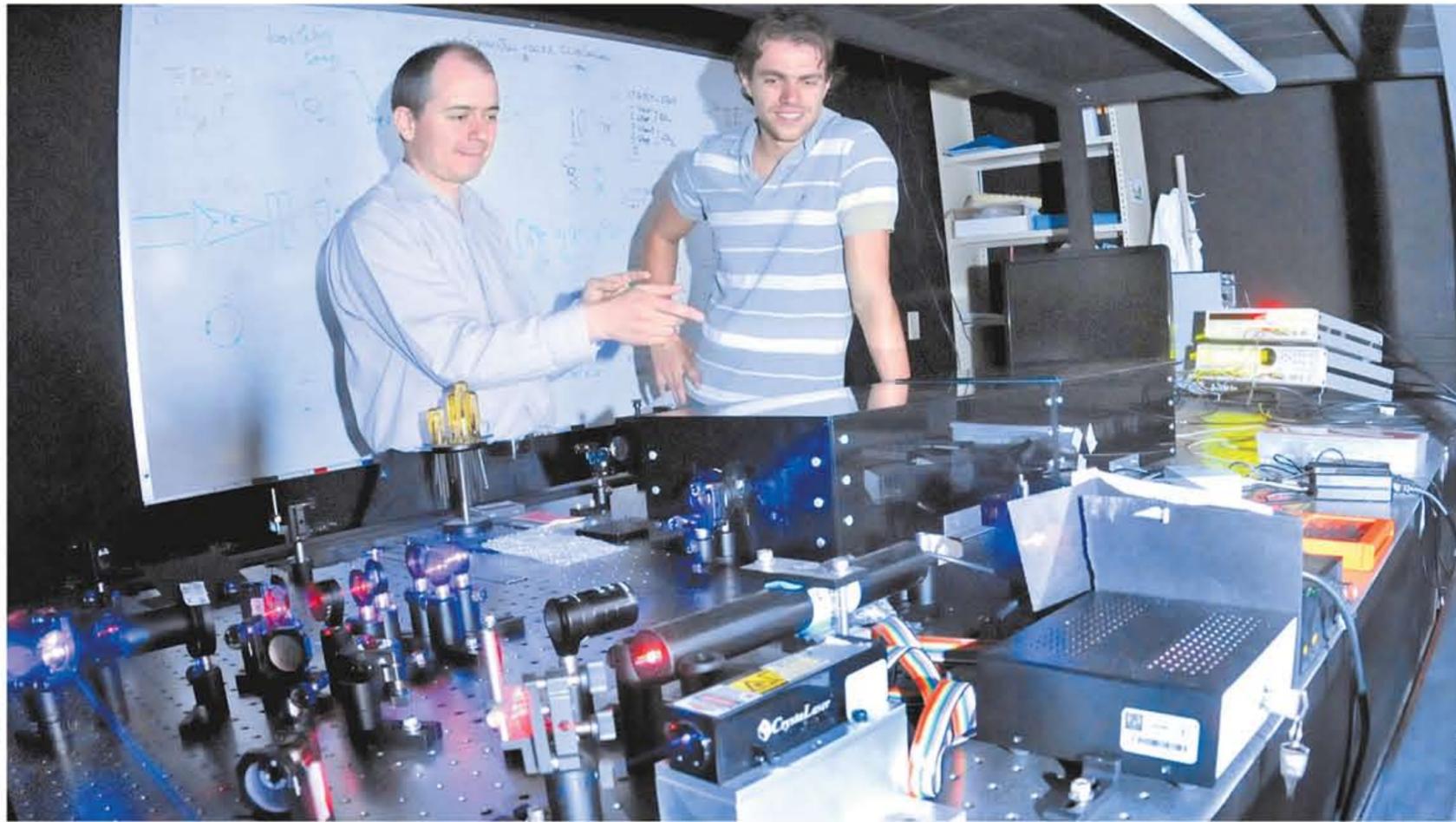


**PROYECTO UNAM**

Coordinador: Roberto Arturo Gutiérrez Alcalá robargu@hotmail.com

**Análisis de diamantes**

El Departamento de Física y Química Teórica de la Facultad de Química de la UNAM invita al seminario "Análisis de diamantes: naturales, sintéticos y tratados", que impartirá el doctor Quetzalcóatl Magaña mañana viernes, a las 12:00 horas, en el Auditorio de la USAI, localizado en la planta baja del Edificio B de dicha facultad.



DESDE 2009. Los científicos pumas trabajan en el Laboratorio de Óptica Cuántica, del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, con fuentes de luz de baja intensidad

# APROVECHAN LAS PROPIEDADES CUÁNTICAS DE LA LUZ

Desde noviembre de 2009, un grupo de investigación coordinado por el doctor Alfred U'Ren trabaja en el Laboratorio de Óptica Cuántica, del Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) de la UNAM, con fuentes de luz de baja intensidad, de tal modo que la luz se comporta más como partículas, o fotones, que como ondas.

"La óptica cuántica es el estudio de la luz en situaciones en las que predomina el aspecto corpuscular sobre el ondulatorio. En general, la luz que proviene del Sol, de un foco, de una vela o de un láser se comporta como ondas o como partículas, dependiendo de las circunstancias. En algunos casos salen a relucir sus propiedades ondulatorias; en otros, sus propiedades corpusculares, es decir, de partículas. Nosotros trabajamos con partículas de luz, llamadas también fotones", dice U'Ren.

Un fotón es un cuanto de energía electromagnética (un cuanto representa una unidad fundamental). El fotón es a la luz lo que el átomo a la materia.

El trabajo de los investigadores se enfoca en el diseño de parejas de fotones con propiedades optimizadas. En concreto, ellos se han enfocado en proponer e implementar métodos experimentales para lograr la emisión de parejas de fotones y de fotones individuales puros a frecuencias tanto en el visible como en el infrarrojo.

"Hacemos incidir un haz láser, el cual está compuesto por unos cien mil millones de millones de fotones por segundo, en un cristal no lineal. De cuando en cuando, un fotón, aproximadamente, de cada diez mil millones del haz láser se aniquila para generar dos nuevos fotones independientes, cada uno con la mitad de la energía del fotón original", explica el investigador.

Lo interesante es que estos dos fotones comparten correlaciones denominadas enredamiento cuántico. Al llevar a cabo una acción sobre uno de ellos, el otro lo "siente" de manera instantánea. En particular, la medición de uno de los dos fotones puede determinar el estado de su contraparte, aun sin hacer medición alguna sobre este segundo fotón.

Originalmente, el enredamiento cuántico causó una enorme controversia, aunque también ha sido fuente de inspiración de muchos trabajos científicos, incluido el realizado en el Laboratorio de Óptica Cuántica del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM.

**Mensajes absolutamente seguros**

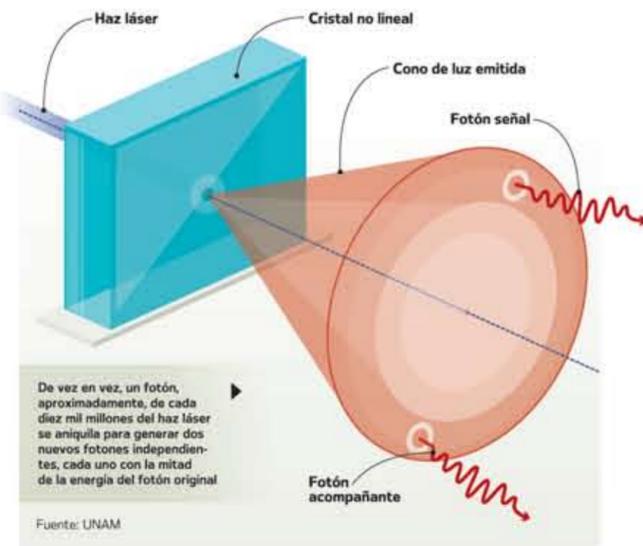
En la década de los años 80 del siglo pasado nació la rama de la física denominada procesamiento de información cuántica, que representa el aprovechamiento de las propiedades cuánticas de sistemas físicos, entre ellos los fotones, para lograr comportamientos imposibles según las leyes de la física clásica. De ahí surgieron posteriormente dos subramas: la criptografía cuántica y la computación cuántica.

Por lo que se refiere a la primera, se pueden utilizar las propiedades cuánticas de la luz para implementar canales de comunicación que en principio son absolutamente seguros, es decir, cuya seguridad se encuentra garantizada

Se pueden utilizar para implementar canales de comunicación más seguros; también permitirían desarrollar en un futuro no muy lejano una computadora cuántica

**PAREJAS DE FOTONES**

Para lograr su emisión, los investigadores hacen incidir un haz láser en un cristal no lineal



por las mismas leyes de la física.

La secreta del mensaje está resguardada por una llave cuántica, la cual se puede transmitir de un usuario a otro, comúnmente denominados Alicia y Beto, de forma tal que resulta imposible que un espía intercepte la información sin que Alicia y Beto se percaten del intento de espionaje.

"Entre las tecnologías basadas en la mecánica cuántica, la transmisión de llaves secretas o criptografía cuántica es la que más ha progresado. Incluso, algunas compañías ya han desarrollado algunos prototipos y éstos ya han sido adquiridos por bancos o fuerzas armadas para enviar información de gran sensibilidad", apunta U'Ren.

**Unidad fundamental de información**

Los sistemas de procesamiento de información cuántica se basan en el llamado qubit, o bit cuántico, como unidad fundamental de información.

"Un fotón puede tener dos polarizaciones; por ejemplo, horizontal y vertical, lo que correspondería al 0 y el 1 de los bits usuales. Pero un sistema cuántico puede tener una superposición, es decir, tener simultáneamente el 0 y el 1, lo que abre muchas posibilidades, porque no sólo es 0 ó 1, sino 0 y 1 al mismo tiempo, con una cierta combinación de ellos", indica el investigador.

Aunque todavía hay diversos obstáculos científico-tecnológicos para construir una computadora cuántica, ya se han propuesto algunos sistemas físicos tales como átomos e iones individuales confinados en un sistema especial, así como moléculas o fotones. Los investigadores universitarios no

trabajan propiamente en la computación cuántica. Su investigación se enfoca precisamente en vencer algunos de los obstáculos que se presentan en el camino hacia la realización del procesamiento de información cuántica.

"En particular, nos enfocamos en el diseño, implementación y caracterización de fuentes de parejas de fotones que cumplan con los requisitos básicos para desarrollar algún día sistemas de procesamiento de información cuántica, incluso una computadora cuántica," señala U'Ren.

**Resultados preliminares**

Una de las metas fundamentales de esta rama de la física es el desarrollo de una fuente capaz de emitir fotones individuales cuánticamente puros (es decir, que no estén compuestos por una mezcla de diferentes modos -o tipos de luz-) y determinista, es decir, a partir de la cual tengamos la certeza de la existencia de un fotón individual cuando se requiere.

En relación con esto, los investigadores universitarios han obtenido resultados preliminares muy interesantes en el nuevo Laboratorio de Óptica Cuántica del ICN.

"Tenemos en operación una fuente de parejas de fotones, compuesta por un haz láser que bombea un cristal no lineal, y hemos podido realizar diversas mediciones de las propiedades cuánticas de estas parejas de fotones. Para la detección utilizamos fotodiodos de avalancha, los cuales son capaces de constatar el arribo de un fotón individual", dice el investigador. Para hacerse una idea de lo que sig-

**EQUIPO DE PRIMER NIVEL**

Miembros del equipo que labora en el Laboratorio de Óptica Cuántica, del Instituto de Ciencias Nucleares:

- Doctor Alfred U'Ren
- Doctor Pedro Quinto Su
- Doctora Karina Garay Palmett
- Doctor Yasser Jerónimo Moreno

Maestra en ciencias María Corona García-Cabral

Maestro en ciencias Roberto Ramírez Alarcón

Maestro en ciencias Héctor Cruz Ramírez

Maestra en ciencias Xóchitl Judith Sánchez Lozano

Maestro en ciencias Daniel Rojano Guido

Licenciada Marduk Bolaños Pucet

Licenciada Ángela María Barragán

Ricardo Gutiérrez Jáuregui

Javier Sabines Chesterking

Además, cuentan con el apoyo teórico de los siguientes investigadores:

Doctor Jorge Hirsch Ganievich

Doctor Alejandro Frank Hoefflich

Doctor Eduardo Nahmad Achar

Doctor Octavio Castañón Garza

Doctor Ramón López Peña



**“La óptica cuántica es el estudio de la luz en situaciones en las que predomina el aspecto corpuscular sobre el ondulatorio”**

Alfred U'Ren, investigador del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM

**Un gran proyecto multinacional**

El grupo de investigación dirigido por U'Ren encabeza el proyecto "Consorcio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en información cuántica y tecnologías de comunicación", el cual es financiado por un proyecto del Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología (FONCI-CyT), con un monto total de un millón de euros.

Se trata de un consorcio multinacional de instituciones académicas que incluyen socios en Europa y México, coordinado por U'Ren en el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM.

"La generación de fotones individuales cuánticamente puros representa uno de los ejes centrales de este proyecto. Hemos conjuntado a algunos de los grupos líderes a nivel internacional en temas de procesamiento de información cuántica para enfrentar, en formas innovadoras, éste y otros retos científicos", informa el investigador.

De Europa participan tres grupos (de la Universidad de Oxford, en Inglaterra; del Centro de Ciencias Físicas, en Barcelona, España; y del Institute of Electronic Structure and Laser, perteneciente a la Foundation for Research and Technology-Hellas, en Creta, Grecia); y de México, cuatro (de la UNAM, del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, de la Universidad de Guanajuato y del Centro Nacional de Metrología), además de dos empresas privadas mexicanas (IUSACEL y CONDUMEX).

Síguenos en Facebook en el grupo KIOSKO-ELUNIVERSAL