



## ALBA, LA LUZ QUE CREA OPORTUNIDADES

**Michele Catanzaro**

**Doctor en física y periodista *freelance***

**Barcelona**

Una nueva luz está a punto de encenderse en el Mediterráneo: a finales de 2011, cerca de Barcelona, comenzará a operar ALBA, la última llegada entre las fuentes de *luz de sincrotrón*. Todas las piezas-clave de este laboratorio se han ultimado en verano y una de ellas comenzará a funcionar a principios de diciembre. Cuando sea operativo (en el 2011, según las previsiones), ALBA será la instalación científica más grande y más costosa en España y el más meridional entre los laboratorios de este tipo en Europa, más abajo que los sincrotrones situados en Grenoble (Francia) y Trieste (Italia).

Un sincrotrón es, en esencia, un anillo de grandes dimensiones, en cuyo interior corren electrones con energías altísimas. Esta corriente genera una luz con propiedades extraordinarias, que se puede utilizar para penetrar y analizar todo tipo de material. Por eso, los sincrotrones juegan un papel importante en una amplia gama de investigaciones, de la biología a la nanotecnología, y de aplicaciones industriales, de la farmacéutica a la microelectrónica. “Una instalación de este tipo es esencial para modernizar la ciencia y la tecnología de la comunidad que la utiliza”, resume Salvador Ferrer, director de la división experimental de ALBA.

ALBA ha costado 200 millones de euros, invertidos desde 2003 hasta ahora y repartidos en partes iguales entre Estado y Generalitat de Cataluña, unidos en el consorcio CELLS (Consortio para la Construcción, Equipamiento y Explotación del Laboratorio de Luz Sincrotrón). Las infraestructuras del sincrotrón están preparadas para recibir más de 1000 investigadores al año, a partir de 2011. Con el tiempo, el número anual de usuarios debería crecer todavía más. “Hoy en día, los investigadores españoles que usan la luz de sincrotrón disponen de unos laboratorios en el *European Synchrotron Radiation Facility* (ESRF) de Grenoble, pero el número de usuarios ha crecido tanto que aquellas instalaciones se han quedado pequeñas”, explica Ramon Pascual, presidente de la comisión ejecutiva de ALBA y catedrático de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB).

Sin embargo, el nuevo laboratorio no se limitará a responder a esta demanda. “Cuando Francia abrió su sincrotrón, la comunidad de científicos que utilizan este instrumento tuvo un *boom* de crecimiento”, recuerda. “Además, el sincrotrón estará abierto a investigadores de todo el mundo”, añade. Finalmente, los promotores de este proyecto confían en atraer la atención de las empresas, para que desarrollen tecnología de alto nivel en sus instalaciones.

**Un *caracol* ultratecnológico.** Hoy en día, ALBA aparece como un gran edificio en forma de caracol, ubicado en Cerdanyola del Vallès, próximo a Barcelona. El conjunto de las infraestructuras del laboratorio ocupan 6 hectáreas, pero el corazón se encuentra en la construcción circular. Aquí, un anillo de 268 metros de circunferencia está preparado para acoger un flujo de electrones que darán 100.000 vueltas cada

microsegundo; 32 salidas están predisuestas para recoger la luz emitida para las partículas en circulación; 300 km de cables proporcionan conectividad a este laboratorio.

Los electrones circularán por ALBA con una energía de 3 gigaelectronvoltios (GeV). “Las partículas viajarán al 99,999999% de la velocidad de la luz”, explica Ramon Pascual. Los diversos componentes de la máquina están diseñados en buena parte para permitir que los electrones alcancen estas energías y velocidades extremas. El camino de las partículas comienza en un dispositivo llamado *acelerador lineal*, que las lleva a una energía de 100 megaelectronvoltios (MeV). Después, los electrones son inyectados en un primer anillo, el *booster*, que multiplica su energía por 30 y los lleva a 3 GeV (1 GeV=1000MeV). Ésta es la pieza que se pondrá en marcha en diciembre. Finalmente, las partículas pasan al *anillo de almacenaje*, el circuito de 268 metros donde se mantienen en circulación y generan la luz de sincrotrón. Se prevé que el anillo, ultimado en verano, entre en funcionamiento y esté en pruebas durante todo el 2010. Finalmente, a finales del 2011 deberían comenzar a operar las primeras *líneas de luz*, es decir, los laboratorios que usarán la luz de sincrotrón.

Estos dispositivos son tan delicados que requieren un diseño especial del edificio que los contiene. Para garantizar su estabilidad mecánica, la base de la construcción es una losa de hormigón de un metro de grosor, que descansa sobre dos metros de grava. La conformación geológica del terreno escogido, compuesto prevalentemente de arcilla, favorece la absorción de las vibraciones, pero tiene el inconveniente de que se puede mover. Por eso, toda la estructura dispone de pilares capaces de desconectarla de las vibraciones sísmicas. También el suministro eléctrico está garantizado por una planta de cogeneración de gas, fabricada especialmente para el laboratorio: en caso de apagón, los científicos dispondrían de más de un cuarto de hora de autonomía para parar las máquinas con seguridad. Finalmente, la temperatura interior del edificio se mantiene constantemente a 23 grados. “Se trata de una estructura tan aislada que el arquitecto ha introducido aperturas en el techo para que los usuarios puedan saber al menos si es de día o de noche!”, comenta Pascual.

**Acceso competitivo.** “La instalación estará en funcionamiento unas 5.000 horas al año, un gran rendimiento si se tiene en cuenta que deberá parar diversas semanas para revisiones diversas”, explica Pascual. Sin embargo, los científicos deberán competir para acceder a este tiempo de experimentación. El laboratorio publicará una convocatoria internacional dos veces al año y después seleccionará las mejores propuestas y les dará espacio y tiempo para que se puedan llevar a cabo en la instalación. “En Grenoble, una tercera parte de las propuestas recibidas son rechazadas”, apunta Pascual.

Sin embargo, antes de llegar a esta situación, la comunidad de usuarios deberá crecer. “Actualmente, hay quinientas personas inscritas en la Asociación Española de Usuarios de Sincrotrones”, explica Pascual. “Esto es una décima parte de la comunidad francesa: en este ámbito, España está subdesarrollada”. Según Nick Brookes, un investigador del ESRF que forma parte del comité de asesoría científica de ALBA, esta infraestructura proporcionará “un punto de encuentro para la comunidad española, que es muy activa”.

De las 32 salidas o *líneas de luz* disponibles, 7 ya tienen un plan de explotación aprobado, con investigadores preparados para utilizarlas. Pascual anuncia que están

valorando propuestas para 8 líneas más, algunas de las cuales se aprobarán a lo largo del 2010. Esperamos que las propuestas lleguen también desde otras partes de Europa, del Norte de África, y también de América Latina, donde sólo hay un sincrotrón en Brasil”, explica Pascual.

**Una historia accidentada.** La ciencia de los sincrotrones española dio los primeros pasos hace 20 años, cuando el gobierno estatal se comprometió a financiar un 4% de la fuente europea ESRF. Esto garantizó el acceso a dos líneas, la BM16, cogestionada por el Estado y la Generalitat, y la BM25, gestionada por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). “Al principio, el uso era deficitario: llegaba a duras penas al 1%”, recuerda Ferrer. “Pero ahora ha llegado a un 6-7%, y cada año se ha de pagar un poco más para compensar”, explica.

En 1992, la Generalitat avanzó la propuesta de fabricar en Cataluña un sincrotrón nuevo. La iniciativa era heredera de un proyecto previo que planteaba la construcción de un dispositivo mucho más caro y complejo, un colisionador de partículas como el Gran Colisionador de Hadrones (LHC) de Ginebra. Sin embargo, este plan fue modificado para plantear una infraestructura de realización más ágil, como lo es un sincrotrón. “El camino de la propuesta fue largo y complicado”, recuerda Pascual. En 1995 se llegó a un acuerdo entre el gobierno español y el catalán para hacer un estudio detallado y hasta el año 2002 no se llegó a formar el consorcio CELLS, entre el actual Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) y la Generalitat. La actividad comenzó en septiembre de 2003. Que haya pasado tanto tiempo desde la idea inicial no es un problema, según Pascual. “A causa de la magnitud de las obras, en todos los sincrotrones ocurre lo mismo –argumenta el catedrático– Ésta no será una instalación obsoleta, en absoluto, ya que se han ido incorporando todas las novedades pertinentes”.

Todavía queda por establecer qué pasará con las líneas españolas de Grenoble. Mientras la BM25 deberá seguir operativa, el destino de la BM16 está en manos de una comisión conjunta Estado-Generalitat, que deberá decidir sobre la continuidad del laboratorio. Ana Labrador, responsable local de la BM16, considera que cerrarlos sería una pérdida. “Cada año vienen grupos nuevos –argumenta- ¿para qué cerrar una instalación que les está dando un servicio productivo, antes de que ALBA sea operativo y satisfaga a estas comunidades de usuarios?”. Pascual no comparte este punto de vista. Según el investigador mantener las líneas de Grenoble “sería inútil”. Labrador observa que el coste de la BM16 no supera de mucho los 500.000 euros anuales, mientras ALBA necesitará 16 millones cada año. Sin embargo, Pascual considera que la línea es anticuada y necesita una remodelación. “Creo que a la Generalitat no le interesa embarcarse en esta empresa”, comenta. “Efectivamente, la BM16 necesitaría una mejora - reconoce Labrador – pero no valdría más de uno o dos millones de euros repartidos en dos o tres años”. Mientras la comisión sigue valorando las diversas posibilidades, un grupo de científicos ha recogido más de 100 firmas en una carta que reivindica que España no renuncie a la BM16.

## ¿PARA QUÉ SIRVE UN SINCROTRÓN?

¿Para qué gastarse centenares de millones de euros en un sincrotrón? “Tal y como lo son los telescopios o los colisionadores de partículas, los sincrotrones representan un instrumento universal y una infraestructura estratégica de investigación”, responde Salvador Ferrer. Efectivamente, una fuente de luz de este tipo representa para la

investigación actual lo que fue el microscopio para la ciencia del siglo XIX: un agujero de cerradura a través del cual observar un mundo desconocido. Un sincrotrón es una especie de supermicroscopio que permite ver objetos mucho más pequeños que los microbios y bacterias que sorprendieron a los científicos de hace dos siglos. Con su luz, se pueden penetrar objetos de la magnitud de pocos átomos, observar “en directo” procesos en el interior de la célula o fabricar nanotecnología.

El principio de base de estos dispositivos es que, cuando unas partículas cargadas son aceleradas, irradian luz. Si se fuerzan unos electrones a correr a lo largo de una trayectoria curva, se está modificando su velocidad hacia el centro del círculo, es decir, se los está acelerando. En estas condiciones, se producirá una radiación especial, la luz de sincrotrón, en la dirección tangente al círculo. Esta luz es sutil como un cabello y a la vez muy intensa.

Esta luz se produce también en fenómenos naturales, sobre todo en procesos de gran energía en el espacio, que involucran partículas cargadas. Pero el uso experimental de este fenómeno movió los primeros pasos sólo en 1947, cuando en los laboratorios de investigación de General Electric (EUA) se fabricó el primer sincrotrón. Desde entonces, los sincrotrones han proliferado en todo el mundo y hoy se cuentan más de medio centenar de diversas energías y dimensiones.

**ALBA y los otros sincrotrones.** “Es difícil escoger los más importantes -afirma Salvador Ferrer-, pero sin duda lo que produce más ciencia es el ESRF”. Según el investigador, el *Berkeley Advanced Light Source* (EUA) es el más avanzado en términos de experimentos de física, con resultados importantes en nanotecnología y nanomagnetismo, y el *Swiss Light Source* (Suiza) es el que más ha contribuido al estudio de macromoléculas con luz de sincrotrón.

“ALBA es un modelo de sincrotrón óptimo”, sostiene el investigador. “Hacer uno como el ESRF, con más de 800 metros de circunferencia, habría sido demasiado caro; pero uno de más pequeño en magnitud y energía, como el *Bessy 2* de Berlín, habría dado pocos rayos X”. Al contrario, la infraestructura de Cerdanyola tiene una medida media que sirve prácticamente para todo, según Ferrer. De hecho, tiene características parecidas a los sincrotrones de última generación que se han fabricado los últimos años en Australia, Francia, Canadá y Reino Unido.

Un error que se comete frecuentemente es confundir sincrotrones con colisionadores, como el LHC de Ginebra. En realidad, el principio de base de los dos dispositivos es el mismo, al tratarse de aceleradores de partículas. Pero el objetivo es muy diferente. En los colisionadores, las partículas son aceleradas en dos anillos y después chocan en unos puntos de contacto, de tal manera que los científicos pueden identificar en los restos de los choques los componentes esenciales de la materia. En este contexto, la producción de luz de sincrotrón no es deseable. Por eso, LHC tiene una circunferencia muy grande (27 kilómetros), así que en cada momento las partículas se desplazan en un tubo casi lineal, al tener una curvatura muy pequeña. Al contrario, en un sincrotrón la curvatura ha de ser grande, para estimular la emisión de la radiación.

**Éxitos encadenados.** Desde su invención, los sincrotrones han abierto perspectivas cada vez más nuevas para la ciencia. “El 98% de las estructuras de proteínas se resuelven en sincrotrones”, explica Ferrer. “Hace veinte años se hacía una cada año, hoy

se obtienen 1000 al mismo tiempo”, añade. Entre los grandes logros de los sincrotrones, Ferrer destaca su contribución al estudio y a la producción de microchips. Desde el punto de vista tecnológico, estos dispositivos están contribuyendo al conocimiento de la magnetización de las nanopartículas y desde el punto de vista del descubrimiento han permitido analizar y visualizar fósiles. En la lista siguiente, se encuentran algunos de los resultados más impactantes en diversos ámbitos de aplicación de los sincrotrones.

- **Salud. La garra letal de la malaria.** La estructura de la proteína que permite a los parásitos de la malaria colonizar los glóbulos rojos se reveló en el año 2005 en el *National Synchrotron Light Source* (EUA). Los investigadores, que publicaron sus resultados en la revista *Cell*, observaron, gracias a la luz de sincrotrón, como la proteína actúa para penetrar en la célula.
- **Materiales. El secreto de los castillos de arena.** ¿Por qué la arena seca resbala mientras la mojada es suficientemente rígida para hacer castillos estables? Investigadores del ESRF publicaron en 2008 en la revista *Nature Materials* un estudio que revela como se dispone el agua en el interior de un material granular parecido a la arena.
- **Arte. Pinturas de óleo en cavernas budistas.** Las cuevas que se encuentran detrás de las grandes estatuas de Buddha que fueron destruidas en Bamiyan (Afganistán) tienen pinturas hechas con óleo de los siglos V-IX, mucho antes de que esta técnica se inventara en occidente. Este descubrimiento, hecho llevando muestras de las cuevas al sincrotrón ESRF, se publicó en el año 2008 en la revista *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*.
- **Ciencias de la tierra. El corazón del planeta en un laboratorio.** Investigadores del ESRF reprodujeron las condiciones del manto de la tierra en muestras de perovskita con presiones entre 20 y 145 gicapascales (GPa). De esta manera, pudieron comprobar que en estas condiciones la perovskita se vuelve completamente transparente para la transmisión de calor del núcleo al manto. El resultado se publicó en la revista *Science* en 2004.
- **Historia. El manuscrito secreto.** Un antiguo manuscrito escondido en un libro de oraciones medieval. Lo descubrió el equipo del físico Uwe Bergman cuando analizó el *Palimpsesto de Arquímedes* con la luz de sincrotrón del *Stanford Linear Acceleration Center*. Ya se sabía que el libro de oraciones escondía un texto del matemático Arquímedes y uno del político Hipérides, pero el nuevo análisis, acabado el año 2007, reveló un tercer libro: un comentario a un texto de Aristóteles.
- **Paleontología. El primer cerebro fósil.** Un cerebro de hace 300 millones de años apareció a los ojos de un grupo de investigadores, cuando aplicaron la luz del sincrotrón de Grenoble al cráneo fosilizado de un pariente lejano de los tiburones de hoy en día. El descubrimiento, publicado en la revista *Proceedings of the National Academy of Science* a comienzos de este año, representa el cerebro fósil más antiguo encontrado hasta ahora.
- **Eficiencia energética. Cristales de diesel.** Un estudio publicado en 1991 en la revista *Acta Crystallographica* analizó los cristales que se forman en el diesel

cuando la temperatura baja. Los autores, que visualizaron el proceso en la *National Synchrotron Light Source* (EUA), afirmaron que entender el fenómeno podría mejorar la eficiencia del motor.

- **Ciencias del espacio. Fragmentos de los gigantes de gas.** El silicio es una sustancia abundante en los planetas del sistema solar. Investigadores del sincrotrón *SPring-8* (Japón) pusieron unas muestras de silicio en la presión de 268 GPa y la temperatura de 1800 grados Kelvin. En estas condiciones, parecidas a las del interior de Neptuno o Urano, el silicio muestra un comportamiento completamente nuevo, que los investigadores describieron en la revista *Science*.

## A LA ESPERA DE QUE LAS EMPRESAS DESPIERTEN

La fabricación de ALBA ha requerido una inversión de 200 millones de euros, desde el comienzo de las actividades del consorcio CELLS en 2003 hasta el año 2009. Esta suma se ha repartido en partes iguales entre el actual Ministerio de Investigación, Ciencia e Innovación (MICINN) y la Generalitat de Catalunya. A partir de 2010, el gasto anual de mantenimiento será de 16 millones de euros. “Se trata de una inversión importante, pero el TGV costó más!”, bromea Pascual. De momento, las empresas que más se han beneficiado del proyecto ALBA son las constructoras. “Entre ellas, hay empresas españolas -comenta Pascual- pero no tantas como nos hubiera gustado”.

Pero el gran reto para la investigación transnacional en ALBA será atraer empresas que quieran utilizar sus servicios. “Hace años, empresas como Siemens, Philips, Bell, IMB, o Epson tenían líneas propias en diversos sincrotrones del mundo”, afirma Ferrer. Industrias de este tipo utilizan la radiación de sincrotrón para controlar la pureza de las muestras de semiconductores. “Con la crisis del petróleo de los años ’70, las cerraron—sigue el investigador- pero siguen alquilando tiempo de haz en los sincrotrones”. Hoy en día, el interlocutor principal de estas infraestructuras científicas es la industria farmacéutica, que las usa para investigar y para analizar sus moléculas.

“Desafortunadamente, el panorama aquí no es tan halagador”, reconoce Pascual. “Las farmacéuticas españolas no se dedican a investigar fármacos nuevos; Seat no hace catalizadores de coches; Repsol no hace investigación básica...”, reflexiona el investigador, que opina que se deberán esforzar para que la industria local descubra las oportunidades del sincrotrón. El director considera que, al principio, las empresas no deberán pagar para acceder a las infraestructuras, sino incluso se las deberá estimular a hacerlo con subvenciones. Por su parte, Ferrer es optimista. “El interés por este instrumento crecerá sobre todo en los estudios de análisis de contaminación —explica- el tema está al alza en el mundo empresarial y los análisis químicos son fáciles de hacer”. En todo caso, según el investigador el uso industrial será siempre minoritario, no más de un 10%.

## **LAS 7 LÍNEAS EXPERIMENTALES**

Un comité de expertos independientes ya ha aprobado 7 estaciones experimentales, o *líneas de luz*, que operarán alrededor del sincrotrón. Cada estación extrae, filtra y utiliza de diversas maneras la radiación emitida por el dispositivo. ALBA está diseñado para acoger un máximo de 32 salidas.

### ***1) Espectroscopia y Microscopia de electrones fotoemitidos***

Esta estación utilizará la radiación de sincrotrón en un microscopio con una resolución de 10 nanómetros (nm). Un nanómetro es 10000 veces más pequeño que el diámetro de un cabello. Esto significa que el dispositivo usará la luz para ver con claridad estructuras como microcircuitos o nanopartículas.

### ***2) Dicroísmo magnético circular y dispersión resonante con rayos X blandos***

Mediante este experimento, se estudiarán las propiedades magnéticas de los materiales.

### ***3) Difracción de rayos X duros en materiales en polvo, con opción de micro-foco***

Esta línea permitirá registrar con la luz de sincrotrón materiales a altas temperaturas y presiones, la situación que se da en el centro de la tierra.

### ***4) Espectroscopia de absorción de rayos X***

A través de la radiación de sincrotrón, en esta estación se visualizarán fibras musculares y polímeros vegetales.

### ***5) Difracción/dispersión de rayos X en material no-cristalino***

Esta salida estudiará las reacciones químicas y en particular el comportamiento de los catalizadores que intervienen en ellas.

### ***6) Cristalografía de macromoléculas***

Esta es una aplicación típica de los sincrotrones: usar su luz para identificar la estructura de las proteínas

### ***7) Microscopía de rayos X***

Se trata de la salida de luz más “original”, ya que hay muy pocas de este tipo en el mundo. El microscopio de rayos X que utiliza la luz de sincrotrón permite, por ejemplo, visualizar la estructura de las células en tres dimensiones, sin necesidad de cortarlas en partes y destruirlas.

## **DENTRO DE LA CÉLULA, EN DIRECTO**

Con el microscopio de toda la vida una célula se ve como una masa borrosa. Pero el sincrotrón abre la puerta a *radiografiar* el interior de la célula e inmortalizar los procesos que se producen en ella. Eva Pereiro, responsable de la línea de microscopía de rayos X de ALBA, está decidida a aprovechar esta oportunidad para hacer nueva ciencia.

“Un microscopio óptico llega a duras penas a distinguir objetos de algunos centenares de nm –explica- nosotros podremos fotografiar células con resoluciones de 30 a 50 nm”. El microscopio electrónico puede llegar a resoluciones incluso más altas (5-10 nm), pero es inadecuado para la materia viva, explica la investigadora. Para que funcione, hay que cortar la célula en muestras tan sutiles que se pierde la visión de conjunto. Al contrario, con el sistema de los rayos X, las muestras pueden ser mucho más gruesas.

Además, para esta radiación, el agua es completamente transparente, mientras el carbono no lo es, de tal manera que con ella se pueden hacer *radiografías* de los orgánulos y otros componentes de la célula. Para poderla analizar, la muestra se ha de congelar. Pero es posible hacer esta operación en diversos momentos de un proceso biológico. “Por ejemplo, se podría estudiar toda la secuencia de cómo un virus entra en una célula”, explica Pereiro. “Con un microscopio óptico, esta escena sería demasiado confusa –comenta- mientras que con un electrónico, se podría ver sólo algún detalle, pero no el conjunto del proceso: esto sólo lo da el microscopio de rayos X”.

La investigadora cuenta con un presupuesto de casi 4 millones de euros y un equipo con dos científicos, un ingeniero y un técnico. Confía tener pronto algunos estudiantes becados y que, cuando ALBA esté en marcha, no falten peticiones para un laboratorio de microscopía de los más innovadores en el mundo.

## **Xavier Queralt. DE LA FÍSICA A LOS DIBUJOS ANIMADOS Y VUELTA ATRÁS.**

ALBA y *Las Tres Mellizas* son mundos menos alejados de lo que podría parecer de entrada. La prueba de ello es el recorrido profesional de Xavier Queralt, investigador en ciencias de los materiales que ha acabado trabajando en ALBA, después de haber dedicado unos cuantos años a *Miniman*, *Juanito Jones* y *Tom*.

### **-¿Cómo comienza tu peripecia?**

“Me licencié en física por la Universidad de Barcelona (UB) en 1993 e hice un doctorado en el mismo centro sobre capas finas de semiconductores. Después hice un post-doc en Eindhoven sobre ciencia de los materiales, en colaboración con Philips, y otro en Inglaterra.”

### **-¿Cuándo decides dejar la física?**

“En 1996 volví a Barcelona. Esperaba implicarme en el proyecto del sincrotrón, pero entonces parecía que ya no se haría. Estaba casado y tenía dos hijos y decidí que la precariedad de la investigación ya no me iba bien.”

### **-¿Es así que pasas al mundo de los dibujos animados?**

“No inmediatamente. Antes, trabajé para una empresa japonesa que fabricaba *compact disc*. Allí aprendí a hacer de director de producción. Después, recibí la oferta de hacer el mismo trabajo para *Cromosoma*, una de las productoras más importantes de dibujos animados de Barcelona: la que hace *Las Tres Mellizas*, entre otras cosas”.

**-¿Qué tal fue aquella experiencia?**

“Apasionante. Estaba metido en todas las fases, desde el diseño de los modelos a la postproducción, pasando por el *storyboard*, la animación, el color... Era un ritmo frenético”.

**-¿Y el regreso al mundo de la ciencia?**

“Hace 4 años desde ALBA me ofrecieron colaborar a tiempo parcial y después un contrato estable, como responsable de seguridad. Así, decidí volver al mundo de donde venía”.

**-¿Crees que tu trayectoria te ha enseñado alguna cosa especial?**

“Sí, he aprendido a trabajar y colaborar con la gente, una labor que requiere mucho *savoir faire*, especialmente cuando tratas con artistas!”

**Mari Cruz García Gutiérrez. DIARIO DE UNA INVESTIGADORA.**

La vida en un sincrotrón no ahorra emociones a los investigadores que trabajan allí. Los grupos trabajan literalmente noche y día en los breves turnos que tienen para llevar a cabo sus experimentos. Un sencillo error puede estropear todo un proyecto durante unos cuantos meses. Lo sabe muy bien Mari Cruz García Gutiérrez, científica titular del *Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)* y coordinadora de la propuesta de línea de Difracción/dispersión de rayos X en material no-cristalino de ALBA. García Gutiérrez lleva años yendo periódicamente a Grenoble para realizar sus experimentos.

**-¿Cuál es la rutina para acceder a un sincrotrón?**

“En el caso de ESRF, cada año hay dos convocatorias. Presentamos nuestros proyectos y, tras la valoración de un comité, nos asignan unos tiempos para hacer los experimentos. Suelen ser unos 4 días por experimento.”

**-¿Sólo 4 días para hacerlo todo?**

“Sí. Por eso vamos a Grenoble con el experimento muy bien organizado. Vamos tres o cuatro investigadores y nos repartimos el trabajo en turnos de 8 horas, de manera que trabajamos continuamente”.

**-¿Este tiempo incluye también el montaje del experimento?**

“Según qué experimento, el montaje puede ser más o menos complicado. Intentamos ir con el máximo de piezas montadas. Igualmente, alguna vez hay que agregar alguna pieza durante el proceso de medida”.

**-¿Y si alguna cosa se estropea?**

“Normalmente, el *contacto local*, es decir la persona del sincrotrón que se ocupa de nosotros, nos ayuda a recuperar. Sino, se puede pedir alargar el tiempo de medida un día más, pero es difícil obtenerlo”.

**-¿Os ha ocurrido que algún experimento se estropeará?**

“Una vez falló la compuerta que deja pasar el haz de luz. Era fin de semana y tuvimos que renunciar a arreglarlo. En todo caso, cuando diseñamos un experimento, siempre intentamos tener un plan B, en el caso de que hayan problemas. Además, muy a menudo

podemos evitar las dificultades principales pidiendo que el contacto local haga algunos tests previos.”

#### **-¿Cuáles son tus expectativas sobre ALBA?**

“Creo que la cosa más importante es que ALBA ofrezca oportunidades competitivas con el sincrotrón europeo. El ESRF ofrece un dispositivo puntero, más avanzado que ALBA y con más inversiones. Pero ALBA puede ayudar, si se dan buenas condiciones a los investigadores”.

### **SESAME: EL SINCROTRÓN DE ORIENTE MEDIO**

El 14 de Julio, los primeros electrones corrieron por el pre-inyector de SESAME (*Synchrotron light for Experimental Science and Applications in the Middle East*). Es un paso más en la historia de este sincrotrón, localizado en Allaan (Jordania) y concebido en 1997 como una ocasión para avanzar en el proceso de paz en Oriente Medio a través del progreso de la ciencia. Cuando este acelerador comience a operar, en 2013 según las previsiones, le sacará a ALBA el récord de sincrotrón más meridional en esta parte del planeta, y completará el nuevo mapa de fuentes de luz en el área Mediterránea.

Los estados miembros del primer sincrotrón de Oriente Medio son Jordania, Bahrain, Chipre, Egipto, Irán, Israel, Pakistán, la Autoridad Palestina y Turquía. La idea de juntar los científicos de estos países en un proyecto común surgió a finales de los años noventa de Herman Winick, del *Stanford Linear Accelerator Center* (EUA), Gustaf-Adolf Voss del *Deutsches Elektronen Synchrotron*, Tord Ekelof i Sergio Fubini, ambos del *Middle East Scientific Co-operation group*. La vía propuesta era sencilla. Alemania había decidido deshacerse de su sincrotrón *Bessy 1*, para hacer uno de nuevo. Los científicos promotores convencieron al gobierno de aquel país que diera las piezas del viejo acelerador para que se pudieran reciclar en un sincrotrón en Oriente Medio. La UNESCO se hizo cargo de la coordinación del proyecto y Jordania, el país escogido para acogerlo, de los gastos de construcción.

SESAME tiene 125 metros de circunferencia y alcanzará una energía de 2.5 GeV. Actualmente, un equipo de 20 científicos está ultimando el diseño y la fabricación. Esta labor no es sencilla, ya que la tecnología del acelerador tiene más de 30 años y en algunos casos hay que actualizarla. Por ejemplo, para que el pre-inyector funcione, ha sido necesario sustituir todo el sistema para hacer el vacío.