

Futuro

TECNOLOGÍA / Fotónica

# La nueva generación de fibras ópticas

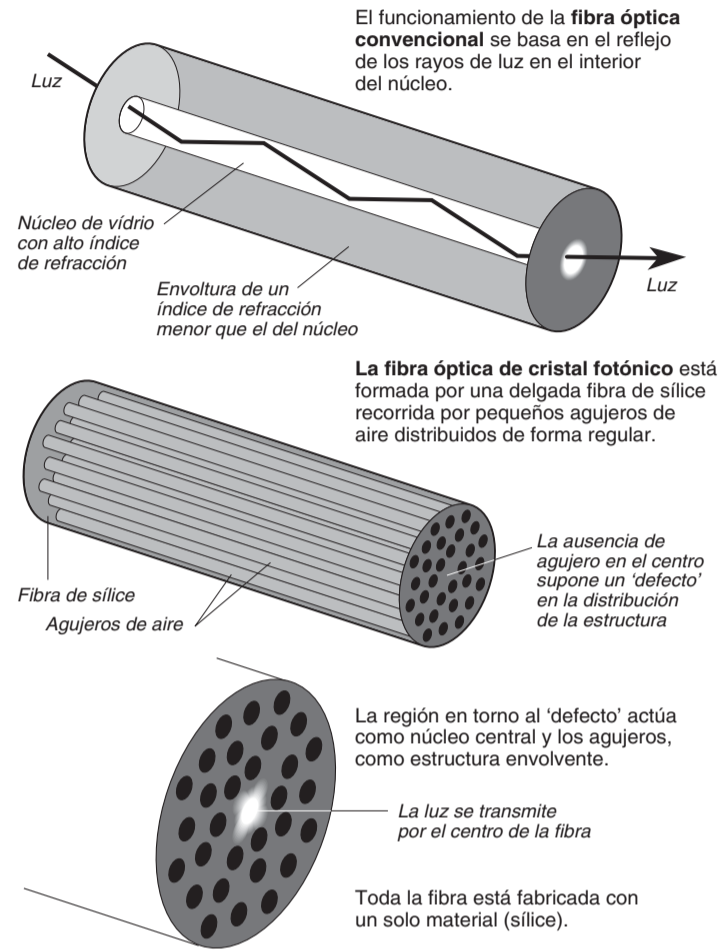
P. FERNÁNDEZ DE CÓRDOBA  
ALBERT FERRANDO  
PEDRO ANDRÉS

Las fibras ópticas convencionales permiten, por medio de los ordenadores, televisores o teléfonos de los hogares, acceder al inmenso mundo de la información digital. Estas estructuras están basadas en un principio físico muy simple, el de las múltiples reflexiones que sufre la luz en su interior. La sección transversal de una fibra óptica común suele estar constituida por un núcleo central hecho de un vidrio transparente con un índice de refracción alto rodeado por una zona exterior más extensa, la envoltura, de índice de refracción menor. Los rayos inyectados en el núcleo central se reflejan al incidir sobre la envoltura permaneciendo en el núcleo debido a las sucesivas reflexiones internas que experimentan a lo largo de su trayectoria. Si la incidencia es suficientemente rasante sobre esta interfase, los rayos son reflejados en su totalidad (fenómeno conocido como reflexión total interna), lo que posibilita transmitir la luz de un extremo al otro de la fibra idealmente sin pérdida de intensidad lumínica. Esto nos da pie para afirmar que el funcionamiento de las fibras ordinarias puede explicarse apoyándose en argumentos puramente geométricos.

Por otro lado, la idea de controlar y modificar las propiedades de un haz de luz (fotones) de manera análoga a como lo hace la estructura de un cristal con su nube de electrones libres, base de toda la tecnología de semiconductores, se ha hecho realidad con un nuevo tipo de materiales ópticos denominados cristales fotónicos. La propiedad más relevante de los cristales fotónicos es la posibilidad de generar bandas de frecuencias prohibidas en las que la propagación luminosa no está permitida.

Basándose en este fenómeno, ha aparecido muy recientemente (los primeros resultados, que fueron experimentales, datan del año 1996) un nuevo concepto de fibra óptica totalmente distinto al convencional: el de las denominadas fibras de cristal fotónico. Estas estructuras están for-

## Fibras ópticas



Fuente: Pedro Fernández de Córdoba, Albert Ferrando y Pedro Andrés. EL PAÍS

madas por una fibra delgada de sílice que presenta una distribución regular de agujeros de aire que se extienden a lo largo de toda su longitud. Esta distribución periódica está rota por la ausencia de uno de los agujeros,

## Varias empresas se han lanzado a la puesta a punto de la tecnología para comercializarla

lo que conlleva la aparición de un defecto. La región en torno al defecto actúa como el núcleo central de la fibra, mientras que la estructura periódica que lo rodea constituye la envoltura que opera como un cristal fotónico bidimensional. Así pues, bajo iluminación paralela en eje, es

posible generar modos confinados en la región del defecto cuya propagación transversal está inhibida por la estructura periódica envolvente.

Es importante percatarse de que estas nuevas fibras están constituidas por un único tipo de vidrio y lo que se pretende es controlar sus propiedades de guiado modificando sus parámetros geométricos.

Dos conclusiones se hacen evidentes. Por una parte, la distribución transversal del índice de refracción en estas fibras es mucho más compleja por lo que su descripción matemática es bastante más ardua. Por otro lado, el mecanismo de confinamiento de la luz en estas fibras es radicalmente diferente al de las fibras al uso puesto que requiere argumentos propios de fenómenos ondulatorios y se interpreta como un fenómeno de in-

terferencias múltiples con los agujeros de la estructura periódica.

De entre las innumerables nuevas aplicaciones de este tipo de fibras destaca sorprendentemente su uso en metrología (que estudia, por ejemplo, la definición del estándar de tiempo). Las fibras de cristal fotónico juegan un papel crucial en la construcción de un nuevo reloj óptico de una precisión inimaginable con la tecnología actual (EL PAÍS, 12 de septiembre de 2001).

En concordancia con estos nuevos horizontes tecnológicos, varias empresas se han lanzado a la puesta a punto de la tecnología de esta nueva generación de fibras ópticas para aplicaciones comerciales. Un ejemplo de estas compañías pioneras lo constituye el consorcio de empresas NKT, con sede central en Copenhague. Nótese el vertiginoso proceso de transferencia tecnológica que ha conducido desde los primeros resultados experimentales del año 1996 a la creación de una firma dedicada a su explotación comercial.

La mencionada complejidad estructural de las fibras de cristal fotónico imposibilita su descripción mediante análisis convencionales. El grupo de fibras ópticas de la Universidad de Valencia ha sido uno de los equipos pioneros en la modelización de esta nueva generación de fibras y ha desarrollado unas potentes herramientas numéricas de simulación de las propiedades de las mismas. En los últimos años se ha potenciado un vasto programa de investigación dedicado al análisis de las propiedades de dichos sistemas, incorporando investigadores de la Universidad Politécnica de Valencia. Como resultado de este impulso se ha establecido una activa colaboración con NKT Research & Innovation con vistas a dar una respuesta europea a la carrera por liderar este nuevo reto tecnológico.

**Pedro Fernández de Córdoba** es profesor del Departamento de Matemáticas Aplicadas de la Universidad Politécnica de Valencia; **Albert Ferrando** y **Pedro Andrés** son profesores del Departamento de Óptica de la Universidad de Valencia.

## REVISTAS

### 'Quark': 25 años de política científica en España

X. PUJOL GEBELLÍ, **Barcelona**

El sistema español de ciencia y tecnología poco tiene que ver con el que existía 25 años atrás. Los principales indicadores sobre productividad y calidad científica así lo demuestran. Sin embargo, la evolución no ha ido siempre al gusto de todos. En velocidad ni en objetivos alcanzados ni tampoco en cuanto a propuestas de futuro. Así se desprende de la opinión expresada por 36 autores, todos ellos clave en la evolución del sistema español, en un número monográfico de la revista *Quark* ([www.imim.es/quark](http://www.imim.es/quark)), de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona, dedicado al análisis de la política científica española de este último cuarto de siglo.

La publicación, que se presenta formalmente el próximo 10 de junio en Barcelona, recoge la opinión de personajes clave en la construcción del actual sistema de ciencia y tecnología. Entre ellos, a varios secretarios de Estado y presidentes del CSIC que, a lo largo de la década de los ochenta, perfilaron un modelo de crecimiento que finalmente se vio estancado, según coincide la mayoría, al inicio y durante buena parte de los noventa.

De este período se analizan las dificultades existentes en el área de transferencia de tecnología y la investigación en la universidad, así como los principales desafíos que distintas áreas de la ciencia española tiene planteadas para el futuro.

A juicio de los autores, en su mayor parte científicos españoles de alto nivel, vinculados a áreas como la biotecnología, la biomedicina, la genómica, la nanotecnología o la política científica, España tiene posibilidades de destacar en la escena internacional. Para ello reclaman mayores presupuestos y planteamientos específicos de áreas de investigación. El escaso porcentaje sobre el porcentaje del PIB destinado a I+D es destacado por la mayoría como uno de los grandes déficits del sistema. Cinco autores cualificados abordan en sus artículos las soluciones de futuro.

**MARTA BOCHET SOLER-ESPIAUBA**

Terminó su largo y doloroso combate contra la enfermedad el 3 de junio de 2002, en Bruselas, a los 38 años de edad

Sus padres, Marc Bochet y Dolores Soler-Espiauba; sus hermanas, Noemí, Milena y Esther; su cuñado, Miguel Juantegui; sus sobrinos, Luca, Amaia y Diego; sus tíos, y también sus primos, Beatriz y Guillermo Soler-Espiauba, ruegan a aquellos que la quisieron y ayudaron un pensamiento en su memoria.

El entierro tendrá lugar en el cementerio de Cartagena, el 8 de junio, a las 12 horas. El día 22 de junio, a las 11 horas, se celebrará en la Comunidad del Opstal, en Bruselas (junto a la escuela Europea, Ch. de Waterloo), un acto en su memoria.

**Tú y ella podéis tener mucho en común**

Agua potable, trabajo, educación, vivienda, voz propia...

Únete a nosotros  
902 330 331  
[www.intermon.org](http://www.intermon.org)

**Intermon Oxfam**

CIENCIA Y FUTURO EN EL CENTRO DE ASTROBIOLOGÍA (CAB)

## LA EXPLORACIÓN DE MARTE

**CONFERENCIA DEL DR. J. GARVIN.**

DIRECTOR CIENTÍFICO DEL PROGRAMA DE EXPLORACIÓN DE MARTE DE LA NASA, SOBRE "LA EXPLORACIÓN ROBÓTICA DEL PLANETA MARTE".

RETOS Y OPORTUNIDADES PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.

Posterior debate con la participación de:

- Dr. R. Bonneville (Francia/CNES).
- Dr. J. Garvin (USA/NASA).
- Dr. J. Gómez-Elvira (España/CAB).
- Prof. J. Pérez-Mercader (España/CAB).
- Sra. I. de Silvestre (USA/NASA).
- Prof. A. Giménez (España/ESA).
- Prof. R. Pellinen (Finlandia).

Lugar: Círculo de Bellas Artes, C/ Alcalá, 42, Madrid. (Sala Ramón Gómez de la Serna).

Fecha: Jueves, 6 de junio de 2002, a las 20:00 horas.

MINISTERIO DE DEFENSA  
SECRETARÍA DE ESTADO DE CIENCIA

INIA  
INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AERONÁUTICA

CSIC