

# Vida Científica

## SEMBLANZAS DE LOS PREMIOS NOBEL

### EN FÍSICA 2012: EL CONTROL DE PARTÍCULAS EN EL MUNDO CUÁNTICO

La Real Academia de Ciencias de Suecia otorgó el Premio Nobel de Física 2012 al francés SERGE HAROCHE y al estadounidense DAVID J. WINELAND por sus trabajos sobre *la interacción entre la luz y la materia y sus revolucionarios métodos experimentales que han permitido la medición y la manipulación de sistemas cuánticos individuales*<sup>1</sup>.



Figura 1. Serge Haroche (izquierda) y David J. Wineland (derecha), Premios Nobel de Física 2012.

Entre los argumentos utilizados por la Academia sueca para conceder el galardón se encuentra el que ambos han abierto la puerta a una nueva era de experimentación en Física Cuántica al lograr la observación directa de partículas cuánticas individuales sin destruirlas. Sus métodos innovadores han contribuido a que en el campo de la Óptica Cuántica se hayan dado los primeros pasos hacia la fabricación de un nuevo tipo de ordenador súper rápido que, probablemente, modifique nuestra vida diaria en este siglo de la misma forma en que lo hicieron los ordenadores clásicos en la segunda mitad del siglo pasado.

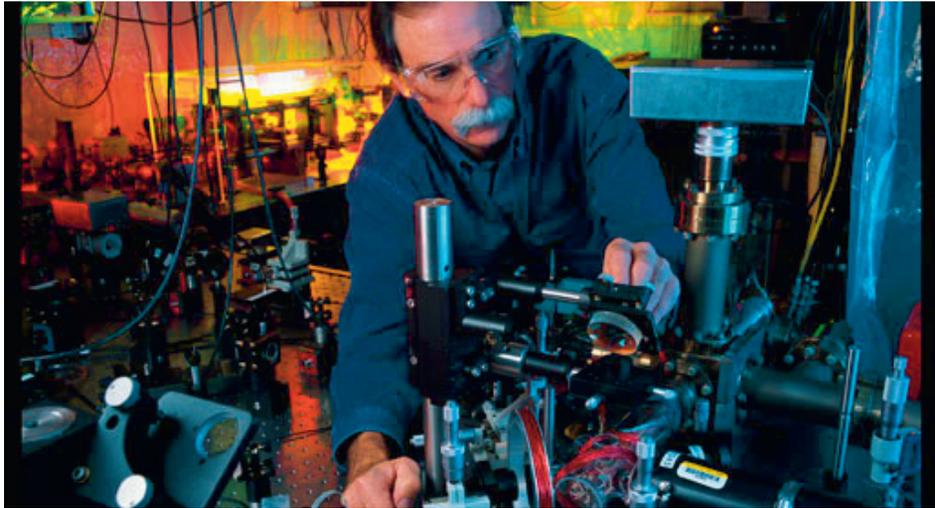
<sup>1</sup> Como curiosidad, en esta ocasión los ganadores del Nobel han compartido ocho millones de coronas suecas (cerca de 930.000 euros), un 20% menos que el año pasado. ¡También los Nobel han sufrido los recortes de la crisis!

Serge Haroche nació el 11 de septiembre de 1944 en Casablanca (Marruecos). En la actualidad es catedrático de Física Cuántica en el Colegio de Francia y en la Escuela Normal Superior de París.

David Wineland nació en Wisconsin, EE.UU., el 24 de febrero de 1944 y trabaja en el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) y en el laboratorio de Física de la Universidad de Colorado (Boulder, Colorado, EE.UU.).

Para comprender la trascendencia de sus hallazgos es conveniente entender los ámbitos de aplicación de la física clásica y de la física cuántica. El mundo que nos rodea está regido por las leyes de la física clásica formuladas por primera vez por Isaac Newton. A principios del siglo XX comenzaron a observarse efectos que no podían explicarse en el marco de la física clásica. El mundo atómico y subatómico (átomos, electrones, protones, neutrones, quarks,...) no sigue las leyes de Newton. La física cuántica se convierte en la ley fundamental de la ciencia y de ella emerge la física clásica como un paso al límite para los sistemas macroscópicos. La física cuántica es capaz de explicar el comportamiento, por ejemplo, de átomos aislados. El problema es que las partículas no pueden “desconectarse” fácilmente del medio que las rodea y pierden sus propiedades cuánticas en cuanto interactúan con el mundo exterior. La mecánica cuántica describe el mundo microscópico, donde los acontecimientos no son previsibles y suceden de manera diferente a nuestra experiencia con el mundo clásico macroscópico. Una cuestión fundamental para los físicos es conocer cómo se produce el paso de un comportamiento cuántico a uno clásico, éste último caracterizado por la fuerte interacción entre los átomos y su entorno.

Ambos premiados trabajan en el campo de la Óptica Cuántica mediante el estudio de la interacción entre la luz y la materia. Sus métodos tienen mucho en común. David Wineland ha desarrollado una trampa de iones, que atrapa átomos cargados utilizando haces láser para estudiarlos. Gracias al vacío casi total de la trampa, el ión no interactúa con otros átomos, y es posible observar la cuantización tanto de sus niveles internos de energía como de su movimiento.



*Figura 2. David J. Wineland en su laboratorio, ajustando el haz láser ultravioleta que utiliza para manipular iones en un dispositivo de alto vacío que contiene una trampa de iones. Estos dispositivos se utilizan para demostrar las operaciones básicas que se requieren en un computador cuántico.*

David Wineland ha utilizado también la trampa de iones para construir un reloj óptico 100 veces más preciso que los relojes atómicos de cesio. Así por ejemplo, si el reloj hubiera comenzado a medir el tiempo al principio del universo en el big bang, hace 13.800 millones de años, el reloj óptico se habría adelantado o retrasado hoy sólo unos 4 segundos.

Serge Haroche, por su parte, ha desarrollado una trampa para fotones donde puede controlar el nacimiento y muerte de un fotón mediante el envío de átomos a través de la misma. Ésta está constituida por dos espejos metálicos colocados uno enfrente del otro a una distancia de 2,7 centímetros (ver Figura 3), recubiertos con una fina capa de metal superconductor y enfriados por debajo de un grado kelvin. La altísima reflectancia de los espejos hace que un fotón pueda reflejarse entre ellos más de mil millones de veces antes de desaparecer por la dispersión debida a las imperfecciones de los espejos o por la absorción en el metal. Los fotones atrapados en la cavidad son de una longitud de onda de unos 6 milímetros y se producen por emisión térmica de sus paredes. Su permanencia en la cavidad puede alcanzar medio segundo. Para observarlos se hacen pasar átomos de rubidio en un estado muy excitado (estado de Rydberg), que actúa como una gran antena muy sensible a la radiación de microondas. En la Figura 4 se ve al profesor Haroche con uno de sus colaboradores. Nada más conocer la concesión del Nobel, agradeció su trabajo a sus colegas investigadores, declarando que sin ellos nunca habría obtenido el premio.



*Figura 3. Trampa para fotones de Serge Haroche.*

### Algunos comentarios de físicos españoles

IGNACIO CIRAC, Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica 2006, Director de la División de Óptica Cuántica del Instituto Max Planck (Alemania) y quizá el científico español que más sonaba para ganar el galardón en la categoría de Física, compartió en 2010 la prestigiosa Medalla Franklin de Física con uno de los premiados, David Wineland. Considera a am-

bos como dos genios de la Física de los últimos 30 años por haber abierto un nuevo panorama dentro de la Física Atómica y de la Física Cuántica. Según sus propias palabras:

*“Desde hace mucho tiempo la gente estaba intentando pensar qué es lo que dice la Física Cuántica cuando hablamos de una sola partícula, dos o tres partículas, pero eso era imposible verlo experimentalmente. Estos señores han conseguido poder aislar un átomo, o dos o tres átomos y ver cómo se comportan, y que lo hacen de acuerdo con las leyes extrañas de la Física Cuántica.”*

JAVIER AIZPURÚA, investigador del Centro de Física de Materiales del CSIC-UPV y del Donostia International Physics Center, ha dicho que Serge Haroche y David J. Wineland han iniciado el camino que puede cambiar el mundo de las comunicaciones. Su principal mérito es que, con distintas técnicas, han logrado llegar a un mundo distinto de los estados cuánticos con la captura, mediante la luz, de fotones y átomos cargados (iones). Aunque aún pasarán décadas, estos avances permitirán que en el futuro los ordenadores personales sean mucho más seguros ya que será mucho más fácil detectar cualquier intrusión que con el sistema actual de bits.

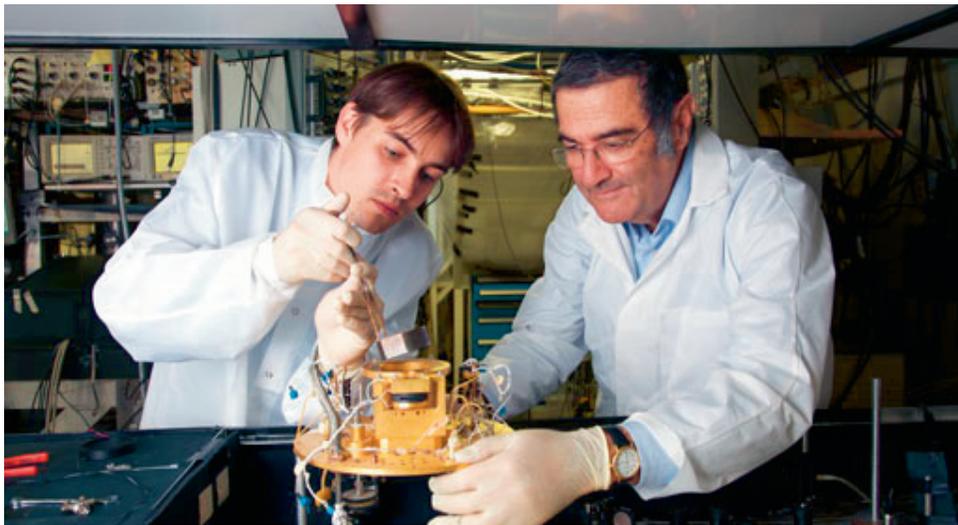


Figura 4. Serge Haroche (derecha) y su colaborador, Igor Dotsenko (izquierda), trabajando en su laboratorio.



### Algunos datos sobre la Medalla de la Real Academia Sueca de las Ciencias

Todas las medallas Nobel llevan la siguiente inscripción en latín: *“Inventas vitam juvat excoluisse por artes”*, que significa (en traducción libre): “Los que mejoró la vida en la tierra por su dominio recién descubierto”. La traducción literal sería: “Los inventos mejoran la vida embellecida por el arte”. Estas palabras han sido tomadas de la segunda parte del verso 663, sexta canción, de la Eneida de VIRGILIO: “He aquí que Dios amaba los poetas, los hombres que hablaron las cosas del corazón dignos de Febo; y los que mejoró la vida en la tierra por el dominio recién descubierto”.

Carmen Carreras Béjar  
Dpto. de Física de los Materiales