantes, aparece dicha pérdida en la nitidez de la imagen que será mayor cuanto mayor sea el tamaño de dichos círculos y es lo que se conoce como aberraciones ópticas no cromáticas o de Seidel.

## Diseño de la Experiencia

La experiencia se ha llevado a cabo con 123 alumnos de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Extremadura y se ha realizado con un diseño experimental con post-test y grupo de control. El estudio ha consistido en la comparación de la cantidad de aprendizaje alcanzado por tres grupos homogéneos y equivalentes de alumnos universitarios: el grupo experimental que utilizó exclusivamente el laboratorio virtual hiperrealista, el grupo de control 1 que utilizó una simulación informática esquemática y el grupo de control 2 que utilizó el laboratorio tradicional.

Todos los grupos han tenido la misma preparación teórica y han realizado prácticas equivalentes en sus respectivos entornos de aprendizaje. En concreto, con el objetivo de que los grupos de alumnos tuvieran la misma formación inicial previa, las sesiones de laboratorio fueron precedidas de una clase teórica sobre la formación de imágenes en óptica común para todos. Los tres grupos realizaron las mismas prácticas en 4 sesiones de 3 horas de duración cada una en sus respectivos laboratorios. Las prácticas debían ser realizadas en pequeños grupos de dos o tres alumnos. Durante la realización de estas sesiones los alumnos tuvieron a su disposición los guiones de las prácticas que debían llevar a cabo.

Para cuantificar la cantidad de aprendizaje que habían alcanzado los alumnos, se diseñó un test como instrumento de evaluación que se pasó como post-test al final del tiempo de trabajo de cada grupo. El test estaba compuesto de 20 ítems con 4 posibles respuestas cerradas cada uno, de las cuales sólo una era la verdadera.

## Resultados

El ANOVA realizado con los datos recogidos en este estudio ha revelado que existe una diferencia estadísticamente significativa entre el aprendizaje alcanzado por el grupo experimental frente a los grupos de control para un p-valor  $< 0,05$ . Los resultados obtenidos muestran que el aprendizaje conseguido en el entorno virtual-hiperrealista es un 9,5% superior al conseguido en el laboratorio tradicional y un 6,1% superior al alcanzado con las simulaciones informáticas esquemáticas. Estos resultados no sólo son consistentes con estudios previos que afirman que el aprendizaje alcanzado usando simulaciones informáticas es mayor que el obtenido con el laboratorio tradicional [1, 2, 3], sino que además, estos resultados muestran que con las simulaciones hiperrealistas, el alumno consigue un aprendizaje superior a las simulaciones tradicionales esquemáticas Java.

Agradecimientos: A la Vicepresidencia Segunda y Consejería de Economía, Comercio e Innovación de la Junta de Extremadura y al Fondo Europeo de Desarrollo Regional por la ayuda GR10102.

### REFERENCIAS

1. Campbell, J.O. *Journal of Engineering Education*, **91**, 81-87. (2002)
2. Chang, K.E. *Computers & Education*, **51**, 1486. (2008)
3. Finkelstein, N. D., *Physical Review Special Topics, Physics Education Research* **1**, (2005)

## Estudio cuantitativo de las ondas estacionarias producidas en una cuerda

E. Hurtado Santón

Escuela de Ingenieros Industriales. Departamento de Física Aplicada, Universidad de Castilla-La Mancha, 02071 Albacete [Emilia.Hurtado@uclm.es](mailto:Emilia.Hurtado@uclm.es)

Diferentes experimentos relativamente sencillos pueden realizarse en un Laboratorio de Física, para explicar las características de las ondas mecánicas, así como de los fenómenos asociados a la propagación de las mismas en medios limitados, como son la reflexión, refracción, interferencia y difracción. En este trabajo se explica un procedimiento para estudiar la formación de ondas estacionarias, que permite llevar a cabo la visualización de las mismas, y realizar un estudio cuantitativo de la relación entre las características de la onda estacionaria producida y las propiedades físicas del medio elástico en el que se genera.

Para producir ondas estacionarias se puede conectar un extremo de la cuerda a un vibrador, accionado por un generador que nos permita controlar la frecuencia. Cuando el otro extremo se sujeta a un soporte fijo, en la cuerda se producirá la superposición de la onda incidente con la reflejada.

Un estudio cuantitativo del fenómeno, se puede realizar conectando un extremo de la cuerda al vibrador, y fijando el otro extremo mediante una polea y una pesa suspendida, para mantener tensa la cuerda. Las vibraciones transversales que transmite el vibrador al extremo de la cuerda se propagan a lo largo de ésta, con velocidad  $v_p$ , que es función de la tensión de la cuerda,  $T$ , y de su densidad lineal de masa,  $\mu = M/L$ , que depende de la masa de la cuerda,  $M$ , y de su longitud,  $L$ . La densidad lineal de masa de una cuerda varía en cada experimento, en función de la tensión a la que se le somete, debido al diferente estiramiento que sufre la cuerda.

$$v_p = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (1)$$

La frecuencia de las ondas que se propagan es la del vibrador,  $\nu$ , y la longitud de onda,  $\lambda$ , viene dada por:

$$\lambda = \frac{v_p}{\nu} = \frac{1}{\nu} \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (2)$$

El vibrador transmite energía a la cuerda para mantener las vibraciones de la misma, compensando las pérdidas debidas al amortiguamiento. Para determinados valores de la frecuencia del vibrador se producirá un fenómeno de resonancia, y la amplitud aumentará considerablemente.

Las condiciones de contorno en este sistema, establecen que los puntos fijos, de la cuerda deben ser nodos. Cada vez que la longitud de onda, se hace igual a:

$$\lambda = \frac{2L}{n} \quad (3)$$

se producirá el fenómeno de resonancia,  $n$  es un número entero que nos indica el orden del modo de vibración correspondiente. La frecuencia del armónico de orden  $n$  puede obtenerse:

$$\nu_n = \frac{v_p}{\lambda_n} = \frac{n v_p}{2L} \quad (4)$$

Para realizar el experimento, el primer paso consiste en determinar la densidad lineal de la cuerda, cuando no está sometida a tensión, para ello se determina su masa y su longitud, nosotros hemos utilizado dos cuerdas elásticas de elastano, forradas en nylon, de diferente diámetro. Se conecta un extremo de la cuerda al vibrador, accionado por un generador de frecuencia variable, y el otro extremo a un portapesas, pasando por una polea. Colocando diferentes masas en el portapesas, conseguiremos variar la tensión de la cuerda.

Así, el extremo de la cuerda sujeto al vibrador empieza a oscilar, y la vibración se transmite por la cuerda hasta llegar al extremo donde se encuentra la polea, la interferencia de la onda incidente y la reflejada producirá una onda estacionaria en la cuerda, siempre que los valores de esas frecuencias sean los adecuados para que se produzca la resonancia.

Para cada cuerda se ha mantenido constante la distancia entre el vibrador y la polea y se han aplicado diferentes tensiones, añadiendo masas al portapesas. A partir de la ecuación (1) se obtiene la velocidad de propagación  $v_p$  de las ondas en la cuerda. Posteriormente utilizando la ecuación (4) se calcula la frecuencia del armónico fundamental, para cada tensión. Los resultados se muestran en la tabla 1, donde en la última columna se muestran las frecuencias de resonancia observadas experimentalmente.

El estudio puede completarse obteniendo las frecuencias de armónicos de orden superior, para cada tensión, así como las longitudes de onda correspondientes.

$m \text{ (g.m}^{-1}\text{)}$	$M \text{ (g)}$	$T \text{ (N)}$	$v_p \text{ (m/s)}$	$n_c \text{ (Hz)}$	$n_{exp} \text{ (Hz)}$
$3.95 \pm 0.03$	$110.0 \pm 0.1$	$1.078 \pm 0.001$	$16.52 \pm 0.07$	$3.75 \pm 0.02$	$3.8 \pm 0.1$
$3.95 \pm 0.03$	$150.0 \pm 0.1$	$1.470 \pm 0.001$	$19.29 \pm 0.08$	$4.38 \pm 0.02$	$4.4 \pm 0.1$
$3.95 \pm 0.03$	$190.0 \pm 0.1$	$1.862 \pm 0.001$	$21.71 \pm 0.09$	$4.93 \pm 0.02$	$4.9 \pm 0.1$
$3.95 \pm 0.03$	$230.0 \pm 0.1$	$2.254 \pm 0.001$	$23.88 \pm 0.09$	$5.43 \pm 0.02$	$5.5 \pm 0.1$
$2.14 \pm 0.05$	$110.0 \pm 0.1$	$1.078 \pm 0.001$	$22.4 \pm 0.3$	$5.10 \pm 0.07$	$5.2 \pm 0.1$
$2.14 \pm 0.05$	$140.0 \pm 0.1$	$1.372 \pm 0.001$	$25.3 \pm 0.3$	$5.75 \pm 0.07$	$5.9 \pm 0.1$
$2.14 \pm 0.05$	$170.0 \pm 0.1$	$1.666 \pm 0.001$	$27.9 \pm 0.3$	$6.34 \pm 0.07$	$6.5 \pm 0.1$
$2.14 \pm 0.05$	$200.0 \pm 0.1$	$1.960 \pm 0.001$	$30.3 \pm 0.4$	$6.88 \pm 0.09$	$7.1 \pm 0.1$

Tabla 1. Resultados



Figura 1. Dispositivo experimental.

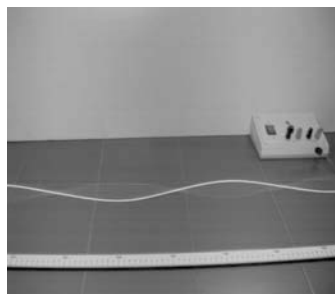


Figura 2. Ondas estacionarias formadas en el dispositivo experimental

#### REFERENCIAS

1. V. M. Jimenez. *Estudio cuantitativo del experimento de Melde*, Revista Española de Física., 22(4), 54-56, 2008.
2. A. Franco. Física con ordenador , <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/estacionarias/estacionarias.html>
3. P.A. Tipler y G. Mosca. *Física (Vol I)*. Reverte, 2005.

## Estudio del amortiguamiento en el péndulo de Pohl

G. Vergara<sup>1</sup>, J.J. Miralles<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Matemáticas, IES José Isbert, Tarazona de la Mancha (Albacete); gvergara@ono.com

<sup>2</sup>Departamento de Física Aplicada, EIIAB, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete; Juan.Miralles@uclm.es

### Introducción

Se estudia el amortiguamiento de un sistema oscilante en un laboratorio asistido por ordenador (LAO). Para ello se dispone de un péndulo de Pohl con un sensor de movimiento conectado a un interfaz y un ordenador. Este mecanismo electromecánico produce movimientos oscilatorios: libre, amortiguado y forzado además de fenómenos de resonancia. También se discute el fuerte amortiguamiento intrínseco debido al rozamiento en el eje de giro del péndulo y se compara con resultados de otros trabajos similares. Finalmente se analizan las ventajas e inconvenientes tanto del modelo teórico como del equipo experimental con el fin de aplicarlo en los laboratorios de Física de la UCLM.

En el caso general de un sistema físico que oscila libremente la amplitud es constante con el tiempo, si existe algún tipo de rozamiento (mecánico en el eje, debido al aire o inducido por corrientes de Foucault) se observa que la amplitud presenta sucesivos máximos que decrecen con el tiempo y la frecuencia también disminuye ligeramente respecto al caso libre en función de un factor de amortiguamiento  $\gamma$ . Si el sistema oscilante se fuerza a oscilar por medio de un momento externo periódico observamos que, en el estado de equilibrio estacionario, la amplitud es función de la frecuencia, de la amplitud del momento externo periódico y del factor de amortiguamiento. Se determinará la frecuencia natural de la oscilación libre así como el factor de amortiguamiento para distintas intensidades de frenado. También se obtendrán las curvas de resonancia de la oscilación forzada para diferentes valores del factor de amortiguamiento.

### Montaje experimental

El péndulo de Pohl está constituido por un disco de cobre que puede rotar respecto a un eje que pasa por su centro y que recupera su posición de equilibrio gracias a un resorte espiral. Conectado al disco hay un freno electromagnético que amortiguará la oscilación gracias a las corrientes de Foucault inducidas por el campo magnético de una bobina sobre el disco. También se conecta al disco un mecanismo biela-manivela que actuará como forzamiento con la ayuda de un motor eléctrico.

### Resultados

*Movimiento libre:* Se puede calcular el periodo de las oscilaciones libres midiendo el intervalo  $\Delta t$  de 10 oscilaciones y aplicar  $T_0 = \Delta t/10$ . A partir de este valor podemos encontrar la frecuencia natural haciendo  $\omega_0 = 2\pi/T$ . De esta forma los resultados son:  $T_0 = 1,753 \pm 0,019$  s,  $\omega_0 = 3,59 \pm 0,04$  rad/s.

*Movimiento amortiguado:* En el caso en el que accionemos el freno electromagnético debemos tener en cuenta que se modifica el periodo de movimiento y por ello la frecuencia que llamamos  $\omega_\gamma$  donde  $\omega_\gamma^2 = \omega_0^2 - \gamma^2$ . Dado que conocemos  $\omega_0$ , se puede medir  $\gamma$  para hallar la frecuencia  $\omega_\gamma$ . La medida de  $\gamma$  se realiza teniendo en cuenta la



ecuación de la envolvente  $C(t) = C_0 e^{-\gamma t}$  que al tomar logaritmos neperianos queda  $\ln C = \ln C_0 - \gamma t$ , basta con representar  $\ln C$  en función de  $t$  y calcular su pendiente  $\gamma$  por el método de mínimos cuadrados. Si realizamos esta tarea para distintos valores de la intensidad de frenado  $i$  encontramos una curva  $\gamma(i)$  que obedece a la ley cuadrática  $\gamma(i) = 0,384 i^2 + 0,068 i + 0,063 \text{ rad/s}$  ( $r^2 = 0,9986$ ). Si representamos las series temporales para diferentes intensidades de frenado (Fig. 1) observamos que a partir de cierta intensidad ( $i = 0,43\text{A}$ ) los resultados experimentales se ajustan bien al modelo teórico de envolvente exponencial correspondiente al término en velocidad de la ecuación de movimiento. Sin embargo, para intensidades de frenado  $i \leq 0,24\text{A}$  se observan diferencias con el modelo teórico. Experimentalmente se han observado rozamientos altos incluso sin frenado electromagnético, estas discrepancias se explicarían añadiendo un término constante en la ecuación de movimiento debido a un momento de fuerzas constante por rozamiento en el eje del péndulo. Si se resuelven las ecuaciones de movimiento (MacDonald [3], Marchewka [5]) la envolvente de las amplitudes debido a este factor es de tipo lineal. Así pues, a pequeñas intensidades de frenado ( $i \leq 0,24\text{A}$ ) domina el rozamiento por fricción en eje y la envolvente es de tipo lineal (Fig. 1).

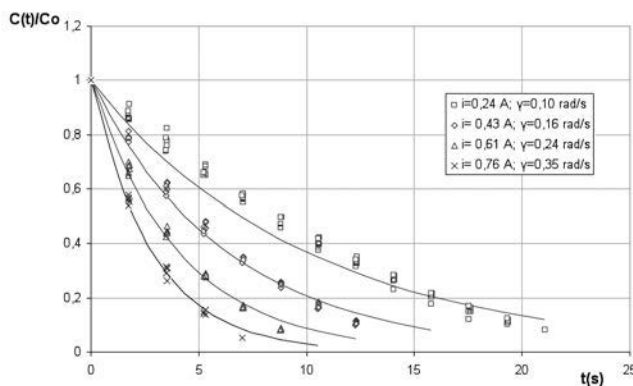


Fig. 1: Envolventes de amplitud para distintas intensidades de frenado. Las líneas continuas corresponden al modelo de decaimiento exponencial.

**Movimiento forzado:** A partir de la frecuencia de resonancia se puede obtener, por ajuste de la función amplitud, el factor de amortiguamiento  $\gamma$  para distintos valores de la intensidad de frenado. Este constituye un segundo método de obtención del factor de amortiguamiento  $\gamma$  del sistema para distintas intensidades de frenado  $i$

#### REFERENCIAS

1. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/oscilaciones/oscilacion.htm>
2. French, A. P.(1997), Vibraciones y Ondas, una publicación del MIT, Reverté S.A..
3. MacDonald S. G. G. y Burns D. M., (1989), Física para las Ciencias de la Vida y de la Salud, Addison-Wesley Iberoamericana, p.196.
4. Ablanque J., Losada J. C., Sanz A. S., Arranz F. J. y Benito R. M. (2006), Laboratorio asistido por Ordenador: Oscilaciones Regulares y Caóticas en el Péndulo de Pohl, *Revista Española de Física*, **20** (4), 34-39.
5. Marchewka A., Abbott D. S. and Beichner R. J. (2004), Oscillator damped by a constant-magnitude friction force, *Am. J. Phys.* **72** (4), 477-483.

## Estudio del movimiento de un punto material en un bucle por medio de un laboratorio virtual

I. Salinas, M.H. Giménez, J.A. Monsoriu, A. Vidaurre y J. Riera

Departamento de Física Aplicada, Universitat Politècnica de València, E46022 Valencia  
[isalinas@fis.upv.es](mailto:isalinas@fis.upv.es)

### Introducción

Con la incorporación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) a la educación, se abre un abanico de nuevas posibilidades para la modelización y simulación digital de todo tipo de problemas físicos [1]. La interactividad que proporcionan está en sintonía con las actuales corrientes pedagógicas constructivistas, centradas en el estudiante, quien debe construir su cuerpo de conocimientos con la ayuda del profesor. Así, las animaciones digitales a partir de laboratorios virtuales son una herramienta científica que ofrece gran potencial para la transmisión de conocimientos científicos. Nuestro grupo está desarrollando una serie de laboratorios virtuales en los que se refuerzan aquellos aspectos en los que observamos que los alumnos encuentran mayor dificultad [2]. En la presente contribución presentamos un nuevo laboratorio virtual para el estudio del movimiento de un punto material en un bucle [3].

### El laboratorio virtual “bucle”

El nuevo laboratorio virtual “bucle” ha sido desarrollado a partir de la herramienta Easy Java Simulations [4], basada en las aplicaciones physlets de Open Source Physics [5]. El applet muestra una animación del movimiento de un punto material que recorre un bucle vertical, poniendo el énfasis en la diferencia que supone que esté enlazado a la pista o que esté simplemente apoyado en ella (Fig 1). Además del tipo de apoyo, el usuario puede seleccionar los valores de los parámetros que determinan el movimiento: la masa del punto material, su velocidad inicial, y el radio de su trayectoria en el bucle. El panel de resultados muestra en cada instante los valores que definen el movimiento del punto material (altura, velocidad, aceleración, ángulo, velocidad angular y aceleración angular), las fuerzas que actúan sobre él (reacción normal, fuerza centrífuga y peso), y sus energías (potencial gravitatoria y cinética). Además, la mayor parte de estos valores (fuerzas, energías, velocidad y aceleración) pueden mostrarse opcionalmente en el visor de la animación.

### Objetivos

Los objetivos de aprendizaje concretos que se pretende alcanzar con este laboratorio virtual son los siguientes:

- Comprender cómo varían la energía cinética y la potencial gravitatoria de un punto material que recorre un bucle vertical sin rozamiento.
- Analizar cómo varía la reacción normal de la pista sobre el punto material.
- Entender la importancia del sentido de la reacción normal en relación con la forma en que el punto material está vinculado a la pista, bien enlazado, bien apoyado.
- Diferenciar entre las condiciones que deben cumplirse para que el punto material supere el bucle según cuál sea su vínculo con la pista.

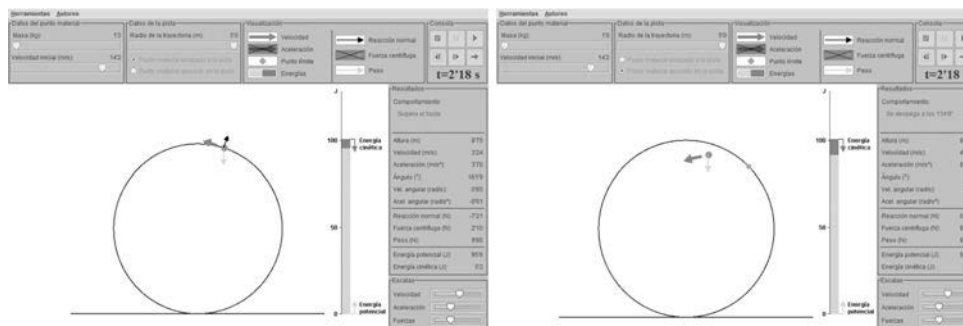


Figura 1. Interfaz del laboratorio virtual “Bucle”. Izquierda: un punto enlazado a la pista, retenido en ella por la reacción normal; derecha: el mismo punto, pero simplemente apoyado en la pista, en caída libre.

## Instrucciones básicas

- Situando el ratón sobre la mayor parte de los elementos de la interfaz aparece un globo con su descripción.
- Las deslizaderas de los paneles “Datos del punto material” y “Datos de la pista” controlan la masa del móvil, su velocidad inicial, y el radio de su trayectoria en el bucle.
- El panel “Datos de la pista” permite elegir entre las opciones “Punto material enlazado a la pista” y “Punto material apoyado en la pista”.
- El panel “Resultados” indica el comportamiento del punto material. También muestra en cada instante los valores que definen el movimiento del punto material, las fuerzas que actúan sobre él, y sus energías.
- El panel “Visualización” permite activar o desactivar individualmente la representación en el visor de los parámetros relevantes. También permite activar o desactivar la representación gráfica del punto límite, si existe.
- Las deslizaderas del panel “Escala” permiten modificar las escalas con que aparecen en el visor los vectores velocidad, aceleración, y los de las fuerzas implicadas.
- La escala de las barras que muestran la energía en el visor se ajusta automáticamente, de modo que el nivel de la energía potencial gravitatoria coincide en todo momento con la altura a la que se encuentra el móvil.
- En los casos en que el punto material se despega de la pista y entra en caída libre, su comportamiento tras el impacto con el suelo se ha simulado con la hipótesis de que el choque es inelástico.
- Los botones de la “Consola” permiten detener el movimiento, pausarlo, ponerlo en marcha, y retroceder y avanzar de fotograma en fotograma.
- La opción “Reiniciar” en el menú “Herramientas” devuelve el applet a su estado inicial.

## REFERENCIAS

1. Vidaurre, A., Riera, J., Giménez, M.H., Monsoriu, J.A., “Contribution of digital simulation in visualizing physics processes”, *Comput. Appl. Eng. Educ.* **10**(1), 45-49 (2002).
2. <http://personales.upv.es/mhgimene>
3. Salinas, I., Giménez, M.H., Monsoriu, J.A., “Visualizador del movimiento de un punto material en un bucle”, <http://dspace.upv.es/xmlui/handle/10251/9247>
4. <http://www.um.es/fem/Ejs>
5. <http://www.opensourcephysics.org>

## Evaluación de competencias en un Laboratorio Virtual de Física

J. Ablanque<sup>1</sup>, J. C. Losada<sup>2</sup>, L. Seidel<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Innovación Educativa “Física Interactiva”. Departamento de Física y Mecánica. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Av. Complutense, s/n. 28040-Madrid; [jablanque.agronomos@upm.es](mailto:jablanque.agronomos@upm.es)

<sup>2</sup> Grupo de Innovación Educativa “Física Interactiva”. Departamento de Física y Mecánica. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Av. Complutense, s/n. 28040-Madrid; [juancarlos.losada@upm.es](mailto:juancarlos.losada@upm.es)

<sup>3</sup> Departamento de Física Aplicada a la Ingeniería Industrial y Grupo de Innovación Educativa “Física Interactiva”. ETSI Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. C/ José Gutiérrez Abascal, 2. 28006-Madrid; [luis.seidel@upm.es](mailto:luis.seidel@upm.es)

### Descripción del material didáctico

El Laboratorio Virtual de Física, instalado en la Plataforma Institucional de Telenseñanza de la Universidad Politécnica de Madrid, consta de un conjunto de materiales didácticos interactivos que cubren las prácticas más habituales en un laboratorio de Física General y forma parte de una asignatura del mismo nombre. Cada práctica presenta los apartados:

- *Objetivos*: listado de objetivos que se pretenden alcanzar al término de la experiencia.
- *Material*: listado de los equipos y herramientas necesarios.
- *Introducción teórica*: con los conceptos imprescindibles para abordar la experiencia.
- *Montaje*: descripción de los equipos y la forma de conexión entre ellos.
- *Registro y tratamiento de datos*: en el que paso a paso se describe la práctica.
- *Aplica*: se plantea al alumno la resolución de un ejercicio.
- *Amplía*: incluye varias direcciones de internet y bibliografía.

### Descripción de la experiencia

En el curso 2010/11, se matricularon en la asignatura 44 alumnos. Al inicio se solicitó a los alumnos que contestaran un test de conocimientos previos con el fin de conocer el nivel con el que partía el grupo. Este test contenía cuestiones sobre los conceptos necesarios para afrontar con éxito las siguientes experiencias de laboratorio. Las mismas preguntas les fueron apareciendo durante el curso, insertadas en los cuestionarios de cada experiencia.

Hemos comparado las contestaciones a las mismas cuestiones planteadas en dos test, las realizadas en el cuestionario inicial, con las del test correspondiente a la primera experiencia, la medida, y nos hemos centrado para este artículo en el estudio sobre los conceptos error e incertidumbre, fundamentales para un laboratorio de Física

### Resultados de la evaluación de la experiencia

El alumnado en su mayoría procede de las siguientes Escuelas de la Universidad Politécnica de Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos, y Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica.

Al inicio del curso, solamente el 34% de los alumnos tenía claro el concepto de precisión de un instrumento de medida. Tras realizar la primera experiencia, el siguiente cuestionario mostró que el 66% del alumnado lo sabía.

Para conocer si los alumnos sabían expresar correctamente el resultado de una medida, se les planteó una cuestión en el cuestionario inicial en la cual se les pedía que indicasen de entre varias medidas, la que estaba correctamente expresada y el 60% la acertó. Tras realizar la primera experiencia, el siguiente cuestionario mostró que el número de alumnos que la acertaron llegó hasta el 96%.

Una gran cantidad de alumnos iniciaron el curso sin saber correctamente el significado de las cifras significativas. El cuestionario inicial del curso reflejó que el 68% del alumnado tenía claro el concepto de cifra significativa. Sin embargo, el test de autoevaluación correspondiente a la primera experiencia, la medida, reflejó que la totalidad de los alumnos aprendieron y aplicaron correctamente este concepto.

En otra de las cuestiones, se les planteó a los alumnos la relación entre valor medio e incertidumbre. Al principio del curso el 84% consideraban que el valor medio y su incertidumbre deben de tener el mismo número de decimales, este porcentaje llegó al 100% tras la primera experiencia.

Por otro lado, el 56% de los alumnos equiparaban al principio del curso el concepto de error al de incertidumbre de una medida. Tras la primera experiencia, el 80% de los alumnos supieron diferenciar ambos conceptos.

Uno de los objetivos marcados en este curso es el de inculcar al alumnado la importancia del empleo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en el laboratorio de Física. El cuestionario inicial mostró que el 86% de los alumnos conocían que se puede realizar el ajuste por mínimos cuadrados con la hoja de cálculo Excel pero tras la primera experiencia, la medida, este porcentaje aumentó al total del grupo de alumnos.

En cuanto a los equipos propios de laboratorio, se les preguntó en el cuestionario inicial sobre el uso del calibre, un 74% acertaron sobre su utilidad, porcentaje que subió hasta el 100% tras la primera experiencia. Esto nos muestra un ejemplo de cómo el entorno virtual de aprendizaje ha contribuido a que el alumnado se familiarice con los equipos de trabajo que se encontrará en un laboratorio de Física convencional.

Estos resultados corresponden a la primera práctica. Los resultados totales, una vez analizados, serán mostrados durante el desarrollo de la bienal. Por nuestra experiencia en cursos anteriores, hemos comprobado que el entorno virtual de aprendizaje ha sido muy bien valorado por los alumnos y ha contribuido positivamente a adquirir competencias complementarias a las de un laboratorio tradicional.

#### REFERENCIAS

1. J. Ablanque, R. M. Benito, J. C. Losada, L. Seidel, *Laboratorio de Física con soporte interactivo en Moodle*. Editorial Pearson (2010).
2. J. Ablanque, R. M. Benito, J. C. Losada, F. J. Arranz, L. Seidel, M. E. Cámara, F. Borondo, Relada 2, 3, 131 (2008).
3. R. M. Benito, J. C. Losada, J. Ablanque, A. Sanz, *Prácticas de Laboratorio de Física*. Barcelona. Editorial Ariel. (2002)
4. R. M. Benito, J. Ablanque, XXXI Reunión Bienal de Real Sociedad Española de Física. p. 149. (2007)
5. J. Ablanque, R. M. Benito, J. C. Losada, L. Seidel, Relada 3 (2): 107, (2009).

## Evaluación del uso del cálculo diferencial en cinemática y en el aprendizaje significativo

I. R. Sánchez Soto

Departamento de Física, Universidad del Bío Bío, Concepción, Chile; isánchez@ubiobio.cl

### Resumen

El presente tiene por finalidad mostrar las implicancias didácticas del uso del cálculo diferencial en el proceso de enseñar y aprender los contenidos de cinemática, a través de la resolución de ejercicios en el aula con un método único, que favorece la interpretación física y el uso de condiciones de frontera. Aquí, se pretende verificar el efecto de abordar los contenidos en el aula a partir del cálculo diferencial y su incidencia en la adquisición de conocimientos en la unidad programática de cinemática. Se compartirá el desarrollo e implementación de un programa de actividades que considera: el uso del cálculo diferencial, el análisis fenomenológico y la descripción e interpretación física que aportar significado y sentido físico a todo el desarrollo matemático involucrado en la solución de los problemas. Esta forma de enfrentar los contenidos a partir de actividades de aprendizaje, se utiliza sistemáticamente desde hace 5 años, específicamente 10 semestres, con muy buenos resultados, mejorando el rendimiento académico, la estabilidad y transferencia del conocimiento lo que indicaría que el aprendizaje ha sido significativo.

### Planteamiento de problema

Actualmente en el proceso de enseñar y el aprender los contenidos de cinemática en los cursos de Física I, de nivel Universitario presentadas en los textos de física en general, se centra en la demostración de formulas por medio del calculo diferencial, (derivación e integración) que son necesarias para interpretar y describir un movimiento. Luego se presenta un ejemplo donde se aplican las formulas obtenidas, en raras ocasiones se usa el calculo diferencial para resolver ejercicios [1], en general se utiliza el cálculo diferencial para demostrar expresiones matemática, ecuaciones o formulas que el estudiante debe aprender de memoria para luego aplicar en la resolución de ejercicios y obtener la respuesta. Es decir, una receta que los alumnos deben aprender de memoria para asociar a cada pregunta de un ejercicio una formula para alcanzar la solución y se ve obligado a memorizar una cantidad de ellas para ser aplicada según la naturaleza del enunciado.

Normalmente la enseñanza de la física elemental suele hacerse de modo historicista y repetitivo [2, 3, 4], se transmite información acabada desde la Educación Media a los primeros años de universidad resolviendo una gran cantidad de problemas que para [3] en general son ejercicios cuya solución significa «dar con la fórmula adecuada», probablemente enmarcada en rojo en el libro de texto. Poco importa: el porqué de dicha fórmula; su campo de aplicabilidad, su sentido y el resultado obtenido sobre todo si este último se ha obtenido con calculadora, infalible por definición.

## Resultados

Con la finalidad de superar esta carencia observadas se diseña una propuesta alternativa de enseñar y aprender en aula los contenidos cinemática usando el cálculo diferencial, de forma secuencial a través de actividades de aprendizaje más complejas y más cercanas a la realidad del alumno, como único método para encontrar las expresiones matemáticas, resolver los ejercicios y abordar los contenidos favoreciendo la interpretación, descripción y transferencia de los conocimientos adquiridos en el proceso de resolución a nuevas situaciones a través de la comprensión de lo que realiza, en desmedro del uso indiscriminado y mecánico de formulas” [5] lo que “puede provocar importantes deficiencias y dificultades matemáticas que contribuyen a crear barreras para comprender, la física y abordarla con una actitud positiva” [6]. Aquí se busca favorecer la descripción e interpretación física de los fenómenos en estudio, destacando el papel del sistema referencia, las condiciones de fronteras iniciales y finales.

A través de la propuesta se pretende reemplazar el uso mecánico de formulas y la correspondencia entre ejercicio y formula que realizan los alumnos por un procesamiento de la información más profundo y elaborativo donde el alumno es capaz de ordenar y relacionar los conceptos físicos involucrados [3, 5], Se busca alcanza una única forma de resolver los ejercicios eliminando el uso indiscriminado de formulas y promoviendo la habilidad de interpretar, describir y transferir los conocimientos adquiridos en nuevas situaciones, lo que se logra a través de la comprensión de lo que realiza.

Esta forma de abordar lo contenidos favorece el describir e interpretar los problemas y ejercicios planteados a través de un modelo único, que induce una forma similar de resolver casi todos los ejercicios de cinemática, resaltando la interpretación física del problema y no el uso de formulas a memorizar [6].

El uso del calculo diferencial en el aula, inicialmente es recibido con rechazo por gran partes de los alumnos que resisten al cambio, pero a medida que transcurren las clases su apreciación se modifica, los alumnos se muestran más motivados, reconocen la ventajas y cualidades de trabajar con el cálculo diferencial [1] Que transformar el que hacer pedagógico de las clases pasando de un enfoque de transmisión expositivas de los conocimiento a uno basado en resolver una gran cantidad de ejercicios distintos, usando cálculo diferencial para encontrar la expresión matemática a utilizar en cada tipo de ejercicio [8]. Después de varias aplicaciones sistemáticas se han obtenido de manera reiterada resultados alentadores y los alumnos muestran cambios significativos en las variables en estudio, y se observa una mejoría en el rendimiento académico en la unidad programática y asignatura en los últimos semestres donde se ha aplicado la propuesta de manera sistemática lleva a aumentar el % de alumnos aprobados, disminuyendo el % de alumnos que abandona la asignatura y la cantidad de alumnos que termina el curso, lo que indicaría que es adecuada para trabajar con alumnos Universitarios.

## Agradecimientos

El presente trabajo es parte de una investigación, que es posible gracias al financiamiento logrado a través del proyecto de investigación FONDECYT 1090618.

## REFERENCIAS

1. Sánchez, I. *Propuesta de aprendizaje significativo a través de resolución de problemas por investigación*. Revista Educere. Año 3, N.º47. 947-959. Julio-Agosto-Septiembre. (2009a)
2. Furió, C. y Guisasola, J. *¿Puede ayudar la historia de la ciencia a entender por que los estudiantes no comprenden los conceptos de carga y potencial eléctricos?*. Revista Española de Física, **7** (3), 46 – 50. (1993).
3. Gutiérrez, J. *Enseñanza de la física, un reto a la imaginación*. Revista Española de Física, **7**(3), pp. 50-53. (1993).
4. Martínez, J. *Un problema planteado como actividad de investigación: Estudio de las posibles trayectorias para el lanzamiento efectivo de un tiro libre de baloncesto*. Enseñanza de las ciencias **18**, 131-140. (2000)
5. Sánchez, I., Moreira, M. y Caballero, C. *Aprendizaje significativo a través de resolución de problema en cinemática y dinámica*. Enseñanza de las ciencias. Número Extra, 1-10. (2005).
6. Sánchez I. Neriz L. And Ramis F. *Design and application of learning environments based on integrative problems*. European Journal of Engineering Education V.33. Issue 4. 445-452. (2008).
7. Sánchez, I. y Flores, P. *Influencia de una metodología activa en el proceso de enseñar y aprender Física*. Journal of Science Education, V.5. Nº 2. 77-83. (2004).
8. Sánchez I. Moreira, M. y Caballero, C. *Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo de la cinemática a través de la resolución de problemas*. Revista chilena de ingeniería, V. **17** Nº 1, 27- 41. (2009)



## Explotación didáctica de las salidas extraescolares. Visita a un museo de ciencia

E. C. López Díez<sup>1</sup>, J.M. Pastor Benavides<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias, Colegio Virgen de Mirasierra; clopezd@virgendemirasierra.eu

<sup>2</sup>Departamento Didácticas Específicas, Facultad de Formación del Profesorado, Universidad Autónoma de Madrid; josemaria.pastor@uam.es.

En la actual sociedad del conocimiento y de la información es imprescindible que todos los ciudadanos tengan acceso a una formación científica adecuada. La *educación científica* forma ahora parte de los currículos escolares vigentes. No obstante, la tarea de enseñar ciencias es compleja. Actualmente, el profesorado ha de diseñar estrategias didácticas que se adapten y evolucionen con sus alumnos, facilitando que estos “vean” el uso práctico del conocimiento científico. Los museos de ciencia (MC), en este contexto educativo, desempeñan un papel relevante. En concreto, los nuevos museos interactivos tienen un potencial educativo que no puede reproducirse en la escuela, ya que invitan al visitante a “participar” de la ciencia, proponen exposiciones y módulos “hands-on” con los que el visitante puede interactuar y no sólo aprender, sino también pasar un rato entretenido.

Sin embargo, aunque las visitas a los MC, lugares ricos en estímulos, pueden contribuir a la educación científica, una visita sin un mínimo grado de planificación y organización no tiene por qué ser efectiva desde el punto de vista educativo. Es indispensable planificar la visita adecuadamente para sacar el mayor rendimiento y conseguir la integración del aprendizaje formal (en la escuela) y el aprendizaje no formal (en el museo).

El diseño y desarrollo de una visita escolar útil a un MC constituye *un auténtico desafío didáctico*. Es una tarea compleja ya que, las componentes lúdica y motivadora deben ir ligadas con la necesaria preparación del profesorado mediante un programa orientador y riguroso en la presentación de los temas científicos.

El *principal objetivo* de este trabajo es proponer una serie de materiales didácticos con doble finalidad. Por un lado, para facilitar al profesorado la preparación de una visita extraescolar a un museo de ciencia, y, por otro lado, para reflexionar sobre la utilidad y efectividad de las visitas a los museos de ciencia dentro del contexto escolar ¿Pueden éstas producir un cambio significativo tanto en el aprendizaje de conceptos como en la actitud de los estudiantes hacia la ciencia? . ¿Cómo influye o mejora el aprendizaje de contenidos una visita organizada a un museo de ciencia?

En concreto, en este estudio se presenta material para ser empleado en una visita de alumnos de 4º de la ESO al Museo de Ciencia CosmoCaixa de Madrid. Se propone un protocolo de trabajo que además de la propia visita incluye sesiones pre y post visita. *El material consiste en un cuestionario pre-visita, un cuaderno de trabajo y una prueba conceptual que forma parte de la sesión post-visita.*

El cuestionario pre-visita (prueba tipo test) se diseñó con la intención de introducir a los alumnos los temas y contenidos que se van a trabajar en la visita, además de averiguar sus conocimientos sobre los mismos.

El cuaderno de trabajo se elaboró con intención de ayudar, durante la visita, a los estudiantes a interpretar lo que observan a la vez que refuerzan el conocimiento ya adquirido. La parte principal del cuaderno consta de guiones de trabajo para nueve de los

módulos interactivos del museo, *cada guión se compone de tres partes*, una introducción teórica y unas cuestiones que procuran ir de lo simple a lo complejo y por último, una sección ‘sabías que?’ en la que se presenta información adicional sobre el módulo en cuestión que pretende estimular la curiosidad del alumno.

La prueba conceptual forma parte de la sesión post visita en la que se repasa y valora la visita con los alumnos. La prueba ayuda a evaluar la contribución de la visita al aprendizaje y consolidación de contenidos.

Para evaluar la efectividad y utilidad de los materiales propuestos se emplean, además de los resultados de la prueba conceptual y las contestaciones a las preguntas del cuaderno, una prueba actitudinal que arroja información sobre el interés suscitado por la visita y el propio material didáctico.

El análisis de los resultados indica que el protocolo de trabajo propuesto para preparar una *visita escolar a un museo de ciencia*, esto es, la implementación de sesiones pre y post visita junto con el uso de material didáctico adecuado, *contribuyen a despertar el interés de los alumnos por el museo y la ciencia en general, además de contribuir al aprendizaje de contenidos cuando la visita está directamente relacionada con el currículo escolar*. Así, los resultados aquí presentados corroboran que los museos pueden ser una buena herramienta complementaria a los centros escolares, que faciliten que los estudiantes aprendan, pero para lograrlo, no basta con visitarlos, es recomendable hacer una preparación previa y un trabajo posterior.

## **Física en la ciudad: alternativa al aprendizaje tradicional**

J.A. Araque Guerrero

Departamento Física y Química, Colegio Cristo Rey (Madrid), [josearaque1971@yahoo.es](mailto:josearaque1971@yahoo.es)

La falta de motivación en el estudio de las materias científicas han sido objeto de estudio en numerosas ocasiones, por este motivo es necesaria una búsqueda en la motivación hacia el estudio de estas disciplinas, cambiando el exceso de carga teórica a veces carente de interés por recursos lúdicos y recreativos en los que se implique al alumno.

Ante esta situación, desde el Departamento de Física y Química se orientó el desarrollo de esta materia en Secundaria a través de la realización de diversos proyectos, participando en Ferias Científicas, Certámenes Nacionales e Internacionales en los que los estudiantes son el eje fundamental. Los resultados obtenidos durante los últimos años han sido satisfactorios y animan a continuar en la misma dirección.

En esta comunicación presentamos dos trabajos desarrollados durante el último curso 2009/2010 en nuestro centro y en nuestra ciudad, pero puede ser aplicable a distintos centros y en distintas grandes ciudades.

En el primer trabajo se ha desarrollado un material didáctico en forma de juego en el que los estudiantes moviéndose a través del suburbano de Madrid deben identificar estaciones formadas única y exclusivamente por símbolos de distintos elementos químicos, recorriendo así también la tabla periódica de los elementos (podemos encontrar hasta un 30 % del total de los elementos). De esta manera, se consigue involucrar no solamente la Física y la Química, sino también otras materias fundamentales en la secundaria como es la Lengua Castellana.

¿Cuántas veces han recorrido Madrid en “Metro” y no han sido conscientes de que en realidad se estaban moviendo a lo largo de la tabla periódica de los elementos? Lugares tan emblemáticos como Callao, Bilbao, Serrano, Latina, Batán.... así se pueden conseguir generar hasta un total de 35 estaciones combinando los distintos símbolos. Tomando como ejemplo las citadas, tenemos: Callao (C- Al-La-O), Bilbao (B-II- Ba-O), Serrano (S- Er- Ra- N-O), Latina (La- Ti- Na), Batán (Ba- Ta- N)....

Este proyecto presenta una forma motivadora de conseguir aprender los símbolos que de otra manera sería más difícil, el estudiante en la búsqueda de conseguir resultados satisfactorios en el juego, es capaz de procesar y seleccionar toda la información que le es necesaria, para ello debe recorrer toda la tabla periódica.

En el segundo trabajo se ha desarrollado un segundo material didáctico complementario al anterior en el que el estudiante a través de algo tan sencillo como el callejero de una gran ciudad (en este caso Madrid) debe encontrar nombres de calles relacionadas con términos físicos, científicos ilustres y elementos químicos. De esta manera consiguen no solamente ampliar sus conocimientos físicos sino también conocer su ciudad y la historia de algunas de sus vías principales. Así en este estudio se ha encontrado por ejemplo que aproximadamente el 50 % de los elementos químicos poseen una calle dedicada en la geografía española y aproximadamente un 40 % se encuentra representado en la Comunidad de Madrid.

Al recorrer a pie nuestras ciudades podemos encontrarnos con la C/ Helio, C/ del Mercurio, C/ del Rodio,... continuar con la C/ Max Planck, C/ Pierre Curie, C/ Fermi,

C/ Marie Curie... o terminar recorriendo la C/ Mol , C/ de la Alquimia, C/ de la Química...

Ahora el protagonismo es del estudiante , esta diversidad de tareas permite desarrollar no sólo competencias científicas ( capacidad de análisis, síntesis,...) sino también transversales (trabajo en equipo, comunicación oral y escrita, toma de decisiones,...).

Se ha comprobado que al incluir aspectos de la vida cotidiana en el proceso de enseñanza mejora la imagen de la ciencia, es un factor motivador, favorece el aprendizaje y el cambio conceptual, contribuyendo a la integración de la ciencia en la cultura.

## FisL@bs: una red de laboratorios virtuales y remotos para la enseñanza de la Física en la UNED

L. de la Torre<sup>1</sup>, R. Heradio<sup>1</sup>, J. Sánchez-Moreno<sup>1</sup>, S. Dormido<sup>1</sup>  
C. Carreras<sup>2</sup>, P. Domínguez-García<sup>2</sup>, M.M. Montoya<sup>2</sup>, M. Pancorbo<sup>2</sup>,  
J.P. Sánchez-Fernández<sup>2</sup>, A. Williart<sup>2</sup> y M. Yuste<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Informática y Automática, ETS de Ingeniería Informática (UNED); [ldelatorre@bec.uned.es](mailto:ldelatorre@bec.uned.es), [rheradio@issi.uned.es](mailto:rheradio@issi.uned.es), [jsanchez@dia.uned.es](mailto:jsanchez@dia.uned.es), [sdormido@dia.uned.es](mailto:sdormido@dia.uned.es).

<sup>2</sup>Departamento de Física de los Materiales, Facultad de Ciencias (UNED); [ccarreras@ccia.uned.es](mailto:ccarreras@ccia.uned.es), [pdominguez@fisfun.uned.es](mailto:pdominguez@fisfun.uned.es), [mmontoya@ccia.uned.es](mailto:mmontoya@ccia.uned.es), [mpancorbo@ccia.uned.es](mailto:mpancorbo@ccia.uned.es), [jpsanchez@ccia.uned.es](mailto:jpsanchez@ccia.uned.es), [awilliart@ccia.uned.es](mailto:awilliart@ccia.uned.es) y [myuste@ccia.uned.es](mailto:myuste@ccia.uned.es).

### Objetivo y características

**FisL@bs** es un proyecto conjunto de los Departamentos de Informática y Automática de la ETS de Ingeniería Informática y de Física de los Materiales de la Facultad de Ciencias de la UNED cuyo objetivo es desarrollar un portal educativo en el que ofrecer a los estudiantes una serie de laboratorios virtuales y remotos de Física.

La UNED cuenta ya con un portal similar para las asignaturas de *Automática* (AutomatL@bs) [1]. El nuevo portal **FisL@bs** incorpora los avances que se han realizado en los sistemas de gestión del aprendizaje basados en Web, que lo hace más flexible y mejor adaptado a las necesidades de un laboratorio de Física. Para implementar los laboratorios remotos se utiliza el entorno de *Easy Java Simulations* conjuntamente con *LabView* [2]. El laboratorio así construido se aloja en un portal educativo basado en la última versión de *Moodle* (2.0) y que incorpora algunas nuevas funcionalidades desarrolladas por este grupo.

Este portal permitirá a los estudiantes realizar, tanto de forma simulada como de forma real y remota, todos los experimentos puestos a su disposición, ofreciendo una experiencia similar a la de un laboratorio tradicional (presencial) pero con ventajas añadidas, como la posibilidad de comparar los resultados simulados (teóricos) con los obtenidos a partir de la experimentación remota (reales). Además, dadas las especiales características de los estudiantes de la UNED, en su mayoría personas que desarrollan una actividad laboral y con cargas familiares, la posibilidad de realizar experimentos en el momento que mejor le convenga a cada uno supone una cualidad adicional que esta herramienta les proporciona y que, en el caso de AutomatL@bs, ha sido muy bien valorada por dichos estudiantes.<sup>1</sup>

Las características principales de **FisL@bs** pueden resumirse en los siguientes puntos fundamentales ([3], [4]):

1. Se ofrece a los estudiantes de Física de la UNED un conjunto de experimentos *on-line* de acuerdo con los contenidos de las materias en estudio. Para ello, las



Figura 1. Logo del Portal FisL@bs.

<sup>1</sup> Lo mismo ha ocurrido con los estudiantes de la asignatura de *Óptica* de la Licenciatura de Ciencias Físicas que han participado en una experiencia piloto durante el curso 2009/2010.

- prácticas diseñadas han sido seleccionadas atendiendo a su valor didáctico, su importancia histórica y su nivel de dificultad.
2. Se ofrece en el mismo portal documentación completa relacionada con las experiencias propuestas. Dicha documentación es imprescindible para que el estudiante pueda desarrollar cada una de las prácticas de manera autónoma. Por ello incluye tanto una introducción teórica al fenómeno físico en estudio, con su correspondiente guía de tareas y ejercicios, como un manual de uso de los distintos laboratorios virtuales y remotos.
  3. Y, por último, la herramienta de experimentación web utilizada como soporte para todo el material docente y didáctico descrito anteriormente es moderna, potente y vistosa. Las capacidades que se requieren de ella son muchas y diversas. Debe contar, entre otras, con un sistema de reservas para los recursos remotos, un calendario de actividades interactivo, herramientas y vías de comunicación entre profesores y estudiantes, propuesta y solución de cuestionarios sobre la documentación teórica y un repositorio de ficheros para que los alumnos dispongan de su espacio de trabajo en el propio portal.

### Estado actual del Proyecto

En el momento actual ya se encuentran completamente disponibles para su uso por lo estudiantes de la asignatura de *Técnicas Experimentales I* del Grado en Física los siguientes experimentos:

1. Estudio del péndulo simple. (También está en fase de montaje un experimento adicional para el estudio de los péndulos acoplados.)
2. Ley de Hooke. (El estudio se realiza con resortes de diferentes constantes elásticas.)
3. Leyes de la reflexión y la refracción de la luz. Reflexión total y ángulo límite. (El estudio se puede hacer en las superficies de separación aire-agua y aire-aceite.)
4. Determinación de la distancia focal de lentes delgadas en un banco óptico.
5. Representación de campos electrostáticos.
6. Análisis de circuitos eléctricos RL y RC.
7. Estudio de la radiactividad: Leyes de la desintegración radiactiva y caracterización de un contador Geiger-Müller.

Se pretende ampliar la oferta de prácticas hasta cubrir los programas completos de las cuatro asignaturas de *Técnicas Experimentales* del Grado en Física de la UNED.

#### REFERENCIAS

1. Dormido, R. *et al.*, *IEEE Trans. Edu.*, **51**, 35–43 (February, 2008).
2. Esquembre, F., *Comput. Physics Commun.*, **156** (2), 199-204 (2004).
3. de la Torre, L., Sánchez, J., Dormido, S., Sánchez, J.P., Yuste, M. & Carreras, C., *European Journal of Physics*, **32**, 571-584 (2011).
4. de la Torre, L. y Sánchez, J.P., *100cias@uned*, **2** (digital), 185-194 (2009).  
<http://e-spacio.uned.es/fez/view.php?id=bibliuned:revista100cias-2009-2ne-1038>

## Gabinete de Física 2.0

J. F. Gómez Lopera<sup>1</sup>, A. Martín Molina<sup>2</sup>, A. Schmitt<sup>3</sup>, D. Bastos González<sup>4</sup>, J. A. Martín Pérez<sup>5</sup>, M. Á. Rodríguez Valverde<sup>6</sup>, M. Tirado Miranda<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada; [jfgomez@ugr.es](mailto:jfgomez@ugr.es)

<sup>2</sup>Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada; [almartin@ugr.es](mailto:almartin@ugr.es)

<sup>3</sup>Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada; [schmitt@ugr.es](mailto:schmitt@ugr.es)

<sup>4</sup>Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada; [dbastos@ugr.es](mailto:dbastos@ugr.es)

<sup>5</sup>Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada; [jamartin@ugr.es](mailto:jamartin@ugr.es)

<sup>6</sup>Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada; [marodri@ugr.es](mailto:marodri@ugr.es)

<sup>7</sup>Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada; [mtirado@ugr.es](mailto:mtirado@ugr.es)

Actualmente, la enseñanza de la Física General en los primeros cursos de Ingeniería y titulaciones científicas necesita cambiar algunas estrategias con el fin de motivar el aprendizaje de la misma en los estudiantes. La realización de experiencias de cátedra sencillas pero de gran impacto visual consigue sorprender al estudiante y captar su atención, a la vez que le permite una mejor comprensión y afianzamiento de los conceptos teóricos explicados. De esta forma, se crea una atmósfera más propicia en el aula y la enseñanza se convierte en un proceso más ameno. Sin embargo, no todo el profesorado de un centro o departamento tiene acceso al material necesario para realizar experiencias de cátedra. Con el fin de solventar esta carencia, en el año 2008 se realizó un proyecto de innovación docente en la Universidad de Granada titulado “Gabinete de Física 1.0” que ofrecía un amplio catálogo de experiencias para el profesorado de esta universidad. Dentro del contexto de la EEES, dicho proyecto supuso una evolución desde el gabinete decimonónico al *wikigabinete* con la aplicación de las nuevas TIC. El acceso y gestión del citado Gabinete se realiza vía web (<http://sl.ugr.es/gabinetefisica>) donde se pueden consultar las fichas descriptivas de cada experiencia y reservarlas. El material lo entrega y recoge un técnico de laboratorio del Dpto. de Física Aplicada de la Universidad de Granada. En las fichas de cada experiencia aparecen hipervínculos de interés, imágenes y vídeos demostrativos y consejos para la realización de la experiencia. Siguiendo normas de calidad en el diseño web 2.0, el portal del Gabinete dispone de un motor de búsqueda, un sistema de valoración conforme a los usuarios, un sistema de sindicación de contenidos, envío por email de fichas interesantes y un sistema de reserva intuitivo. Además, para su realización se usó software Open source (joomla, virtuemart) y recursos multimedia gratuitos.

De acuerdo con esto, el proyecto de innovación docente de la Universidad de Granada “Gabinete de Física 2.0” consolida el Gabinete de Física, abriéndolo a un mayor número de asignaturas y apoyándose en las prestaciones de la web 2.0 para entornos educativos. En particular, los diferentes logros conseguidos mediante este nuevo proyecto se resumen a continuación:

1. Ampliación y mantenimiento del catálogo de experiencias del Gabinete de Física. Además de mantener/ reparar el material didáctico ya existente, se ha ampliado la colección en aquellas disciplinas deficitarias (Óptica, Termodinámica, Hidrodinámica, Física Moderna). Con este fin, tras una revisión bibliográfica (*Phys. Education*, *Physics Teacher*, *Eur. J. Phys.*, *Am. J. Phys.*) se adquirió nuevo material en diferentes proveedores como el Parque de las Ciencias de Granada, 3bscientific, Didaciencia, ... También se han incluido en el catálogo del Ga-

binete, aquellas prácticas de los laboratorios docentes de Física Aplicada que puedan ser utilizadas como experiencias de cátedra, indicando la disponibilidad del material conforme al calendario académico, con el acuerdo de los coordinadores de cada laboratorio.

2. Se ha realizado una versión mejorada del portal web <http://sl.ugr.es/gabinete-fisica>. En concreto se ha mejorado considerablemente la gestión de reservas de experiencias (por días ya que anteriormente estaba por semanas). Se han incluido sistemas de evaluación y funcionalidades web 2.0 (sindicación de contenidos, acceso a redes sociales). Para minimizar los costes de desarrollo, implantación y mantenimiento, se optó de nuevo por usar herramientas de software libre, por sus garantías en cuanto a fiabilidad y versatilidad.
3. Puesta en marcha del *wikiGabinete* para la publicación colaborativa de contenidos. Una *wiki* es un sitio web donde, de manera colaborativa, varios autores editan contenidos (texto, imágenes, multimedia). Sirva de ejemplo la *Wikipedia*<sup>1</sup>. (El carácter abierto de las wikis permite participar a los estudiantes en la creación de contenidos de manera asíncrona. Este módulo resulta muy interesante desde el punto de vista colaborativo y especialmente en el contexto del EEES. Los alumnos pueden trabajar en grupo a través de la wiki, adaptando un sistema de Wikis para su uso educativo<sup>2</sup>. De esta manera la elaboración de trabajos académicamente dirigidos y la resolución de problemas propuestos pueden ser gestionadas a través del *wikiGabinete*).
4. Aumento del número de asignaturas beneficiarias del Gabinete de Física. Se ha difundido el servicio entre el profesorado de Física Aplicada de la Universidad de Granada. Para ello se seleccionaron las asignaturas en las que el Gabinete es de utilidad; se organizan talleres con al menos un profesor por cada asignatura seleccionada; y se les forma en el manejo, funcionamiento y utilidad del gabinete, con el objeto de que actúen de difusores entre los compañeros que imparten la misma asignatura que ellos y por supuesto entre sus alumnos.

#### REFERENCIAS

1. <http://es.wikipedia.org/wiki/Wiki>.
2. Córdoba Torrecilla, J., Cuesta Morales, P. (2009). Adaptando un sistema de Wikis para su uso educativo. Actas de las JENUI'2009. Páginas: 209-216



## **GITE-FOT: Innovación tecnológico-educativa en Física, Óptica y Telecomunicaciones en la UA**

A. Beléndez<sup>1,2</sup>, M. L. Álvarez<sup>1,2</sup>, E. Arribas<sup>3</sup>, T. Beléndez<sup>1,2</sup>, E. Fernández<sup>2,4</sup>, J. Francés<sup>1</sup>, R. Fuentes<sup>2,4</sup>, S. Gallego<sup>1,2</sup>, C. García<sup>2,4</sup>, E. Gimeno<sup>1,2</sup>, C. González<sup>4</sup>, A. Hernández<sup>1,2</sup>, A. Márquez<sup>1,2</sup>, D. I. Méndez<sup>1,2</sup>, A. Nájera<sup>5</sup>, C. Neipp<sup>1,2</sup>, M. Ortuño<sup>1,2</sup>, C. Pascual<sup>1,2</sup>, I. Pascual<sup>2,4</sup>, M. Pérez-Molina<sup>1,2</sup>, J. M. Villalba<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Alicante; [a.belendez@ua.es](mailto:a.belendez@ua.es).

<sup>2</sup>Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y las Tecnologías, Universidad de Alicante.

<sup>3</sup>Departamento de Física Aplicada, Escuela Superior de Ingeniería Informática de Albacete, Universidad de Castilla-La Mancha.

<sup>4</sup>Departamento de Óptica, Farmacología y Anatomía, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante.

<sup>5</sup>Departamento de Ciencias Médicas, Facultad de Medicina de Albacete, Universidad de Castilla-La Mancha.

El uso de las nuevas tecnologías en el ámbito educativo, en su sentido más amplio, debe tener como objetivo la mejora de la calidad de la enseñanza, aumentando el rendimiento y el éxito académico de los estudiantes y la productividad de los profesores [1]. Teniendo esto en cuenta, el uso de tecnologías en la docencia ofrece nuevas posibilidades, complementarias a la docencia presencial, que pueden ayudar a mejorar la calidad, para que los estudiantes participen más activamente en el proceso de aprendizaje [1]. Bajo estas premisas, en el año 2009 la Universidad de Alicante (UA) puso en marcha un ambicioso programa para potenciar la innovación tecnológica-educativa entre su profesorado y sus estudiantes, cuyo eje estratégico era la constitución de Grupos de Innovación Tecnológica-Educativa (GITE) [2]. Los GITE tienen como objetivo central realizar innovaciones educativas en una o varias líneas de actuación determinadas y seleccionadas por cada grupo dentro del siguiente catálogo:

1. Incorporación de tecnología en el proceso enseñanza+aprendizaje.
2. Generación de contenidos didácticos digitales.
3. Generación de recursos digitales interactivos.
4. b-Learning.
5. Incorporación de software libre en la docencia.
6. Otras innovaciones educativas.

Los GITE están formados por Personal Docente e Investigador de la UA, aunque también puede formar parte del mismo el Personal de Administrador y Servicios y el alumnado de la UA, así como personal de otras universidades y/o niveles educativos. Para canalizar todos los GITE y proporcionar tanto apoyo a los mismos como información relativa a la innovación educativa, incluidos cursos de formación y otras actividades, la UA ha puesto en marcha un portal de Internet dedicado exclusivamente a todas las actividades y recursos de sus GITE [2].

En este contexto, en el año 2009 se constituyó el GITE denominado “Física, Óptica y Telecomunicaciones” (GITE-FOT) que ofrece materiales y recursos relativos a la docencia de materias de Física, Óptica y Telecomunicaciones para diversos grados de Ingeniería, Arquitectura, Óptica y Optometría y Medicina. Los miembros del GITE-FOT pertenecen a la Escuela Politécnica Superior y a la Facultad de Ciencias de la UA, aunque también forman parte del mismo varios profesores del Campus de Albacete de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), tanto de la Escuela Superior de Ingeniería Informática como de la Facultad de Medicina.

En esta comunicación se presentan las innovaciones tecnológico-educativas realizadas por los miembros del GITE-FOT, entre las que cabe señalar las siguientes:

- (a) Incorporación de tecnología en el proceso enseñanza-aprendizaje
  - Uso de herramientas de virtualización (Campus Virtual, tutorías virtuales, Moodle, etc.)
  - Blogs (EduBlogs y WebBlogs) [3]
  - OCW-UA (OpenCourseWare de la UA) [4]
  - Uso de dispositivos interactivos de respuesta remota o *clickers* [5]
- (b) Generación de contenidos didácticos digitales
  - Generación de presentaciones y gráficas animadas
  - Textos digitales (y su auto-archivo en el RUA-Repositorio Institucional de la UA) [6]
  - Grabación de vídeos de prácticas de Física y edición de CD y DVD [7]
- (c) Generación de recursos digitales interactivos
  - Laboratorios virtuales [7]
- (d) Incorporación de software libre en la docencia
  - Utilización de nuevas tecnologías en la enseñanza de la Óptica [8]

En relación a los vídeos de experiencias de Física, existe la posibilidad de ser descargados a través de *iTunes*. Asimismo, la UA ha creado una aplicación denominada *iUA* [9] compatible con *iPhone*, *iPod Touch*, *iPad* y otros dispositivos que permite acceder en tiempo real a los vídeos de Física sin necesidad de ser descargados, siempre que se disponga de acceso 3G o de una conexión Wi-Fi. Del mismo modo, en la página de la UA de la sección *iTunes U* de la tienda *iTunes* de *Apple* también es posible acceder y descargar libremente estos vídeos de experiencias de Física.

Otro de los objetivos fundamentales del GITE-FOT es promover el conocimiento abierto, de modo que todo el material elaborado por sus miembros pueda estar a disposición no solo del personal y los estudiantes de la UA, sino del de otras Universidades.

Este trabajo ha sido financiado por el Vicerrectorado de Tecnología e Innovación Educativa de la Universidad de Alicante (GITE-09006-UA) y por la Consellería de Educación de la Generalitat Valenciana (PROMETEO/2011/021).

#### REFERENCIAS

1. Llorens, F., *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, CLXXX EXTRA, 21-32 (2009).
2. <http://cvnet.cpd.ua.es/gite/quees.aspx>
3. <http://blogs.ua.es/fisicateleco/>
4. [http://ocw.ua.es/ingenieria-arquitectura/fundamentos-fisicos-de-la-ingenieria/Course\\_listing](http://ocw.ua.es/ingenieria-arquitectura/fundamentos-fisicos-de-la-ingenieria/Course_listing)
5. Nájera, A., Villalba, J. M., Arribas, E., *Medical Education* **44**, 1146 (2010).
6. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/11260>
7. [http://www.dfists.ua.es/experiencias\\_de\\_fisica/](http://www.dfists.ua.es/experiencias_de_fisica/)
8. Fernández, E., García, C., Fuentes, R., Pascual, I., *Enseñanza de las Ciencias*, N° extra, 2039-2045 (2009).
9. <http://itunes.apple.com/es/app/iua/id416776674?mt=8>

## Hacia un plan de nivelación bajo estructura modular en física

I. R. Sánchez Soto; P. A. Flores Paredes y R. A. San Martín Castro

Departamento de Física, Universidad del Bío Bío; Concepción, Chile, [isanchez@ubiobio.cl](mailto:isanchez@ubiobio.cl).

### Resumen

El presente muestra las implicancias didácticas de implementar un plan de nivelación de competencias básicas y genéricas bajo estructura modular en un curso de Física I (mecánica) para los alumnos de las carreras de Ingeniería Civil de la Universidad del Bío Bío. Con la finalidad de mejorar: las posibilidades de éxito del estudiante de nuevo ingreso, la tasa retención y disminuir la deserción. La estructura modular es una estrategia que permite organizar productos y procesos complejos de una manera eficiente y exige renovación curricular de la asignatura de Física, que es organizada en dos módulos que incluyen unidades de aprendizaje más reducidas que se debe aprender antes de acceder al siguiente modulo, la aprobación de la asignatura exige aprobar los dos módulos y sus respectivos laboratorio de forma independiente. Esta forma de trabajo permite acortar los períodos de evaluación y aumentar las clases efectivas lo que ha permitido incluir módulos intensivos que los estudiantes pueden cursar una vez finalizado el periodo lectivo, tradicionalmente los estudiantes deben preparar examen y examen de repetición en un período de tres semanas, en cambio los estudiantes en régimen modular utilizan este mismo tiempo para cursar módulos intensivos. Al final del proceso una mayor cantidad de estudiante logra aprobar la asignatura y con mejores rendimiento que las asignaturas tradicionales, al comparar con semestres anteriores que se trabaja bajo ABP con esta carrera también se tiene mejor rendimiento.

### Planteamiento del problema

La Universidad del Bío-Bío ha venido desarrollando diversas acciones de modernización curricular direccionadas desde su Plan General de Desarrollo 2005-2009, siendo uno de sus Objetivos “Implementar un modelo educativo que permita la innovación en los procesos de enseñar y aprender y la formación integral de sus profesionales”. De aquí se ha propuesto también fortalecer las capacidades y estimular el aprovechamiento de oportunidades docentes para innovar y optimizar el proceso de enseñanza aprendizaje.

La innovación que se propone está centrada en la renovación curricular, estructurando las asignaturas semestrales actuales de manera modular considerando para ello lo propuesto en el Modelo Educativo de la Universidad del Bío-Bío, éstas se dividirán en dos módulos, los cuales el estudiante cursará, el elemento diferenciador del presente trabajo está centrado en abordar unidades de aprendizaje más acotadas, aquí el alumno que no aprueba un módulo puede repetirlo inmediatamente, con la posibilidad de realizar, además, al final del semestre un módulo intensivo, lo que permite recuperar el módulo reprobado o avanzar al módulo siguiente u aprobar la asignatura, antes de comenzar el semestre que sigue. También se considera imprescindible una renovación metodológica.

La estructura del plan de nivelación propuesta, comprende también la aplicación a los alumnos nuevos, de pruebas de diagnóstico en física y matemática y de medición

de competencias genéricas y estrategias de aprendizaje [1]. Con el objeto de vislumbrar la realidad de los alumnos desfavorecidos para así, atender mejor sus necesidades específicas y genéricas. Adicionalmente, de acuerdo con los resultados de las pruebas de diagnóstico se recomendará a los estudiantes caminos diferenciados y la participación en talleres de estrategias de apoyo al aprendizaje, motivación y autoestima que contribuyan a captar un aprendizajes significativo [2 y 3].

### Principio de la estructura modular

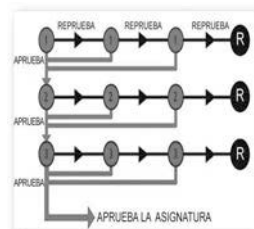
- Un sistema modular contiene unidades fácilmente integrables que son producto de un diseño independiente y claro.
- El diseño basado en estructura modular incluye reglas de interfase, generales pero precisas.
- Se establecen reglas del proceso del diseño y se dan a conocer a todos los involucrados.



### Asignatura por Módulos

Objetivo general, Pretende que el alumno avance en la medida que demuestre el dominio del conocimiento (habilidades cognitivas, afectivas, y psicomotoras).

Metodología: La asignatura se divide en módulos con objetivos específicos; La experiencia educativa se suplementa con talleres de enriquecimiento académico; Se reducen los tiempos de retroalimentación y se incluye evaluación continua; Se avanza al siguiente módulo sólo cuando el alumno cumple con los objetivos de aprendizaje



Resultados: Se evita la deserción; Mejora la tasa de rendimiento; Mejoran las notas

### Resultados

Sin embargo, lo más importante es que se estima como resultado de éste proyecto que los estudiantes mejoran la tasa de aprobación alcanzando un 86%, al compararlo con el promedio de los últimos 5 años se tiene una ganancia de casi un 40%. De aquí se puede afirmar que a través de la propuesta los estudiantes se enfrentan de mejor forma su inserción en la vida universitaria y el éxito académico en los primeros años.

En el encuentro se espera compartir los resultados, de la implementación, de renovación metodológica, rendimiento académico y tasa de retención con respecto al promedio histórico en los últimos 6 años.

**Agradecimientos.** Este trabajo es una componente del proyecto MECESUP-UBB0809 de mejoramiento de la educación universitaria financiado por el ministerio de Educación de Chile.

#### REFERENCIAS

- Sánchez I., Neriz L., y Ramis F. (2008). Design and Application of Learning Environments Based on Integrative Problems. *European Journal of Engineering Education* 33(4), 445-452.
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1997). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognitivo*: Trillas: México.
- Ausubel, D. (2000). Adquisición y Retención del Conocimiento. Una perspectiva cognitiva". Paidós, Barcelona. España.

## I Concurso Interuniversitario de Programación Científica en Python

P.M.G. Corzo<sup>1</sup>, Juan Duque<sup>2</sup>, David Fernández<sup>2</sup>, David Gómez-Ullate Oteiza<sup>2</sup>, David Menéndez Hurtado<sup>4</sup>, Federico Mon<sup>3</sup>, Pablo Suárez<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Grupo de Física Nuclear, Dpto. Física Atómica, Molecular y Nuclear, UCM, Madrid, España

<sup>2</sup> Dpto. Física Teórica II, UCM, Madrid, España

<sup>3</sup> Oficina de Tecnologías Abiertas y Software Libre, UCM, Madrid, España

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Físicas, UCM, Madrid, España

### Resumen

La idea de organizar un concurso surge en el seno del PIMCD como un estímulo para la difusión y el aprendizaje del lenguaje python y la programación científica en general dentro del ámbito de los estudios de ciencias en la Universidad española. Es una impresión generalizada entre algunos profesores que la formación de un científico ha de incluir competencias en programación y que su aprendizaje en los planes de estudio no es suficiente para alcanzar el nivel necesario. Por otra parte, estos conocimientos impartidos en las enseñanzas oficiales no siempre están coordinados y con frecuencia los estudiantes están expuestos a diferentes paquetes de software sin llegar a aprender una sintaxis en profundidad. La elección de Python[1,3] se basa en su gran versatilidad y accesibilidad, la abundancia de librerías apropiadas para el cálculo científico (scipy, numpy, matplotlib, vpython etc.) y su código abierto.

El objetivo del concurso es estimular a los estudiantes universitarios a desarrollar y perfeccionar sus conocimientos de programación científica. La temática del concurso se ha escogido para que, además de la práctica en programación, se hayan de utilizar otras competencias enfocadas más directamente a la física computacional (cálculo numérico, optimización, modelización, etc.).

El problema propuesto consiste en desarrollar una estrategia de juego para un juego tipo *Slingshot*[2]. El juego se puede resumir como un problema de artillería newtoniano, en el que dos naves estáticas han de dispararse teniendo en cuenta que sus proyectiles serán afectados por la atracción gravitatoria de los planetas circundantes (ver figura 1). En el nivel de dificultad más alto, el jugador desconocerá la posición, masa y radio de los planetas, teniendo que deducirla como un problema de optimización inverso a partir de un análisis de las trayectorias de sus disparos. En concreto, los estudiantes habrán de utilizar y desarrollar, para desarrollar sus programas, conocimientos avanzados en varios campos:

1. conocimientos de métodos de integración numérica para el cálculo de las trayectorias.
2. conocimientos de optimización para la búsqueda de los parámetros óptimos de disparo.
3. conocimientos de geometría para inferir posiciones, masas y radios de los planetas ocultos a partir de las trayectorias.
4. conocimientos de programación para una implementación eficiente de los algoritmos desarrollados.

El problema es lo suficientemente abierto para estimular la creatividad y el ingenio de los concursantes, pues no existe una estrategia óptima evidente y no parece claro, a priori, qué métodos funcionarán mejor.

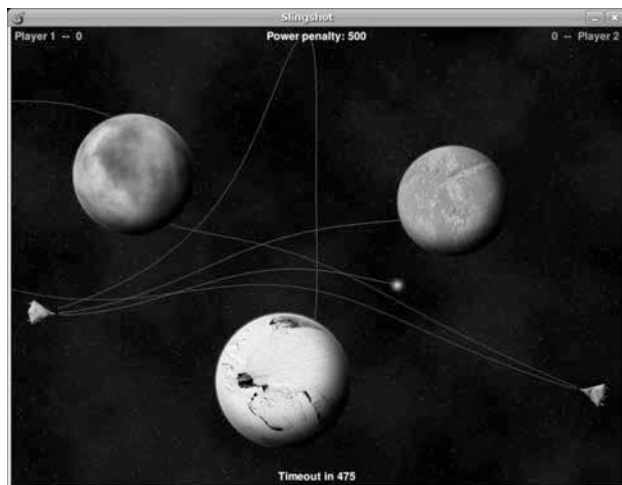


Fig1: ejemplo de la dinámica del juego.

Como complemento para garantizar la accesibilidad al concurso de nuestros estudiantes, hemos organizado previamente un *Curso de Introducción a la Programación y Cálculo Científico en Python*, desarrollado a lo largo de seis semanas (del 6 de Abril al 18 de Mayo de 2011). El curso, de un espíritu fundamentalmente pragmático, pretende cubrir los conocimientos básicos tanto de programación en Python como de métodos numéricos necesarios para poder participar.



Fig2: la acogida del curso de Python en la facultad ha desbordado nuestras expectativas.

#### REFERENCIAS:

- [1] <http://python.org>
- [2] <http://slingshot.wikispot.org>
- [3] García Corzo, Pablo M. (2008) Proyecto Phythones. [http://alqua.org/#\[\[Proyecto Phythones\]\]](http://alqua.org/#[[Proyecto Phythones]])

## Influencia de las prácticas experimentales en la evolución personal de los alumnos

David Méndez<sup>1</sup>, Rafael Medina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de ciencias; Universidad Internacional de La Rioja; david.mendez@unir.net

<sup>2</sup>Departamento de ciencias; Colegio Fomento El Prado; eprd\_rmedina@fomento.edu

### Resumen

En este artículo hemos tratado de determinar la influencia de los trabajos prácticos realizados en el laboratorio con los alumnos de 16 y 17 años. Estas prácticas facilitan el aprendizaje a los alumnos, sin embargo hemos tratado de observar si genera una mirada reflexiva hacia la naturaleza, un hábito de tratar de explicar lo que sucede a nuestro alrededor, incluso si influye en un plano más personal como la planificación y mejor organización en la vida.

### Antecedentes

Es opinión generalizada que el trabajo de laboratorio fomenta la iniciativa personal[1], es un instrumento motivador [2,3] y facilita la comprensión en ciencias [4-6]. Sin embargo, el contacto con el trabajo de laboratorio también puede ayudar a los alumnos a tener un mayor cuidado de los objetos materiales que manipulan en su vida diaria, una comprensión de los fenómenos de la vida cotidiana[7-10] y un desarrollo de las capacidades de planificación y organización[11-12].

### Metodología

Hemos encuestado a los alumnos de Técnicas experimentales de 16 y 17 años. Es la primera asignatura que han tenido con una carga de laboratorio seria. La encuesta se les ha pasado a los alumnos por otro profesor diferente al que les ha impartido la materia, de forma anónima y libre. Estas preguntas han sido respondidas al final del curso académico en el que han cursado esta materia.

### Resultados

Las preguntas han versado sobre diferentes aspectos como los cambios en las concepciones de la ciencia, los cambios conductuales y las transformaciones en sus formas de razonar al enfrentarse a fenómenos naturales.

- Los alumnos responden unánimemente que se han divertido en el laboratorio mientras trabajaban. Han explicado como motivos que las prácticas han sido interesantes (45%) y que han aplicado la teoría vista en la clase de física (45%).
- Hay unanimidad en que el laboratorio les ha ayudado a entender mejor los conceptos y las teorías de física y química. En especial, reacciones y estructura de la materia, cinemática y dinámica.
- Respecto a la influencia que ha tenido en su concepción de la ciencia el 14% se ha replanteado su futuro universitario eligiendo carreras como química o física o ingeniería química. El 55% dice que le ha ayudado a entender mejor la realidad y los fenómenos de la vida y el 31% afirma que le ha ayudado a comprender mejor la teoría.



- Ante la concepción de la ciencia como cuerpo de verdades absolutas el 83% responde que emplea aproximaciones en los cálculos y que se tienen siempre pequeños errores, el 17% piensa que los datos son exactos y sin error. En torno al 70% afirman que la ciencia no da verdades absolutas y dan respuestas tan interesantes como: “Trabaja con aproximaciones bastante exactas”, “La verdad científica se va ampliando pero no se convierte en absoluta”, “Trabaja por construir modelos que se aproximen cada vez más a la verdad”.
- Indican también que han cambiado su forma de observar la naturaleza en un 80% y a todos ellos les ha influido al observar la naturaleza. Llegan a responder que “observo más atentamente los fenómenos de la vida diaria” o “observo e intento explicar lo que he visto”.

En aspectos más antropológicos como la mejora en el orden, en la planificación o en la organización, los alumnos contestan:

- El laboratorio ha influido en el 42% de los encuestados haciéndoles meditar un poco más de tiempo sus decisiones diarias o de futuro. Algunos dicen que sus “explicaciones son más razonadas”, “me informo más a la hora de tomar una decisión”...
- El 40% de los alumnos afirma haberse hecho más metódico, y que el laboratorio les ha ayudado a generar hábitos de planificación y organización.
- Un tercio afirma que las actividades prácticas les han ayudado a ser más ordenados desde el punto de vista material en el colegio y en casa.

## Conclusiones

El trabajo de laboratorio les ayuda a desarrollarse no sólo como científicos sino también a generar hábitos para su vida en general.

Los encuestados manifiestan que les ha ayudado a entender mejor los conceptos de física y química y que ha servido para entender las aplicaciones de la teoría que ven en clase. Los estudiantes desarrollan la capacidad de observación de la naturaleza y tratan de dar explicación a los fenómenos cotidianos que les rodean.

Algunos alumnos se han replanteado el futuro universitario tomando una posible decisión de carrera a estudiar, tendiendo hacia física, química o ingeniería química.

La concepción de la ciencia que tienen, ya no es de un saber absoluto, sino que es una ciencia que busca aproximarse cada vez más a la verdad, además a la hora de medir y utilizar datos asumen que tienen cierto error.

Además de todo esto, el laboratorio les ha influido positivamente en el desarrollo de su personalidad haciéndoles más reflexivos, ayudándoles a desarrollar hábitos de orden, planificación y organización tanto en sus trabajos prácticos como en su casa.

Otro aspecto reseñable es, que todos estos objetivos se han logrado en una materia en la que los alumnos se han divertido y entretenido. Les ha motivado y les ha ayudado a interesarse más por la ciencia.

## REFERENCIAS

1. Tremlett, R. (1972) An investigation into the development of a programme of practical work for undergraduates in chemistry. Tesis doctoral, University of East Anglia, Norwich (UK).
2. Tamir, P. (1989) Training teachers to teach effectively in the laboratory. *Science teacher education*, 73 (1), 59-69.
3. Kerr, J.F. (1963) Practical work in school science. Leicester: Leicester university press.
4. Michels, P.B. (1965) The role of experimental work. *American journal of physics*, 30, 172-178.



5. Nedelsky, L. (1958) Introductory physics laboratory. *American journal of physics*, 26, 2, 51-59.
6. Seré, M.G. (2002) La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las ciencias*, 20(3), 357-368.
7. Aguzzi, C.; Cerezo, P.; Hernández, P.; Pettinari, G.; Baschini, M. y Viseras, C. (2009) Diseño de una guía de prácticas de laboratorio de acuerdo con las orientaciones del EEES. VIII Congreso internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias, 1229-1232.
8. Furió, C.; Vilches, A.; Guisasaola, J. y Romo, V. (2001) Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las ciencias*, 19 (3), 365-376.
9. Merino, J.M. y Herrero, F. (2007) Resolución de problemas experimentales en Química: una alternativa a las prácticas tradicionales. *REEC*, 6 (3), 630-648.
10. Pérez Vega, M.A.; Pérez Ferra, M. y Quijano López, R. (2009) Valoración del cambio de actitudes hacia el medio ambiente producido por el programa didáctico "EICEA" en los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria (14-16 años). *REEC*, 8 (3), 1019-1036.
11. Folmer, V.; de Vargas Barbosa, N.; Soares, F.A. y Rocha, J. (2009) Experimental activities based on ill-structured problems improve Brazilian school students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Reec*, 8 (1), 232-254.
12. Barolli, E.; Laburú, C. y Guridi, V. (2010) Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 9 (1), 88-110.

## La Edición Wikipedia y los nuevos roles en la Educación Superior

P. Mareca<sup>1</sup>, V. Alcober<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Física Aplicada. E.T.S.I. de Telecomunicación, (UPM); mpmareca@fis.upm.es.

<sup>2</sup>Dpto. Física Aplicada. E.T.S.I. de Telecomunicación, (UPM); valcober@fis.upm.es.

La accesibilidad y el uso de Internet han dado lugar a una mayor capacidad para compartir información fácilmente y tener la posibilidad de mejorar la comunicación de la ciencia y la tecnología a un público en general. Tanto en la enseñanza media como en la superior, hoy en día debería incluirse en los programas educativos el modo de comunicar conceptos científicos por parte de los alumnos a otros alumnos como parte de una educación madura y responsable. En el ámbito universitario la responsabilidad es todavía mayor y en vista a la formación de futuros científicos y técnicos, los estudiantes necesitan aprender la forma de comunicar conceptos avanzados a un público en general. Esa necesidad está siendo reconocida cada vez más en la universidad, y en concreto, qué papel puede jugar en la mejora de esa comunicación la edición en Wikipedia, como se desprende del reciente trabajo de C. L. Moy et al. (2010) [1]. Por otro lado, destacamos el carácter global de la Wikipedia y su presencia, cada vez mayor, en el entorno científico [2].

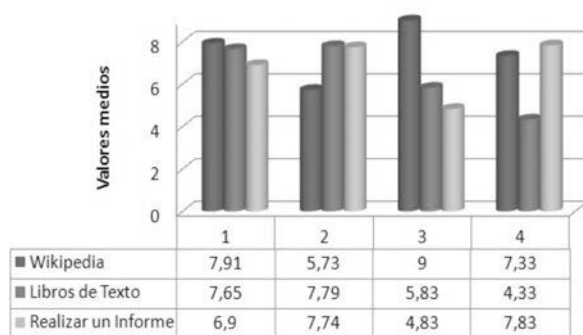


Figura 1. Valores medios del test-t para los cuatro objetivos de aprendizaje (1 a 4). Se comparan con la Wikipedia los recursos de Libros de Texto y Realizar un Informe. Puntuación 1 a 9.

En este trabajo se analiza un proyecto de clase que permite a los estudiantes explorar conceptos de la física en un primer curso de Ingeniería y aprender cómo comunicar la ciencia a una audiencia muy variada. El proyecto consiste en una colaboración de los estudiantes para la edición de una entrada en Wikipedia.org. Ha sido implementado con un grupo escogido de alumnos del primer curso (primer semestre de 2010) de la Universidad Politécnica de Madrid. Se ha iniciado una vez

finalizadas las sesiones del Laboratorio de Física I (LFIS I) y de las clases teóricas correspondientes de Mecánica y Electromagnetismo, que sirvieron como base para el comienzo del proyecto. En el proyecto, se propusieron **cuatro objetivos de aprendizaje**:

1. Profundizar en los conceptos de la Física.
2. Comprender cómo se construye un argumento bien razonado y contrastado.
3. Comunicar ciencia y tecnología a un público diverso. Desde los propios alumnos a otras audiencias fuera del ámbito científico.
4. Trabajar en Colaboración.

Con la finalidad de valorar en qué medida el proyecto de la Wikipedia ha contribuido a los **cuatro objetivos de aprendizaje** del curso (en la Figura 1 se numeran de 1 a

4), al finalizarlo, se realizó una encuesta retrospectiva a 6 equipos cada uno con dos o tres estudiantes, utilizando un test-t de dos colas. En la figura 1 se compara el papel de la Edición Wikipedia como recurso de aprendizaje con otros dos recursos, *Los libros de texto* y *Realizar un informe*, para los cuatro objetivos propuestos. Se puede observar en este histograma que la Wikipedia alcanza un alto valor para tres de los cuatro objetivos: 1. *Profundizar en los conceptos de la Física* (7,91, con valor  $p=0,004$ ), 3. *Comunicar Ciencia a un grupo diverso* (9 nota máxima y con una alta significación estadística, valor  $p<0,0001$ ) y 4. *Trabajar en Colaboración* (7,33 con valor  $p=0,004$ ). Para completar el estudio, en la Figura 2 se compara el valor de la Edición Wikipedia con los otros dos recursos de aprendizaje, *Trabajar Sólo* y *Trabajar en Equipo*, para los cuatro objetivos propuestos. Observamos que ahora vuelve a ser relevante frente a los otros dos, el papel de la Wikipedia para los mismos objetivos 1, 3 y 4. Cabe destacar que el recurso de *Trabajar Sólo* tiene una mínima puntuación de 1,33 (con un valor  $p<0,0001$ ) para el objetivo de *Trabajar en Colaboración*, como era de esperar.

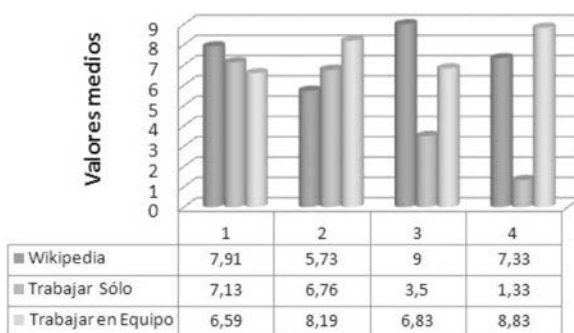


Figura 2. Valores medios del test-t para los cuatro objetivos de aprendizaje (1 a 4) y tres recursos. Aquí se comparan con la Wikipedia, los dos recursos complementarios de Trabajar Sólo y Trabajar en Equipo. Puntuación 1 a 9.

Como conclusiones destacamos los valores innovadores que están presentes en este proyecto y que refuerzan significativamente el aprendizaje del estudiante:

- (a) La Posición Crítica del Alumno;
- (b) La Reflexión antes de comunicar conceptos;
- (c) La Creatividad y Protagonismo en este nuevo papel del Alumno;
- (d) El cuidado en la Redacción y el Lenguaje Usado;
- (e) El Trabajo en Equipo y finalmente
- (f) El Comunicar la Ciencia a otros alumnos y a un público en general con Wikipedia.org. El resultado del proyecto se puede ver en [3].

Debido a la buena acogida por parte de los alumnos, se está llevando a cabo un nuevo proyecto sobre ondas sonoras en el segundo semestre del año.

#### REFERENCIAS

1. Cheryl L. Moy, Jonas R. Locke, Brian P. Coppola and Anne J. McNeil, *J. Chem. Educ.* vol. **87**, pp. 1159-1161, (2010).
2. [http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:School\\_and\\_university\\_projects](http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:School_and_university_projects) (último acceso, abril de 2011).
3. <http://es.wikipedia.org/wiki/Multimetro> (último acceso, abril de 2011).

## La especialidad de Física y Química en el Máster de Formación del Profesorado de Enseñanza Secundaria

M. Yuste<sup>1</sup>

Departamento de Física de los Materiales, Facultad de Ciencias (UNED); myuste@ccia.uned.es.

### Resumen

Durante el curso 2009/2010 la mayoría de las universidades españolas han puesto en marcha el Máster Universitario en Formación del Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas. En este trabajo se presenta la experiencia llevada a cabo en la UNED en la especialidad de Física y Química. Se indica el plan de estudios (contenidos curriculares de los módulos de formación genérico y específico, Practicum I y II y Trabajo Fin de Máster). En el póster se presentarán los resultados de las dos primeras ediciones.

### Del CAP al Máster

Los licenciados en Física o en Química que querían ser profesores de enseñanza secundaria tenían que disponer de un Certificado de Aptitud Pedagógica (CAP) para poder participar en las oposiciones que les permitían ejercer esta profesión en la enseñanza pública española. Así ha sido desde los años 70 del siglo pasado y prácticamente no había habido variaciones en la formación didáctica de estos profesores. En estos 40 años han cambiado mucho las cosas en el mundo y, por supuesto, en España, y ni las materias a impartir ni los estudiantes que las reciben pueden compararse a los de hace 40 años. Se hizo necesaria e imprescindible una reforma de la formación de los profesores que les capacitase para ejercer su profesión de forma eficaz y de acuerdo con los nuevos avances de la sociedad tecnocientífica en la que estamos inmersos. Esto ha dado lugar a que en el curso 2009/2010 se implantara en la mayoría de las universidades españolas el *Máster Universitario en Formación del Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas*.<sup>2</sup>

### Diseño del Máster

En todas las universidades el Máster tiene asignados 60 ECTS, equivalentes a 1500 horas de dedicación, y su duración es de un año. En la Tabla 1 se indica el plan de estudios de la UNED. Las mayores dificultades se encuentran en la realización del Practicum en los centros educativos, muy especialmente en las universidades que tienen un número elevado de estudiantes matriculados, como es el caso de la UNED, y en la dirección de los Trabajos Fin de Máster (TFM). La UNED cuenta en la Sede Central, en la especialidad de Física y Química, con 14 profesores para las asignaturas y hasta 28 para la dirección de TFM.

1 Coordinador de la especialidad de Física y Química en el Máster.

2 Orden ECI/3858/2007 de 27 de diciembre (BOE núm. 312, de 29 de diciembre de 2007) y Real Decreto 1834/2008 de 8 de noviembre (BOE núm. 287, de 28 de noviembre de 2008).

Módulos temáticos	Asignaturas (ECTS, Facultad)
Genérico: 15 ECTS teóricos + 4 ECTS prácticos	Aprendizaje y desarrollo de la personalidad (5, Ps) Procesos y contextos educativos (5, E) Sociedad, familia y educación (5, Ps) Practicum I (4 en centro educativo, E)
Específico: 27 ECTS teóricos	Complementos para la formación disciplinar en Física y en Química (10, C): – Implicaciones de la Física y de la Química en el mundo contemporáneo (5, C) – Evolución histórica de las ideas de la Física y de la Química (5, C) Aprendizaje y enseñanza de la Física y de la Química (12, E+ C): – Enseñanza de la Física y de la Química (6, C) – Aprender a motivar en el aula (3, Ps) – Diseño y desarrollo del curriculum (3, E) Innovación docente e iniciación a la investigación educativa en Física y en Química (5): 2,5 E + 2,5 (C)
Practicum II: 8 ECTS (prácticos)	Practicum II (8 en centro educativo: 2, E + 6, C)
TFM: 6 ECTS	TFM (6, trabajo autónomo, C)

Tabla 1. Plan de estudios. (E: Fac. de Educación; Ps: Fac. de Psicología; C: Fac. de Ciencias)

En la Tabla 2 se indica el número de estudiantes que han solicitado realizar el Máster y los que han sido aceptados en sus dos ediciones (02/2009-02/2010 y 10/2010-09/2011).

Máster	Nº solicitantes	Nº admitidos	Aprobados
1ª edición	300	111	41
2ª edición	650	71	(sin finalizar)

Tabla 2. Número de estudiantes implicados en el Máster.

Los estudiantes matriculados están repartidos por toda la geografía del país, lo que supone una organización extremadamente complicada para garantizar a cada estudiante del Máster un centro educativo en su lugar de residencia. Las limitaciones en la admisión son debidas a la disponibilidad de plazas para realizar las prácticas en los centros educativos de Enseñanza Secundaria.

Además, en cada uno de los 20 Centros Asociados en que se imparte la especialidad hay un profesor-tutor de la UNED y un profesional-colaborador en cada centro educativo de enseñanza secundaria en el que los estudiantes realizan el Practicum. Esta compleja experiencia, tanto desde el punto de vista de la gestión como de la docencia e investigación, ha sido posible gracias a una entusiasta colaboración interdisciplinar entre el profesorado de las distintas Facultades implicadas, de los Centros Asociados de la UNED y de los Centros Educativos de Enseñanza Secundaria.

## LA MASA frente al PESO (Los convenios frente a la razón)

E. Fernández<sup>1</sup>, E. Jiménez<sup>2</sup>, I. Solano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dpto. de Física Teórica y del Cosmos, Universidad de Granada; [efedu@ugr.es](mailto:efedu@ugr.es)

<sup>2</sup>Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Murcia; [ejimenez@um.es](mailto:ejimenez@um.es) [isolano@um.es](mailto:isolano@um.es).

El convenio que adoptó la Comisión Internacional de PESAS Y MEDIDAS, para establecer la masa y el Peso [1], ha originado un debate insoluble y una enseñanza problemática, en los niveles secundario y medio, como ponen de manifiesto la actitud repulsiva de las revistas científicas de toda especialidad, a cualquier trabajo que trate de aclarar algún aspecto de dicho problema, por nimio que éste sea.

Sin embargo, el problema crucial que originó tal convenio de dicha Comisión, sigue ninguneado. Este problema se origina en la práctica diaria del comercio y supone un antagonismo frontal entre la práctica, basada en la legalidad vigente, y dicho convenio. De acuerdo con la legalidad vigente, la práctica comercial se basa en el resultado que ofrece la balanza. Toda balanza utiliza un conjunto de cuerpos con los que se equilibra el cuerpo o conjunto de cuerpos, que son objeto del comercio. Este conjunto de cuerpos utilizados para el contraste se denominan pesas y de ahí que al resultado del equilibrio de la balanza, dado en función de las pesas, se denomine PESO [2].

Está muy extendida la práctica de utilizar dinamómetros en sustitución de las balanzas; pero dichos dinamómetros se usan sin el conjunto de pesas correspondiente, a pesar de lo cual son denominados balanzas. Estos dinamómetros llevan una escala rotulada en kilogramos, que favorece el comercio ilícito, cuando de acuerdo con el convenio antes mencionado tendrían que ir rotuladas en unidades de “fuerza estática” (la unidad de fuerza estática fue definida por la Comisión Internacional, como la ejercida por el campo gravitatorio de un lugar determinado de Francia, en donde el gradiente de potencial gravitatorio es de  $9.81\text{m/s}^2$ , sobre el kilogramo, que en su día recibió el nombre de kilopondio).

De acuerdo con las leyes comerciales de casi todos los países, las pesas de las balanzas deben estar contrastadas con el patrón de pesas denominado kilogramo. Para el comercio, lo único válido de estos dinamómetros son sus escalas y el conjunto de pesas. Lo ideal sería que dichas escalas no estuvieran rotuladas ni en kilogramos ni en kilopondios.

La Primera Definición del Principia [3] contiene el vocablo masa y ello fue tomado por la Comisión como una definición de masa; pero esto carece de fundamento lógico alguno. Entre las muchas carencias de tal Primera Definición destacan: A) La masa surge como una magnitud del movimiento y como tal debe ser establecida, mediante una experiencia de movimiento o en función de otras variables del movimiento más básicas y establecidas mediante experimentos. Por ello no debe sustituir al PESO, que es el concepto fundamental por excelencia y le precedió en más de cinco mil años. B) La masa, como aparece en la Definición Primera del Principia y como fue propuesta por la Comisión Internacional, es el valor de la cantidad de materia. Esto indica que la magnitud física no es la masa; sino la materia; pero esto supone eliminar de la materia la figura, el tamaño, la estructura y la carga eléctrica, así como los potenciales eléctricos y termológicos, que permiten tener información de los cuerpos materiales. Además resulta ilógico, que se pretenda definir la masa en función de la materia, que ni siquiera

está delimitada, máxime si se tiene en cuenta, que en la actualidad los astrónomos hablan de la materia oscura, a la que adjudican alrededor del 96% de la “materia” del universo, y de los agujeros negros. C) El propio Newton escribió que la masa era sinónimo de cuerpo, lo que indica que la identidad confusa de la masa debe apoyarse en otra identidad del cuerpo. Esto es lo que hace Newton en el siguiente renglón, pues afirma que la masa es proporcional al Peso, es decir, que de la identidad del cuerpo otorgada por su peso se obtiene la masa. Pero aún hay más, pues Newton escribe que dicha proporcionalidad la obtuvo con péndulos muy precisos, lo que pone en evidencia que Newton desconocía la independencia del batir del péndulo ya sea de la masa ya sea del Peso. D) Sería muy interesante investigar porqué Newton inicia su Principia con dicha Primera Definición, pues hay que suponer, que por ser la Primera sería el fundamento primordial de todo lo que expone a continuación; pero resulta que no es mencionada ni una sola vez en todo el resto del Principia. E) Más básica que la masa debe ser la materia, pero ésta no aparece definida en el Principia.

El Principia de Newton [3], modelo de claridad para los amantes de la divulgación y creyentes de los paradigmas, no produjo aportación alguna a los paradigmas ni a la Ciencia en los primeros 60 años posteriores a su publicación. Hubo que esperar a Euler [4], para que se iniciase el desarrollo del Principia. El magnífico convenio matemático de Euler son las “masas puntuales”. Si Euler hubiese estudiado la Ciencia que llegaron a dominar los escolásticos, se habría dado cuenta de la inutilidad de dicho convenio y de la restricción que la Ciencia impone a los contextos teóricos. Las aportaciones de Euler a los paradigmas científicos son notables y destaca la famosa ecuación- definición  $f=ma$ , atribuida a Newton y las denominadas Ecuaciones de Euler, que son el resultado de aplicar la ley de la palanca al movimiento y el convenio del “cuerpo rígido”.

Euler abrió la “Caja de Pandora” de los paradigmas científicos, que anulan la Ciencia. El propio Euler trató de llamar la atención a Lagrange sobre esto [4], pues en el desarrollo de su obra no respeta las condiciones restrictivas en las que dice va a fundamentarla.

El predominio de los paradigmas aparece en la obra de E. Mach, pues según él y todos los defensores de estos paradigmas, antes de Newton no había existido Ciencia alguna.

Si los componentes de la Comisión Internacional de Pesas y Medidas, hubiesen sido consecuentes con los convenios que establecieron tendrían que haberla denominado Comisión de Medidas. Estos convenios muestran que desconocían que la balanza es el primer instrumento científico y en el que se basa toda la Ciencia y sus paradigmas.

#### REFERENCIAS

1. Comité International des Poids et Mesures (1888). Procès-Verbaux des Séances de 1887 (Procès –Verbal de la Sixième Sèance. Samedi 15 octobre 1887). Gauthier-Villars (Paris).
2. E. Fernández, Jiménez, E. e I. Solano (2007). Un caso concreto sobre la Didáctica y la Historia de la Física (El Peso y la Masa). 17º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física. ENS-23.pdf. Granada (R.S.E.F.).
3. I. Newton (1987). Principios matemáticos de la Filosofía Natural. Libro I. Tecnos (Madrid).
4. C. Truesdell (1975). Ensayos de la Historia de la Mecánica. Tecnos (Madrid).

## La radiactividad y los falsos constructos

A. Tejera, M.A. Arnedo, H. Alonso, J.M. Gil, R. Rodríguez, J.G. Rubiano, y P. Martel

Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; pmartel@dfis.ulpgc.es.

En la adquisición de un aprendizaje significativo en disciplinas científicas como la Física es fundamental considerar las ideas previas que traigan los estudiantes sobre los fenómenos naturales [1-3], pues existen razonamientos asociados a preconcepciones erróneas que se revelan como un importante obstáculo para el aprendizaje. El conocimiento cotidiano constituye, debido a su intensidad y fácil acceso, una importante vía de formación de los conceptos en la mente de los estudiantes que en ocasiones propaga ideas equivocadas o incompletas [4]. Un ejemplo actual de esto, es el análisis dispar y, en muchas ocasiones, confuso, contradictorio, emocional e ideologizado que están ofreciendo los media sobre la crisis nuclear japonesa y sus implicaciones radiológicas [5]. Y es que, en el caso de la radiactividad, este tipo de conocimiento cotidiano ha sido en gran medida responsable de inculcar en los alumnos diversas ideas falsas, posicionamientos, actitudes y reacciones emocionales de rechazo, no sólo ante sus aplicaciones, sino hacia el propio fenómeno físico. Sería del todo impensable encontrar estas posiciones adversas ante otros fenómenos naturales, como el calor, el viento, la luz, etc. En este sentido, varios estudios han detectado conocimientos presentes en los estudiantes sobre aspectos sociales de la radiactividad y de la energía nuclear sin haber tenido instrucción alguna sobre estas materias, evidenciando, por norma general, opiniones negativas al respecto [6-12].

En este trabajo describiremos una experiencia llevada a cabo en dos asignaturas de Ingeniería Industrial e Ingenierías Técnica Industrial sobre las radiaciones ionizantes y sus aplicaciones. En ella ponemos al descubierto estos constructos erróneos en nuestros estudiantes y proponemos el diseño, elaboración y análisis de un estudio, a través de una encuesta, sobre el conocimiento de la radiactividad en la población universitaria que desvele estos falsos conceptos así como los rechazos que generan.

Para hacer el estudio sobre el grado de conocimiento que existe en la Universidad a cerca de la radiactividad, sus orígenes y sus efectos sobre la población, nuestros estudiantes realizaron 990 encuestas (123 PDI, 91 PAS y 776 estudiantes), todas ellas realizadas con anterioridad al accidente de la central de Fukushima. Como botón de muestra comentamos algunos de los resultados desvelados por las encuestas.

El estudio refleja que casi la mitad de los estudiantes tiene una imagen negativa de la radiactividad. En contraposición con la realidad, la mayoría de los estudiantes (76%) responsabiliza a los usos humanos de la radiactividad como causa de la mayor parte de la exposición a la que estamos sometidos. Falsedad esta, que se corrobora cuando sitúan a los hornos microondas y a las antenas de los teléfonos móviles, con un 36% de las respuestas, como primera causa de exposición a los efectos de la radiactividad y a las centrales nucleares, con un 34%, como segunda causa. Cuando se comparan sólo causas antropogénicas de exposición, la población estudiantil acierta en situar, con un 35%, a las pruebas médicas como las responsables de la mayor parte de la radiación ionizante que recibimos, sin embargo existe un 65% de creencias erróneas repartidas entre las emisiones de las centrales, las del accidente de Chernobyl y, las inexistentes, supuestamente asociadas a los microondas y a las antenas de los móviles. Con respecto al grado de conocimiento que tenían los estudiantes acerca del radón, de su naturaleza



y de sus efectos nocivos sobre la población, las encuestas reflejaron que el 67% no conocía el radón y sus riesgos y menos de la mitad, 47%, sabe que es de origen natural.

En este trabajo, describiremos la metodología utilizada para el desarrollo de esta técnica activa, el resultado del estudio realizado, así como unas conclusiones, tanto del propio análisis de los resultados de la encuesta, como de la experiencia de puesta en marcha de esta metodología docente.

#### REFERENCIAS

1. Driver, R., *Enseñanza de las Ciencias*, **Vol.4(1)**, 3 (1986).
2. Novak, J., (1992). Teoría y práctica de la educación, Alianza Universitaria.
3. Pesa, M., Cudmani, M., *Memorias REF X*, **Tomo I**, 2a-06 (1997).
4. Solomon, J., *Investigación en la escuela*, **Vol.5**, 17 (1988).
5. Fernández-Rañada, A., *El Cultural*, **Vol. 25-31 de marzo**, 56 (2011)
6. Gutiérrez, E. E., et al., *Enseñanza de las Ciencias*, **Vol.18(2)** 247 (2000).
7. de Posada, J.M., Prieto, T., *Enseñanza de las Ciencias*, **Vol.8(2)** 127 (1990).
8. Alsop, S., Watts, M. , *Science Education*, **Vol.81** 633 (1997).
9. Lucas, A. M., *Biologist*, **Vol.34(3)** 125 (1987).
10. Tizard, B., *Harvard Educational Review*, **Vol.54(3)** 271 (1984).
11. Europeans, Science & Technology Special EUROBAROMETER 224, Comisión Europea (2005)
12. Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España 2006. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (2007).

## Laboratorio Virtual de Física mediante Easy Java

J.A. Gómez Tejedor

Departamento de Física Aplicada, Equipo de Innovación en Metodologías Activas para el Aprendizaje de la Física (e-MACAFI), Universidad Politécnica de Valencia; jogomez@fis.upv.es.

Los estudiantes que cursan el laboratorio de asignaturas básicas de Física, deben familiarizarse con una serie de aparatos, equipamiento y técnicas de trabajo totalmente nuevas para la mayoría de ellos. En este aprendizaje, el alumno se encuentra con la falta de herramientas para su trabajo individual, puesto que no tiene la posibilidad de realizar las prácticas fuera del laboratorio.

Mediante las simulaciones que se presenta en este trabajo[1], se pretende dotar al alumno de una herramienta útil y versátil para facilitar su estudio individual. Dichas simulaciones están realizadas mediante la herramienta Easy Java[2]. Este trabajo se engloba en la tendencia actual de la aplicación de las nuevas tecnologías a metodologías activas de aprendizaje, para potenciar así el autoaprendizaje y el aprendizaje integral de los estudiantes [3,4].

En este momento, se pueden realizar las siguientes prácticas de laboratorio:

- *Teoría de errores*: mediante un pie de rey (ver figura 1) se puede medir el diámetro de varias esferas, de masa conocida, y calcular el volumen y la densidad, con sus errores correspondientes.
- *Determinación del coeficiente de rozamiento estático*: Se dispone de un dinamómetro, sujeto a un bloque, sobre el que se pueden ir situando diferentes pesas. Se mide la fuerza de rozamiento máximo, para calcular el coeficiente de rozamiento estático.
- *Determinación de la constante elástica de un muelle*: se puede determinar la constante elástica de un muelle colgando una masa y midiendo la elongación (ley de Hook) o haciendo oscilar la masa, y midiendo el periodo de las oscilaciones (movimiento armónico simple).
- *Péndulo simple*: midiendo el periodo de un péndulo simple, para diferentes longitudes del hilo, se determina la aceleración de la gravedad.
- *Momento de inercia*: a partir del tiempo que tarda en caer una pesa, sujeta mediante una polea a un sistema giratorio, se calcula el momento de inercia del sistema.
- *Cinemática del sólido rígido*: se visualiza el movimiento combinado de rotación y traslación de un sólido rígido. A partir de la posición del centro de masas y de un punto de la periferia del sólido rígido se puede calcular la velocidad inicial y la velocidad angular del sólido rígido.
- *Carril cinemático*: Una deslizadera se mueve sobre un carril cinemático (ver figura 2) de acuerdo a diferentes tipos de movimiento: movimiento rectilíneo uniforme, uniformemente acelerado, movimiento con aceleración proporcional a la velocidad o a la velocidad al cuadrado, etc. Dos detectores móviles permiten obtener datos de la distancia recorrida en función del tiempo. La representación gráfica, y posterior análisis de dichos datos, permite al estudiante obtener los parámetros característicos del movimiento.

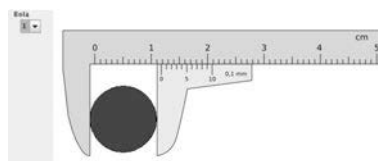


Figura 1. Pie de rey utilizado en la práctica de teoría de errores.

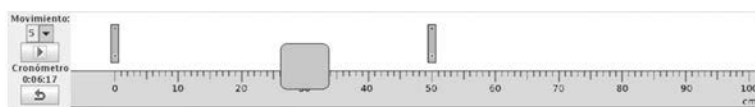


Figura 2. Carril cinemático.

Una característica destacada de las simulaciones realizadas es que los parámetros característicos de los fenómenos físicos estudiados se eligen de forma aleatoria, de modo que cada estudiante obtiene resultados diferentes. Además, se introducen pequeños factores aleatorios en el desarrollo de la simulación que hace que aparezcan errores accidentales, al igual que ocurriría en el laboratorio real de la asignatura.

Las primeras experiencias llevadas a cabo con alumnos muestran un grado de satisfacción bastante grande con las simulaciones, y los alumnos manifiestan que ha sido una herramienta útil en su proceso de aprendizaje. La mayoría de los alumnos piensan que la realización de las prácticas virtuales les ha ayudado a la preparación de las prácticas reales. Las instrucciones de la web, combinado con la sencillez de las simulaciones, les han permitido entender y realizar la práctica virtual sin dificultades.

En varios casos, se han utilizado estas prácticas virtuales para alumnos con problemas para asistir al laboratorio. En estos casos, la mayor dificultad ha sido el análisis de los datos experimentales obtenidos, al no disponer de la ayuda del profesor, junto con la escasa experiencia en el manejo de la hoja de cálculo. Por ello, en estas situaciones, propongo complementar la realización de las prácticas virtuales, con un sistema de tutorías on-line. Así mismo, creo que es importante explicar a los alumnos el manejo de la hoja de cálculo en una sesión presencial en un aula informática.

Como conclusión final, se puede decir que este trabajo introduce una importante innovación en la metodología de enseñanza utilizada en el laboratorio, ya que permite a los estudiantes realizar las prácticas de laboratorio mediante cualquier ordenador conectado a Internet.

Se podría argumentar que el uso de un entorno virtual no es idéntico a la utilización de dispositivos reales, en un laboratorio de física. Sin embargo, esta propuesta pretende combinar la realización de prácticas virtuales con la realización de prácticas presenciales en el laboratorio.

## Agradecimientos

El autor de este trabajo agradece el apoyo de la Universidad Politécnica de Valencia a través del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa, referencia A012/10. También agradezco al Instituto de Ciencias de la Educación de la UPV, programa de Equipos de Innovación y Calidad Educativa, por el apoyo al *Equipo de Innovación en Metodologías Activas para el Aprendizaje de la Física (e-MACAFI)*, del cual formo parte.

## REFERENCIAS

1. Gómez Tejedor J.A., <http://jogomez.webs.upv.es/practicass1.htm>
2. Esquembre F., "EasyJava Simulations", <http://www.um.es/fem/Ejs/>
3. Gómez Tejedor J.A., Moltó Martínez G. y Barros Vidaurre C., *Journal of Distance Education Technologies*, **6** (2), 21-34 (2008).
4. Gómez-Tejedor J.A. y Moltó G. (2009) "Online Learning of Electrical Circuits through a Virtual Laboratory", *Technologies Shaping Instruction and Distance Education: New Studies and Utilizations*, Capítulo 7, Ed. Dr. Mahbubur Rahman Syed, IGI Global, pp. 94-107.

## **Laboratórios remotos: trabalhos recentes e perspectivas para o futuro**

H. Fernandes

hf@ipfn.ist.utl.pt

Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear – Instituto Superior Técnico, P-1049-001 Lisboa

Os melhores sistemas educativos compreendem que a qualidade dos professores é o factor mais influente na melhoria dos resultados escolares. Contudo o seu desempenho tem de ser apoiado continuamente quer ao nível da formação quer na motivação. Grande parte da motivação do docente advém do estímulo gerado pelos seus alunos. Ora na sociedade atual, a motivação dos estudantes passa pela utilização de tecnologia emergente pois cedo tomam contacto com ela. A utilização de recursos on-line tem um impacto preponderante nessa motivação e grande parte dos estudantes, quando têm acesso à internet, optam por estudar recorrendo a esses conteúdos em detrimento do livro clássico. O paradigma do tutor/livro está a ser alterado pelo recurso a aulas e/ou filmes on-line onde a informação é concisa e concentrada, dando ao estudante um maior grau de liberdade na escolha do tipo de tópico abordado.

Contudo, no ensino da Física, é fundamental criar um laço de confiança naquilo que se obtém através de recursos on-line. Ou seja, a utilização de “chancelas” na fonte da informação que credibilizem os conteúdos é um fator importante na decisão do recurso a utilizar. Por outro lado, as vulgares simulações (“applets”) muitas vezes utilizadas permitem interpretar mais facilmente esses conteúdos mas pertencem à classe da teoria. Considerando que a atividade prática (a “observação”) é a principal fonte de crédito para a ciência, o ensino da Física em particular necessita sempre da comparação entre essa “observação” e a teoria. É daí que advém a confiança pelo estudante e futuro cidadão na ciência e que permite alicerçar uma sociedade de conhecimento.

O e-lab é a ponte entre estes dois conceitos: (i) integra as últimas tecnologias de ensino à distância, permitindo executar remotamente experiências reais de uma forma integralmente robotizada e por outro lado (ii) transmite-as por vídeo bem como ao conjunto dos dados experimentais. Isto permite analisar a experiência e ajustá-la ao modelo teórico de forma a criar a convicção no utilizador da sua existência real e consequentemente o valor dos dados experimentais obtidos.

Em exploração no IST desde 2001, o e-lab sofreu recentemente um estudo de usabilidade, oferecendo atualmente uma interface mais simples e concisa de utilizar, permitindo uma facilidade de acesso imediata à experiência que se pretende utilizar. Os conteúdos de suporte encontram-se no portal e-escola ([http://www.e-escola.pt/elab\\_exp.asp](http://www.e-escola.pt/elab_exp.asp)). Tendo sido utilizado nas disciplinas básicas de física do primeiro ciclo de estudos universitários, presentemente foi criada uma extensão dos conteúdos de forma a cobrir igualmente o ensino básico e secundário, sendo algumas experiências especialmente adaptadas para o efeito bem como os respectivos conteúdos on-line.

Outra evolução recente é a nova adaptação do laboratório para estudos de pós-graduação. Efetivamente a Europa enfrenta uma nova era onde as universidades estão a aprender a importância de cooperar entre si para atingir a “massa crítica” necessária em cursos muito especializados. Como exemplo o IST administra presentemente o primeiro doutoramento nuclear europeu em “ciência e engenharia de fusão”. Como os alunos estão separados geograficamente e necessitam de cumprir alguns créditos em laboratórios, algumas expe-

riências avançadas em física de plasma estarão disponíveis on-line no e-lab, apoiadas pela comunidade de ensino em fusão – a Fusenet.

Este laboratório provou ser uma plataforma capaz de cobrir experiências desde a escola básica até à formação pós-graduada e permite gerenciar uma grande variedade de interfaces para acomodar qualquer classe de laboratórios.

Agradecimentos: Este trabalho foi suportado pela Comunidade Europeia e pelo Instituto Superior Técnico. Foi recebido ainda financiamento parcial dos programas PosConhecimento e da Direcção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular do Ministério da Educação.

## Misunderstandings in Thermodynamics

Joaquim Anacleto

Departamento de Física, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal; anacleto@utad.pt

Teaching and learning physics is a challenging task. In order to make physics more understandable and attractive, numerous studies have involved many physics education researchers. Several motivational strategies were considered, from the use of technological resources in the teaching / learning process to the development of curricula appropriate to the demands of today. However, sometimes the effort to achieve a more effective learning overshadows the clarification of physical concepts and laws. The difficult nature of some subjects does not lie in the methodologies used, but in several subtleties and persistent errors in physics textbooks, which are not taken into account in teaching strategies.

The motivation of this communication is the thought that we cannot teach well what we understand badly, regardless of any method or strategy. Thermodynamics is a paradigmatic case, in which the subtleties abound and mistakes are frequent, deserving therefore further consideration. In this sense, we selected some thermodynamics statements which, although generally accepted, are problematic or even false. While heat and work are basic concepts it is surprising that they have several inconsistent definitions [1-5]. Heat is an essential concept; in particular, in conjunction with temperature allow us to define entropy, which is considered a difficult subject. Certain current ideas related to the entropy lack for a deeper comprehension, as is the case of entropy change calculation during an irreversible process, being accepted without questioning that one must always consider an auxiliary reversible process, which is a false statement [6]. Another controversial issue arising recurrently, also explored in this study, is how to deal with friction in thermodynamics, namely, whether the frictional interaction is heat or work from a thermodynamical standpoint [1,7]. Finally, the Clausius relation also requires a special attention since it often leads to some confusions [8]. It is hoped that this communication will contribute to a clarification of the aforementioned issues and thus to an improvement of thermodynamics teaching.

### REFERENCES

1. Anacleto J., Anacleto J. A. C., *Eur. J. Phys.*, 29, 555-566 (2008)
2. Anacleto J., Ferreira J. M., *J. Chem. Thermodyn.*, 40, 134-135 (2008)
3. Barrow G. M., *J. Chem. Educ.*, 65, 122-125 (1988)
4. Gislason E. A., Craig N. C., *J. Chem. Thermodyn.*, 37, 954-966 (2005)
5. Besson U., *Eur. J. Phys.*, 24, 245-252 (2003)
6. Anacleto J., *Rev. Bras. Ens. Fis.*, 27, 259-262 (2005)
7. Mungan C. E., *Phys. Teach.*, 45, 288-291 (2007)
8. Anacleto J., *Eur. J. Phys.*, 32, 279-286 (2011)

## Modelo mecánico de una fibra de cristal fotónico

A. Stevenson<sup>1,2</sup>, E. Silvestre<sup>1,\*</sup>, D. Castelló-Lurbe<sup>1</sup>,  
F. Beltrán-Mejía<sup>1</sup>, P. Andrés<sup>1</sup> y J. A. Monsoriu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Óptica, Universitat de València, \*Email: [enrique.silvestre@uv.es](mailto:enrique.silvestre@uv.es)

<sup>2</sup>Department of Physics, University of Oxford

<sup>3</sup>Centro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València

En esta comunicación presentamos un nuevo modelo mecánico que permite visualizar a escala macroscópica el comportamiento de una fibra óptica de cristal fotónico (FCF) [1]. En su versión más sencilla, estas fibras están formadas por una distribución periódica de agujeros de aire que se extienden a lo largo de la fibra. La ausencia de alguno de estos agujeros genera un defecto en la red y constituye el núcleo de la fibra. En la Fig. 1(a) se muestra un esquema de FCF y en la Fig. 1(b) la irradiancia simulada de uno de los modos de orden superior de la fibra.

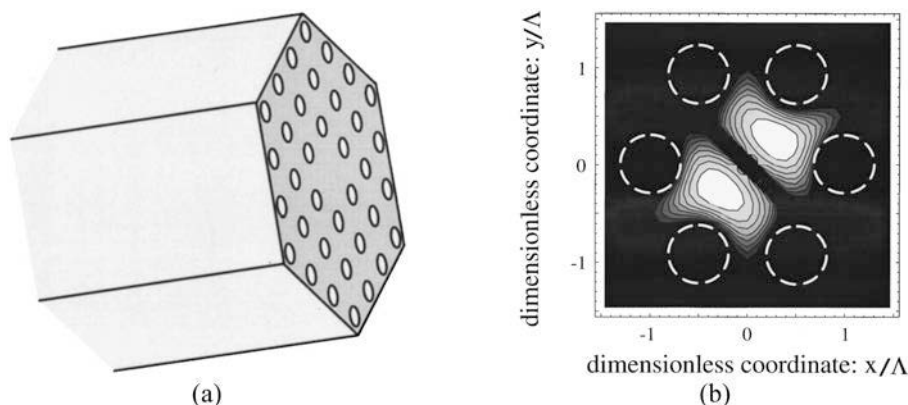


Figura 1. (a) Esquema de una fibra de cristal fotónico. (b) Simulación de un modo óptico de orden superior de la fibra.

Haciendo uso de la analogía entre la Acústica [2] y la Óptica, el modelo docente propuesto representa una sección transversal de una FCF. Este ha sido, primero, simulado utilizando el programa Matlab siguiendo un modelo de membrana y, posteriormente, construido y caracterizado. Los modos transversales se han excitado por medio de un vibrador controlado por un generador de ondas. Con anterioridad, se habían determinado las características mecánicas de la lámina de aluminio utilizada fijándola en un marco rectangular y obteniendo sus resonancias.

A continuación, se añadieron al sistema mecánico una serie de tornillos distribuidos en una red hexagonal centrada que representan el papel de los agujeros de aire en el sistema óptico. En un primer modelo mostrado en la Fig. 2 el defecto en la red está constituido por la ausencia de un único tornillo. En la región del defecto aparecen localizados unas pocas resonancias. En la Fig. 2(b) se muestra una de las primeras resonancias de orden superior, que aparecía a una frecuencia de 1110 Hz, con una enorme semejanza al modo óptico simulado de la Fig. 1(b) [4]. Sin embargo, aparecieron una serie de desajustes entre los resultados experimentales y las simulaciones numéricas

obtenidas con el modelo mecánico de membrana debido principalmente al espesor finito de la lámina de aluminio. Estos desajustes eran más significativos para áreas vibrantes pequeñas.

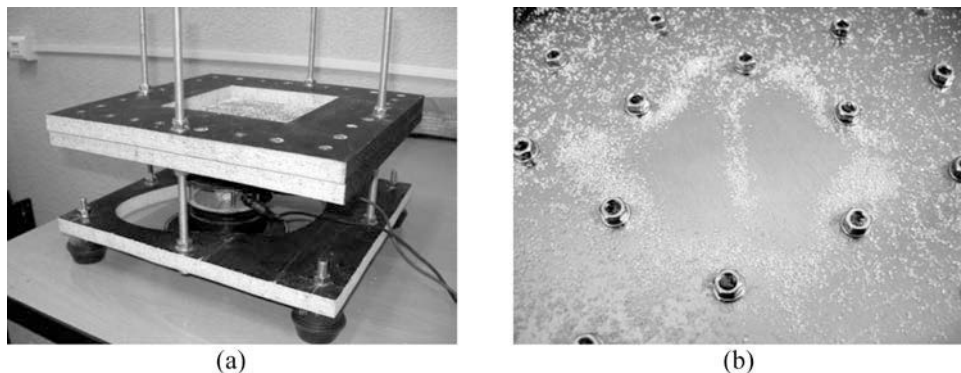


Figura 2. (a) Primer modelo mecánico construido. (b) Modo mecánico de orden superior.

Para evitar las discrepancias comentadas, en una etapa posterior, se construyó otro sistema mecánico similar, pero con un defecto más extenso constituido por la ausencia de siete tornillos, a semejanza de ciertas fibras de cristal fotónico. El mayor defecto en la red generó una mayor riqueza en el espectro de resonancias localizadas a las frecuencias predichas por la simulación del modelo mecánico de membrana [3]. En concreto, se han encontrado experimentalmente cuatro de los cinco posibles grupos de modos localizados en el defecto de la red.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido desarrollado por el Grupo de Innovación Docente en Óptica (GCID35/2009) de la Universitat de València. Agradecemos la financiación obtenida a través del proyecto DocInvest 87/DI/05/2010 del Vicerrectorat de Planificació i Igualtat de la Universitat de València.

## REFERENCIAS

1. Knight, J.C., Broeng, J., Birks, T.A., Russell, P.St.J., "Photonic band gap guidance in optical fibers," *Science* **282**, 1476–1478 (1998).
2. Kinsler, L.E., *et al.* (1982). *Fundamentals of Acoustics*. Wiley & Sons Inc.
3. Bjorstad, P., "Fast numerical solution of the biharmonic dirichlet problem on rectangles", *SIAM Journal on Numerical Analysis* **20**, 59–71 (1983).
4. Ferrando, A., Silvestre, E., Miret, J.J., Andrés, P., Andrés, M.V., "Vector description of higher-order modes in photonic crystal fibers", *J. Opt. Soc. Am. A* **17**, 1333–1340 (2000).



## Observaciones radioastronómicas remotas para estudiantes con PARTNeR

J.A. Vaquerizo<sup>1</sup>, J.S. Pérez<sup>2</sup>, D. Cabezas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Astrobiología (INTA-CSIC), 28850 Torrejón de Ardoz, Madrid; jvaquerizog@cab.inta-csic.es.

<sup>2</sup>Ingeniería y Servicios Aeroespaciales (INSA), 28008 Madrid.

El proyecto educativo PARTNeR (Proyecto Académico con el Radio Telescopio de NASA en Robledo) dispone de un radiotelescopio de 34 metros de diámetro que puede ser operado remotamente por estudiantes desde sus centros escolares para la realización de observaciones radioastronómicas vía Internet.

El radiotelescopio está ubicado en el *Madrid Deep Space Communications Complex* (MDSCC) en Robledo de Chavela (Madrid), una de las tres estaciones de seguimiento de satélites de la NASA que componen su Red de Espacio Profundo (DSN, *Deep Space Network*) a lo largo del mundo. El Centro de Astrobiología (CAB, INTA-CSIC) gestiona actualmente el uso de la antena y proporciona asesoramiento continuo a los participantes sobre los aspectos científicos, técnicos o didácticos relacionados con el proyecto.

Antes de que los estudiantes lleven a cabo las observaciones, los profesores realizan un curso de formación que consta de dos partes. Una primera parte a distancia que consiste en el estudio de los cursos “Fundamentos Físicos” y “Radioastronomía y radiotelescopios”, disponibles en la Web de PARTNeR [1]. En esta parte se adquieren conocimientos básicos sobre radioastronomía y sobre el funcionamiento de los radiotelescopios. Y una segunda parte presencial de dos días, uno de ellos en el MDSCC y el otro en el CAB, donde se refuerzan y amplían los conocimientos tratados en la parte a distancia, se presenta la propuesta didáctica para implementar PARTNeR en el aula y, sobre todo, se aprende el manejo de la antena y cómo organizar y realizar las observaciones con estudiantes.



Figura 1. Radiotelescopio de PARTNeR (en primer plano) en el MDSCC

Para que las observaciones constituyan una verdadera experiencia de aprendizaje, los profesores disponen además de recursos didácticos que posibilitan que las observaciones sean una actividad más integrada dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. La propuesta didáctica desarrollada para implementar el proyecto en el aula se ha articulado a través de programas-guía de actividades. El objetivo final es preparar a los estudiantes para que organicen, planifiquen y realicen las observaciones. Todo el material está disponible en la Web del proyecto [2].

El acceso remoto al radiotelescopio durante las observaciones es sencillo. Los estudiantes se conectan en periodo lectivo a través de Internet desde su centro escolar con el Centro de Control de PARTNeR que, por un lado, les cede el control de la

antena para que sean ellos quienes la operen; y, por otro, pone a su disposición un astrónomo de soporte que guía y ayuda ante las cuestiones técnicas o científicas que surgen durante la observación.

Los estudiantes participan en investigaciones científicas reales como son el estudio del origen de la emisión en radiofrecuencia procedente de fuentes celestes, el seguimiento de estallidos en sistemas binarios de rayos X (microcuásares), el estudio de la variabilidad en la emisión en radiofrecuencia de cuásares, el estudio de la variabilidad de la emisión procedente de la magnetosfera de Júpiter o la realización de mapas de radiofuentes extensas en nuestra Galaxia.

Los estudiantes tienen acceso al mismo tipo de antena utilizada por los astrónomos profesionales, lo que contribuye de forma notable a que conozcan de primera mano los fundamentos de una investigación radioastronómica, con el propósito de despertar vocaciones científicas y actitudes positivas hacia la ciencia.

#### REFERENCIAS

1. <http://partner.cab.inta-csic.es>
2. <http://partner.cab.inta-csic.es/index.php?Section=Programas-Guia>

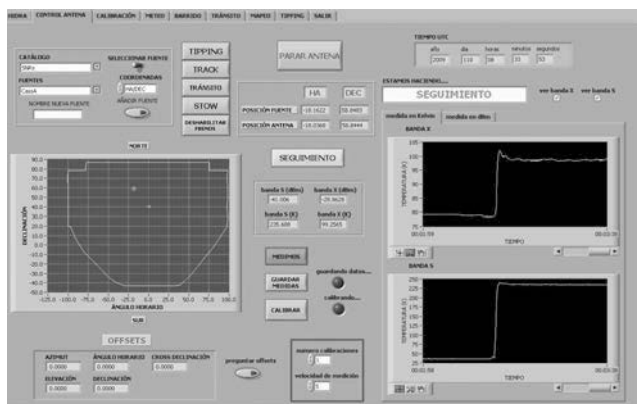


Figura 2. Programa de control remoto del radiotelescopio de PARTNeR utilizado por los estudiantes (HIDRA)

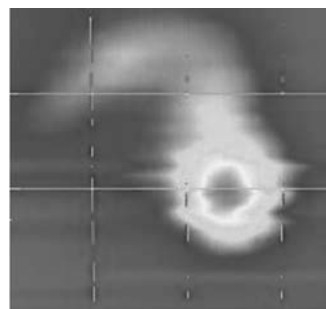


Figura 3. Radiomapa del centro galáctico obtenido con PARTNeR

## Obtención de diagramas de esfuerzos en vigas

F. Giménez<sup>1,\*</sup>, A. Lapuebla<sup>2</sup>, J.A. Monsoriu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>IUMPA-Dpto. Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, 46022 Valencia, España

<sup>2</sup>Dpto. Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Universitat Politècnica de València, 46022 Valencia, España

<sup>3</sup>CTF-Dpto. Física Aplicada, Universitat Politècnica de València, 46022 Valencia, España

\*E-mail: fgimenez@mat.upv.es

La Física Aplicada tiene un papel muy importante en muchos campos de la ingeniería, en particular en todo lo relacionado con el cálculo de estructuras en Ingeniería Mecánica. De manera natural se manejan conceptos físicos como vector libre, centro de gravedad, momento de un vector, momento de inercia, etc.

Una estructura es un sistema formado por elementos cuya función consiste en soportar y transmitir las cargas (fuerzas externas) que inciden sobre ella durante su periodo de vida útil, sin que aparezcan efectos inadmisibles sobre la misma. Las materias relacionadas con el cálculo de estructuras son de presencia obligatoria en las titulaciones de ingeniería. En estas materias se incluyen una serie de asignaturas orientadas a estudiar el comportamiento estructural desde un punto de vista cuantitativo y cualitativo, siendo este último aspecto el más característico de las enseñanzas de ingeniería, en las que el futuro profesional debe calcular variables como esfuerzos internos, tensiones, movimientos o deformaciones. Este es el objetivo fundamental de una asignatura básica como “Elasticidad y Resistencia de Materiales”, con la cual suele iniciarse el recorrido curricular del aprendizaje del cálculo de estructuras en las enseñanzas de ingeniería ([1]).

Los laboratorios virtuales constituyen una herramienta de gran potencial para la transmisión del conocimiento científico ([2]). En el marco de las enseñanzas universitarias actuales, dichas herramientas adquieren una importancia capital dadas las posibilidades de autoaprendizaje que ofrecen a los estudiantes de los títulos técnicos de grado. En esta comunicación presentamos un laboratorio virtual, desarrollado como una interfaz gráfica de usuario (GUI) de Matlab (ver [3]), que permite el estudio del comportamiento mecánico de una viga isostática o hiperestática con un grado de libertad sometida a una serie de cargas externas de distintos tipos. La posición de los apoyos, así como el sentido y la magnitud de las cargas, son definidos por el usuario que lleva a cabo el experimento virtual. Como resultado, se obtienen las representaciones gráficas de las leyes de esfuerzos internos (cortantes y momentos flectores) en la viga, lo que se conoce como diagramas de esfuerzos, así como sus valores más representativos. Como precedente de este trabajo puede consultarse la referencia [4], centrado en el caso isostático. El caso hiperestático es considerablemente más complejo de tratar ya que se tienen más variables que ecuaciones en una primera aproximación. La técnica que se usa para resolver este caso es la aplicación del método integral de Maxwell-Mohr para la obtención de la ecuación adicional –ecuación de compatibilidad de movimientos– necesaria para el cálculo de las reacciones.

Para ilustrar la aplicación del laboratorio virtual consideramos el ejemplo de la figura 1, un hombre de 75kg apoyado en un

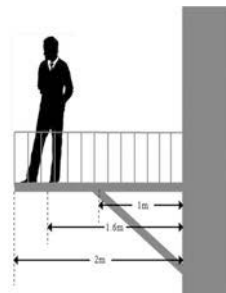


Figura 1. Ejemplo de una viga empotrada (hombre en un balcón).

balcón, en donde hemos supuesto que sobre la base del balcón hay un peso uniformemente distribuido de 40kp. La figura 2 muestra los resultados del laboratorio virtual.

El laboratorio virtual puede representar una excelente herramienta, desde el punto de vista docente, para el estudio del comportamiento de una viga isostática o hiperestática sometida a esfuerzos, dada su facilidad de uso e inmediatez en la generación de los diagramas correspondientes.

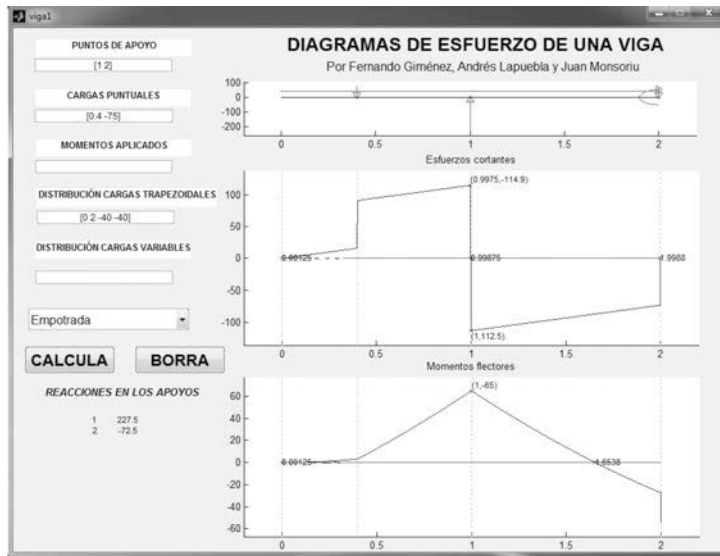


Figura 2. Diagramas de esfuerzos del ejemplo.

Este trabajo ha sido desarrollado por el Grupo de Innovación Docente e-MACAFI de la Universitat Politècnica de València.

#### REFERENCIAS:

1. Alcalde Gil, J., Ivorra Chorro, S., Jiménez Mocholí, A.J., Lapuebla Ferri, A., Romero García, M., "Elasticidad y Resistencia de Materiales", Editorial UPV (2006).
2. Depcik, C., Assanis, D.N., "Graphical user interfaces in an engineer in educational environment", Comput. Appl. Eng. Educ. **13**, 48-59 (2005).
3. The Mathworks, INC. Matlab c "R2008a User's Guide". The Mathworks, INC. Natick, MA. USA.
4. Giménez, F., Lapuebla, A., Monsoriu, J.A., "Simulación de esfuerzos en vigas en un laboratorio virtual", 17 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, 15 al 18 de septiembre de 2009, Valencia.

## Plan de Acción Tutorial del Grado en Física en la Universidad de Granada

M. C. Carrión<sup>1</sup>, E. Romera<sup>2</sup>, J. I. Illana<sup>3</sup>, A. Moncho<sup>3</sup>, J. Torres<sup>4</sup>, G. Alguacil<sup>3</sup>, F. Cornet<sup>3</sup>, E. Florido<sup>3</sup>, P. Hurtado<sup>4</sup>, M. L. Jiménez<sup>1</sup>, J. M. Martín<sup>4</sup>, M. Masip<sup>3</sup>, J. I. Porras<sup>2</sup>, E. Ruiz<sup>2</sup>, D. P. Ruiz<sup>1</sup>, I. Sánchez<sup>4</sup>, F. de los Santos<sup>4</sup>, E. Valero<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Física Aplicada, [mcarrion@ugr.es](mailto:mcarrion@ugr.es), <sup>2</sup> Física Atómica, Molecular y Nuclear, <sup>3</sup> Física Teórica y del Cosmos,

<sup>4</sup> Electromagnetismo y Física de la Materia, <sup>5</sup> Óptica.

### Resumen

En esta comunicación se presenta la experiencia realizada mediante el proyecto de innovación docente titulado “Plan de Acción Tutorial en Física” (PAT), concedido por el Vicerrectorado para la Garantía de la Calidad de la Universidad de Granada (UGR). Con este proyecto se ha pretendido dar respuesta a la necesidad de una acción de orientación y tutoría para los alumnos de primer curso del Grado en Física. Para ello se han organizado diferentes actividades, entre las que cabe destacar conferencias y talleres impartidos por profesores de la UGR e investigadores españoles de reconocido prestigio. Por otra parte, el desarrollo del Plan de Acción Tutorial ha generado diverso material de apoyo tanto para profesores como para alumnos, en particular, encuestas a los alumnos sobre la marcha del curso y sobre la utilidad del PAT, memoria final con todos los datos y estadísticas, entre otros. Además, se han formado 16 grupos de alumnos tutelados, vinculados a sus respectivos profesores tutores, con perspectivas de continuidad hasta que finalicen sus estudios. Por último, se ha creado una página web <http://physica.ugr.es/PAT> donde los alumnos tutelados y los profesores tutores pueden encontrar información de utilidad y pueden contactar a lo largo del curso académico.

### Introducción

De acuerdo con la Declaración de Bolonia, la atención personalizada de los estudiantes universitarios es imprescindible para que la educación superior no se convierta en una simple transmisión y repetición de conocimientos ni en un vago inicio en la actividad investigadora, sino para que sea en verdad la última etapa de un sistema educativo renovado y con las miras puestas en una integración de excelencia en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

En el curso 2010/2011 se están implantando los nuevos planes de estudio de grado en Física en la UGR, diseñados para ser desarrollados dentro de este nuevo marco educativo. Siguiendo el ejemplo de otras universidades españolas y de otras titulaciones de la UGR, un grupo de profesores de la sección de Físicas, hemos considerado necesario facilitar la orientación de los estudiantes y la actualización de los profesores mediante un Plan de Acción Tutorial (PAT) especialmente adaptado al nuevo grado de Física.

### Desarrollo del proyecto

En este proyecto han participado 4 coordinadores de 4 departamentos distintos de la sección de Física, 13 profesores más representando a 5 departamentos con responsabilidad docente en la titulación y un técnico informático. En él se han inscrito un 76% de los alumnos matriculados en primer curso del grado en Física, lo cual puede consi-

derarse un éxito teniendo en cuenta que el proyecto comenzó a funcionar en noviembre de 2010 y por tanto no se pudo anunciar adecuadamente en las Jornadas de Recepción de estudiantes.

Para llevar a cabo la acción tutorial se han formado 16 grupos de alumnos tutelados vinculados a sus respectivos profesores tutores, con perspectivas de continuidad hasta que finalicen sus estudios, siempre que sea posible. También se han organizado diferentes actividades, entre las que cabe destacar cinco conferencias y un taller de técnicas de estudio impartidos por profesores de la Universidad de Granada e investigadores españoles de reconocido prestigio. Por otra parte, el desarrollo del Plan de Acción Tutorial ha generado diverso material de apoyo tanto para profesores como para alumnos, en particular, encuestas a los alumnos sobre la marcha del curso y sobre la utilidad del PAT. Se ha creado una página web <http://physica.ugr.es/PAT> donde los alumnos tutelados y los profesores tutores pueden encontrar información de utilidad y pueden contactar a lo largo del curso académico. Dicha página incluye la mayoría del material generado en el desarrollo del Plan de Acción Tutorial. El éxito de la implantación de este proyecto se debe en parte a la participación en la coordinación de 4 departamentos distintos que ha aglutinado y ha creado un ambiente de trabajo activo y positivo entre todos los profesores participantes. Esperamos poder continuar en esta interesante línea de trabajo el curso que viene con otro proyecto más amplio en cuanto a objetivos, número de profesores implicados y alumnos participantes (el nuevo proyecto que se va a solicitar irá dirigido a primero y segundo de grado).

## **Resultados y conclusiones**

El nivel de asistencia de alumnos del PAT a las conferencias realizadas ha oscilado entre un 30% y un 56% y en el taller de técnicas de estudio participaron el 38% de los alumnos inscritos en el PAT. En cuanto a la asistencia a tutorías indicar que aproximadamente el 50% de los mismos acudieron a la cita de toma de contacto con sus respectivos tutores. La participación en los cuestionarios realizados ha sido amplia, así como las visitas realizadas a la página web del PAT (el 93% de los alumnos inscritos están registrados en la web).

Consideramos que la experiencia ha sido positiva y que este proyecto, por su propia naturaleza, necesita ser desarrollado de forma consecutiva cada año como Plan de Acción Tutorial en el Grado de Física. En este sentido hemos solicitado un nuevo proyecto, similar al desarrollado este año, que se aplique tanto al primer como al segundo curso del Grado en Física. Estamos convencidos de la utilidad de este Plan de Acción Tutorial y de la importancia en la formación integral de los alumnos de Física, y tenemos la esperanza de que en los sucesivos años el plan se instaure como un elemento más en la propia estructura del Grado.

## Práctica sobre la ley de Hooke en la red de laboratorios virtuales y remotos *FisL@bs* de la UNED

L. de la Torre<sup>1</sup>, J. Sánchez<sup>1</sup>, S. Dormido<sup>1</sup> y J.P. Sánchez-Fernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Informática y Automática, ETS de Ingeniería Informática (UNED); ldelatorre@bec.uned.es, jsanchez@dia.uned.es, sdormido@dia.uned.es.

<sup>2</sup>Departamento de Física de los Materiales, Facultad de Ciencias (UNED); jpsanchez@ccia.uned.es.

### Introducción

En Mecánica, la ley de Hooke de la elasticidad enuncia que la extensión de un muelle es directamente proporcional a la fuerza aplicada sobre el mismo. Este enunciado es cierto siempre y cuando la fuerza no haga exceder el límite elástico. Matemáticamente:

$$F(t) = -k [x(t) - l] \quad (1)$$

donde  $k$  es la constante del muelle,  $l$  es la longitud natural del muelle,  $x(t)$  es la longitud real del muelle en el tiempo  $t$  y  $F(t)$  es la fuerza de restauración ejercida por el muelle en ese instante de tiempo.

El experimento real de la ley de Hooke utiliza los siguientes elementos: varios muelles con diferentes constantes elásticas, tres motores DC NXT, tres raíles de 25 cm de largo, tres sensores de contacto, tres sensores de fuerza Vernier y una webcam. Cada muelle tiene uno de sus extremos fijados a una pared, mientras que cada motor NXT, montado sobre cada uno de los raíles, está enganchado el extremo libre de su correspondiente muelle de tal forma que el motor puede estirar del mismo cuando se mueve a lo largo de su raíl. El sensor de contacto se usa para resetear el contador de vueltas del motor cada vez que éste llega al principio del raíl. El sensor de fuerza de Vernier tiene un rango de medidas,  $[-10 \text{ N}, +10 \text{ N}]$ , suficientemente amplio y una precisión bastante buena,  $\pm 0,01 \text{ N}$ . En este experimento, un estudiante puede controlar la posición de los motores NXT sobre los raíles y, por lo tanto, la extensión de los muelles. El motor NXT dispone de un contador de giros o *encoder* que funciona con una precisión de  $\pm 1^\circ$ , lo cual se traduce en unos  $\pm 0,4 \text{ mm}$  de precisión en la medida del estiramiento del muelle para este montaje (considerando que el error asociado al valor conocido de su longitud natural,  $l$ , es cero). Esto significa que el estudiante puede controlar la variable  $x$  de (1) con una precisión de  $\pm 0,4 \text{ mm}$ .  $F$  es la variable medida por el sensor de fuerza y el error asociado a sus medidas es de  $\pm 0,01 \text{ N}$ . La longitud natural de cada uno de los muelles,  $l$ , es conocida (su error asociado se considera nulo) y la constante de cada muelle,  $k$ , es la incógnita.

### Laboratorios virtual y remoto

El experimento simulado sirve para que el estudiante descubra la ley de Hooke y vea cómo varía la energía potencial  $V$  cuando se estira o comprime el muelle. La gráfica superior de la Figura 1.a muestra la ley de Hooke (la relación lineal entre  $F$  y  $x$ ) mientras que la inferior representa el valor de  $V$  frente al estiramiento o compresión del muelle. Ambas gráficas se actualizan de forma dinámica cuando el estudiante mueve la bola unida al muelle (pinchando en ella con el ratón y arrastrando). Se usa un valor por defecto para la constante del muelle ( $k = 1$ ), pero éste puede ser cambiado en cualquier momento usando la interfaz del experimento simulado. Los datos recogidos durante la



realización del experimento real (siguiente sección), y lo mismo con el experimento simulado, se pueden grabar en ficheros de texto de tal modo que el estudiante puede comparar los resultados teóricos con los reales y analizar las posibles diferencias.

La Figura 1.b muestra la interfaz de usuario cuando el estudiante se conecta al laboratorio remoto. Aparecen entonces dos displays en la esquina superior izquierda de la ventana principal: uno para mostrar la fuerza medida y otro para indicar el estiramiento del muelle. La barra deslizadora se usa para cambiar la posición del motor sobre el raíl y, por tanto, el estiramiento del muelle. Al igual que en otros de laboratorios remotos de *FisL@bs*, una webcam muestra la imagen del experimento en la parte derecha de la ventana mientras que en la parte izquierda hay una gráfica que cambia dinámicamente a fin de representar la fuerza frente al estiramiento del muelle, verificando así la ley de Hooke.

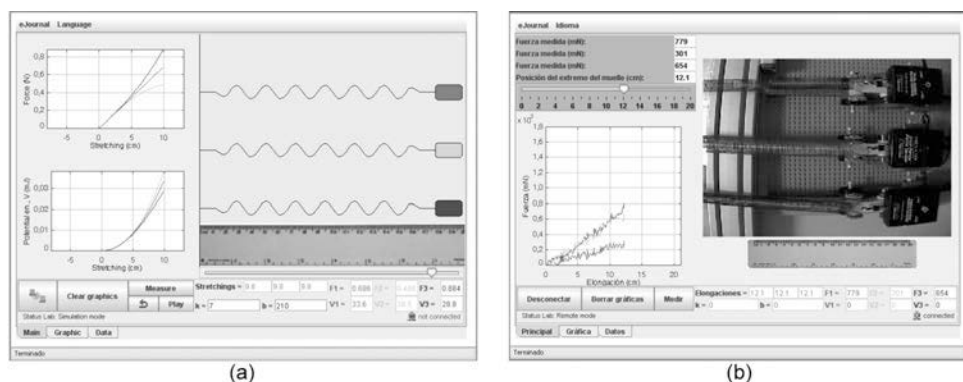


Figura 1. Experimentos virtual (a) y remoto (b) de la ley de Hooke.

La gráfica de la Figura 1.b muestra mucho ruido debido al movimiento del motor (que no es perfectamente suave) y a la limitada precisión del sensor de fuerza. Sin embargo, los estudiantes pueden tomar pares de medidas individuales de  $F$ - $x$  y representar dichos puntos en otra gráfica distinta. Todo esto se hace por medio de la misma aplicación presentada en la figura anterior. El botón “Medir” dibuja el par  $F$ - $x$  que se tenga en ese instante sobre dicha gráfica, la cual puede verse pulsando en la pestaña inferior llamada “Gráfica”.

#### REFERENCIAS

- de la Torre, L., Sánchez, J., Dormido, S., Sánchez, J.P., Yuste, M. & Carreras, C., *European Journal of Physics*, **32**, 571-584 (2011).
- de la Torre, L. y Sánchez, J.P., *100cias@uned*, **2** (digital), 185-194 (2009).  
<http://e-spacio.uned.es/fez/view.php?id=bibliuned:revista100cias-2009-2ne-1038>



## Prácticas de Electricidad en la red de laboratorios virtuales y remotos FisL@bs de la UNED

L. de la Torre<sup>1</sup>, J. Sánchez-Moreno<sup>1</sup>, M.M. Montoya<sup>2</sup>, M. Pancorbo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Informática y Automática, ETS de Ingeniería Informática (UNED); ldelatorre@bec.uned.es, jsanchez@dia.uned.es.

<sup>2</sup>Dpto. Física de los Materiales, Facultad de Ciencias (UNED); {mmontoya, mpancorbo}@ccia.uned.es.

Se presentan dos prácticas del laboratorio docente de Electromagnetismo y Teoría de Circuitos, encuadradas dentro del proyecto FisL@b<sup>1</sup>. Este proyecto surge de la iniciativa de los Departamentos de Informática y Automática de la ETS de Ingeniería Informática y de Física de los Materiales de la Facultad de Ciencias de la UNED, y su objetivo es desarrollar un portal educativo, realizado mediante la herramienta *EasyJava*, con diversos laboratorios virtuales y remotos de Física.

Esta comunicación presenta, con cierto detalle, las prácticas virtuales *Comportamiento transitorio de circuitos RC y RL*, tanto su versión virtual como remota. Se trata de prácticas fundamentales en cualquier laboratorio de electricidad para las que se han diseñado y fabricado sendos dispositivos experimentales adecuados para su utilización remota.

El objetivo de las prácticas es analizar el comportamiento de estos circuitos cuando se ven sometidos a cambios bruscos como la conexión/desconexión a una batería (comportamiento transitorio). Su característica más relevante es el crecimiento o decaimiento exponencial de la corriente que circula por el circuito, que es el objeto del análisis. El alumno realizará la medida de capacidades e inductancias desconocidas mediante la medida del tiempo característico de decaimiento de la corriente en circuitos RC y RL respectivamente.

### Laboratorio virtual

El laboratorio está organizado con un interfaz que contiene todos los dispositivos que el alumno debería manejar en un laboratorio de electricidad.

Presenta el circuito objeto de estudio en el que se puede seleccionar el valor de la resistencia de forma continua entre 50 Ohm y 10 kOhm, y hasta cinco valores discretos para el condensador o bobina. Uno de estos valores se muestra en la pantalla y servirá al alumno para comprobar que está realizando las medidas correctamente. El resto de los valores se mantienen como incógnitas a de determinar.

Dispone de un generador de funciones que suministra los tipos de señales más comunes: continua, senoidal y cuadrada. Tanto la frecuencia como la amplitud de la

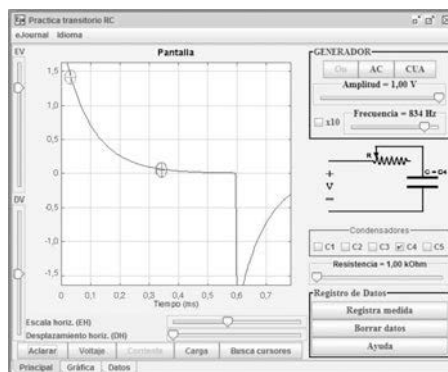


Figura 1. Interfaz de la simulación.

1 Ponencia presentada en esta Bienal con el título *FisL@bs: una red de laboratorios remotos para la enseñanza experimental de la Física en la UNED*.

señal son ajustables al igual que ocurre en cualquier generador de funciones de baja frecuencia. Y dispone también de un osciloscopio en cuya pantalla se visualizan conjunta o separadamente la señal del generador, la corriente del circuito y la carga en el condensador (en el caso de circuito RC. Las señales de corriente y carga se representan como voltajes, de esta forma, las tres señales se pueden representar conjuntamente en la pantalla del osciloscopio, que básicamente es un diagrama  $V-t$ .

Es de destacar que las ecuaciones del circuito se resuelven dinámicamente, no de forma integrada, con lo que el circuito reacciona de forma natural a los cambios en elementos de circuito y de señal aplicada que el usuario quiera introducir.

### Laboratorio remoto

Para llevar a cabo la práctica en modo remoto se ha diseñado y construido un dispositivo como el que se muestra en la Figura 2, en el que se disponen los condensadores/bobinas por analizar y un conjunto de resistencias conocidas para poder determinar la constante de tiempo del circuito.

Además del circuito propiamente dicho de resistencias, bobinas y condensadores, el dispositivo consta de un generador de señales sinusoidales y cuadradas cuya frecuencia puede ser modificada mediante una tensión continua. El circuito se ha diseñado para poder jugar con un rango de frecuencias de 300 Hz a 4 KHz variando la tensión de entrada de 0 a 3 voltios.

El conjunto de doce relés, la frecuencia de la señal y las medidas de las caídas de tensión en los componentes se realizan mediante una tarjeta de adquisición de datos de bajo coste de National Instruments, NI USB-6009, controlada mediante el software de instrumentación LabVIEW, también de NI. Toda la información recogida por LabVIEW se transmite a través de Internet a la interfaz desarrollada para el laboratorio virtual, solo que en este caso, la información que se presenta al estudiante son datos reales y no resultados de una simulación. A su vez, el estudiante puede seleccionar la resistencia, condensador y frecuencia con que trabajar y enviar estos datos a LabVIEW, que se ocupa de transmitirlos al dispositivo a través de la tarjeta de adquisición de datos. Además de datos reales, el alumno dispone de una imagen de vídeo en tiempo real que le permite apreciar mediante los leds los elementos que están activos.

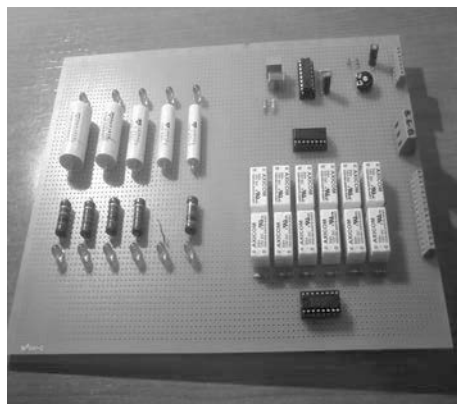


Figura 2. Dispositivo experimental para el laboratorio remoto.

#### REFERENCIAS

1. Dormido, R. *et al.*, *IEEE Trans. Edu.*, **51**, 35–43 (Febrero, 2008).
2. Esquembre, F., *Comput. Physics Commun.*, **156** (2), 199–204 (2004)

## Prácticas de Óptica en la red de laboratorios virtuales y remotos *FisL@bs* de la UNED

J.P. Sánchez-Fernández<sup>1</sup>, C. Carreras<sup>1</sup>, M. Yuste<sup>1</sup> y L. de la Torre<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Física de los Materiales, Facultad de Ciencias (UNED); jpsanchez@ccia.uned.es, ccarreras@ccia.uned.es y myuste@ccia.uned.es

<sup>2</sup>Dpto. Informática y Automática, ETS de Ingeniería Informática (UNED); ldelatorre@bec.uned.es.

### Introducción

Una parte de la red de laboratorios virtuales y remotos de Física desarrollados en la Facultad de Ciencias de la UNED bajo el proyecto *FisL@bs*<sup>1</sup> se enmarca en el campo de la Óptica. Se presentan aquí dos prácticas de Óptica desarrolladas tanto en versión virtual (simulación) como en versión remota (dispositivo experimental real que el estudiante controla desde su lugar de estudio a través de su propio ordenador). Son los experimentos:

- La luz en la superficie de separación de dos medios isótropos: Leyes de la reflexión y de la refracción de la luz.
- Aplicación del estudio de la propagación de la luz: Lentes delgadas.

Se trata de dos prácticas fundamentales en cualquier laboratorio de Óptica básica, para las que se han diseñado y fabricado sendos dispositivos experimentales adecuados para su utilización remota. Las dos prácticas cuentan con la documentación necesaria para que el estudiante trabaje de manera autónoma (guión de prácticas, manual de la interfaz de usuario, pruebas de autoevaluación,...). Los dispositivos reales han servido a su vez de base para los modelos simulados con los que los estudiantes trabajan como paso previo al acceso remoto. Se pretende con ello que se familiaricen con el sistema y adquieran la destreza suficiente para optimizar el tiempo de conexión cuando acceden al dispositivo real en la fecha y franja horaria asignadas por el sistema automático de reservas [1].

### Práctica 1: Leyes de la reflexión y de la refracción de la luz

El dispositivo experimental (ver Figura 1) consta de un disco giratorio de aluminio sobre el que se ha montado un diodo láser en la dirección radial. En la parte central del disco se ha colocado un recipiente cilíndrico de plástico transparente, relleno hasta la mitad de agua u otro líquido, quedando la otra mitad ocupada por el aire. El sistema utiliza un motor paso a paso para producir el movimiento de giro del disco que soporta el láser; su posición angular se controla ajustando el voltaje aplicado al motor. El sistema también incluye una cámara de vídeo conectada por IP para visualizar todo el experimento. Con este diseño, el rayo láser incide sobre la superficie de separación aire-agua y se escinde en dos rayos distintos, uno reflejado y otro refractado, siguiendo siempre una dirección radial, ya que el punto de incidencia coincide con el centro del cilindro. Esto permite determinar con suficiente precisión los ángulos de incidencia, reflexión y refracción. El experimento puede realizarse utilizando diferentes líquidos (en el laboratorio remoto los casos propuestos son aire-agua y aire-aceite). Con ambas versiones (remota y simulada) los estudiantes pueden llevar a cabo diversas actividades, tales

1 Descrito en otra comunicación presentada en esta Bienal por los autores del proyecto.

como: verificación de las leyes de la reflexión y de la refracción (ley de Snell), estudio del grado de validez de la aproximación de Gauss, determinación del ángulo límite (reflexión total),...

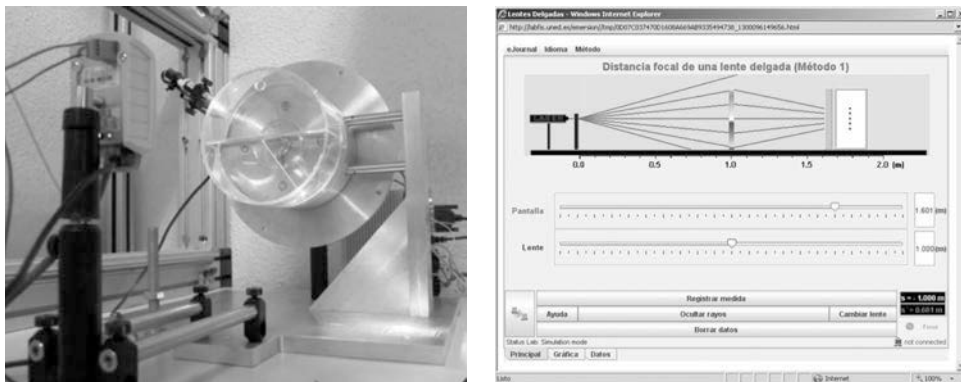


Figura 1. Dispositivo de control remoto para el estudio de las leyes de la reflexión y la refracción de la luz (izquierda) y pantalla de la simulación para el estudio de las lentes delgadas (derecha).

## Práctica 2: Lentes delgadas

Sobre dos raíles de aluminio, colocados paralelamente en un plano vertical, se han montado sendas plataformas móviles, una de las cuales porta una lente delgada y la otra una pantalla opaca. Este banco óptico lleva incorporado un diodo láser cuya dirección de propagación coincide con el eje óptico del sistema. A la salida del diodo se ha interpuesto una red de difracción que descompone el rayo inicial en una serie de rayos difractados en distintas direcciones. El central (más intenso) pasa por el centro de la lente y no se desvía. El sistema utiliza dos motores “paso a paso” para producir el desplazamiento controlado de las dos plataformas. También incluye dos cámaras de vídeo conectadas por IP que ofrecen una visión global de todo el experimento y otra detallada de la imagen formada por los rayos de luz sobre la pantalla opaca tras atravesar la lente. Con este diseño, cuando la lente se sitúa en una posición cualquiera, los rayos que entran en su interior se refractan tanto a la entrada como a la salida de la misma. Dependiendo de la posición de la lente elegida, los rayos emergentes pueden converger en un punto del eje óptico, que será la imagen del punto del que proceden todos ellos, situado en la red de difracción. El desplazamiento de la pantalla hasta localizar el plano en el que se forma la imagen puntual permite determinar con suficiente precisión las denominadas distancias objeto e imagen. De la medida de estas distancias los estudiantes pueden deducir, por diversos procedimientos, la distancia focal de la lente utilizada y comparar los resultados obtenidos.

### REFERENCIA

1. De la Torre, L., Sánchez, J., Dormido, S., Sánchez, J.P., Yuste, M. & Carreras, C., *European Journal of Physics*, **32**, 571-584 (2011).

## Prácticas de Radiactividad en la red de laboratorios virtuales y remotos FisL@bs de la UNED

L. de la Torre<sup>1</sup>, P. Domínguez-García<sup>2</sup> y A. Williart<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Informática y Automática, ETS de Ingeniería Informática (UNED); ldelatorre@bec.uned.es.

<sup>2</sup>Departamento de Física de los Materiales, Facultad de Ciencias (UNED); pdominguez@fisfun.uned.es, awilliart@ccia.uned.es.

### Introducción

Dentro del proyecto FisL@bs, desarrollado conjuntamente por los Departamentos de Informática y Automática de la ETS de Ingeniería Informática y de Física de los Materiales de la Facultad de Ciencias de la UNED y presentado en otra comunicación de esta Bienal, se están elaborando un conjunto de prácticas relacionadas con la radiactividad. Se trata de un conjunto prácticas básicas para la comprensión de las leyes de desintegración radiactiva y para la caracterización de uno de los detectores más usados en la medida de la radiactividad, el Geiger-Müller. Con ello, los estudiantes se familiarizarán con las magnitudes primordiales del fenómeno de la desintegración radiactiva y conocerán las características esenciales del tipo de detector de radiactividad con uso más extendido. Así, cuando posteriormente acudan a un laboratorio presencial, podrán partir de una base de conocimientos que les permitirá avanzar con más aprovechamiento.

La implementación de este tipo de prácticas en un laboratorio remoto es una experiencia innovadora, que permitirá a un mayor número de estudiantes tener acceso a medidas reales de radiactividad sin tener que desplazarse de sus domicilios.

### Descripción y características del laboratorio

En las prácticas remotas se utiliza un detector Geiger-Müller para medir la actividad emitida por distintas muestras radiactivas bajo diferentes condiciones. Por esta razón en las prácticas virtuales se ha simulado el comportamiento de este tipo de detectores.

Para las medidas en las que hay que intercambiar muestras radiactivas, el sistema experimental se ha completado con unas barreras de plomo que permiten alejar y minimizar el efecto de la muestra radiactiva que no se está midiendo en ese momento en la medida final.

Las prácticas que se pueden realizar en este laboratorio se han agrupado en 2 bloques: 1) Leyes de desintegración radiactiva (periodo de semidesintegración de una muestra radiactiva y estadística aplicada a medidas de radiactividad), y 2) Caracterización de un contador Geiger-Müller (curva característica, eficiencia y tiempo muerto). Estas prácticas se describen brevemente a continuación.

**1.a) Periodo de semidesintegración de una muestra radiactiva** (por las propias características de este experimento, sólo se puede realizar virtualmente, siendo imposible su implementación en un laboratorio remoto). Los estudiantes deben obtener



Figura 1. Dispositivo experimental para el laboratorio remoto con el contador Geiger-Müller y barreras de plomo

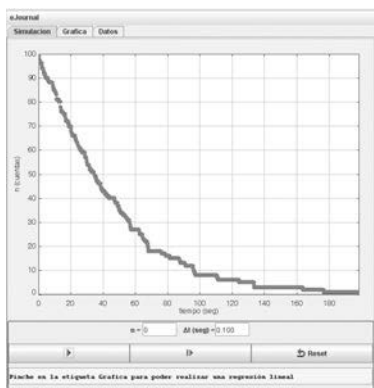


Figura 2. Ventana de toma de datos para la obtención del periodo (virtual)

el periodo de una muestra radiactiva. Ésta es una magnitud intrínseca al isótopo y lo caracteriza, por lo que con el dato obtenido los estudiantes podrán descubrir de qué isótopo se trata a partir de una tabla que se les proporciona. Para obtenerlo se ha diseñado una simulación que permite tomar datos de la actividad de un radionucleido, repitiendo las medidas a intervalos de tiempo que permitan observar la variabilidad con el tiempo de la actividad.

**1.b) Estadística aplicada a medidas de radiactividad** (disponible en laboratorio virtual y remoto). Las desintegraciones nucleares siguen estadística de Gauss. Para comprobarlo se ha diseñado una simulación que permite realizar  $n$

medidas de la actividad y obtener las variables estadísticas asociadas, comprobando así la distribución estadística que siguen. En el laboratorio remoto se podrán hacer directamente las medidas con el contador Geiger y una muestra de  $\text{Sr}^{90}$ .

**1.c) Curva característica de un detector Geiger-Müller** (disponible sólo en el laboratorio remoto). En el laboratorio remoto se pueden tomar medidas de actividad de una muestra de  $\text{Co}^{60}$  a distintas tensiones con lo que se traza la curva correspondiente y así se obtiene la tensión de trabajo del detector.

**2.a) Eficiencia  $\gamma$  y  $\beta$  de un detector Geiger-Müller** (disponible en laboratorio virtual y remoto). La eficiencia depende del tipo de emisión, si es gamma o beta. Para obtenerla, en el laboratorio virtual se simula la toma de medidas de una muestra de  $\text{Co}^{60}$  (emisor gamma) y de otra muestra de  $\text{Sr}^{90}$  (emisor beta) con un detector simulado que tiene eficiencias típicas de este tipo de contadores. En el laboratorio remoto se medirán directamente las actividades de las muestras anteriormente citadas y así se calculan las eficiencias asociadas.

**2.b) Tiempo muerto de un detector Geiger-Müller** (disponible en laboratorio virtual y remoto). Para obtenerlo se utiliza el método de las dos muestras. En el laboratorio virtual se simulan las medidas de cada una de las dos muestras y en el remoto, se podrán hacer las medidas directamente intercambiando las muestras.

#### REFERENCIAS

- 1 Shaw, M. y Willariet, A. (2001) *Prácticas de Física Nuclear*. UNED.
- 2 De la Torre, L., Sánchez, J., Dormido, S., Sánchez, J.P., Yuste, M. & Carreras, C., *European Journal of Physics*, **32**, 571-584 (2011).

## Propuesta para la enseñanza de las energías renovables en la educación secundaria

V. Tricio Gómez<sup>1</sup>, N. Arias Ávila<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad de Burgos, España; [vtricio@ubu.es](mailto:vtricio@ubu.es)

<sup>2</sup>Licenciatura en Física, Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Bogotá, Colombia; [nelsona@udistrital.edu.co](mailto:nelsona@udistrital.edu.co)

Mucho y a diario se habla sobre la crisis energética, el calentamiento global, las fuentes renovables, el uso racional y el ahorro de la energía, la eficiencia energética, y demás temas relacionados, sin embargo y, a pesar de algunos esfuerzos aislados, son pocas las experiencias reportadas en Colombia que hagan referencia a un proyecto estructurado sobre la enseñanza de estos temas y de las energías renovables en particular, para los niveles de educación media.

En España, durante los pasados años las experiencias docentes de niveles básicos han estado centradas en la Educación Ambiental y recientemente en la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC) que es una materia común cursada por todos los alumnos de 1º de bachillerato (Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato); CMC incorpora contenidos que giran alrededor de temáticas que interesan a los ciudadanos, como pueda ser la necesidad de caminar hacia la sostenibilidad del planeta, en concreto tiene seleccionado un bloque con el título: Hacia una gestión sostenible del planeta, en el que se incluyen las fuentes energéticas y los efectos ambientales de sus usos.

Está muy reportado que la generación, transporte y uso de las energías no renovables son unas de las actividades humanas con mayor repercusión negativa en el Medio Ambiente [1,2,3] y se ha publicado bastante sobre la importancia de la educación energética como parte de la solución de los problemas ambientales mencionados, y su implementación en los diferentes niveles educativos (relacionado con ello se ha establecido la Década de la Educación por la Sostenibilidad promovida por Naciones Unidas, que se inició el 1 de enero de 2005), sin embargo dichas publicaciones en su mayoría son o bien trabajos muy generales, o pequeños apartes en los textos de asignaturas concretas, generalmente de Física y de CMC [4]

La educación energética, como todo proceso educativo, debe entenderse como un proceso a largo plazo en términos de ejecución y aplicación, con las problemáticas asociadas que ello implica. Se han identificado algunos de los problemas principales para la realización de las diversas propuestas en educación energética en general [5], los cuales en principio son muy similares a los que se presentan en la enseñanza de las energías renovables en los niveles educativos de nuestro interés. Dichos problemas van desde la falta de conocimientos respectivos por parte de algunos docentes y autoridades educativas, el carácter esporádico y “optativo” de este tipo de actividades educativas, el enfoque unilateral generalmente desde una sola asignatura, la poca flexibilidad de los planes, horarios y programas de estudio –los cuales generalmente no pueden cambiarse sino por organismos de carácter nacional–, la omnipresente falta de fondos, recursos y tiempo, hasta las influencias “externas” sobre los estudiantes, quienes generalmente ven en sus casas y entornos comportamientos que en la práctica no son acordes con lo estudiado en clases, en particular en lo referente al uso racional y ahorro de energía.



La educación energética necesita un cambio importante en los planteamientos temáticos y metodológicos, respecto a las asignaturas de ciencias tradicionales en la enseñanza secundaria. Con la intención de contribuir a este cambio se han diseñado nuevas propuestas didácticas que presenten características que pueden ayudar a conseguirlo. Nuestro interés es tratar los contenidos para los tópicos habituales de la asignatura Energías Renovables, en los niveles universitarios de educación superior (Solar térmica, Solar fotovoltaica, Cogeneración, Eólica, Biomasa, Hidrógeno, Pila de Combustible, Residuos, Geotérmica, Hidráulica, Energías de origen fósil -Carbón, Gas, Petróleo-, Marina, Otras energías...) [6,7], pero de manera diferente.

Como un aporte en la solución de la mencionada problemática se presenta una propuesta para la enseñanza de las energías renovables y temas relacionados, que sin implicar más tiempo del previsto en los planes de estudio a nivel medio, integre de manera transversal a buena parte de las asignaturas del programa escolar en torno a la temática planteada, permitiendo que cada docente desarrolle de manera coherente desde su asignatura, pero sin perder la conexión con las demás, la temática en mención. Allí donde es posible se emplea la metodología conocida como “aprendizaje basado en proyectos”, donde los estudiantes construyen dispositivos con materiales de bajo costo, y por otra parte sugieren soluciones a situaciones previamente planteadas. Para informarse, aprender y comunicarse también se utilizarán las TIC como estrategia de aprendizaje, proponiendo tareas de WebQuest realizadas por los estudiantes, a modo de actividad de investigación en la que se utiliza la información disponible en Internet además de proporcionar a los estudiantes una tarea bien definida, así como los recursos y las indicaciones que les permitan realizarla. [8]

Se elaborarán materiales didácticos, que puedan ser utilizados como una guía por los profesores y la propuesta tendrá como resultado final la presentación de una cartilla para los docentes.

Nota: Este documento de trabajo, producto del intercambio y cooperación entre la Universidad de Burgos y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá, es una contribución a la *Década de la Educación por un futuro sostenible* (2005-2014) instituida por Naciones Unidas para hacer frente a la actual situación de emergencia planetaria (<http://www.oei.es/decada>).

#### REFERENCIAS

1. <http://www.energiasrenovables.ciemat.es/especiales/energia/index.htm>
2. <http://www.idae.es>
3. Tricio, V., (2002). Energía, desarrollo y medio ambiente, pp. 119-127. Actas II Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria. Volumen I. UNED. Coord: O. Calzadilla, C. Carreras, J. P. Sánchez, V. Tricio, M. Yuste. ISBN 84-362-4804-X.
4. Juan Ledal, E., (editor). (2008). Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Santillana.
5. Educación energética, p. 27. En: <http://www.managenergy.net/download/education2005/05-0001-ES.pdf>
6. De Juana, J. M<sup>a</sup>, (coord.). (2002). Energías renovables para el desarrollo. Paraninfo, Thomson Learning.
7. Rodríguez, L., Tricio, V. (2000). Recursos energéticos y energías renovables en estudios de ingeniería. Energías renovables, aspectos educativos y profesionales, IX Congreso Ibérico de Energía Solar. Editado por: A. López, R. López, E. López, F. Casares. AEDES-SPES-ISES.
8. Mentxaba, I., Webquest: Internet como recurso didáctico. *Alambique*, **40**, 62-70 (2004).



## Proyecto de Innovación Educativa “Vibraciones y ruidos” para la enseñanza de la física de Bachillerato.

J. Martín<sup>1</sup>, I. Escobar<sup>2</sup>, J. Bermejo<sup>3</sup>, A. J. Barbero<sup>4</sup>, J. Solano<sup>5</sup>, M. Olivares<sup>6</sup>, P. Huertas<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Departamento Física Aplicada, Escuela Politécnica Cuenca, UCLM; julio.martinmata@uclm.es.

<sup>2</sup>Departamento Física Aplicada, Escuela Politécnica Cuenca, UCLM; isabelmaria.escobar@uclm.es.

<sup>3</sup>Departamento Física Aplicada, Escuela Politécnica Cuenca, UCLM; jesus.bermejo@uclm.es.

<sup>4</sup>Departamento Física Aplicada, Facultad de Farmacia Albacete, UCLM; antonio.barbero@uclm.es.

<sup>5</sup>Profesor de Enseñanza Secundaria I.E.S. San José Cuenca. JCCM; solano\_delgado@hotmail.com.

<sup>6</sup>Profesora de Enseñanza Secundaria, I.E.S. San José Cuenca. JCCM; macuolivares@hotmail.com.

<sup>7</sup>Departamento Física Aplicada, Escuela Politécnica Cuenca, UCLM; pedro.huertas@uclm.es.

### Introducción

El objetivo de este proyecto es en primer lugar establecer lazos de colaboración entre profesores universitarios y profesores de Educación Secundaria (ES) para subsanar las deficiencias detectadas en la materia de física para los alumnos que acceden a las carreras técnicas. Por otro lado, pretende sensibilizar al alumno en el conocimiento de la física para su aplicación en materia de salud laboral y la prevención de riesgos laborales. Hemos escogido el campo de vibraciones y ruido como primer campo de actuación tras constatar problemas en la identificación de conceptos tan importantes como amplitud, frecuencia o fase de un movimiento oscilatorio, a tal fin trabajamos en dos líneas de actuación:

1 La elaboración de prácticas sencillas para apoyar al profesor en su práctica educativa, utilizando materiales fácilmente accesibles en un Centro de Enseñanza Secundaria.

2 Facilitar el uso de herramientas informáticas por los alumnos.

### Fundamento del Proyecto

Nos planteamos partir de la base de la comprensión de las magnitudes que definen un movimiento vibratorio. Para esto utilizamos el péndulo simple, justificando esta decisión en la facilidad de tomar las medidas que por su concepto se asemejan a las magnitudes que definen el movimiento vibratorio (M.V.) y su utilización en las prácticas para otros contenidos de la física del Bachillerato.

El Proyecto se desarrolla en cuatro fases:

Fase 1 Estudio de los parámetros que definen un M.V. por medio de la obtención de amplitudes, periodo, frecuencia, frecuencia angular, posición, velocidad de vibración, aceleración, energía cinética y energía potencial elástica. En esta última, se introducirán otros materiales elásticos que producen movimientos vibratorios.

Fase 2 Introducción al movimiento ondulatorio. En esta parte se estudiarán los conceptos de longitud de onda, número de onda, velocidad de propagación, emisión y absorción de la energía que transporta una onda por medio de péndulos acoplados (fig. 1) y la creación de ondas estacionarias en una cuerda (fig. 2).

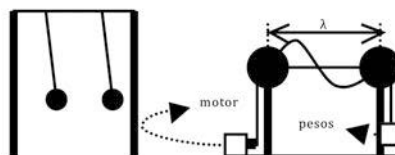


Fig 1

Fig 2

Fase 3 Estudio de las características del sonido, por medio de diapasones, sonómetros, ondas estacionarias en el interior de un tubo...

Fase 4 Identificación de las vibraciones y el ruido en situaciones de la vida cotidiana para sensibilizar a los alumnos de ES de las mismas como riesgo para la salud y la necesidad de su prevención en materia de riesgos laborales.

## Ejemplo de experiencia diseñada para la fase 1 en la que hemos iniciado el proyecto

### ESTUDIO DEL MOVIMIENTO VIBRATORIO MEDIANTE EL PÉNDULO SIMPLE

En primer lugar utilizamos el péndulo simple en la aproximación de oscilaciones en pequeños ángulos para identificar la amplitud, frecuencia y fase de un MAS.

1. Medida de las diferentes frecuencias para un mismo valor de la amplitud y fase inicial en péndulos con diferentes longitudes. Como se muestra en la figura 3.
2. Obtención del mismo valor de la frecuencia para un mismo péndulo simple al que hacemos oscilar con diferentes valores iniciales de la amplitud.
3. Utilizar la hoja de cálculo de EXCEL para simular el desplazamiento para distintos valores de la fase inicial o tiempo a partir del cual comenzamos a realizar la representación.

Caso práctico:

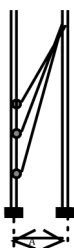


Fig 3

Según el montaje que se adjunta (fig. 3), vamos a calcular el periodo y la frecuencia de distintos casos en los que mantendremos la amplitud de estos movimientos fija e iremos variando la longitud del hilo del péndulo.

Utilizaremos ángulos de desplazamiento del péndulo con respecto a la horizontal, menores a  $15^\circ$ , para asegurarnos un error menor al 1%.

Para calcular el periodo, tomaremos el tiempo para 10 oscilaciones, repitiéndolo varias veces, calculando su valor como la media de estos, para minimizar los errores, elaborándose tablas en una hoja de cálculo como la que se adjunta (tabla 1).

Los resultados se comentarán a posteriori.

A (m)	L (m)	t(10osc.)	Oscil/10	T media	f (Hz)	$\omega$ (Hz/s)

Tabla 1. Variando la longitud del péndulo (L), con A constante, obtienen los distintos valores.

## Agradecimientos

Este Proyecto ha sido seleccionado por la Junta de Comunidades de Castilla- La Mancha, en la convocatoria de "Proyectos de cooperación en investigación e innovación entre el profesorado universitario y no universitario". Dotación: 9683 €.

### REFERENCIAS

1. Guión de prácticas de laboratorio. Fundamentos de física para Ingeniería de la Edificación. Plataforma Moodle. UCLM.

## Proyecto propedéutico no presencial de Física en primer curso de Arquitectura e Ingeniería

J. Bonastre, Ll. Escoda, J. Farjas, J. Pérez-Losada, J. Planella, M. Soler

Departamento de Física, EPS, Universidad de Girona; contacto: jordi.bonastre@udg.edu

### Resumen

En el nuevo marco de enseñanza universitaria se constata la existencia, en los últimos años, de una amplia diversidad en los currículums educativos de los estudiantes que acceden al primer curso de los estudios de carácter tecnológico ofrecidos por las universidades catalanas. Esta variedad es debida, sobre todo, a la diversificación de las vías de acceso a la enseñanza universitaria y es una consecuencia del avance en el desarrollo tanto personal como colectivo de nuestra sociedad. Sin embargo, también pone de manifiesto un gran abanico en las aptitudes del alumnado respecto a las actividades de enseñanza-aprendizaje, originado básicamente por la diversidad en las ideas o esquemas de conocimiento básico previo, así como en los estilos o métodos de aprendizaje. Ambos puntos suponen una problemática añadida y reclaman una respuesta en forma de diversificación de las metodologías, en especial en aquellas asignaturas de primer curso.

Las herramientas telemáticas contribuyen a la mejora de la interacción entre el alumno y los órganos de administración, gestión y docencia de la propia universidad. El alumno, mediante las distintas plataformas informáticas puede informarse, comunicarse y realizar cualquier tipo de consulta de forma sencilla, ágil y operativa [Prados, 2006]. En consecuencia, creemos que es posible diseñar buenos cursos telemáticos para reforzar y apoyar el aprendizaje de la Física de los estudiantes de primer año universitario.

El objetivo del presente trabajo consiste en dar a conocer una experiencia llevada a cabo por un grupo de profesores del Departamento de Física de la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la Universidad de Girona (UdG) con el fin de paliar los efectos de esta diversificación sobre el rendimiento académico general. Los profesores del departamento llevan, desde hace tiempo, observando y registrando carencias importantes en las metodologías y conocimientos básicos de una gran parte del alumnado. Estas carencias repercuten en la óptima organización de las distintas actividades de enseñanza-aprendizaje desarrolladas con el fin de lograr la asimilación correcta de la competencia específica de Física.

El proyecto desarrollado va dirigido a todos los alumnos, aproximadamente 500, inscritos por primera vez en el primer curso de los Grados que oferta la EPS, y en concreto en las asignaturas de Física básica. Se trata de una asignatura propedéutica, de carácter no presencial e impartida mediante la plataforma Moodle, perfectamente integrada en el marco educativo de la UdG y que también incorpora la herramienta de aprendizaje ACME (*Avaluació Continuada i Millora de l'Ensenyament*) [Soler, 2006], desarrollada por el departamento de Informática y Matemática Aplicada de la UdG. Esta última plataforma funciona como un cuaderno de actividades de aprendizaje de autoaprendizaje y autoevaluación del alumno. Ambas herramientas son muy útiles para el profesorado debido a que revela información sobre el proceso de aprendizaje del alumno, le permite realizar un seguimiento personalizado y, al mismo tiempo, favorece la interacción alumno-profesor.

Uno de los posibles aspectos críticos de los cursos telemáticos se encuentra en la propia naturaleza de la enseñanza telemática, pues nos imaginamos un estudiante solitario escondido tras su ordenador visionando presentaciones, hojeando páginas y páginas de texto y resolviendo un montón de problemas. Hay algunos alumnos que aprenden muy bien en estas circunstancias, pero esto no es cierto para la mayoría de los estudiantes.

Otro punto crítico está relacionado con el grado de madurez de los alumnos. Este tipo de enseñanza telemática requiere, por parte de los estudiantes, constancia y aplicación, pues se obliga a los estudiantes a tomar control de su proceso de aprendizaje.

Se han tenido en cuenta estos dos aspectos diseñando un curso telemático cuyos principios fundamentales son la interactividad, la proporcionalidad y dosificación en los contenidos, así como la correcta secuenciación temporal del proceso de aprendizaje. Por ejemplo, si un estudiante aprende cinemática, el primer paso dirige a los estudiantes a resolver una cuidadosa secuencia de problemas de forma interactiva, le hace reflexionar sobre sus acciones y sus respuestas, y no le permite avanzar hasta que los conocimientos hayan sido consolidados. Finalmente, la lección lleva a los estudiantes hacia la resolución de problemas más complejos, utilizando sus experiencias anteriormente aprendidas como punto de partida. Todo ello enmarcado en un constante proceso de autoevaluación.

El objetivo es dotar a los estudiantes de los conocimientos y habilidades que necesitarán más adelante en el primer curso de universidad. Lo ideal sería que todos los alumnos con déficit de aprendizaje cursasen con éxito el curso telemático para adquirirlos. La metodología desarrollada en el diseño de este proyecto pretende estimular el conocimiento a través de la observación, participación, análisis y toma de decisiones con el fin de promover la autonomía y la solvencia personal del estudiante como base para lograr la competencia específica asignada al ámbito de la Física.

#### REFERENCIAS

1. Prados, F., Castro F., Pujol J., Suy J. Ús de les TIC a la introducció a la programació de les Enginyeries Informàtiques. 4rt Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació CIDUI 2006 (2006B).
2. Soler J., Prados F., Boada I., Poch J. A web-based tool for teaching and learning SQL. IEEE Proceedings 7th International Conference on Information Technology based Higher Education and Training ITHET 2006.(2006A)

Palabras clave: diversidad conceptual, rendimiento académico, enseñanza-aprendizaje, autoaprendizaje, autoevaluación.

## Proyecto SPICE: Science Pedagogy Innovation Centre for Europe

Daniel Aguirre-Molina<sup>1</sup>, Àgueda Gras-Velázquez<sup>2</sup>, Carlos Cunha<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Colegio Pedro Poveda, Jaén (SPAIN); d.aguirre3@gmail.com,

<sup>2</sup>European Schoolnet, EUN Partnership AISBL (BELGIUM); agueda.gras@eun.org

<sup>3</sup>Escola Secundária Dom Manuel Martins, Setúbal, (Portugal); cjcunha@sapo.pt

### Introducción

Parece ser que la alfabetización científica no está en su mejor momento. Cada vez que los organismos internacionales sacan a la luz algún estudio como TIMSS (Third International Mathematics and Science Studies) o PISA (Programme for International Student Assessment) los resultados no son nada alentadores. Así por ejemplo el informe Rocard (1) ratifica el diagnóstico de la situación detectado por la OCDE, el Eurobarómetro y el informe PISA, en donde se pone de manifiesto que existe un alarmante descenso del interés de los jóvenes por el estudio de las ciencias y las matemáticas (2).

Las investigaciones realizadas en los últimos años proponen algunas líneas que podrían suponer una mejora en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Sin embargo, éstas no acaban de implantarse en los centros escolares (3). La realidad actual muestra que los mismos estudiantes se quejan de las asignaturas de ciencias, considerándolas como algo repetitivo, centrado en tomar apuntes y sin tiempo para discutir las ideas científicas o sus implicaciones (4). De esta forma, si los estudiantes no perciben que su competencia en la materia aumenta, pierden la motivación y el interés hacia ella (5). Éstos son sólo algunos de los factores que están provocando una disminución importante de la vocación hacia los estudios superiores en ciencias básicas. De estos estudios se deduce la necesidad de aplicar algunos cambios que ayuden a modificar este sombrío panorama.

En el aspecto metodológico, un procedimiento idóneo para ayudar al alumnado a encontrar sentido a los modelos científicos es involucrarles en actividades de indagación, similares a las utilizadas por la ciencia para desarrollar conocimiento. En este sentido, la enseñanza de las ciencias a través del aprendizaje por indagación, constituye un medio eficaz para hacer evolucionar los modelos intuitivos de los estudiantes hacia los modelos científicos.

El aprendizaje por indagación y el aprendizaje por descubrimiento son ambas metodologías centradas en el estudiante y la investigación muestra que, aquellas pedagogías que promueven la participación activa del alumnado, mejoran su motivación y rendimiento. Por ello, es un reto conseguir que vayan consolidándose en el entorno escolar favoreciendo la alfabetización científica de los estudiantes (3).

### El proyecto SPICE

El proyecto SPICE (Science Pedagogy Innovation Centre for Europe) nace con la idea de desarrollar y difundir buenas prácticas para la enseñanza de la ciencia a nivel europeo. El proyecto comienza en diciembre de 2009, promovida por la European Schoolnet (EUN, Bélgica), Dum zahraničních služeb MSMT (DZS, República Checa) y la Direcção Geral de Inovação e Desenvolvimento (DGIDC, Portugal). Es un proyecto de dos años financiado por el Lifelong Learning Programme (DG Education and Culture)

de la Comisión Europea. Su principal objetivo es recoger, analizar, validar y difundir prácticas pedagógicas innovadoras, especialmente aquellas basadas en el aprendizaje por indagación (IBL: Inquiry based learning). Con ello se pretende, al tiempo, mejorar la motivación de los estudiantes hacia estudios científicos.

Los criterios desarrollados a partir de estas buenas prácticas” permitirán tener una guía para asegurar la calidad e innovación de nuevos proyectos.

El proyecto SPICE está formado por un panel de 16 profesores y profesoras de matemáticas y/o ciencias de 16 países diferentes. Cada uno de ellos identificará y diseñará la aplicación de una buena práctica. Al mismo tiempo, implementará en su aula 3 buenas prácticas de tres países diferentes, estudiando los resultados y la posible transferencia a otros países o culturas. Finalmente se pondrán en común los resultados en agosto de 2011 en Praga (República Checa).



Figura 1. Logo del proyecto SPICE.

## Conclusiones

Con este proyecto se busca la consecución de dos objetivos. Por una parte, expandir el cambio metodológico, introduciendo el aprendizaje por indagación o descubrimiento guiado (IBL) en las escuelas. Además, se analiza la posible transferencia de ciertas prácticas entre diversos países europeos.

Por otro lado estamos uniendo el mundo de la investigación universitaria en el campo de la didáctica con el de las escuelas de secundaria. Y es que se realizan importantes avances que luego nunca llegan a aplicarse de forma generalizada en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Con el proyecto SPICE estamos tratando de unir ambos mundos.

Para obtener más información puede consultarse: <http://spice.eun.org>

## REFERENCIAS

1. Rocard, M. (2007). Science Education Now: a Renewed Pedagogy for the future of Europe. Último acceso: 15 Mayo 2011 de: [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)
2. Abril, A.M., García, F.J., Ariza, M.R., Quesada, A., Ruiz, L. (2010). Aprendizaje en ciencias y matemáticas, basado en la investigación, para la formación del profesorado europeo. En A.M. Abril y A. Quesada (Eds), XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales (pp. 604-612). Jaén, España: Universidad de Jaén. Servicio de Publicaciones.
3. Duit, R., Treagust, D. F. Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning, *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688. (2003)
4. Webb, M. (2008). Impact of IT on Science Education. En J. Voogt, G. Knezek (eds.). *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education*, 133-148. Springer Science + Business Media, LLC.
5. Esquembre, F., Computers in Physics Education. *Computer Physics Communications*, 147(1-2), 13-18 (2001) y Halloun, I., Schematic Modeling for Meaningful Learning of Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (9), 1019-1041, (1996)

## Realización de Prácticas de Laboratorio mediante Simulaciones Hiperrealistas

F. Naranjo<sup>1</sup>, G. Martínez<sup>1</sup>, A.L. Pérez<sup>1</sup>, M.I. Suero<sup>1</sup> y P.J. Pardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física. Universidad de Extremadura, 06006 Badajoz; [naranjo@unex.es](mailto:naranjo@unex.es).

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería de Sistemas Informáticos y Telemáticos. Universidad de Extremadura.

### Introducción

Las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones proporcionan herramientas didácticas que resultan muy eficaces en los procesos de aprendizaje basados en el uso de plataformas virtuales. Entre estas herramientas, en la enseñanza de la física, destacan las simulaciones informáticas, ya que la utilización de las mismas es muy beneficiosa para el desarrollo y cambio conceptual y para la comprensión de muchos fenómenos físicos en diversas áreas de estudio. El valor didáctico que pueden tener las simulaciones informáticas en los laboratorios reside en su capacidad para reproducir fenómenos con diferente grado de complejidad pudiendo ser adaptados al nivel cognitivo de los estudiantes o al logro de determinados objetivos didácticos.

Nuestro grupo de investigación [1] cuenta con una larga experiencia en el desarrollo y utilización de materiales didácticos y simulaciones informáticas, llevando más de 25 años trabajando con ellas. A pesar de la reiteradamente contrastada eficacia didáctica de estas simulaciones, uno de los desafíos a los que nos enfrentamos continuamente en el desarrollo de simulaciones efectivas, es cómo reproducir adecuadamente el fenómeno a estudiar. Con frecuencia, hemos podido observar que, en algunas áreas de ciencias más teóricas es suficiente con una reproducción más abstracta del fenómeno físico, como la que nos ofrecen las simulaciones informáticas tradicionales. En estos casos, las representaciones simplificadas y relativamente idealizadas del fenómeno, son útiles para extraer las características fundamentales del principio físico en que se fundamenta una situación. De este modo se promueve una transferencia más robusta a otra simulación o fenómeno gobernado por el mismo principio. Sin embargo, en áreas de ciencias más aplicadas, como es el caso de la óptica, algunos alumnos tienen dificultades para identificar adecuadamente las observaciones realizadas en el modelo simulado con la realidad. Por esto, es importante incluir en la simulación, no solo las propiedades características del fenómeno básico, sino también un cierto grado de realidad de la experiencia. Es decir, dependiendo de cuál sea el objetivo didáctico de la simulación informática, debe ser diferente la elección del diseño y el grado de realismo que muestra la interfaz de la simulación. Esta controversia entre lo abstracto o idealizado y lo concreto o real, ha sido analizada por algunos autores [2]. Otros investigadores [3], afirman que un elevado nivel de detalles mediante representaciones realistas de los objetos dentro de la simulación, puede beneficiar al alumno en el estudio de un fenómeno concreto al incrementar la similitud entre la simulación y el mundo real.

### Objetivo

El objetivo principal del trabajo que se ha realizado ha sido suplir la carencia que el alumno tiene en situaciones concretas al enfrentarse a la observación del fenómeno real tras estudiarlo en una simulación informática esquemática.

En este trabajo se han realizado simulaciones informáticas que presentan una mayor dosis de realidad que las tradicionales, y a las que hemos llamado hiperrealistas. En concreto se han simulado de esta manera los siguientes sistemas ópticos: El Dioptrio plano, Láminas plano-paralelas, El prisma de refracción, Dispersión en un prisma, Espejos planos, cóncavos y convexos, lentes convergentes y divergentes. La finalidad de estas simulaciones que hemos implementado ha sido mostrar al alumno cómo este fenómeno abstracto se ve en la realidad, y para ello nos hemos centrado en el campo concreto de la óptica. Para la programación y puesta a punto de estas simulaciones hemos usado herramientas informáticas diseñadas específicamente para la creación de entornos gráficos fotorrealistas, como es el programa POV-Ray [4].

Concretamente, se presentan un conjunto de simulaciones hiperrealistas sobre sistemas ópticos para la realización de prácticas en el laboratorio de óptica. La simulación ha constituido por un lado, un complemento didáctico para entender mejor el funcionamiento de sistemas ópticos no disponibles en un laboratorio tradicional, y por otro ha complementado las observaciones realizadas por los alumnos en los sistemas reales.

## Resultados

Las simulaciones de los sistemas ópticos desarrolladas han dado como resultado unas salidas gráficas que alcanzan calidades fotográficas, por lo que han sido destinadas a ayudar al estudiante a comprender ciertos fenómenos físicos como complemento realista a un laboratorio real.

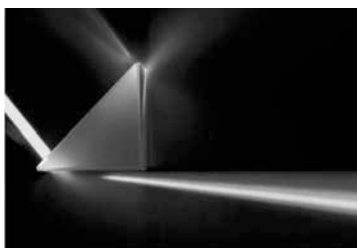


Figura 1. Fotografía de un prisma óptico dispersando un haz de luz blanca.

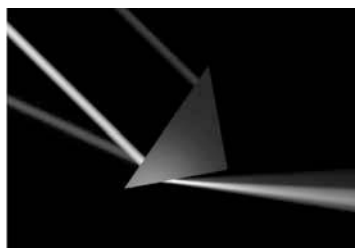


Figura 2. Simulación hiperrealista de un prisma óptico dispersando un haz de luz blanca

Agradecimientos: A la Vicepresidencia Segunda y Consejería de Economía, Comercio e Innovación de la Junta de Extremadura y al Fondo Europeo de Desarrollo Regional por la ayuda GR10102.

## REFERENCIAS

1. <http://grupoorion.unex.es>
2. Goldstone, R.L. *The Journal of the Learning Sciences*, **14**, 69-110. (2005)
3. Difonzo, N., *Behavioral Research Methods, Instruments, and Computers*, **30**, 278-286 (1998)
4. <http://www.povray.org>



## **Resultados de una experiencia de innovación docente y trabajo en grupo en Contaminación Atmosférica**

R. Viloria, V. Tricio

Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos; rviloria@ubu.es.

### **Introducción**

La adaptación de las experiencias de enseñanza-aprendizaje a los objetivos del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) implica adoptar una nueva perspectiva, centrada en la labor del estudiante, a través de metodologías y actividades que sean capaces de activar competencias que reflejen resultados concretos de aprendizaje [1]. Estas tareas, complementarias a la enseñanza tradicional, desarrolladas en el aula o fuera de ella, deben conducir a la adquisición dinámica de conocimientos, comprensión, capacidades y habilidades bajo la guía y motivación del profesor [2]. En los últimos cursos académicos hemos iniciado una experiencia de adaptación al modelo del EEES de una asignatura optativa de la Licenciatura en Ciencias Químicas de la Universidad de Burgos, y en este trabajo planteamos los resultados satisfactorios obtenidos tras la aplicación de estas nuevas estrategias de aprendizaje. La asignatura se imparte en 4º curso, lo cual supone que los alumnos se incorporan a esta forma de trabajo con un grado de madurez adecuado para obtener de ella un alto rendimiento.

### **Metodología de trabajo**

El método utilizado aparece descrito en otros trabajos de los autores [3], [4]. Consiste, básicamente, en diversificar la parte práctica de la asignatura, en tanto que los créditos teóricos proporcionan una perspectiva multidisciplinar de la Contaminación Atmosférica. El avance de las diferentes tareas se sigue tanto en sesiones presenciales como a través de la plataforma virtual Ubunet. Por una parte, se ha trabajado con datos de los laboratorios de investigación del Departamento de Física, así como con otros provenientes de la red de estaciones de control de la contaminación que gestiona la Junta de Castilla y León en toda la comunidad autónoma. Esta labor permite a los alumnos, junto con el uso de datos meteorológicos propios o de la red de AEMET, un contacto con la investigación que amplía notablemente las perspectivas de esta parte práctica.

Como complemento indispensable, una visita realizada a una estación de control bajo la guía de los profesores y técnicos de la Junta de Castilla y León, permite conocer a fondo los instrumentos y las técnicas de medida y calibración que se usan en la obtención de los datos arriba indicados.

Finalmente, y como núcleo de la metodología propuesta, se ha planteado a los estudiantes la realización de un trabajo en grupo. Esta tarea, con una secuenciación y estructura guiada muy planificada, se complementa con una presentación oral ante los profesores y compañeros. La temática elegida en estos trabajos, a lo largo de los tres últimos cursos académicos, ha permitido acercarse a numerosos temas en el ámbito de la contaminación atmosférica, desde algunos de tipo más generalista a otros más específicos y que, en algún caso, podemos considerar una aproximación a un trabajo de investigación. Los títulos de los trabajos referidos son los siguientes:

- Control de contaminantes por chimeneas. Tratamientos de contaminantes atmosféricos
- Modelos de dispersión de contaminantes
- Contaminación atmosférica por partículas. Estudio de un caso
- Dióxido de Azufre:  $\text{SO}_2$
- Dióxido de Carbono
- El ozono estratosférico. Un gran afectado por la contaminación atmosférica.
- Emisiones de Clorofluorocarbonos (CFC)
- Ozono Troposférico
- Erupciones volcánicas como fuente de contaminación atmosférica

## Resultados

Como se puede observar tras lo expuesto anteriormente, los temas elegidos por los alumnos han cubierto temas de gran interés en la asignatura, pero debemos destacar la metodología utilizada, con la participación de varios alumnos en cada trabajo, el uso de fuentes documentales diversas, incluyendo trabajos en revistas científicas, la interacción profesor-alumno tanto en tutorías, seminarios o mediante el uso de la plataforma; todo ello ha conducido a resultados altamente satisfactorios, tanto por parte de los estudiantes –reflejados en las encuestas de satisfacción que realizamos al final del periodo docente– como de los profesores.

El método de trabajo expuesto, consolidado en los últimos años, ha conducido además a un incremento en la matriculación de alumnos en la asignatura optativa, lo cual constituye un motivo de satisfacción adicional para los profesores. La metodología activa propuesta la consideramos muy positiva de cara a la adquisición de competencias y a una eficaz consecución de objetivos de aprendizaje

## REFERENCIAS

1. Benito, A., Cruz, A. (2007). Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior. Ed. Narcea.
2. Tuning Educational Structures in Europe, pág 90, (2006).
3. Vilorio *et al.* Una metodología activa de aprendizaje para una asignatura de Contaminación Atmosférica en la Licenciatura en Química. Innovación Docente en Química. Reunión INDOQUIM 2010, Granada (Libro de resúmenes).
4. V. Tricio, R. Vilorio. Contaminación Atmosférica: Un caso de aprendizaje activo en la Universidad. Livro de Resumos. 20º Encontro Ibérico para o Ensino da Física. (2010)

## Sobre como los profesores evalúan la Competencia Científica

M<sup>a</sup> P. Varela<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> C. Pérez-Landazábal<sup>2</sup> y J. Alonso-Tapia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales, UCM. [varelap@edu.ucm.es](mailto:varelap@edu.ucm.es)

<sup>2</sup> El CSIC en la escuela. CETEF L. Torres Quevedo, CSIC. [carmen@iec.csic.es](mailto:carmen@iec.csic.es)

<sup>3</sup> Facultad de psicología, UAM.

### Planteamiento de la investigación

El avance de las ciencias cognitivas ha permitido elaborar nuevas teorías sobre los orígenes del saber y sobre la construcción del conocimiento científico. En ellas se asume el paralelismo entre los procesos de aprendizaje de la ciencia y los procesos de creación científica; en este sentido, el trabajo de los procesos científicos en la escuela es fundamental porque no solo permite aplicar el conocimiento a nuevas situaciones problemáticas, sino que contribuye a desarrollar en los alumnos la competencia de comprender adecuadamente la naturaleza de la investigación científica, lo que en términos de PISA 2006 [1] se denomina *Conocimiento acerca de la Ciencia*. Con ánimo de transferir lo que sería el pensamiento científico en los niveles escolares, se han realizado numerosas propuestas y en este trabajo se han tomado como referencia distintos modelos (Alonso-Tapia y Pérez-Landazábal [2], Lahera y Forteza [3]).

Para estudiar como evalúan los profesores la *Competencia científica* se han establecido cuatro categorías de análisis: *I. Comprensión de conceptos*, *II. Comprensión de textos*, *III. Comprensión de tablas y gráficos*, y *IV. Uso del pensamiento científico*. En total, el instrumento utilizaba nueve cuestiones categorizadas en cuatro niveles de exigencia cognitiva. Los profesores debían señalar en qué grado utilizan en su evaluación cada uno de los tipos de cuestiones propuestas, en una escala de Likert que va del 0 (nunca) al 6 (habitualmente).

La encuesta se pasó a una muestra de 32 profesores de Física y Química de Educación Secundaria de un colectivo de 125 profesores del Grupo de Enseñanza de la Real Sociedad Española de Física. La recogida de información se efectuó on-line.

### Resultados

La Tabla 1 recoge en orden decreciente los índices medios de utilización de los distintos tipos de cuestiones.

Cuestión	Categoría	Nivel	Media	$\sigma$
C5	IV. Uso del pensamiento científico	N1	5,3	1,0
C3	I. Comprensión de conceptos	N1	4,9	1,3
C2	III. Comprensión de tablas y gráficos	N2	4,5	1,4
C6	I. Comprensión de conceptos	N3	3,9	1,6
C8	II. Comprensión de textos	N1	3,6	1,9
C4	IV. Uso del pensamiento científico	N2	3,3	1,9
C9	IV. Uso del pensamiento científico	N3	3,3	2,0
C1	II. Comprensión de textos	N4	2,4	1,7
C7	III. Comprensión de tablas y gráficos	N4	2,2	2,0

Tabla 1. Medias de utilización asignadas por los profesores.

De la lectura de la tabla se desprende que, salvando la cuestión de *comprensión conceptual* del Nivel 3, las cinco preguntas más utilizadas se ubican en los dos niveles inferiores, quedando en los últimos lugares las cuestiones categorizadas en los niveles superiores. El análisis permite destacar que hay tres preguntas que se utilizan con elevada frecuencia (media por encima de 4,0):

- problemas “tradicionales o estándar” basados en la aplicación de principios físicos (C5),
- cuestiones conceptuales que requieren únicamente diferenciación de conceptos (C3), sin requerir la capacidad de interpretar situaciones cotidianas en términos de los conceptos y procesos científicos (C6),
- análisis de tablas que suponen una sencilla identificación y comparación de datos (C2), sin necesidad de recurrir a la integración de información procedente de diferentes fuentes (C7).

La *comprensión de textos* se evalúa con relativa frecuencia mediante preguntas que solo suponen comprender las proposiciones y como se relacionan entre sí (C8), mientras que se utilizan muy poco cuestiones que requieran construir un modelo de la situación presentada en el texto o identificar la intención, no explicitada, del autor (C1).

Dada la relevancia del uso del pensamiento científico, tal como se ha comentado en el planteamiento, se ha profundizado en el análisis de este tipo de cuestiones. En esta categoría, los cuatro niveles de exigencia cognitiva serían (Figura 1): N1. Aplicación de principios físicos, N2. Utilización de experiencias como contrastación de la teoría, N3. Resolución de problemas como un proceso de investigación y N4 Utilización de modelos teóricos para relacionar fenómenos, leyes y principios. Como puede observarse en la Tabla 1 se han utilizado tres cuestiones para este análisis. La Cuestión 5 es un problema cerrado que únicamente supone la identificación de las magnitudes implicadas y su manipulación matemática (Nivel 1). La Cuestión 4 es un experimento guiado, en que los alumnos tienen que comparar los datos obtenidos en el laboratorio con los resultados obtenidos a partir del modelo (Nivel 2: experimentación para comprobar la teoría). Por último, la Cuestión 9 plantea una situación problemática abierta que el alumno debe resolver, lo que le obliga a plantearse hipótesis en base a sus conocimientos previos sobre el tema, realizar un diseño experimental y analizar resultados (Nivel 3: resolución de problemas como investigación) (Martínez y Varela [4]).

El análisis de los datos permite asegurar que la cuestión que se utiliza con mayor frecuencia (media superior a 5,0) corresponde a problemas “tradicionales o estándar” (Cuestión 5). En orden decreciente aparecen las Cuestiones 4 y 9 de resolución de problemas, con un resultado claramente inferior, del orden de dos puntos, al obtenido en la Cuestión 5. Para comprobar la significación de las diferencias encontradas se ha realizado un análisis de varianza (prueba de Greehouse-G). Los resultados obtenidos (Tabla 2) corroboran que



Figura 1. Niveles cognitivos de “Utilización del pensamiento científico.”

la frecuencia de utilización en la evaluación de problemas estándar es estadísticamente superior a la de cuestiones que implican resolver problemas como situación experimental o como diseño de investigación. Por otra parte, se comprueba que estas últimas tareas presentan una distribución similar de frecuencias por lo que no aparecen diferencias significativas entre ellas. Se puede afirmar que, en general, los profesores de Secundaria utilizan poco en su evaluación los trabajos experimentales (C4) y la resolución de problemas como investigación (C9).

Cuestiones	Medias ( $\sigma$ )	F	Sign.
Cuestión 5	5,3 (1,0)	29,81	.000
Cuestión 4	3,3 (1,9)		
Cuestión 5	5,3 (0,9)	26,76	.000
Cuestión 9	3,3 (2,0)		
Cuestión 4	3,3 (0,9)	0,02	.896
Cuestión 9	3,3 (2,0)		

Tabla 2. Comparación estadística de medias

## Conclusiones

Del estudio realizado sobre el grado de utilización de las diferentes pruebas propuestas, se puede concluir que los profesores evalúan preferentemente aspectos relativos a la *comprensión conceptual*, con independencia de su nivel de dificultad. El uso de cuestiones que midan *comprensión de textos* y *comprensión de tablas y gráficos*, presenta dispersión en función de su demanda cognitiva: los profesores evalúan frecuentemente estas categorías con cuestiones de baja demanda, pero escasamente utilizan tareas de alto nivel de dificultad.

Respecto al *uso del pensamiento científico*, planteado como resolución de problemas, se constata que los problemas estándar cuya solución solo implica aplicación de principios físicos, constituyen la tarea de evaluación que presenta mayor frecuencia de uso en relación a todas las categorías investigadas. Sin embargo, las pruebas que plantean problemas cuya solución requiere trabajo experimental o procesos de investigación se utilizan con una frecuencia estadísticamente inferior a la de dichos problemas estándar. Esta conclusión puede ser relevante sobre lo que son las prácticas habituales de evaluación en las aulas de Educación Secundaria e intentar cambiar estas prácticas es un reto para la formación permanente del profesorado.

## REFERENCIAS

1. Informe PISA 2006. *Competencias científicas para el mundo de mañana*. OCDE y Editorial Santillana, 2008
2. Alonso -Tapia, J. y Pérez-Landazábal, M<sup>a</sup>.C. (1997). Modelos de evaluación para las Ciencias de la Naturaleza, en Alonso Tapia, J. y otros, *Evaluación del conocimiento y su adquisición Vol.2*, 387-426. Madrid: C.I.D.E. M.E.C
3. Lahera, J. y Forteza, A. (2005). *Procesos y técnicas de trabajo en ciencias físicas*. Madrid: CCS
4. Martínez, M<sup>a</sup>.M. y Varela, M<sup>a</sup>.P. (2009). La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 27 (3), 343-360.

## **Tutorización de asignaturas en extinción adaptada al Espacio Europeo de Educación Superior**

A. Marrero-Díaz, A. Tejera, M. Pacheco

Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; amarrero@dfis.ulpgc.es.

### **Introducción**

Mientras se realiza la implantación curso a curso de las titulaciones adaptadas al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se siguen cursando las titulaciones no adaptadas (titulaciones en extinción) en los cursos en los que aún no ha llegado dicha implantación. A su vez, los alumnos de las titulaciones en extinción que no hubieran aprobado asignaturas del curso ya extinguido (asignaturas en extinción) cuentan con dos años para presentarse a los exámenes de convocatoria.

En la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) se ha acordado asignar un 25% de la carga lectiva total que tenía la asignatura en extinción para que el profesor coordinador realice tareas de tutorización a estos alumnos, que ya no tendrían derecho a docencia presencia. De esta forma las asignaturas de 6 créditos tienen asignadas 15 horas de tutorización durante el cuatrimestre. En nuestro centro, la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles (EIIC), se reservaron espacios para que los profesores pudiéramos hacer tutorías grupales a estos alumnos cada quince días.

En este trabajo se analiza la tutorización realizada durante la extinción del primer curso de Ingeniería Técnica Industrial en las especialidades de Electricidad y Electrónica Industrial. Durante la extinción se han unificado en un solo grupo los alumnos de ambas especialidades. Nos centraremos en la tutorización realizada en Física I, y cómo a la vista de los resultados obtenidos, tuvimos que replantearnos la tutorización de la asignatura de segundo cuatrimestre, Física II. Dado que ya habíamos realizado experiencias de adaptación de asignaturas al EEES, optamos por un mecanismo que implica trabajo continuo del alumno.

### **Tutorización en la asignatura de Física I**

El número de estudiantes matriculados en el curso 2010-2011 en la asignatura de Física I (ya en extinción) objeto de este estudio fue de 112 alumnos. Estos alumnos tendrán dos años para aprobar la asignatura ya que en caso contrario no podrían terminar sus estudios en la titulación elegida.

El centro asignó una sesión de dos horas de tutorización colectiva en semanas alternas en un aula del centro. La profesora activó a través del entorno virtual Moodle los materiales del último curso presencial tales como apuntes, problemas, casos prácticos, exámenes, etc. En la primera reunión acordó con los estudiantes dividir la materia en tres bloques básicos, para que resultase más sencillo hacer el seguimiento de la materia. En las tutorías quincenales los alumnos plantearían las dudas que hubiesen tenido en la preparación del bloque temático correspondiente. Tras la primera sesión a la que acudieron 10 estudiantes (el 8.9 %) de los 112 estudiantes matriculados, entre los presentes y la profesora convinieron pasar a las tutorías personalizadas en el horario de tutorías de la profesora con la incorporación a su horario de tutorías las designadas por el centro para la colectiva (miércoles tarde). Este cambio se realizó intentando que cada alumno pudiese asistir en el horario que se adaptase mejor a sus posibilidades. La

realidad fue otra, ya que aunque los estudiantes demandaron la tutorización personalizada, sólo dos estudiantes la utilizaron.

El número de presentados al examen de convocatoria ordinaria fue de 37 (33% de los matriculados), de los cuales sólo aprobaron 2 alumnos (5% de los presentados) que eran los que habían seguido la tutorización. Estos desalentadores resultados, en la situación de extinción en la que se encuentra la asignatura (67% de alumnos no presentados), con sólo un 2% de los alumnos matriculados aprobados, así como conversaciones con ellos en las que reconocieron que no se habían preparado la materia y que sólo se presentaron al examen para ver de qué tipo sería, hicieron que el equipo docente se replantea la tutorización de la asignatura de segundo cuatrimestre Física II.

### **Tutorización adaptada al EEES en la asignatura de Física II**

El número de estudiantes matriculados en el curso 2010-2011 en la asignatura de Física II (ya en extinción) objeto de este estudio fue de 58 alumnos. Muchos de estos alumnos también tienen pendiente la asignatura Física I de primer semestre. Dado que ya en esta asignatura se habían realizado en curso anteriores experiencias de adaptación al EEES y que los resultados de la tutorización de la Física I habían sido muy desalentadores, optamos por diseñar un mecanismo de tutorización que contemplara, entre otros, los siguientes aspectos:

- En la tutorización planificada el peso del trabajo lo debe tener el alumno.
- Temporalización pactada: Plantear una temporalización inicial flexible y que la definitiva se concrete con ellos en la sesión de presentación.
- Premiar el completo seguimiento de la tutorización: Estos alumnos están sometidos a una gran presión para poder terminar su titulación sin tener que adaptarse.
- Mantener el mismo grado de exigencia que cuando se impartía de la asignatura

Con estas premisas hemos diseñado un mecanismo de tutorización basado en la entrega quincenas de portfolio temático grupal con la consiguiente entrevista grupal y cuestionario temático individual. Aquellos alumnos que realicen este seguimiento podrán realizar exámenes parciales eliminatorios que dejarán de tener validez desde que no realicen, en tiempo y forma, alguna de las entregas pactadas. A la sesión de presentación fueron 25 alumnos, de los cuales sólo 19 realizaron la primera entrega. A partir de la tercera entrega quedan 13 alumnos en tutorización (22% de los matriculados), que son los que se han mantenido. El 50% de los que se presentaron al primer parcial lo han aprobado y aún no se ha realizado el segundo parcial. A la vista del trabajo que han estado realizando a lo largo del cuatrimestre pensamos que estos alumnos tutorizados pueden aprobar la asignatura. Consideramos este mecanismo como efectivo y creemos que es fundamental que cualquier mecanismo de tutorización que se plantee verifique los aspectos listados anteriormente.

## Un estudio sobre la enseñanza de la estructura física de la materia en Bachillerato

J.M. Cordobés<sup>1</sup>, J.L. Legido<sup>2</sup>, A. Ulla<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Física Aplicada, Universidad de Vigo; cordobes@uvigo.es

<sup>2</sup>Física Aplicada, Universidad de Vigo; xlegido@uvigo.es

<sup>3</sup>Física Aplicada, Universidad de Vigo; ulla@uvigo.es

En este trabajo se ha realizado un estudio sobre la enseñanza de la estructura física de la materia con un grupo de alumnos de 2º de Bachillerato. Los alumnos pertenecían al curso 2º A del curso académico 2007-2008, en el Instituto “Alexandre Bóveda”, de Vigo. Lo formaban 18 alumnos, de los que 14 participaron en esta experiencia hasta su conclusión.

Considerando la importancia que tienen en el aprendizaje, no sólo los contenidos de tipo conceptual, sino también las formas de adquirir el conocimiento, pensamos que a la hora de explicar las estructuras básicas de la materia era tan necesario para el alumno adquirir unos esquemas conceptuales como familiarizarse con las estrategias empleadas por los científicos en la investigación de esas estructuras.

Por eso, en este estudio hemos evaluado la adquisición de unos esquemas de razonamiento y sobre el modo de trabajar (esquemas de acción) por parte de ese grupo de alumnos, en el campo de las estructuras de la materia (molécula, átomo y núcleo), siguiendo una metodología fundamentada en el aprendizaje significativo [1] y en la teoría de los esquemas [2].

Para ello, hemos definido aquellos esquemas conceptuales que consideramos prioritarios, como son Fuerzas y Estructuras, Fuerzas y Energías y Energías y Estructuras. En cuanto a los esquemas de acción, nos hemos detenido en Técnicas experimentales de trabajo y Estrategias y métodos empleados en la investigación.

Se ha diseñado un Programa de Actividades en el Aula, que incluían una Caracterización Inicial, un conjunto de Cuestionarios y de Ejercicios, y Actividades de simulación de las estrategias empleadas en la investigación de las estructuras de la materia.

Con los Cuestionarios, hemos procurado ayudar al alumno a caracterizar las diferentes Fuerzas o interacciones fundamentales y su actuación en las estructuras de la materia; con los Ejercicios hemos intentado justificar la estrategia de búsqueda de regularidades que ayuden a la comprensión de fenómenos experimentales; y con las Actividades de simulación, explicar el por qué de las técnicas experimentales utilizadas en la investigación, y la necesidad de buscar patrones de estructura y de comportamiento a la hora de tratar ordenar y comprender una gran cantidad de datos obtenidos en los experimentos.

Una Actividad de simulación que planteamos a los alumnos, fue este puzzle propuesto por Helen Quinn [3], del SLAC (*Stanford Linear Accelerator Center*), como ejemplo del modo de proceder en Física de partículas ante



Figura 1. Puzzle de Helen Quinn. Classroom activities. Topics on Modern Physics. Fermilab.



el elevado número de partículas descubiertas en los aceleradores en las décadas de los 60 y 70.

En la figura 1 vemos un conjunto de figuras observadas y otro de no observadas (digamos partículas detectadas y no detectadas en los experimentos). El alumno debe buscar un modelo formado por figuras (partículas) más sencillas, a partir de las cuales se obtengan todas las demás (observadas y no observadas), y con unas reglas de unión que permita discriminar por qué unas sí se observan y otras no.

La posterior evaluación de estas actividades y de los resultados obtenidos en la adquisición de los esquemas de razonamiento y de acción, nos ha llevado a una serie de conclusiones para estudios posteriores.

En la figura 2, observamos los resultados conseguidos en el campo de los esquemas conceptuales una vez realizadas las pruebas correspondientes.

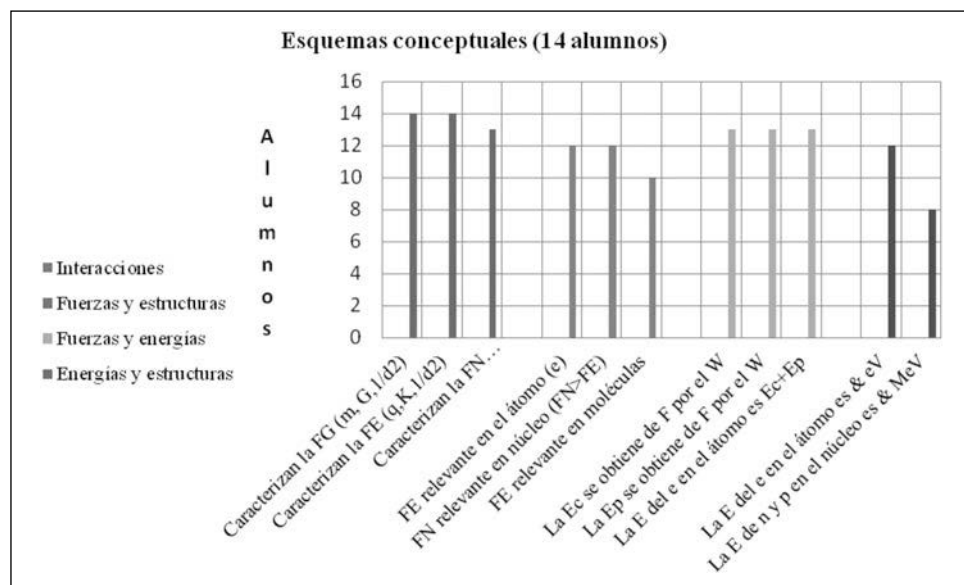


Figura 2. Esquemas conceptuales sobre Caracterización de Fuerzas, Fuerzas y Estructuras, Fuerzas y Energías y Energías y Estructuras. (FG, FE y FN: Fuerzas Gravitatoria, Eléctrica, Nuclear).

Entre las conclusiones que hemos extraído del estudio realizado, están la necesidad de incluir alguna actividad que refleje la importancia de la espectroscopía como técnica experimental y los procesos radiactivos como fuente también de información.

#### REFERENCIAS

1. Ausubel, D., Novak, L. y Hanesian N.H. (1996). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. (Ed. Trillas, México)
2. Rumelhart D.E. y Norman, D.A. (1978). Accretion, tuning and restructuring: three modes of learning. En J.W. Cotton y T. Klatzky (Eds). *Semantic factors in cognition*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
3. Quinn, H. *The Stanford Magazine*, Fall, 1983 "Of Quarks, antiquarks, and Glue", p.29. También en "Topics on Modern Physics". Fermilab 1996.

## Una aplicación de la ecuación de continuidad. Tasa de vaciado de un depósito

I. Escobar<sup>1</sup>, M. Hernández<sup>2</sup>, J. Martín<sup>3</sup>, J. Bermejo<sup>4</sup>, P. Huertas<sup>5</sup>, A. J. Barbero<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Departamento Física Aplicada, Escuela Politécnica Cuenca, UCLM; isabelmaria.escobar@uclm.es.

<sup>2</sup>Departamento Física Aplicada, E.T.S. Ing. Agrónomos Albacete, UCLM; mariano.hernandez@uclm.es.

<sup>3</sup>Departamento Física Aplicada, Escuela Politécnica Cuenca, UCLM; julio.martinmata@uclm.es.

<sup>4</sup>Departamento Física Aplicada, Escuela Politécnica Cuenca, UCLM; jesus.bermejo@uclm.es.

<sup>5</sup>Departamento Física Aplicada, Escuela Politécnica Cuenca, UCLM; pedro.huertas@uclm.es.

<sup>6</sup>Departamento Física Aplicada, Facultad de Farmacia Albacete, UCLM; antonio.barbero@uclm.es.

### Introducción

Presentamos una versión de una práctica de fluidos destinada a alumnos de primer curso, utilizando una bureta como depósito de líquido con el objetivo de determinar su tasa de vaciado. El tópico de la ecuación de continuidad está incluido en los programas de casi todas las asignaturas de Física de primero, incluso existen buenas simulaciones on-line<sup>1</sup> del mismo. Nosotros pretendemos facilitar su comprensión mediante una práctica de laboratorio.

### Fundamento

De acuerdo con el principio de continuidad, el contenido de líquido en un depósito varía con la suma algebraica de las tasas de entrada y salida del mismo. Utilizaremos como depósito una bureta conteniendo un volumen inicial  $V_0$ , sin ninguna entrada y con una única salida. Una vez abierta la llave, el flujo de salida es proporcional a la diferencia de nivel (altura) entre la superficie del líquido y el orificio de salida, y el objetivo de nuestras medidas será obtener la constante de proporcionalidad.

La figura 1 presenta un esquema de la situación en el que se han señalado las dimensiones de la parte graduada de la bureta entre los límites superior e inferior (altura  $L$ ) y de la no graduada (altura  $h$ ), así como el volumen ya vaciado  $V$  y la altura de líquido sobre el punto de salida en un instante arbitrario del proceso de vaciado (altura  $y$ ).

En términos de masa el flujo de salida de líquido puede expresarse como

$$dm/dt = -C \cdot y \quad (\text{Ec. 1})$$

donde  $C$  es la constante de proporcionalidad que deberemos expresar en  $\text{kg}/(\text{m} \times \text{s})$ . La disminución de masa en la bureta a medida que se vacía es

$$dm/dt = \rho \cdot S \cdot (dy/dt) \quad (\text{Ec. 2})$$

donde  $\rho$  es la densidad del líquido empleado (agua) y  $S$  es la sección de la parte graduada.

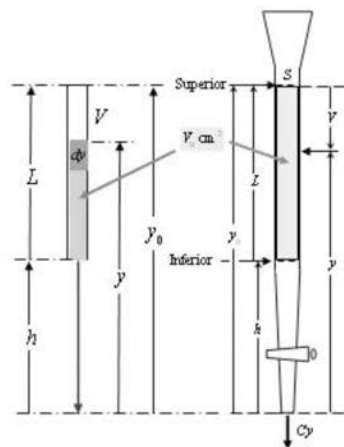


Figura 1. Vaciado de la bureta. En un intervalo  $dt$  el nivel de líquido desciende  $dy$

La combinación de las ecuaciones (1) y (2) y la integración de la igualdad resultante nos dará la ley de vaciado en función de la altura y sobre el punto de salida.

$$y = y_0 \exp\left(-\frac{C}{\rho S} t\right) \quad (\text{Ec. 3})$$

Las medidas directas que han de tomarse se refieren a los volúmenes vaciados: puesto que la altura y de la superficie del líquido sobre el orificio de salida es proporcional al volumen vaciado en el tiempo  $t$  de acuerdo con la ecuación (4), se ha diseñado el procedimiento experimental indicado a continuación.

$$y = \left(\frac{V_0 - V}{V_0}\right) L + h \quad (\text{Ec. 4})$$

### Procedimiento experimental

El cálculo de la tasa de vaciado, la constante  $C$  en la ecuación (3), requiere un ajuste semilogarítmico de alturas y frente a tiempos de vaciado. Los tiempos se miden directamente con un cronómetro, y las alturas se miden de forma indirecta a través de los volúmenes vaciados usando la Ec. 4.

A modo de ejemplo: utilizamos una bureta de  $25 \text{ cm}^3$  ( $V_0$ ), enrasamos y, abriendo completamente la llave, medimos el tiempo que tarda en vaciar  $2 \text{ cm}^3$ . Seguidamente enrasamos de nuevo, y abriendo otra vez completamente la llave, se cronometra el tiempo que tarda en vaciar  $4 \text{ cm}^3$ . Este proceso se repite 10 ó 12 veces, incrementando cada vez el volumen vaciado en  $2 \text{ cm}^3$  adicionales.

Un resultado típico de estas medidas se muestra en la figura 2. El procesado semilogarítmico proporciona un muy buen ajuste lineal, del que puede obtenerse la constante de vaciado  $C$  midiendo en la gráfica la pendiente experimental.

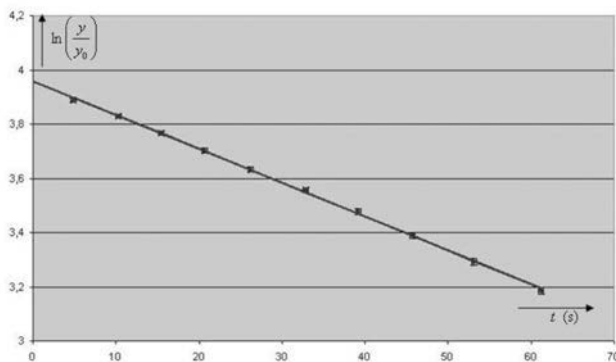


Figura 2. Ejemplo de vaciado usando agua para el llenado de una bureta de  $25 \text{ cm}^3$ . Los parámetros son  $L = 34.2 \text{ cm}$ ,  $h = 17.3 \text{ cm}$ , siendo  $y_0 = L + h$ . El valor obtenido fue  $C = (9.2 \pm 0.2) \cdot 10^{-4} \text{ kg/(m} \cdot \text{s)}$ .

### REFERENCIAS

1. Curso A. Franco, <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/dinamica/vaciado/vaciado.htm>

## Utilización de materiales multimedia en actividades realizadas por alumnos de Secundaria

Guillén Miró, M.C

IES El Carmen. Murcia e-mail: cguillen1@terra.es

### Introducción

Este trabajo trata de la utilización de materiales multimedia para la recopilación de las diferentes actividades que han sido realizadas por los alumnos de Secundaria del IES El Carmen de Murcia. Para ello se ha creado un libro en formato digital, utilizando la herramienta Multimedia Time Organizer ( MTO ), que es un instrumento adecuado por su facilidad de manejo, y porque hace posible la integración de diferentes formatos digitales.

MTO permite también la exportación de las unidades creadas para ser difundidas o bien en páginas web o mediante DVD.

### Objetivos

- Considerar al ordenador como la herramienta más provechosa del proceso enseñanza-aprendizaje en la práctica educativa.
- Potenciar la autonomía del alumnado.
- Integración de contenidos audiovisuales, y autoría del profesorado. [1]
- Ofrecer una formación complementaria, con herramientas fáciles de usar y lo suficientemente versátil para integrar los contenidos que sean necesarios.

### Contenidos

El libro que se presenta en este trabajo en formato electrónico, contiene una serie de páginas en las que se insertan las actividades realizadas por alumnos de Física y Química, así como algún trabajo, llevado a cabo por los profesores de dicho Departamento.[2]

Entre dichas páginas cabe destacar: a) Documento elaborado por los profesores del Departamento, para la presentación de una asignatura optativa en 4º de ESO, de carácter eminentemente experimental, y que ha sido diseñada por los mismos, para la actualización científica de sus alumnos. b) Video explicativo de las actividades prácti-



*Alumnos, realizando la descomposición del  $H_2O_2$  y extrayendo la cafeína del café.*

cas que se llevan a cabo en esta asignatura. c) Imágenes y fotografías ilustrativas de las prácticas realizadas en el laboratorio de Química. A continuación se muestran algunas de ellas. d) Presentaciones en Power Point realizadas por los alumnos de 3º de ESO, sobre las vidas de científicos famosos, tales como Marie Curie, John Dalton, Antoine de Lavoisier etc. e) Páginas web en relación con la Física y Química, se incluyen en este apartado una serie de páginas web realizadas por la autora de este trabajo y donde se exponen diferentes temas de interés, actividades realizadas por alumnos, asistencia a Seminarios internacionales etc. Las direcciones de dichas páginas son las siguientes:

<http://www.quieduwik.wikispaces.com>

<http://quifiedublog.blogspot.com>

<http://ficus.pntic.mec.es/cgum0010>

## Conclusiones

Con la elaboración de este libro, se ha pretendido recopilar en un solo formato una serie de actividades, para que puedan estar más al alcance de nuestros alumnos, tratando de incorporar este recurso a la programación didáctica, ya que nos parece un estupendo medio de motivar a nuestros estudiantes, consiguiendo interactividad en clase, mayor participación en el saber, puesto que la imagen, bien sea fija o móvil, con sonido o sin él, es siempre un aliciente para conseguir clases más motivadoras y para poder transportar hasta el alumnado, todo aquello que por su dificultad o lejanía resulte costoso.

El siguiente paso será introducir a nuestros alumnos en la elaboración de sus propios libros digitales, como medio de recopilación de toda su actividad académica, bien sea la recogida del profesor y la elaborada por ellos mismos ya que en la actualidad, todos los centros educativos de nuestra Región de Murcia cuentan con herramientas necesarias para el uso y manejo de las Tic's y se plantea al profesorado un nuevo reto, el de abordar el desarrollo de sus clases, adaptándolas al entorno en que se mueve actualmente el alumnado.

## REFERENCIAS

1. Centro de Profesores y Recursos de Cartagena-La Unión. Utilización de Aplicaciones Multimedia: Imagen, Video, Audio. Guía didáctica.**2010**.
2. Centro de Profesores y Recursos de Cartagena-La Unión. Creación de Materiales Educativos Multimedia. MTO. Guía didáctica.**2011**.

## Validación de un cuestionario de conocimientos previos de mecánica para alumnos de Física de 1º de Bachillerato

L. M. Tobaja<sup>1</sup>, J. Gil<sup>2</sup>, F. Solano<sup>2</sup>, P. Monfort<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Colegio Salesiano "M<sup>a</sup> Auxiliadora", 06800 Mérida; [ltobaja@terra.es](mailto:ltobaja@terra.es)

<sup>2</sup>Dpto. de Física Aplicada, Universidad de Extremadura, 06800 Mérida; [juliagil@unex.es](mailto:juliagil@unex.es); [psolano@unex.es](mailto:psolano@unex.es)

<sup>3</sup>Dpto. de Matemáticas, Universidad de Extremadura, 06800 Mérida; [pabmonf@unex.es](mailto:pabmonf@unex.es)

La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel resalta la importancia de los conocimientos previos de los alumnos para la construcción de nuevos conocimientos<sup>1</sup>. En este sentido se presentan los resultados de la valoración de un cuestionario formado por 16 ítems de respuesta múltiple sobre los conocimientos previos que los alumnos de 1º de Bachillerato puedan tener acerca de contenidos de mecánica (CCPM). En la validación han participado 143 alumnos de cuatro institutos de la provincia de Badajoz.

Dado su uso en la investigación en enseñanza de la Física, a los cuestionarios se les exige validez y fiabilidad<sup>1</sup>. Una prueba es válida si las destrezas o conocimientos que mide son directamente pertinentes con el dominio establecido en el cuestionario. Para evaluar la fiabilidad y el poder de discriminación del CCPM, se han realizado 5 pruebas estadísticas que incluyen el análisis de cada ítem (Índice de dificultad, índice de discriminación y el coeficiente de correlación biserial del punto)<sup>3</sup> y el análisis del cuestionario en su conjunto (Test de fiabilidad de Kuder-Richardson y delta de Ferguson)<sup>3</sup>.

**Índice de dificultad D.I.:** mide la dificultad de un ítem y se calcula mediante la expresión (1), donde ( $p_i$ ) es el número de respuestas correctas del ítem  $i$  y ( $N$ ) el número total de respuestas. Entre los diferentes criterios posibles para aceptar valores de D.I. de un test se ha elegido el que requiere que este valor esté comprendido entre 0.3 y 0.9. Como se observa en la Figura 1 todos los valores, excepto el ítem 4 (D.I.=0.13, pregunta muy difícil), se encuentran en el intervalo aceptado. El promedio del índice de dificultad es utilizado a menudo como indicador de la dificultad del test<sup>3</sup>. En este caso se ha obtenido un valor de 0.56 € [0.3, 0.9] lo que indica que el CCPM tiene una dificultad media.

$$D.I._i = \frac{p_i}{N} \quad (1)$$

**Índice de discriminación V.I.:** calcula el poder de un ítem para distinguir entre los alumnos que conocen la materia evaluada de los que no. Se calcula mediante la expresión (2), donde  $A_H$  y  $A_L$  son, respectivamente, el número de las respuestas correctas al ítem  $i$  del 25% de los alumnos con notas más altas y del 25% de los alumnos con notas más bajas.

$$V.I._i = \frac{A_H - A_L}{N/4} \quad (2)$$

Si un ítem discrimina correctamente, el grupo con mayores notas deberá responder preferentemente mejor que el grupo con notas más bajas. Se considera que un ítem proporciona una buena discriminación cuando  $V.I. \geq 0.3$ <sup>3</sup>. La Figura 2 muestra que la mayoría de los ítems tienen un satisfactorio poder de discriminación. Por otro lado, se ha calculado el promedio del índice de discriminación dando un valor de 0.41 que cumple el criterio aceptado.

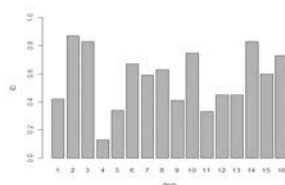


Fig 1. Histograma del D.I.

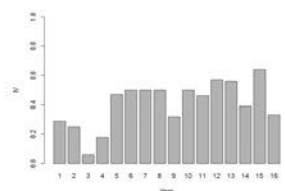


Fig 2. Histograma del V.I.

**Coefficiente de correlación biserial del punto  $R_{pbs}$ :** refleja la correlación entre la puntuación de los estudiantes en el cuestionario completo y en el ítem en cuestión; es una medida de la consistencia de cada ítem respecto al cuestionario. Se calcula según la expresión (3), donde  $\bar{x}_i$  es la puntuación media de los alumnos que respondieron correctamente al ítem  $i$ ,  $\bar{x}$  es la media de las puntuaciones de todos los alumnos,  $\sigma_x$  la desviación estándar de las puntuaciones de todos los alumnos y  $P_i$  es el D.I.<sub>i</sub>. El criterio general adoptado para medir la consistencia o fiabilidad de un test es  $R_{pbs} \geq 0.2$ . En el CCPM, de nuevo, la mayoría de los ítems cumplen este criterio, obteniéndose para el promedio del coeficiente de correlación biserial del punto un valor de  $0.38 \geq 0.2$ .

$$R_{pbs_i} = \frac{\bar{x}_i - \bar{x}}{\sigma_x} \sqrt{\frac{P_i}{1 - P_i}} \quad (3)$$

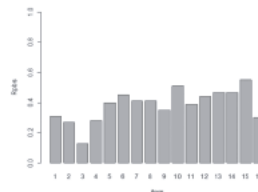


Fig 3. Histograma del  $R_{pbs}$ .

**Test de fiabilidad KR-21:** es una medida de la autoconsistencia de todo el cuestionario y uno de los índices más utilizados para medir la fiabilidad de un test. Se calcula mediante la expresión (4), donde  $K$  es el número de ítems. El valor obtenido para el CCPM ha sido 0.6, por debajo del valor mínimo asumido normalmente que es  $r_{test} \geq 0.7^3$ . El uso de este índice ha sido criticado en ocasiones<sup>4,5</sup>, indicándose su dependencia con la varianza y número de ítems.

$$r_{test} = \frac{K}{K-1} \left( 1 - \frac{\sum P_i(1-P_i)}{\sigma_x^2} \right) \quad (4)$$

**Delta de Ferguson  $\delta$ :** Este parámetro mide el poder de discriminación del test en su conjunto. Investiga la distribución de las puntuaciones obtenidas sobre el rango total. Se calcula a partir de la expresión (5), donde  $f_i$  es la frecuencia de la nota  $i$ . Sus valores se encuentran entre 0 y 1, siendo para  $\delta \geq 0.9^3$  cuando se considera que el cuestionario ofrece buena discriminación. El CCPM ofrece un valor para la delta de 0.95.

$$\delta = \frac{N^2 - \sum f_i^2}{N^2 - N^2/(K+1)} \quad (5)$$

## Conclusiones

Según los resultados obtenidos en las cinco pruebas estadísticas, se puede considerar que el CCPM es válido y fiable para medir los conocimientos previos de los alumnos de 1º de Bachillerato sobre contenidos de mecánica. A pesar de ello sería conveniente revisar algunos de los ítems:

Ítems 2 y 3 tienen un bajo nivel de discriminación ( $V.I._2=0.21$ ,  $V.I._3=0.10$ ) y son preguntas muy fáciles ( $D.I._2=0.87$ ,  $D.I._3=0.83$ ). La redacción del 3 incita a elegir la respuesta correcta aún sin tener bien adquiridos los conocimientos que cuestiona. Se aconseja cambiar la redacción.

Ítem 4: Es una pregunta muy difícil ( $D.I.=0.13$ ) quizás por su compleja redacción.

## REFERENCIAS

1. Aubrecht G. J. and Aubrecht J. D., *American Journal of Physics*. 51 (7) (1983).
2. Ausubel D. P.(2000). *The Acquisition and Retention of Knowledge: a Cognitive View*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
3. Ding L. and Beichner R., *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 5, 020103 (2009)
4. Cortina J. M., *Journal of Applied Psychology* 78, 98-104 (1993)
5. Schmitt N. *Psychological Assessment* Vol. 8, No. 4, 350-353 (1996)





# Mujeres en la Física



## Las aportaciones de las científicas y tecnólogas en los contenidos de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. Propuestas de inclusión

A. Pons<sup>1</sup>, A. López-Navajas<sup>2,3</sup>, R. López<sup>3</sup> y A. Marco<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Óptica, Universitat de València; [amparo.pons-marti@uv.es](mailto:amparo.pons-marti@uv.es)

<sup>2</sup> Departamento de Teoría de los Lenguajes y Ciencias de la Comunicación, Universitat de València,

<sup>3</sup> I.E.S. Vicente Gandía, Villanueva de Castellón.

<sup>4</sup> I.E.S. Benlliure, Valencia.

### Motivación

Desde hace dos años, un grupo de investigación de la Universitat de València está realizando un estudio sobre la presencia de las mujeres en los contenidos de la Educación Secundaria Obligatoria. En la primera fase del proyecto, ya concluida, se constató, mediante la elaboración de una Base de datos, que dicha presencia es muy escasa en todos los niveles y asignaturas. Como resultado global de este análisis se concluyó que la presencia femenina es apenas del orden del 12%, siendo este porcentaje aún menor en las asignaturas de ciencias, sobre el 8%, o las tecnologías, el más bajo, apenas el 1%. Esto indica que desde la educación se están transmitiendo patrones de desigualdad, que normalizan lo que es un elemento de marginación: la ausencia de la participación de las mujeres en el desarrollo humano.

La carencia que mostró este primer análisis ha motivado la segunda fase del proyecto cuyo objetivo es proponer un instrumento de intervención educativa para intentar subsanar este déficit y poder comenzar a introducir en los contenidos de la enseñanza obligatoria la contribución que muchas mujeres han realizado, en distintas disciplinas y aspectos del desarrollo tanto científico como humanístico, contribución que se revela más importante de lo que hasta ahora nos han transmitido los contenidos curriculares.

En esa línea, se ha trabajado en el diseño de una nueva Base de datos que trata de proporcionar para todas las asignaturas y bloques de contenidos, de 1º a 4º de ESO, la información, enfoque y las actividades que permitan incluir a las numerosas mujeres que faltan en los contenidos de los libros de texto de la E.S.O. El objetivo de esta comunicación es presentar las características generales de esta Base de datos y algunos ejemplos particulares relativos a las asignaturas del área de ciencias.

#### Características de la Base de datos

En cada materia se propone un listado de mujeres para su inclusión en las diferentes asignaturas. Esta propuesta se ha elaborado relacionando y contrastando los contenidos de las materias con las aportaciones de las mujeres que han sido significativas en ellos. Aunque es cierto que cada asignatura tiene diferentes características y necesita un enfoque singular, se definieron las siguientes líneas generales de inclusión, que las asignaturas emplean, aunque en diferente medida, según sus contenidos:

- Se propone incluir a las mujeres cuando su aportación sea relevante y, en la medida que lo haya sido, en los conceptos que aparecen en los contenidos de cada tema.
- Una de las formas de inclusión se realiza a través del enunciado de las actividades o de los problemas que se presenten en cada asignatura, donde algunas mujeres pueden ser citadas. Esta forma de actuación permite visibilizarlas sin

necesidad de aumentar los contenidos de la materia, lo cual es imprescindible en esta etapa educativa.

- También se pueden incluir las mujeres a través de obras originales de autoría femenina. Así en Física o Química, por ejemplo, se pueden citar libros o artículos de carácter científico para ilustrar algún concepto o procedimiento relevante.

Para dar forma a estas propuestas, se han introducido cuatro tipos de información principal en la Base de datos:

- *Biografías*. Se presenta una breve reseña, con la información adecuada al nivel del alumnado de E.S.O. y una biografía, obra y bibliografía más extensas para el profesor.
- *Actividades*. Se proponen una serie de actividades que incorporan las contribuciones de las mujeres y están estructuradas según el nivel, la asignatura y los bloques temáticos de cada materia. Cuando la actividad lo requiere, se presenta también la solución con el fin de facilitar la tarea del profesor. Este es el caso más frecuente en los temas de Física, Química y Matemáticas en los que con frecuencia se utilizan los enunciados de problemas para incorporar las contribuciones de las mujeres.
- *Obras*. Textos, imágenes, videos, etc, relacionados también con el nivel, asignatura y bloque temático.
- *Enfoque didáctico*. Se propone el modo de inclusión de las mujeres en cada asignatura y los ajustes de contenido necesarios para su incorporación.

Todos estos tipos de información pretenden visibilizar, a través de la presentación de las mujeres asociadas a las diferentes materias así como en el enfoque didáctico, la participación femenina en el desarrollo humano. Por otro lado, se ha tratado de conformar una herramienta que sea útil para el profesorado diseñando un tipo de material adecuado para su empleo en el aula. Es un intento de ajustar la información y la formación que se pone al servicio de la sociedad a través de la enseñanza, que, tal como quedó demostrado en el primer análisis, tiene en la actualidad serias carencias.

## Agradecimientos

Las autoras agradecen la financiación obtenida a través del Proyecto *Las mujeres en los contenidos de la Enseñanza Secundaria Obligatoria* (PET2008\_0293).

## REFERENCIAS

1. <http://www.mujeresenlaeso.com>

## Un programa de mentoría para científicas y tecnólogas

A. Peinado<sup>1</sup>, L. Lobato<sup>2</sup>, M. J. Yzuel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Spain); Alba.Peinado@uab.es, Maria.Yzuel@uab.es.

<sup>2</sup>Laboratory for Optics and Biosciences, INSERM U696, CNRS UMR 7645, Ecole Polytechnique, 91128 Palaiseau (France); laura.lobato@polytechnique.edu

### Introducción

El número de mujeres entre los estudiantes de la universidad española es ligeramente mayor que el número de hombres: 55% de mujeres y 45% de hombres en datos de 2010. Pero esta proporción decrece cuando se considera el número de mujeres y el de hombres en el profesorado universitario o entre los investigadores del CSIC; por ejemplo, el porcentaje del número de catedráticas de universidad en 2010 era 15%.

Al referirnos a la Licenciatura de Ciencias Físicas, hoy Grado de Física, el porcentaje de mujeres estudiantes es muy inferior al porcentaje general y así, en la Universitat Autònoma de Barcelona el número de mujeres que ingresaron en el Grado de Física en este curso fue el 32% del total, siendo un número similar al de otras universidades. Cuando se observa el porcentaje de mujeres en el profesorado universitario en Física el número es inferior a la media.

Para corregir esta situación del bajo número de mujeres en Física, tanto de estudiantes, como en el ejercicio profesional, se identifican dos momentos cruciales en los que se debería actuar: el primero es al final de la enseñanza secundaria y en el bachillerato, a la hora de orientar los estudios superiores, y, el segundo momento es al acabar el grado, o bien durante los estudios de máster y doctorado, cuando las estudiantes se van a plantear el seguir o no una carrera profesional académica o investigadora. De hecho, en muchas ocasiones, el director de la tesis doctoral orienta al doctorando, ayudándole también en la elección de su carrera profesional y transmitiéndole su experiencia [1].

Pensamos que es en este segundo momento, cuando un proyecto de mentoría puede ayudar. En general estos programas no existen en las universidades españolas, aunque comienza a haber un interés a nivel de la Comunidad Europea en poner en marcha programas de este tipo [2], para incrementar el número de mujeres profesionales en ciencia y tecnología.

### Programa de mentoría

En esta presentación describiremos un programa de mentoría llamado ‘Ariadna, red de mentoría’ [3], proyecto que fue impulsado por la Dirección General de Igualdad de Oportunidades en el Trabajo, del Departamento de Trabajo de la Generalitat de Catalunya, durante el año 2010. Este proyecto consistió en la creación de una red de mentoría para promover y facilitar la visibilidad de la presencia de las mujeres en el ámbito científico y tecnológico.

La mentoría es el proceso mediante el cual una persona con más experiencia (la mentora) enseña, aconseja, anima, guía y da soporte a otra persona menos experimentada (la mentorada) con el propósito de promover su desarrollo profesional y personal.

En el proyecto participamos 50 mujeres del ámbito científico y tecnológico, entre ellas las tres autoras de este trabajo, formando 25 parejas de Mentora - Mentorada.

Por un lado, las mentoras son profesionales e investigadoras de organizaciones y empresas privadas, catedráticas, responsables de departamento e investigadoras universitarias. Por otro lado, las mentoradas son mujeres en niveles intermedios de los sectores científico-técnicos o estudiantes de doctorado.

Se utilizó un modelo de mentoría formal, con un equipo de coordinación, seguimiento y evaluación responsable del cumplimiento de los objetivos planteados en cada caso. La participación era una decisión propia y voluntaria, con unos objetivos consensuados y un plan de trabajo acordado por ambas partes.

El proceso de mentoría conlleva un intercambio personal de conocimientos y experiencias entre mentora y mentorada, creando una relación de reciprocidad con beneficios para ambas.

#### REFERENCIAS

1. Dainty, J. Christopher, *Optics & Photonics News*, **Vol. 22 No.6**, página 4 (2011)
2. Workshop "Advancing RTD through Gender-Fair recruitment and retention strategies", Vienna 19-20 May 2011
3. <http://www20.gencat.cat/portal/site/empresaocupacio/menuitem.32aac87fcae8e050a6740d63b0c0e1a0/?vgnextoid=ddc7604d1b9af110VgnVCM1000000b0c1e0aRCRD&vgnextchannel=ddc7604d1b9af110VgnVCM1000000b0c1e0aRCRD&vgnextfmt=default>

## **Índice de autores**





---

A

Abellán García F.J., 73  
 Ablanque J., 112  
 Abril I., 80  
 Aguirre-Molina D., 169  
 Alados I., 68  
 Alcober V., 134  
 Aldabaldetrekú G., 100  
 Alguacil G., 153  
 Alonso H., 86, 140  
 Alonso-Tapia J., 175  
 Álvarez F., 78  
 Álvarez M.L., 125  
 Anacleto J., 146  
 Andrés M. V., 37, 88  
 Andrés P., 147  
 Araque Guerrero J.A., 119  
 Arias Ávila N., 163  
 Arnedo M.A., 140  
 Arribas E., 90, 125

---

B

Barbero A. J., 165, 182  
 Bastos González D., 123  
 Beléndez A., 76, 90, 125  
 Beléndez T., 90, 125  
 Beltrán-Mejía F., 147  
 Benito R. M., 66  
 Bermejo J., 165, 182  
 Blanco García J., 49  
 Blanco J.J., 78  
 Blay P., 29  
 Blázquez J., 78  
 Bonastre J., 167  
 Borondo F.J., 66  
 Brincones I., 78

---

C

Cabezas D., 149  
 Carnero Ruiz C., 31  
 Caro S., 66  
 Carreras C., 52, 121, 159  
 Carrión M. C., 153  
 Castelló-Lurbe D., 147  
 Castro-Palacio J.C., 62  
 Cervera F., 33  
 Chicharro R., 39  
 Contreras González J.L., 41  
 Cordobés J.M. , 180  
 Cornet F., 153  
 Corzo P.M.G., 129  
 Cuador J.Q., 62  
 Cunha C., 169

---

D

Denton C.D., 80  
 Díaz-Rubio A., 33  
 Domínguez-García P., 121, 161  
 Dorado R., 66

Dormido S., 121, 155  
 Duque J., 129  
 Durana G., 100

---

E

Escobar I., 165, 182  
 Escoda Ll., 167  
 Escudero P., 19  
 Espinosa J.A., 49  
 Ezquerria A., 58

---

F

Farjas J., 167  
 Fernandes H. , 144  
 Fernández A., 68  
 Fernández D., 129  
 Fernández E., 125, 138  
 Ferrer-Roca Ch., 37, 88  
 Flores Paredes P. A., 127  
 Florido E., 153  
 Francés J., 125  
 Fuentes R., 125

---

G

Gallego S., 76, 90, 125  
 Gallego-Calvente A.T., 29  
 García C., 125  
 García Molina R., 35, 80  
 García Pastor F., 92  
 García-Chocano V. M., 33  
 Gil J., 94, 186  
 Gil J. M., 140  
 Giménez F., 62, 151  
 Giménez M.H., 62, 110  
 Gimeno E., 125  
 Gómez Lopera J. F., 123  
 Gómez Tejedor J.A., 142  
 Gomez-Collado M., 29  
 Gómez-Ullate Oteiza D., 129  
 González C., 125  
 Gras-Velázquez A., 169  
 Guerra I., 92  
 Guillén Miró, M.C., 184  
 Guirado J. C., 29

---

H

Heradio R., 121  
 Hernández A., 125  
 Hernández M., 182  
 Hidalgo M.A., 78  
 Huertas P., 165, 182  
 Hueso R., 100  
 Hurtado P., 153  
 Hurtado Santón E., 106

---

I

Ibáñez Mengual J.A., 73  
 Illana J. I., 153

Illarramendi M.A., 100  
Iranzo S., 62

---

### *J*

Jiménez E., 138  
Jiménez M.L., 153

---

### *K*

Khayet M., 82

---

### *L*

Lanzara M., 29  
Lapuebla A., 151  
Legido J.L., 180  
Liger E., 68  
Llopis-Pontiveros R., 33  
Lobato L., 193  
López Díez E. C., 117  
López R., 191  
López-Navajas A., 191  
Losada J.C., 112  
Lozano J.C., 98

---

### *M*

Marco A., 191  
Mareca P., 134  
Márquez A., 76, 90, 125  
Márquez Mencía A., 44  
Marrero-Díaz A., 86, 178  
Martel P., 140  
Martín J., 165, 182  
Martín J. M., 153  
Martín M., 19  
Martín M<sup>a</sup> T., 19  
Martín Molina A., 123  
Martín Pérez J. A., 123  
Martín Quero J., 78  
Martínez G., 84, 102, 104, 171  
Martínez-Núñez S., 29  
Martínez-Pastor J., 33  
Masip M., 153  
Medina R., 131  
Méndez D., 131  
Méndez D.I., 125  
Menéndez Hurtado D., 24, 129  
Miralles J.J., 108  
Molina Bolívar J.A., 31  
Mon F., 129  
Moncho A., 153  
Monfort P., 186  
Monsoriu J.A., 62, 110, 147, 151  
Montoya M.M., 121, 157

---

### *N*

Nájera A., 125  
Naranjo F., 84, 102, 104, 171  
Neipp C., 76, 125

---

### *O*

Oliva J.M<sup>a</sup>, 56, 96  
Olivares M., 165  
Ortiz-Gil A., 29  
Ortuño M., 76, 90, 125  
Otero J.M<sup>a</sup>, 70

---

### *P*

Pacheco M., 86, 178  
Pancorbo M., 121, 157  
Pardo P.J., 84, 102, 104, 171  
Pascual I., 125  
Pascual C., 125  
Pascual R., 19  
Pastor Benavides J.M.<sup>a</sup>, 52, 117  
Paziy V., 41  
Peco J.M., 78  
Peinado A., 193  
Pérez J.S., 149  
Pérez A.L., 84, 102, 104, 171  
Pérez de Landazabal C., 64  
Pérez de Landazabal M<sup>a</sup> C., 70, 92, 175  
Pérez García H., 35, 80  
Pérez-Losada J., 167  
Pérez-Molina M., 125  
Peula J.M., 68  
Planella J., 167  
Pons A., 191  
Pons-Martí A., 37, 88  
Pontes A., 56, 96  
Porrás J. I., 153  
Prieto C., 98

---

### *R*

Riera J., 110  
Rodríguez O., 41  
Rodríguez R., 140  
Rodríguez Valverde M. Á., 123  
Romera E., 153  
Rubiano J.G., 140  
Ruiz D. P., 153  
Ruiz E., 153

---

### *S*

Salinas I., 110  
San Martín Castro R. A., 127  
Sánchez I., 153  
Sánchez J., 155  
Sánchez Soto I. R., 114, 127  
Sánchez-Dehesa J., 33  
Sánchez-Fernández J.P., 121, 155, 159  
Sanchez-Lavega A., 100  
Sánchez-Moreno J., 121, 157  
Sanchis L., 33  
Santos F. de los, 153  
Santos M.J., 22  
Schmitt A., 123  
Seballos S., 64  
Seidel L., 112

Silvestre E., 147  
Solano F., 94, 186  
Solano I., 138  
Solano J., 165  
Soler M., 167  
Sotres F., 17  
Stevenson A., 147  
Suárez P., 129  
Suero M.I., 84, 102, 104, 171

---

*T*

Tejera A., 86, 140, 178  
Tirado Miranda M., 123  
Tobaja L. M., 186  
Torre L. de la, 121, 155, 157, 159, 161  
Torres J., 153  
Tricio V., 52, 163, 173

---

*U*

Ulla A., 180

---

*V*

Valadares J., 54, 60  
Valerdi-Pérez R.P., 73

Valero E., 153  
Vaquerizo J.A., 149  
Varela M<sup>a</sup> P., 175  
Vargas J.M., 68  
Vázquez A., 39  
Velasco S., 22  
Vergara G., 108  
Vidaurre A., 110  
Villalba J. M., 125  
Viloria R., 173

---

*W*

White J.A., 22  
Williart A., 121, 161

---

*Y*

Yuste M., 52, 121, 136, 159  
Yzuel M. J., 193

---

*Z*

Zubia J., 100



PUBliCan



Ediciones

Universidad de Cantabria

*Agosto 2011*

