



# CATERINA BISCARI

Directora del sincrotrón ALBA

## «LA LUZ ES CONOCIMIENTO Y DESARROLLO»

Cristina Sáez

Asegura Caterina Biscari (Modica, Italia, 1957) que cada día rinden un pequeño homenaje a Albert Einstein. De sonrisa franca y algo tímida, esta científica brillante, hija de italiano y andaluza, comenzó estudiando astrofísica en la Universidad Complutense de Madrid y luego se doctoró en Nápoles, donde le ofrecieron una beca para trabajar en el CERN. «Cambié la astrofísica por los aceleradores y no me he arrepentido», asegura.

Caterina Biscari dirige una de las instituciones científicas más importantes de España y Europa, el sincrotrón ALBA, el primer acelerador de partículas del suroeste del Viejo Continente, ubicado en Cerdanyola del Vallès (Barcelona). Y es una de las principales impulsoras del Año Internacional de la Luz, que se inauguró a comienzos de este año. Esta investigadora nos acompaña hasta el túnel circular de 300 metros en el que está encapsulado el sincrotrón. En un lateral, un pasillo recto emerge y en él trabajan varios investigadores jóvenes.

«Entender cómo manipular los electrones para que hagan lo que queremos y entender la interacción entre la materia y la luz sería impensable sin la teoría de la relatividad», explica esta científica, que ha desarrollado su carrera como investigadora en diversos sincrotrones del mundo, y sobre todo en los Laboratorios Nacionales de Frascati del INFN (Instituto Nacional de Física Nuclear), en Italia. Caterina Biscari señala detrás de ella una de las siete líneas experimentales de ALBA y explica que justo esa funciona basándose en el efecto fotoeléctrico, cuya descripción le valió el Nobel a Einstein.

«La luz llega a la materia, golpea los electrones que están en los átomos más superficiales y les confiere energía. Entonces estos se escapan de la superficie de la materia y son captados por un sensor, que detecta la energía que tenían inicialmente y de ahí deduce las propiedades de la materia. De alguna manera es como si se cerrara el círculo y es muy bonito, ¿no creen?», nos pregunta la profesora Biscari, que al momento remata

diciendo que la física explica las leyes fundamentales que rigen el universo. «Y es maravilloso que podamos entender esas leyes, que podamos entender un poquito de este universo en que vivimos.»

¿Por qué dedicar un año a la luz?

¿Y por qué no? Hay años que se han dedicado a la física, a Darwin... ¿por qué no podemos dedicar un año a la luz? La idea surgió en 2009, y de hecho fue John Dudley, el presidente de la Sociedad Europea de Física (EPS), quien comenzó a darle vueltas. Quería proponer un año de la luz para llevar el conocimiento y las aplicaciones de la luz a aquellos países más necesitados, en los que la electricidad o no existe o es un lujo solo accesible a unos cuantos. Así es que se lo propusimos

a las Naciones Unidas, que accedieron a ello. Y curiosamente los países que más entusiasmados se mostraron al principio fueron México y varios países africanos.

En 2015-2016 también se conmemorará el centenario de la teoría de la relatividad general de Albert Einstein.

Así es, de ahí que pensáramos en celebrar este año de la luz en 2015. Nuestro objetivo es dar a conocer

a la sociedad temas científicos, como la investigación que hacemos en el sincrotrón ALBA, y que hoy en día son aún bastante desconocidos. Queremos alejarnos de la imagen que muestra la ciencia y en particular la física como algo que hacen unos locos con pelos a lo Einstein. La ciencia es útil para la sociedad. El desarrollo científico que se hace, por ejemplo, en el gran colisionador de hadrones, en el CERN, es útil para después poder desarrollar aplicaciones como chips que estimulen la retina y permitan a personas con alguna discapacidad visual recuperar parte de la visión. Sin la investigación básica no puedes desarrollar el nanomaterial que se implanta en el ojo. Queremos que la sociedad sea consciente de ello y también los políticos, que entiendan que si no hay financiación para la ciencia, no hay avances.

**«ES MARAVILLOSO QUE  
PODAMOS ENTENDER LAS  
LEYES FUNDAMENTALES DEL  
UNIVERSO, QUE PODAMOS  
ENTENDER UN POQUITO DE  
ESTE UNIVERSO EN QUE  
VIVIMOS»**

¿Qué aporta la luz a la ciencia?

La luz es conocimiento y desarrollo. ALBA nos permite transformar la interacción de la luz con la materia en datos útiles: conseguimos ver gracias a que tenemos una serie de detectores de los productos de la interacción de la luz que emiten los electrones cuando los aceleramos a altísimas velocidades con los materiales orgánicos e inorgánicos que queremos investigar.

¿Cómo participa ALBA en el Año Internacional de la Luz?

Formamos parte del comité de este Año Internacional desde el inicio. Hemos participado directamente en la organización y lo haremos en todas las actividades que se han programado y que pretenden hacer hincapié en lo que significa la luz para la ciencia. Y nosotros, en concreto, hablaremos de la luz de sincrotrón. Los primeros aceleradores se crearon en los años treinta del siglo pasado. Los físicos empezaron a construirlos para intentar obtener haces de partículas muy energéticas que interaccionaran con la materia para investigarla. En el primer prototipo de sincrotrón se observó en 1946 que los electrones emitían luz visible. Se había predicho que los electrones emitían radiación, pero se desconocía que lo hicieran también en el espectro visible. Aquello fue una enorme sorpresa. La llamaron luz de sincrotrón y fue el primer paso para el desarrollo de su utilización.

¿Qué avances científicos realizados gracias a esta tecnología destacaría?

Desde el estudio de proteínas y del ADN, hasta la investigación de nuevos materiales. También fármacos; en ALBA por ejemplo se han realizado estudios para ver la eficacia de nuevos fármacos para combatir la malaria. De hecho, hoy en día el 80% de la investigación que se hace en la industria farmacéutica pasa por la luz de sincrotrón.

¿No es suficiente con las simulaciones de fármacos que realizan mediante supercomputación?

Primero se simulan los fármacos, pero luego hay que realizar experimentos y pruebas. Y es ahí donde entra el sincrotrón. Lo



Jordi Play

**«LAS APLICACIONES DE LA LUZ DEL SINCROTRÓN ALBA SON INFINITAS. POR EJEMPLO, EN CIENCIAS DE LA VIDA PERMITE ESTUDIAR LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS CON UNA GRANDÍSIMA RESOLUCIÓN»**

mismo ocurre con los nuevos materiales, los semiconductores, toda la electrónica que se desarrolla actualmente, la nanotecnología. Muchos de los aparatos que tenemos ahora eran impensables hace cinco años y se han podido desarrollar también gracias a los avances obtenidos en los laboratorios de luz de sincrotrón.

¿Qué hace tan especial a la luz del sincrotrón?

La luz del sincrotrón es una reproducción en el laboratorio de un fenómeno que existe en la naturaleza. Por ejemplo, en las estrellas hay partículas cargadas, electrones, iones, y, como existen campos magnéticos muy fuertes, esas partículas emiten radiación, parte de la cual es lo que vemos desde la Tierra. Nosotros en el labora-

torio, en los aceleradores, conseguimos ese fenómeno acelerando electrones a altísimas energías, los llevamos prácticamente a la velocidad de la luz, y los guiamos mediante campos magnéticos para que den vueltas en el acelerador y para que emitan la luz de sincrotrón. Y esta luz que emiten la hacemos interaccionar con la materia. De esa interacción surgen productos que nos dan una información muy valiosa acerca de la materia, nos permiten ver detalles que nos son invisibles para nuestros detectores naturales, que son los ojos. Curiosamente, estos funcionan de forma muy similar aunque tienen un rango de utilización mucho más limitado. La luz que emiten los electrones es de diferentes tipos de onda y va desde el infrarrojo hasta los rayos X, aunque la parte que más se usa es la de rayos X. La luz es un fenómeno ondulatorio y cuanto mayor es la energía de los fotones, más pequeña es la longitud de onda y más se puede interaccionar con dimensiones más pequeñas de la materia. Por tanto, cuanto más pequeña es la longitud de onda, más pequeños son los detalles que consigues ver usando esta luz.

Como si fuera un microscopio...

Exacto, pero mucho más potente. También podríamos comparar esta luz con los rayos X de los hospitales. Aquí tenemos fuentes más potentes, focalizadas y coherentes que tienen una mayor capacidad de indagar en las características de la materia. Pero



Jordi Play

**«ENTENDER LA INTERACCIÓN ENTRE LA MATERIA Y LA LUZ SERÍA IMPENSABLE SIN LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD»**



el principio es el mismo que hay detrás de una radiografía.

Esos electrones que corren por ALBA, ¿de dónde proceden y cómo los manipuláis?

En todos los aceleradores de partículas hay dos ladrillos básicos: los campos eléctricos y los campos magnéticos. Los primeros sirven para dar energía a las partículas. Y los segundos, para hacer que sigan una trayectoria. Si quieres, por ejemplo, hacer girar los electrones en círculos, tienes que usar campos magnéticos. Estos electrones se generan en una estructura del sincrotrón llamada cátodo o *gun*, en inglés, en el fusil. De forma muy simplificada, calentamos un metal a temperaturas altísimas y entonces emite electrones; mediante un campo eléctrico, damos energía a esos electrones que empiezan a caminar muy rápidamente. En ese momento, mediante una combinación de campos eléctricos y magnéticos los llevamos al acelerador circular, que en ALBA es de 300 metros, donde les hacemos dar vueltas horas y horas.

**«MUCHOS DE LOS APARATOS QUE TENEMOS AHORA SE HAN PODIDO DESARROLLAR GRACIAS A LOS AVANCES EN LABORATORIOS DE LUZ DE SINCROTRÓN»**

Y es en esas carreras cuando generan la luz que se utiliza para escudriñar la materia.

Así es. Al pasar por los campos magnéticos emiten luz que extraemos en diferentes puntos del acelerador y llevamos a una de las siete líneas experimentales que tenemos. Aunque sale en línea recta lo hace en distintas frecuencias, por lo que la hacemos pasar por una serie de sistemas con lentes, espejos, cristales, rendijas para conseguir un haz muy focalizado y con una longitud de onda o energía –es lo mismo– muy precisa. Entonces se lleva al punto en el que el científico tiene su muestra. Alrededor de la muestra se ponen detectores que recogen los productos de la interacción entre el haz de luz con la muestra. Recogen esos datos, los almacenan en computadoras muy potentes y luego esos datos se analizan para extraer la información sobre la materia. Así se consigue ver desde la composición de la muestra, sus propiedades, la distribución de los átomos, y todo ello con una precisión y resolución altísimas.

¿En qué ámbitos científicos se utiliza la luz de sincrotrón?

¡En muchísimos! Las aplicaciones son infinitas. Por ejemplo, en ciencias de la vida es muy usada, porque permite estudiar los sistemas biológicos con una grandísima resolución. Aquí en ALBA se ha logrado realizar la primera cartografía de una célula con hepatitis C. Se pone la muestra en el punto en el que llega la luz y

se va girando de manera que se consigue hacer una tomografía en 3D de la célula completa, a diferencia de lo que podríamos conseguir con un microscopio electrónico, en el que tendríamos que cortar la célula en trozos para poderla estudiar. En ALBA también se han llevado a cabo estudios sobre el virus del VIH y determinadas proteínas artificiales; sobre el crecimiento de las plan-

tas, sobre nuevos fármacos, sobre el ADN. Pero también hemos llevado a cabo estudios de patrimonio cultural. Un equipo de investigadores de la Universidad Politécnica de Cataluña estaba estudiando las vidrieras del mundo árabe, procedentes de Siria, Granada y Egipto. En ALBA pueden estudiar la composición y cómo las hicieron, lo que es muy importante para temas de conservación y restauración. De hecho, todos los grandes museos que hacen investigación utilizan la luz de sincrotrón. Por ejemplo, pueden realizar cortes de menos de un milímetro de las telas y esa muestra les permite saber por qué, pongamos por caso, los colores se degradan. Eso es lo que ha ocurrido con

los cuadros de Van Gogh. Los conservadores estaban preocupados porque el amarillo se degradaba mucho. Al principio pensaron que tal vez era una cuestión de suciedad, pero vieron que se debía a un químico que se había usado para restaurarlos, que interactuaba con los amarillos y les hacía perder el color.

También en ciencia de materiales es habitual usar esta tecnología.

Sirve para estudiar materiales semiconductores, nuevos materiales para baterías, para memorias de almacenaje más eficientes y con un tamaño más reducido, para nanomateriales, o para grafeno y hacer la electrónica flexible, por ejemplo. Y uno de los grupos de investigadores más importantes que vienen a ALBA trabajan con temas de catálisis. Entre nuestros usuarios está Avelino Corma, premio Príncipe de Asturias de investigación 2014. También hay un uso importante de grupos que estudian materiales como el cemento. Tratan de darle propiedades distintas a las que conocemos, para fabricar edificios cada vez más ligeros pero muy resistentes.

Desde que entró en funcionamiento, en 2012, ALBA tiene siete líneas en marcha, las que estaban contempladas en la primera fase del proyecto.

Así es y nuestra intención es ir ampliándolas para poder acoger más proyectos. Ahora mismo estamos recibiendo el doble de solicitudes de las que podemos atender, provenientes de todas las autonomías de España y también de otros países.

¿Todos los investigadores que llegan a ALBA saben cómo usar un sincrotrón?

En absoluto, hay que aprender. Quienes lo han usado antes tienen más autonomía, pero todos necesitan ayuda. En ALBA tenemos científicos que dan apoyo técnico y científico a los grupos de investigadores durante el experimento y también en la preparación de las propuestas, que son evaluadas por un comité internacional de expertos que las prioriza en base a la excelencia científica. Estos usuarios son públicos, por lo que no pagan por usar el sincrotrón, y sus resultados se publican. De hecho, si son investigadores estatales les pagamos el viaje y la estancia. También tenemos usuarios que son industriales, porque una de nuestras misiones es dar servicio a empresas. Como sus resultados no

son públicos, porque a menudo involucran derechos de patentes, tienen que pagar por usar el sincrotrón. Y en muchos casos necesitan apoyo para usar el sincrotrón y también para interpretar los datos.

¿Cuánto puede llegar a durar un experimento?

Depende. Por ejemplo, quienes estudian cristalografía de proteínas, cristalizan las proteínas en los laboratorios y luego llegan aquí con la muestra, la ponen frente al haz de luz y en pocos minutos u horas consiguen el experimento. Otros, en cambio, necesitan estar aquí una semana, como los que estudian cómo se comporta una muestra a diferentes temperaturas. No obstante, el tiempo medio suele ser de unos tres días.

¿Qué diferencias hay entre el LHC o Gran Colisionador de Hadrones, ubicado en el CERN en Ginebra, y ALBA?

La diferencia más importante es que el LHC sirve para estudios de física fundamental y ALBA para investigación aplicada. El CERN es un organismo internacional, con participación de decenas de países, entre los que está España, y ALBA es una institución nacional. Luego, su acelerador mide 30 km y el nuestro 300 metros. En el LHC del CERN se aceleran las partículas, en este caso protones, a energías altísimas, 2.000 veces superiores a las que tenemos aquí en ALBA, y hacen colisionar un haz de protones con otro

haz de protones. Los productos de las colisiones son el objetivo de estudio del CERN, porque dan información sobre la estructura fundamental del universo. Allí los experimentos consisten en grandes detectores, tan grandes como una catedral, llenos de cables, sensores, que recogen los productos de la interacción de protones contra protones. Cada uno de los experimentos son grupos formados por miles de personas. Se recogen muchísimos más datos que en las pruebas de ALBA y luego son analizados por ejércitos de estudiantes y físicos que los analizan y detectan las señales de las partículas, como el reciente descubrimiento del bosón de Higgs. En el CERN se hace investigación simplemente para entender. El científico necesita la libertad de investigar y de equivocarse y de ir al límite de la tecnología. Solo así se avanza. ☺

Cristina Sáez. Periodista, Barcelona.



Jordi Play

**«EL CIENTÍFICO NECESITA  
LA LIBERTAD DE INVESTIGAR  
Y DE EQUIVOCARSE  
Y DE IR AL LÍMITE DE  
LA TECNOLOGÍA. SOLO  
ASÍ SE AVANZA»**