

comportamiento. Los máximos o los mínimos de interferencia se repiten cuando $\theta = 4\pi$ (véase Figura 6b). En esta figura se representa B en el eje de abscisas, pero es inmediato traducir la escala a θ .

Esta misma propiedad nos permite “espíar” a los neutrones, tal como quería Feynmann. Supongamos que los neutrones que entran en el interferómetro están polarizados según el eje Z , estado de espín que representamos por $|\uparrow\rangle$. Ahora colocamos en una de las trayectorias (por ejemplo, la I) un solenoide que invierte el espín de los neutrones que siguen esa trayectoria, transformándolo en $|\downarrow\rangle$. Entonces, midiendo la polarización según el eje Z podemos saber qué trayectoria ha seguido el electrón. Por ejemplo, utilizando un detector que sólo detecte las partículas con polarización $|\uparrow\rangle$ sólo veremos las partículas que han seguido la trayectoria II y, por lo tanto, no veremos efectos de interferencia aunque varíemos la fase de las partículas que siguen la trayectoria I. Lo mismo sucederá si el detector sólo detecta partículas con polarización $|\downarrow\rangle$.

Supongamos, sin embargo, que utilizamos un detector que deja pasar las partículas con polarización horizontal. Recordemos que los dos estados de polarización vertical se pueden escribir como una combinación a partes iguales de los dos estados de polarización horizontal:

$$|\uparrow\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|\rightarrow\rangle + |\leftarrow\rangle) \text{ y } |\downarrow\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|\rightarrow\rangle - |\leftarrow\rangle).$$

Por lo tanto, un detector preparado para detectar partículas con polarización $|\rightarrow\rangle$ detectará el 50% de las par-

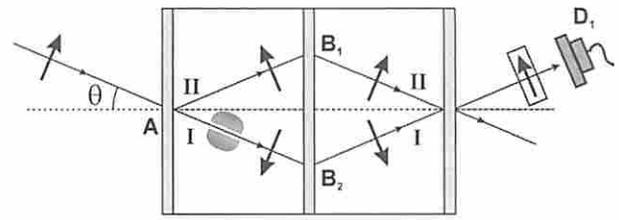


Figura 7.

tículas que siguen la trayectoria I y el 50% de las que siguen la trayectoria II, pero será incapaz de distinguir qué trayectoria ha seguido cada partícula. En este caso sí se ponen de manifiesto los efectos de interferencia. Este experimento fue realizado por J. Summhammer, G. Badurek, H. Rauch y U. Kischko en 1982.

Todos los experimentos descritos tienen un interés fundamentalmente teórico, al poner de manifiesto por primera vez aspectos cuánticos del comportamiento de las partículas que hasta entonces sólo se manifestaban de forma indirecta. Todos se basan en la posibilidad que ofrece el interferómetro para detectar mínimas variaciones en la fase de la función de onda de los neutrones. Esta misma posibilidad es la que hace que la interferometría de neutrones tenga importantes aplicaciones prácticas cuando se utilizan neutrones para sondear las propiedades de ciertos materiales.

J. Javier García Sanz
Dpto. de Física Fundamental

NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ENSEÑANZA

Objetivo XXI: ética de la mirada

PREÁMBULO

El filósofo Emilio Lledó, presidente del Consejo creado para la Reforma de los Medios de Comunicación de Titularidad del Estado, afirma en el Informe elaborado para dicho Consejo: *“La necesidad de una reforma de los medios de comunicación responde, en parte a la continua queja de un buen sector de los televidentes que, aunque de una manera intuitiva e imprecisa, manifiestan su descontento ante la forma de ver el mundo que frecuentemente ofrecen los medios de comunicación y, sobre todo, la televisión. Este descontento y esta crítica no sólo procede de un sector de los usuarios sino, como es sabido, de sociólogos, filósofos, psicólogos, etc. (Bourdieu, Popper, Sartori, Enzensberger, Gabler, Postman, Anders, Hackl, y otros), que han planteado con inteligencia, en muchos casos, los problemas que arrastra la conquista de lo real por el mundo de los “fantasmas” de las apariencias”*.

Ahora bien, ¿quién ha creado ese mundo de lo no-real, ¿quién ha elaborado su imagen?, ¿quién ha dictado el guión que debía seguirse al pie de la letra? No resulta demasiado difícil responder la pregunta: el Poder económico.

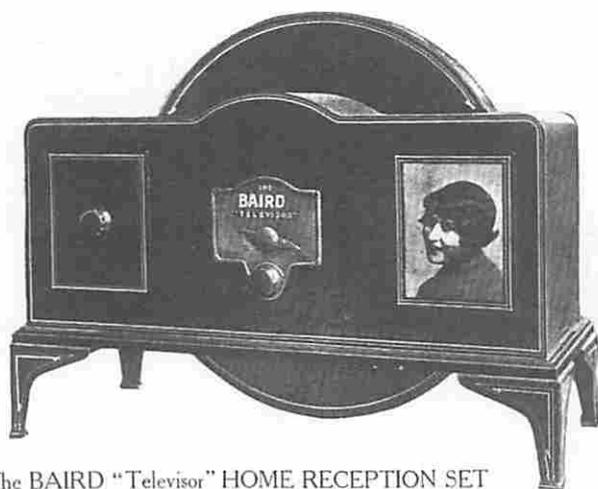
ALGO DE HISTORIA

Podemos definir la televisión como un sistema de transmisión y reproducción simultánea de sonidos y de imágenes en movimiento a distancia, por medio de ondas electromagnéticas o por medio de corrientes eléctricas transmitidas por cable.

A finales del siglo XIX, en 1873, el norteamericano G.R. Carey, a partir del descubrimiento casual de las propiedades del selenio, cuya resistencia eléctrica varía por influencia de la luz, concibió la idea de utilizar una pantalla integrada por millares de células fotoeléctricas

de selenio, sobre las que un objetivo proyectaría la imagen que había de ser transmitida. El proyecto nunca llegó a realizarse pero abrió el camino a otros investigadores. En 1879, el francés Selecq enunció el principio fundamental de la transmisión secuencial de los elementos de la imagen. Al transmitirse el conjunto de la imagen por elementos sucesivos, en no más de una décima de segundo, la persistencia de las sensaciones visuales proporcionaría la percepción continua de la imagen. Tras una serie de proyectos, de los cuales el más avanzado se debió a un estudiante alemán, P. Nipkow, quien en 1884 inventó un disco explorador de imágenes surcado por una línea espiral de orificios equidistantes. Para la emisión se situaba detrás del disco, una célula fotoeléctrica. En la recepción la imagen era reproducida por medio de un tubo de neón, cuyo brillo variaba en función de la señal recibida del emisor. Este procedimiento requería numerosos medios de los que sólo pudo disponerse más adelante.

En 1926, el escocés John Logie Baird llevaba a cabo en Londres la demostración de un televisor rudimentario que transmitió una diminuta imagen explorada en 28 líneas, a razón de 12,5 barridos completos por segundo. Baird había utilizado como medios el tubo electrónico y las ondas herzianas, que enlazan a distancia dos puntos procedentes del experimento de Nipkow.



The BAIRD "Televisor" HOME RECEPTION SET

En 1929 la emisora británica de Daventry inauguraba la emisión de programas de televisión difundidos por ondas largas. Las imágenes eran analizadas en 30 líneas, lo que constituía una definición extremadamente baja. En 1931, la RCA (The Radio Corporation of America) inauguró un emisor de televisión en lo más alto del Empire State Building de Nueva York. A partir de entonces los Estados Unidos de América asumirían el protagonismo en la experimentación y regulación del nuevo *mass-media*. Y un aparato, que en sus horas bajas llegaría a ser calificado como "un electrodoméstico", revolucionaba todas las percepciones posibles hasta entonces de la realidad. Por primera vez el espectador podía contar con una imagen exhibida en el momento exacto en que se estaba produciendo.

Esta cualidad del vivo y del directo ha modificado la historia de la humanidad, ha generado la sustancia de la globalización, ha creado nuevas culturas y, por supuesto, un nuevo lenguaje.

Apenas en sus inicios la televisión quedó en manos de mercaderes. Instrumento de ventas por excelencia, ha moldeado ideas, gustos y actitudes. La configuración, después de la segunda guerra mundial, de los canales de televisión como empresas comerciales y el éxito publicitario logrado por los mismos sentarían las bases del futuro en el diseño total de la programación.

EL VALOR DE LA NOTICIA

Pese al férreo control económico, el valor intrínseco que la televisión aportaba en el ámbito de la comunicación lograría conquistas que, mal que les pese a los detractores del medio, podemos calificar como grandes logros sociales.

Al constituir la televisión el medio informativo por excelencia ha conseguido romper el egoísmo de la ignorancia de los hechos. Las grandes tragedias sociales, al menos, han contado con la solidaridad de la comunicación. La televisión, por otro lado, al poblar de imágenes el cuarto de estar de desconocidos que dialogan en debates de dudoso interés, ha mitigado soledades de la más elevada intensidad. Pero no sólo ayuda a soportar la soledad porque sea un ruido que pueble de voces y de presencias pseudo-corpóreas las casas vacías, sino porque llena de acontecimientos, de hechos, de historias que están sucediendo en algún lugar, nuestras vidas.

Una crónica, enviada in situ por un corresponsal, nos hace partícipes, como espectadores, pero de algún modo copartícipes de lo que ocurre en el mundo. La solidaridad puede surgir ante la noticia; no se trata de exacerbar los sentimientos, de potenciar emociones, se trata de mostrar las coordenadas que configuran la realidad y, en un porcentaje muy alto, esa realidad es sumamente dura y necesita nuestra colaboración o al menos que conozcamos y asumamos los hechos en toda su integridad.

¿Qué falta entonces en todo momento?

El profesor Agustín García Matilla afirma en la publicación de la UNED que lleva por título "Educomunicación en el siglo XXI" lo siguiente: "*El 11 de septiembre de 2001 asistimos en directo a una cadena de actos terroristas que se produjeron en el corazón mismo de uno de los países considerados como emblemas del mundo desarrollado*". "*Los medios de comunicación, y especialmente la televisión, han transmitido las imágenes del suceso, han mostrado la secuencia de hechos ocurridos casi en directo y, sin embargo, no han sido capaces de aportar suficientes elementos para el debate y la reflexión. De nuevo los telespectadores de los cinco continentes han visto repetidas hasta la saciedad las mismas imágenes y han podido comprobar hasta qué punto esas imágenes se iban a convertir en iconos de una nueva época. Hemos vuelto a perder, sin embargo,*

una gran oportunidad para trascender a lo obvio y estimular nuestra capacidad de reflexión”.

EL VALOR DE LA UTOPIA

Quiero plantearles, sin miedo e incluso sin rubor, algo parecido a una utopía, algunos lo llaman idealismo, y algunos también manifiestan hacia dichos conceptos o actitudes un miedo cerval o una serie de prejuicios sin límite.

Imaginen que algunos canales de televisión son ocupados por realizadores, escritores, poetas, científicos, ingenieros, informáticos, médicos, economistas, docentes, investigadores, pintores, arquitectos,..., en general, por gentes que desean crear algo en televisión y organizan equipos con profesionales del medio y elaboran programas en los que cuentan, fundamentalmente, con imágenes bellas, cargadas de sentido, con textos adecuados, con historias o temas en los que creen, con experimentos que han vivido, con libros que conocen en su esencia, con edificios que han visto crecer e incluso morir.

Imaginen que las noticias, los hechos que nos agarran el corazón cada día, cuentan, como reclama el profesor García Matilla en su artículo, con un punto de vista, con una mirada ética que asuma su capacidad de incidencia y asimilación en el espectador que las contempla, que busque su formación, que persiga el desarrollo de un juicio crítico: *“La propuesta desde una perspectiva de educomunicación llevaría a reconvertir las imágenes y sonidos de todo lo acontecido desde el 11 de septiembre en una gran unidad didáctica que invitara a no olvidar el pasado, contextualizar los hechos desde una perspectiva global, evitar los encasillamientos empobrecedores, y romper con aquellos tópicos y estereotipos que no sirven para enriquecer una mínima visión del mundo (en el sentido de apertura con el que se asocia el bello término alemán: “weltanschauung”), capaz de abrirnos a un conocimiento más objetivo y distanciado de la realidad”.*

Se trataría, en efecto, de crear y poner al alcance de todas las personas, una **Televisión Educativa**. Y es eso lo que intentamos hacer en la UNED. No un espacio para sustituir el aula e impartir una clase. Sí un medio

para la creación, investigación y difusión. Un medio para lograr una interrelación entre conocimiento, sociedad, y docencia. Y, desde luego, con el lenguaje adecuado, con las técnicas necesarias, ni más ni menos que aquellas que puedan resultar de utilidad. Y, sobre todo, tratando de establecer lo que podríamos denominar: *Ética de la Imagen*.

LOS DERECHOS HUMANOS DE LOS OJOS

En el Informe para la Reforma de los Medios de Comunicación de Titularidad del Estado, anteriormente citado, se habla de “los derechos humanos de los ojos”, a los que no debemos ofender. Porque, como afirma el profesor Lledó: *“Precisamente, por el asombroso imperio del universo mediático, por la capacidad que ese imperio tiene para representar la realidad, enseñar a mirarla o, por el contrario, a falsificarla, a “mediatizarla”, a degenerarla, la defensa de los derechos humanos de la mirada tiene que ser más decidida e inteligente”.*

Creemos que desde sus inicios los programas de TV ofertados por la UNED han constituido un compromiso ético constante con la Comunicación. Al ser la única Universidad que emite en la Televisión Pública en nuestro país, el reto que asume es mayor. Consiste en la creación de una imagen cargada de contenido. Una imagen que tenga la capacidad de narrar, de enseñar, de suministrar conocimiento, una imagen que incorpore el texto escrito, la intervención y opinión de los expertos y que tenga el valor de los antiguos murales, de las viejas inscripciones legadas a través de los siglos. Una imagen, en suma, rescatada para la cultura de manos de aquellos mercaderes que en multitud de ocasiones llegaron a degradarla.

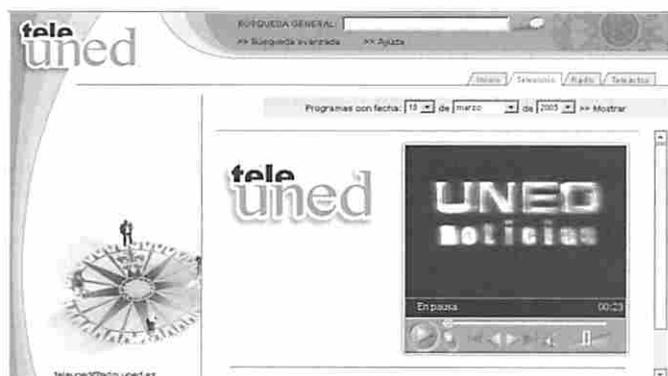
LA ACTUALIDAD COMO NUTRIENTE

Al tomar la realidad como alimento básico de esta imagen, la actualidad nutre e interrelaciona las principales temáticas de la Televisión Educativa. Se trata de escoger un fragmento —noticia— de todo lo que integra esa actualidad y, teniendo en cuenta que la mirada es un acto moral, transformarlo en materia informativa. Llevar a cabo la creación de una nueva realidad, un programa de televisión, a partir de lo que tenemos ante nuestros ojos, a partir de “lo que está ocurriendo”.

Tratemos de concretar lo anterior con un ejemplo de programación:

2005, Año Mundial de la Física

La UNESCO proclama este año como “Año Mundial de la Física”. ¿Motivos? Los suficientes. Se celebra el centenario del año en el que el científico alemán, Albert Einstein, a los 26 años de edad, publicaba una serie de



Portal de entrada a *teleuned*.

artículos que cambiarían el rumbo de la ciencia. Sería en el cuarto de estos trabajos en el que Einstein llegaría desde sus principios de relatividad y constancia de la velocidad de luz a la equivalencia masa-energía, traducida en la famosa fórmula $E = mc^2$.

A propuesta de la profesora Carmen Carreras se establece desde la Televisión Educativa de la UNED un seguimiento puntual de las actividades que la Real Sociedad Española de Física pretende llevar a cabo a lo largo de 2005.

El sábado 19 de febrero, en un programa de TV-UNED¹, propuesto por la profesora Amalia Willart Torres, dedicado al Premio Nobel de Física del año 2004, se incluye una entrevista con el Presidente de la RSEF, Gerardo Delgado Barrio, y la solemne inauguración del Año Mundial de la Física en la sede de la UNESCO en París, durante los días 13, 14 y 15 de enero. El acontecimiento contó con casi un millar de participantes, entre los que se encontraban seis Premios Nobel y numerosos representantes de las Sociedades de Física de diversos países, así como cerca de 500 estudiantes de Física, a los que podemos denominar como el futuro de la Ciencia.

La Física entraba por la puerta grande en la cotidianidad de nuestro siglo XXI. La Física dejaba de ser una ciencia extraña, ajena, para ocupar las primeras planas de los periódicos. La Física certificaba su presencia en casi todos los aspectos de la sociedad actual: en la electrónica, en la medicina, en la astronomía, en la energía nuclear, en la sostenibilidad del medio ambiente,...

Apertura en el Congreso de los Diputados

El 11 de febrero en la Sala de Columnas del Congreso de los Diputados, su Presidente, Manuel Marín, acompañado por Carlos Martínez, Presidente del CSIC, y por Gerardo Delgado, de la RSEF, iniciaba la ceremonia de apertura, dando la bienvenida a un año lleno de celebraciones que auguraba a su vez un siglo XXI en el que la física alcanzará un indudable protagonismo. La inauguración contó con la presencia del Premio Nobel, Horst Störmer, que consiguió, gracias a una pelota de baloncesto, convertir en un espectáculo lleno de dinamismo una intervención que nos conducía directamente al futuro con toda su complejidad conceptual. Intervinieron también, Pedro Echenique, Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica, Antonio Moreno, Director del Instituto Superior de Formación del Profesorado, y M.^a Josefa Yzuel, Catedrática de Óptica de la Universidad Autónoma de Barcelona.

En las numerosas intervenciones y en las conversaciones de pasillo se repetía con insistencia un tema fundamental: el continuo descenso de vocaciones científicas, especialmente las concernientes a la Física, y la



Apertura del Año Mundial de la Física en el Congreso de los Diputados, 11 de febrero de 2005.

absoluta necesidad de buscar una solución, unido al reto de convertir la Física en materia atractiva y accesible.

No dudamos de que el magnífico programa de actividades llevado a cabo por la RSEF ha contribuido de manera esencial. Estos actos, que en todo momento han tenido una amplia repercusión tanto mediática como social, han sido difundidos con absoluto entusiasmo por la Televisión Educativa de la UNED a través de la 2 de TVE y en el Canal Internacional². Una serie de reportajes realizados por el redactor Iván Rodríguez, licenciado en Pedagogía y Master en Televisión Educativa, que ha llegado a identificarse por completo con los objetivos de este Año Mundial de la Física, han puesto su granito de arena en el logro de una amplia proyección en el ámbito de la comunicación.

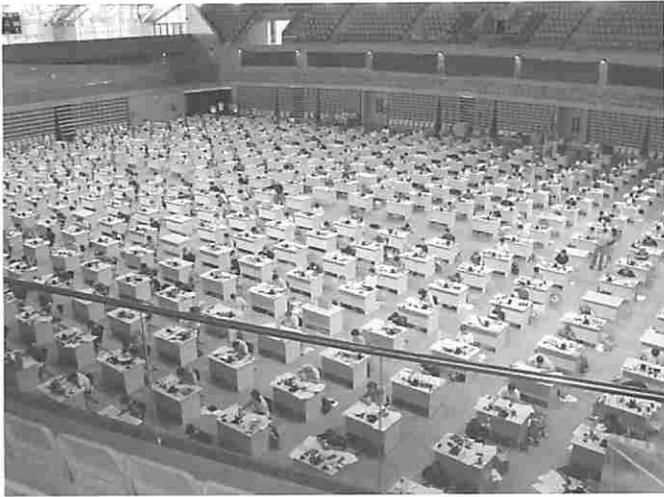
El sábado 2 de abril se emitía en el informativo de la UNED³ la noticia de la conferencia organizada por la Facultad de Ciencias de nuestra universidad e impartida por el investigador, Marcelo Alonso, profesor en el Instituto Politécnico de Florida, que versó sobre *La Física de los Seres Vivos*. Marcelo Alonso, en la entrevista concedida a TV-UNED, afirmaba que *"a la Física le gustaría poder explicar ese grado de organización estructural y funcional que llamamos Sistemas Vivos, que no hemos logrado explicar a nivel molecular, atómico, electrónico, ..."*.

Expo-Tecno 2005, exposición organizada por La Casa de la Moneda en Madrid, mostraba los aspectos o logros prácticos que tuvieron su base científica en aquellos famosos trabajos publicados por Einstein, como la holografía, o el láser, que vemos en muchos productos de la vida cotidiana. La muestra contemplaba también otro aspecto: la Inteligencia Artificial, sistemas que permiten, como en el caso de la visión artificial, comprobar la autenticidad de un documento, o sistemas que ayudan a to-

¹ Programa 039/04-05: "Premio Nobel de Física 2004" (fecha de emisión: 19-02-05).

² Programa 023/04-05: "¡Al fin la Física!" (fecha de emisión: 18-03-05).

³ Programa 049/04-05: "La Física de los seres vivos" (fecha de emisión: 02-04-05).



Panorámica del aula de examen de la prueba experimental (XXXVI IPhO) y entrevista a un estudiante participante.

mar decisiones, como un juego asombroso que nos pone, nada más y nada menos, que en el complicado papel del Presidente del Banco Central Europeo y nos obliga, situados en ese cargo, a tomar decisiones que indudablemente afectan a la economía comunitaria, según nos contó, Javier Gamo, Comisario de la muestra⁴.

La Casa de la Moneda nos ofreció también la ocasión de registrar un momento cargado de historia: la emisión de un sello conmemorativo de un hecho realmente importante. La pequeña estampilla, que incluía el logotipo del Año Mundial de la Física y la fórmula que no sólo representaba la Teoría de la Relatividad sino que acabaría por simbolizar el giro experimentado por la Ciencia en la Contemporaneidad, constituía a su vez, en una ceremonia cargada de ritual, la certificación y trascendencia social del contenido que motivaba el acto⁵.

Cuando concluyo estas líneas, el equipo de Televisión Educativa acaba de regresar de Salamanca. La ciudad ha sido la elegida este año para acoger la 36.^a Olimpiada Internacional de Física, un acontecimiento que este año adquiriría un carácter muy especial. El equipo viene encantado con todo, con el trato recibido, y especialmente con la oportunidad que han tenido de realizar un reportaje marcado por la emoción e impronta de un acontecimiento único. La presencia de jóvenes de setenta nacionalidades con una preparación asombrosa, marcada por el esfuerzo continuo, supone una perspectiva hacia la esperanza en las vocaciones científicas del tiempo venidero.

En todas estas actividades han colaborado con entusiasmo y dedicando muchas horas un número considerable de profesores de la Sección de Física de la Facultad de Ciencias de la UNED y han contado con el total apoyo del Rectorado de nuestra universidad. De todo ello hemos emitido hasta el momento 5 programas informativos (Noticias UNED) y 5 Programas por la TV-UNED⁶, de los cuales 4 por "la Aventura del saber" (TV2)⁷.

¡Al fin la Física!

La Televisión Educativa de la UNED establece una relación constante con la cultura, dando voz e imagen a aquellos que pueden enseñarnos mucho. Siempre he pensado que un programa cultural debe desarrollar una inmensa capacidad de seducción. Plantear la estructura de una temática con "gracia" para lograr que la persona pasiva, sentada frente al televisor, se convierta en un ser activo y acuda a los Libros, a los Museos, a los Labora-

⁴ Programa 054/04-05: "EXPO-TECNO 2005" (fecha de emisión: 17-04-05).

⁵ Programa 061/04-05: "Un sello para el año de la Física" (fecha de emisión: 14-05-05).

⁶ Programa 025/04-05: "Las radiaciones en la vida cotidiana" (fecha de emisión: 08-04-05).

⁷ Los últimos programas realizados son:

— Programa 078/04-05: "Física y Vida" (fecha de emisión: 10-07-05).

— Programa 082/04-05: "El Podium de la Ciencia" (fecha de emisión: 24-07-05).

— Programa 011/05-06: "El Podium de la Ciencia" (fecha de emisión: 08-10-05).

— Programa 016/05-06: "Inauguración Curso Académico 2005-2006", contiene la lección inaugural: "La Física, aventura del pensamiento" (fecha de emisión: 21-10-05).

— Programa 023/05-06: "Crónica de un eclipse anunciado" (fecha de emisión: 04-11-05).

— Programa 031/05-06: "De Einstein al futuro" (fecha de emisión: 25-11-05).

— Programa 034/05-06: "Las primeras de la clase" (fecha de emisión: 02-12-05).

— Programa 034/05-06: "¿Qué diablos hacen estos físicos?" (fecha de emisión: 02-12-05).

— Programa 042/05-06: "Annus Mirabilis" (fecha de emisión: 16-12-05).



Equipo de grabación de *teleuned* elaborando el programa: "Crónica de un eclipse anunciado".



Lección magistral en el acto de inauguración del curso académico 2005-06.

torios, ..., para ampliar conocimientos sobre algo que probablemente sólo ha contado con el tiempo suficiente para ser apenas esbozado.

Cuando la imagen se carga de contenido, la televisión difunde el conocimiento y podemos experimentar la inmensa alegría que supone, aunque sea a horas absurdas e incomprensibles de la mañana, el aprender algo nuevo, algo lleno de vida.

Ángela Ubreva Amor
Directora Técnica del CEMAV

Nuevos métodos para las prácticas de laboratorio: simulaciones, laboratorios virtuales, ...

El laboratorio de Óptica del Departamento de Física de los Materiales

INTRODUCCIÓN

Todos los que trabajamos en esta Universidad hemos oído acerca de las especiales características de la educación a distancia, la metodología específica requerida, los materiales de apoyo, el perfil del alum-

nado y todo este tipo de cuestiones de carácter pedagógico. Muchos de nosotros, además, hemos sido en algún momento de nuestra vida estudiantes de Ciencias, o lo podemos ser en la actualidad. Y creo que a bastantes de nosotros, en esa época de estudiante, tanto si se trataba de

educación a distancia como presencial, nos hubiera gustado disponer de un laboratorio al que poder acceder cómodamente, con libertad de horario y sin limitación de tiempo, y en el que poder experimentar "a discreción", hasta donde nuestras inquietudes y conocimientos nos llevaran.

Hoy en día, con las llamadas Nuevas Tecnologías, nos podemos acercar bastante a la idea del "laboratorio en casa", con todas las ventajas y posibilidades que ello ofrece. Si nos damos un paseo por Internet, no es difícil encontrar sitios de contenidos educativos, tanto programas oficiales de centros docentes como