

## Conferencia Colombia en el Año Internacional de la Luz 2015

### Perfiles de los conferencistas y resúmenes de sus presentaciones

Recopilados por Jorge Mahecha Gómez, Instituto de Física,  
Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia



#### Serge Haroche

(*Collège de France, París, Francia*) se graduó en la École Normale Supérieure (ENS), obtuvo su doctorado en la Universidad de París VI en 1971. Después de una visita postdoctoral a la Universidad de Stanford en el laboratorio de Arthur Schawlow (1972-1973), fue nombrado profesor de tiempo completo en la Universidad de París VI en 1975, cargo que ocupó hasta 2001, cuando fue nombrado profesor en el Collège de France (para ocupar la cátedra de física cuántica y la dirección desde 2012).

Su investigación ha tenido lugar principalmente en Laboratoire Kastler Brossel en ENS, donde ahora trabaja con un equipo de compañeros de trabajo de alto nivel, postdoctorados y estudiantes de posgrado.

Serge Haroche ha recibido numerosos premios y distinciones, entre ellos la Medalla de Oro del CNRS (2009) y el Premio Nobel de Física (2012) con David J. Wineland,

por “inventar métodos experimentales innovadores que les permitieron la medición y la manipulación de sistemas cuánticos individuales”.

Su grupo sobre Electrodinámica Cuántica en Cavidades (QED) de la ENS ha sido, desde principios de la década de 1980, un pionero del campo de la electrodinámica cuántica en cavidades, un dominio de la óptica cuántica que estudia el comportamiento de los átomos confinados por fronteras metálicas en una región limitada del espacio, con el objetivo de poner a prueba los aspectos fundamentales de la física cuántica como la superposición de estados, el entrelazamiento, la complementariedad y la decoherencia. Algunos de estos experimentos son realizaciones reales en el laboratorio de los “experimentos mentales” imaginados por los padres fundadores de la mecánica cuántica. En 2006, el grupo construyó una cavidad con un factor-Q-súper-alto capaz de almacenar fotones entre espejos durante más una décima de segundo. El atrapamiento de cuantos de luz en esta cavidad le ha permitido al equipo detectar un mismo campo de manera repetida y no destructiva, proyectarlo en estados con un número de fotones definidos (llamados estados de Fock) y observar los saltos cuánticos de la luz debidos a la pérdida o ganancia de un solo fotón en la cavidad (2007). Esto constituye una nueva forma de ver la luz. Mientras que los fotones son usualmente destruidos en la medición, ahora se pueden contar repetidamente en la cavidad como se haría con bolas en una caja. Este método de detección no destructiva ha llevado a Serge Haroche y su equipo a desarrollar nuevas formas de generar y reconstruir estados no clásicos de radiación atrapados en una cavidad llamados estados gato de Schrödinger de la luz, e investigar en detalle la de coherencia, un fenómeno esencial para explicar la transición entre los comportamientos cuánticos y clásicos (2008). El equipo de la ENS ha llevado recientemente estos experimentos aún más lejos mediante la demostración de un procedimiento de retroalimentación cuántica para lograr la preparación de un estado predeterminado no clásico de un campo atrapado en una cavidad y contrarrestar los efectos de coherencia en estos estados (2011).

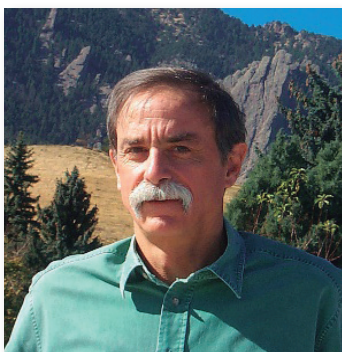
## Conferencia plenaria

### Experimentos sobre QED en cavidades: control de los fotones en una caja y formación de gatos de Schrödinger de luz

*Serge Haroche*

Los fundadores de la física cuántica con frecuencia analizaron “experimentos mentales” con el fin de discutir los conceptos de superposición, complementariedad y entrelazamiento que gobiernan el mundo a escala microscópica. A su juicio, este tipo de experimentos con electrones individuales, átomos o fotones no tenían alcance práctico, y se sorprenderían al ver que hoy en día estos experimentos mentales se realizan en laboratorios de todo el mundo. En nuestros estudios acerca de la electrodinámica cuántica en cavidades (CQED), atrapando fotones de microondas en una cavidad superconductora y dejando que ellos interactúen con átomos de Rydberg portadores de dipolos eléctricos grandes que cruzan la cavidad de uno en uno. “Esto nos permite contar fotones sin destruirlos, y estabilizar los estados de número de fotones en la cavidad usando retroalimentación cuántica”.

También preparamos y reconstruimos estados fotónicos en superposición suspendidos entre diferentes realidades clásicas, generando una versión de laboratorio del famoso gato que Schrödinger había imaginado que podía estar muerto y vivo al mismo tiempo. Con estos experimentos, ilustramos conceptos fundamentales de la física cuántica e investigamos experimentalmente el proceso de decoherencia que explica la transición entre los mundos cuántico y clásico”, reseña el Dr. Haroche. La física de CQED se ha extendido recientemente a átomos artificiales hechos de junturas Josephson superconductoras, dando lugar a un nuevo dominio de la física mesoscópica llamado “QED de circuitos”, abriendo el camino a aplicaciones prometedoras en la ciencia de la información cuántica.



### David Wineland

(*National Institute of Standards and Technology (NIST), Boulder, Colorado*) recibió una licenciatura de la Universidad de California en Berkeley en 1965 y un doctorado de la Universidad de Harvard en 1970. Ha sido miembro de la División Tiempo y Frecuencia del NIST (Instituto Nacional de Estándares y Tecnología) en Boulder, Colorado desde 1975, donde es líder de grupo y NIST Fellow. A partir de la escuela de posgrado, un objetivo a largo plazo de su trabajo ha sido aumentar la precisión de la espectroscopia atómica, la medición de las frecuencias de vibraciones características de los átomos.

Esto condujo a algunos experimentos que incorporan un control preciso de los niveles de energía atómica y de su movimiento. Estas capacidades permiten mediciones cuya precisión sólo está limitada por las restricciones de la mecánica cuántica y ofrecen demostraciones de las componentes básicas de un computador cuántico.

David Wineland ha recibido muchos premios y reconocimientos, incluyendo el **Premio Nobel de Física (2012)** junto con Serge Haroche, por “inventar métodos experimentales innovadores que les permitieron la medición y la manipulación de sistemas cuánticos individuales”.

El Grupo de Almacenamiento de Iones, el cual dirige el Dr. Wineland, es parte de la División de Tiempo y Frecuencia del NIST. Una actividad principal de la investigación del grupo es desarrollar patrones de frecuencia de alta precisión y relojes atómicos. Un avance importante hacia este objetivo fue la demostración del enfriamiento por láser por el grupo. El enfriamiento de átomos a temperaturas de alrededor de un milikelvin o menos, es importante para suprimir la incertidumbre debido a la dilatación del tiempo relativista de Einstein. Actualmente, los relojes más precisos se basan en oscilaciones a frecuencias ópticas en los átomos e iones. Extensiones del enfriamiento por láser condujeron a experimentos en los que el grupo demostró las primeras puertas lógicas deterministas en un sistema escalable de bits cuánticos de iones, en el que las puertas lógicas deben actuar en estados de superposición cuántica de bits. El enfriamiento láser también permitió la investigación de estados exóticos de la materia, tales como plasmas cristalinos y líquidos.

## Conferencia plenaria

### Relojes ópticos con un átomo individual

*David Wineland*

Con la disponibilidad de láseres espectralmente puros y la capacidad de medir con precisión las frecuencias ópticas, parece que la era de los relojes atómicos ópticos ha comenzado.

En un proyecto de reloj en el NIST hemos utilizado un único ión de Al<sup>+</sup> atrapado para hacer un reloj basado en una transición ultravioleta. Con iones individuales las incertidumbres en los efectos sistemáticos son las más pequeñas, alcanzando un error fraccional de  $f/f_0 = 8,0 \times 10^{-18}$ . En este nivel, muchos efectos interesantes, como los debidos a la relatividad especial y general, deben ser calibrados y corregidos.



### Ana María Rey

(*JILA, NIST and Department of Physics, University of Colorado, Boulder*) obtuvo su licenciatura en física en 1999 en la Universidad de los Andes en Bogotá, Colombia. Realizó sus estudios de postgrado en la Universidad de Maryland, College Park, recibiendo un doctorado en 2004. Su tesis doctoral, “Átomos bosónicos ultrafríos en redes ópticas”, fue reconocida por la Sociedad Americana de Física (APS) con el premio a la Tesis Doctoral Sobresaliente en Física Atómica, Molecular y Óptica en 2005. Rey luego se unió al Instituto de Física Molecular y Óptica Teórica en el Centro Harvard-Smithsoniano para Astrofísica como Postdoctoral Fellow de 2005 a 2008. Se vinculó como profesora a JILA, NIST y la Universidad de Colorado Boulder en 2008. Actualmente pertenece a JILA y se desempeña como profesor asociado de investigación en el Departamento de Física.

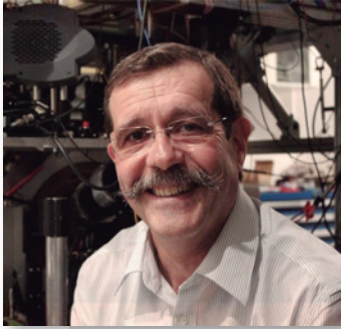
Busca desarrollar modelos teóricos para estudiar y sondear el magnetismo cuántico en los gases ultrafríos. En los últimos cinco años Rey recibió el Premio Nacional Hispanic Engineer al Mérito, la beca de la Fundación MacArthur, el Premio Presidencia a la carrera Temprana para Científicos e Ingenieros, el Premio APS María Goeppert Mayer, el Premio Museo de la Ciencia y la Industria a la Carrera Nacional Temprana de Científicos Hispánicos del Año y una beca de APS.

## Conferencia plenaria

### Nuevas perspectivas sobre la simulación cuántica de materia ultra-fría

*Ana María Rey*

Comprender el comportamiento de los electrones que interactúan en los sólidos o líquidos es la esencia de la ciencia cuántica moderna y es necesario para los avances tecnológicos. Sin embargo, la complejidad de sus interacciones en general, nos impide dar una descripción matemática exacta de su comportamiento. Los gases ultrafríos diseñados con ingeniería de precisión, se están convirtiendo en una poderosa herramienta para desentrañar estos difíciles problemas físicos. En la conferencia se presentarán recientes acontecimientos en el uso de los átomos y las moléculas en los cristales de luz como simuladores cuánticos de materiales de estado sólido y para la investigación de fenómenos complejos de muchos cuerpos.



## Alain Aspect

(*Escuela de Posgrados del Institut d'Optique, Palaiseau, Francia*) es profesor de la escuela de posgrado del Institut d'Optique y de la Escuela Politécnica, en la Universidad de París-Saclay. Entre los muchos premios que ha recibido, se pueden citar la medalla de oro del CNRS en 2005, el Premio Wolf de Física en 2010, las medallas de oro y Niels Bohr, la medalla Albert Einstein en 2012 y el premio Balzan en información cuántica en 2014.

Alain Aspect es un físico conocido por sus experimentos que ilustran las propiedades más intrigantes de la mecánica cuántica: dualidad onda-partícula para una sola partícula y entrelazamiento de dos partículas. Sus pruebas experimentales de las desigualdades de Bell con pares de fotones entrelazados contribuyeron a resolver un debate entre Albert Einstein y Niels Bohr, que comenzó en 1935. Con sus colaboradores, también dio una comprobación sorprendente de la dualidad onda partícula de un solo fotón, y realizó el experimento de la celebrada idea de Wheeler acerca de la elección retardada.

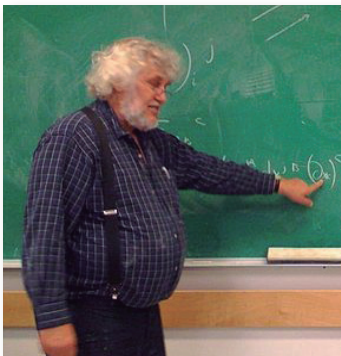
Después de su contribución al desarrollo de enfriamiento por láser de átomos, con Claude Cohen-Tannoudji, cambió su interés hacia los átomos, los cuales utiliza para explorar conceptos de interés en la óptica cuántica y como simuladores cuánticos de difíciles problemas de la materia condensada.

### Conferencia plenaria

#### El efecto atómico Hong-Ou-Mandel: una nueva evidencia del entrelazamiento atómico

*Alain Aspect*

A pesar de que fue descubierto y demostrado después de la evidencia experimental de las violaciones de las desigualdades de Bell, el efecto de Hong-Ou-Mandel es una manifestación conceptualmente más simple del entrelazamiento y de los efectos de interferencia de partículas, imposibles de describir en términos clásicos. Al respecto, el Dr. Aspect indica que “tres décadas después de su demostración con fotones, lo hemos observado con pares de átomos He\*. Esto abre el camino hacia la prueba de las desigualdades de Bell con observables mecánicos de partículas masivas”.



## William G. Unruh

(*Canadian Institute for Advanced Research, Program in Cosmology and Gravity and Department of Physics & Astronomy, UBC, Vancouver, Canadá*) es profesor del Programa de gravedad, Instituto Canadiense de Investigación Avanzada de Física y Astronomía de la Universidad de British Columbia, Vancouver, Canadá (UBC), y Miembro y Director fundador del programa Cosmología y Gravitación, Toronto, Canadá. BSc (con honores) - University of Manitoba 1967, MSc - Princeton U 1969. PhD - Princeton U 1971. NSERC postdoctoral Fellow - Birkbeck College, Londres, Reino Unido (con R. Penrose) 1971-1972.

Varios reconocimientos, incluyendo Fellow APS, Miembro Extranjero Honorario del Instituto de Artes y Ciencias de Estados Unidos, Miembro de la Royal Society of Canada, Miembro de la Royal Society de Londres. Se interesa en la relación entre la gravedad y la mecánica cuántica, sobre todo en el universo temprano, en la detección de ondas de gravedad y los agujeros negros. Descubrió la radiación emitida por aceleración (un detector acelerado percibe el estado de vacío como un estado térmico con una temperatura proporcional a la aceleración, “radiación de Unruh”). También demostró que la radiación térmica de un agujero negro (radiación de Hawking) no se limita a los agujeros negros gravitacionales, porque también existe en otros horizontes (agujeros mudos).

## Conferencia plenaria

### Física, analogías, y agujeros negros

*William G. Unruh.*

Una de las áreas fructíferas de la física ha sido el uso de analogías. Con frecuencia, el reconocimiento de que una forma de la física es similar a otra, u obedece a las mismas ecuaciones de alguna otra área de la física, ha llevado a visiones que han aclarado y explicado ambas áreas. “Voy a ilustrar esto con la historia del Agujero Negro, de la evaporación de un agujero negro descubierta por Hawking y del líquido que fluye.

Esto ha llevado a los primeros experimentos para medir dicha radiación, que muestran su carácter térmico y tal vez incluso muestran la naturaleza cuántica de la misma”, indicó el Dr. Unruh sobre su conferencia.



### Suzanne Fery-Forgues

(*Instituto de Tecnología Avanzada en Ciencias de la Vida, Toulouse, Francia*) es directora de investigación en el CNRS, el Centro Nacional de Investigación Científica de Francia. Es fotoquímica, especializada en la fluorescencia de los compuestos orgánicos. Después de una tesis doctoral sobre la fototoxicidad de drogas y una posición post-doctoral en Londres trabajando en la terapia fotodinámica, entró en el CNRS en París, donde trabajó por primera vez en sondas fluorescentes para la detección de iones de relevancia biológica.

Luego pasó la mayor parte de su carrera en Toulouse. Fue pionera en la investigación sobre nanopartículas orgánicas fluorescentes no dopadas. Durante los últimos tres años, ha sido responsable de un proyecto europeo destinado a desarrollar un nuevo dispositivo óptico para el diagnóstico de tumores.

## Conferencia plenaria

### Las nanopartículas orgánicas fluorescentes como una nueva herramienta para bio-imágenes in vivo

*Suzanne FERY-FORGUES*

El procesamiento de imágenes de fluorescencia *in vivo* ha surgido recientemente como una disciplina promisoría en la investigación biomédica básica y la práctica clínica.

Dentro de este campo, las nanopartículas orgánicas fluorescentes ofrecen varias posibilidades únicas. Un cuidadoso diseño les permite combinar el brillo, la biocompatibilidad y la selectividad respecto a tejidos específicos, por tanto, pueden proporcionar una visualización en tiempo real de la fisiopatología a escalas espaciales desde la subcelular hasta niveles de órganos enteros. Gracias a su versatilidad, son plataformas atractivas de acceso a la detección multimodal y a dispositivos teranósticos. “Como ejemplo, vamos a ver cómo se desarrollaron nanopartículas fluorescentes en el marco de un proyecto europeo para la detección de pequeños tumores de cáncer de esófago”, anticipa la Dra. Fery-Forgues.



## Jean-Pierre Galaup

(*Laboratoire Aimé Cotton, Orsay cedex, Francia*). CNRS, Laboratoire Aimé Cotton, Orsay, Francia. Sus campos de especialización: espectroscopia molecular, espectroscopia vibracional, espectroscopia del agujero espectral, polímeros y xerogeles dopados con moléculas, agujero espectral de alta temperatura, espectroscopia de ecos de fotones, holografía espectro-temporal, dinámica de excitaciones vibracionales, pinzas ópticas.

Investigación actual: pinzas ópticas holográficas para el control completo de objetos microscópicos en 3D, ecos de fotones IR de moléculas pequeñas atrapadas en matrices criogénicas, polímeros y sol-geles dopados con moléculas para memorias ópticas y tecnologías de la información. Árbitro regular en varias revistas científicas, editor invitado en la Revista Cubana de Física.

Dentro de sus principales logros están los siguientes: átomos fríos y moléculas frías (experimentos y teoría), microscopía de foto-desprendimiento, control de átomos por láseres, captura láser de objetos individuales, tecnología de láseres monomodo de ultra-alta resolución y ultra-estables, procesadores atómicos y moleculares en sólidos para el almacenamiento óptico y manipulaciones cuánticas, y el desarrollo de dispositivos para las personas ciegas.

### Conferencia plenaria

#### Pinzas ópticas

*Jean-Pierre Galaup*

Algunos aspectos históricos y principios fundamentales de la acción mecánica de la luz serán enunciados y explicados brevemente. Se explicarán los fundamentos de un experimento típico de pinzas ópticas. Una fecha importante es 1986, cuando el uso de un haz láser altamente enfocado a través de un objetivo de microscopio de gran apertura numérica revolucionó los métodos de captura y control de partículas de tamaño de micras o inferior a una micra. En algunos experimentos modernos, se logran configuraciones versátiles de trampas con luz mediante el uso de pinzas ópticas holográficas.

Por difracción de un haz láser Gaussiano sobre hologramas de fase computarizados y grabados en un modulador espacial de luz hecho con un cristal líquido, se consiguen fácilmente trampas ópticas múltiples y el control de la forma de un haz de luz. Se mostrarán ejemplos de la generación de rayos láser huecos conocidos como haces de Laguerre-Gauss. “En el marco de nuestro trabajo, hemos estudiado especialmente la captura de monocristales orgánicos con forma de paralelepípedo y hemos logrado la rotación de alta velocidad de estos microcristales mediante un haz de luz polarizada circularmente. Esta observación y otras de la literatura, abren grandes perspectivas para la realización de micro motores o dispositivos totalmente alimentados y controlados por la luz”, reseña el Dr. Galaup al respecto.



## Paulo Sérgio Soares Guimarães

(*Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil*). Licenciado en Física en la Universidad Federal de Minas Gerais en 1979, obteniendo el grado de maestría en Física en 1982 en la misma universidad. Realizó estudios de doctorado en la Universidad de Nottingham en el Reino Unido, donde obtuvo el título en 1986. Post-doctorado en la Universidad de California en Santa Barbara, 1992-1993. Se vinculó como profesor en la Universidad Federal de Minas Gerais en 1988. Fue profesor visitante en la Universidad de Sheffield, Reino Unido, en el período 2004-2005. Tiene experiencia en Física de la Materia Condensada, especialmente en las propiedades de transporte ópticas y electrónicas de materiales y dispositivos

semiconductores. Sus intereses de investigación son cristales fotónicos, microcavidades, puntos cuánticos semiconductores y fotodetectores infrarrojos.

## Conferencia plenaria

### Puntos cuánticos y cristales fotónicos

*Paulo Sérgio Soares Guimarães*

Se presenta una introducción a las nanoestructuras de semiconductores conocidos como puntos cuánticos auto-ensamblados, que son una prometedora fuente de luz para la próxima generación de dispositivos ópticos. Se describen las principales formas de obtener estas estructuras, sus propiedades físicas y sus aplicaciones. Se presentará el concepto de estructuras de cristal fotónico, las formas en que se utilizan comúnmente para la fabricación y su uso y aplicaciones. Se muestra cómo los cristales fotónicos pueden ser utilizados en conjunción con los puntos cuánticos para implementar nuevos dispositivos ópticos basados en conceptos de la física cuántica. Se discuten algunos ejemplos de investigaciones recientes sobre los puntos cuánticos y cristales fotónicos.



### Alejandro Mira-Agudelo

*Grupo de Óptica y Fotónica, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia*, Físico de la Universidad de Antioquia- UdeA (2002), Magister en Física de la Universidad de Antioquia (2004), Doctor en Ciencias de la Visión de la Universidad de Murcia - España (2011).

Profesor del Instituto de Física de la Universidad de Antioquia desde el año 2004. Al inicio de sus estudios de posgrado trabajó en temas de óptica difractiva y óptica speckle. Luego en el doctorado abordó temas de Óptica Visual, sensores de frente de onda y medidas dinámicas. Actualmente colabora con el Grupo de investigación de la UdeA en temas de Encriptación Óptica y desarrolla la línea en Óptica Visual, trabajando en temas de medidas de calidad visual y presbicia. En compañía del profesor John Fredy Barrera, recibió el Premio a la Investigación Universidad de Antioquia, segunda categoría, en el 2014.

## Conferencia plenaria (Medellín)

### ¿Cómo vemos el mundo?

*Alejandro Mira-Agudelo*

En 1875, el médico y físico alemán Hermann von Helmholtz expresaba con algo de humor que “no exagero en decir que si un óptico trata de venderme un instrumento (el ojo) que tenga todos esos defectos, estaría bastante justificado recriminarle en los términos más enérgicos su falta de cuidado y regresarle su instrumento”. A pesar de esta *reprimenda* proferida hace ya 130 años, hoy podemos decir que el ojo es un ejemplo paradigmático de un instrumento óptico relativamente simple pero maravilloso, que provee una excepcional funcionalidad. “Intentaremos explorar algunas de las características que poseen nuestros ojos que nos permiten contemplar el maravilloso mundo que nos rodea”, indica el Dr. Mira- Agudelo sobre su conferencia.



## Alejandra Valencia

Desde Agosto del 2012, es profesora asistente del Departamento de Física de la Universidad de los Andes donde lidera el grupo de óptica cuántica experimental. Hizo sus estudios de pregrado en física en esta universidad y posteriormente, en el 2002, recibió su grado de Maestría en ciencias, y en el 2005, su título de doctora en física aplicada, ambos de la Universidad de Maryland en USA.

A partir de 2006, A. Valencia realizó trabajos de investigación post-doctoral en España e Italia enfocándose principalmente en el diseño de fuentes de pares de fotones enredados. Desde el 2010 hasta el 2012, Alejandra participó activamente en el desarrollo de actividades para llevar la fotónica, las ciencias de la luz,

a diversos públicos no especializados. En la actualidad, sus temas de interés son la generación, caracterización y uso de diversas fuentes de luz que van desde fuentes de fotones individuales hasta fuentes de luz de alta potencia.

### Conferencia plenaria

#### Óptica cuántica experimental en la Universidad de los Andes

*Alejandra Valencia*

En los últimos años, la generación de la luz cuántica con correlaciones específicas ha sido un campo promisorio para el desarrollo de aplicaciones prácticas y el estudio de la física fundamental. Hoy en día, una de las fuentes más convenientes para generar pares de fotones correlacionados es el proceso óptico no lineal de conversión paramétrica espontánea (SPDC). La Dra. Valencia anuncia que “en esta charla, voy a describir el trabajo que estamos haciendo en la Universidad de los Andes para estudiar los diferentes grados de libertad de los fotones producidos por SPDC y su aplicabilidad más allá de sus usos habituales. En particular, el uso de pares de fotones SPDC para estudiar temas como la teoría de la medición y sistemas cuánticos abiertos”.



## Boris A. Rodríguez

(*Instituto de Física, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia*) terminó la carrera de Física en la Universidad Nacional de Colombia luego de lo cual realizó sus estudios de maestría y doctorado bajo la dirección del profesor Augusto González en la Universidad Nacional y la Universidad de Antioquia en el área de Teoría Cuántica de Sistemas Finitos aplicada a sistemas de estado sólido. Desde su vinculación como profesor a la Universidad de Antioquia ha estado vinculado al Grupo de Física Atómica y Molecular. En la actualidad además de su interés en los Fundamentos de la Teoría Cuántica lidera el Grupo de “Fundamentos y Enseñanza de la Física y los Sistemas Dinámicos”.

### Conferencia plenaria

#### Polarización de fotones individuales: la naturaleza cuántica de la luz

*Boris A. Rodríguez*

De la misma forma que las ecuaciones de Maxwell del electromagnetismo “nacen” relativistas, la polarización de la luz “nace” cuántica. El Dr. Rodríguez anuncia que “en esta charla presentaremos una discusión sobre los fundamentos de la teoría cuántica en donde se argumentará que la propiedad fundamental de los sistemas cuánticos es que sus propiedades no pueden definirse *a priori*.”



Cuantificaremos este resultado en la violación de una desigualdad elemental que satisfacen todos los sistemas clásicos. Usando como ejemplo especial la polarización de fotones individuales, mostraremos cómo los experimentos clásicos y cuánticos arrojan resultados aparentemente contradictorios. Finalmente describiremos un reciente experimento, realizado en conjunto con el Laboratorio de Óptica Cuántica de la Universidad de los Andes, en donde hemos puesto a prueba la desigualdad para fotones individuales.



## John Henry Reina

(Grupo de Tecnología, Información y Complejidad Cuántica *QuantIC*; Centro de Investigación e Innovación en Bioinformática y Fotónica *CIBioFi*, Universidad del Valle, Cali, Colombia) es Físico y Máster en Física Teórica de la Universidad del Valle. Cursó D. Phil. en el Laboratorio Clarendon y el Centro de Computación Cuántica de la Universidad de Oxford, Reino Unido, donde trabajó en la interfaz entre la física del estado sólido y la óptica cuántica basada en nanoestructuras para el procesamiento de información cuántica. Obtuvo su doctorado a comienzos de 2002, y luego aceptó una oferta de becas de investigación conjunta entre los Departamentos de Física y de Materiales en Oxford para trabajar tres años como un teórico en el macroproyecto colaborativo sobre “Nanoelectrónica en la Frontera Cuántica” para el avance de las tecnologías cuánticas de Oxford-Cambridge y el Reino Unido. Fue el encargado de

llevar a cabo la investigación sobre computación cuántica con moléculas artificiales y orgánicas, y de la modelación de fenómenos de decoherencia en tales nanosistemas. En 2005, regresó a Cali, Colombia, al Departamento de Física de la Universidad del Valle. Desde entonces. Se interesa en el entrelazamiento cuántico, la complejidad, la decoherencia y su conexión con la macroscopicidad.

El profesor Reina trabaja en el control cuántico de moléculas y fotones para el procesamiento de información cuántica. Su grupo se encuentra actualmente en el proceso de construcción de dos laboratorios para la realización de la investigación básica en la información cuántica y la espectroscopía molecular ultrarrápida.

### Conferencia plenaria

#### Fotones para el mañana: desde los computadores cuánticos hasta la agricultura de precisión

*John Henry Reina*

Sobre su conferencia, el Dr. Reina indica: “en esta charla, empezaré revisando algunos conceptos básicos de la lógica matemática y discutiendo cómo la física cuántica (fotones, en particular) permite la realización de un cierto tipo de puertas lógicas que de lo contrario serían “imposibles” por medios matemáticos puramente “convencionales”. Un interferómetro de Mach- Zender se utiliza para introducir un conjunto universal de puertas cuánticas y el principio de funcionamiento de un computador cuántico. Se presentarán algunos de nuestros avances en el uso de complejos biomoleculares de recolección de luz, y conjuntos de moléculas orgánicas (multicromóforas) para la transferencia de energía a pequeña escala (dímeros y trímeros), y control cuántico de correlaciones, de entrelazamiento y de puertas lógicas. Por último, voy a introducir los métodos de espectroscopia óptica y el uso de dispositivos fotónicos para la teledetección, especialmente diseñados para identificar especies moleculares atmosféricas (contaminantes), y la aplicación en agricultura de precisión, un aspecto clave de la recientemente financiada estrategia (EDS) para la creación de un Centro de Investigación e Innovación en Bioinformática y Fotónica-CIBioFi, en la ciudad de Cali (Colombia).

#### Versión en inglés en el siguiente enlace:

<https://dl.dropboxusercontent.com/u/2911945/AbstractsAuthors-IYL2015ColConf.doc>

Fuente: Boletín electrónico de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol. 3 No. 17. 2 de junio de 2015