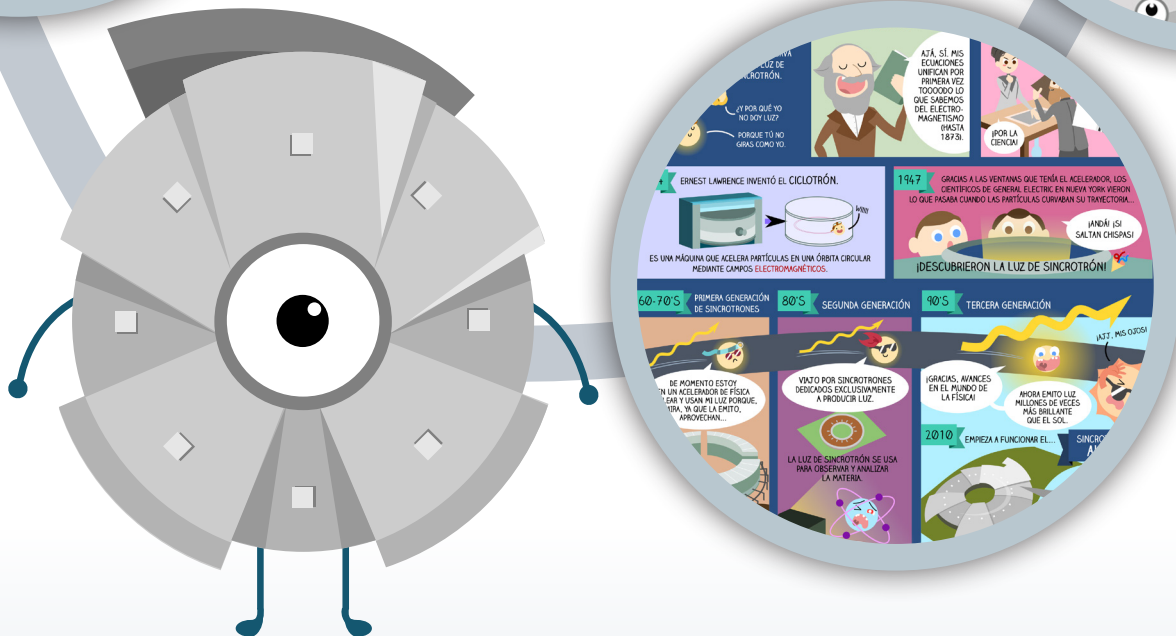




# ALBA

# Divulga

12 Visuales para descubrir  
y comprender el Sincrotrón ALBA





# Divulga

12 Visuales para descubrir  
y comprender el Sincrotrón ALBA

**Edición**

Laia Torres Aribau y Ana Belén Martínez

**Contenido científico**

Gastón García, Montse Pont, Salvador Ferrer, Francis Pérez, Joan Casas

**Diseño e ilustración infografías**

Patricia Puig Marin, Miriam Rivera, Lucas Wainer, Sarah Moreira, Laia Torres Aribau, Iuris.Doc, Genial.ly, Canva

**Maquetación y diseño**

Lucas Wainer

**Impresión**

J Moreno Graphic

© Sincrotrón ALBA. Todos los derechos reservados.

**Sincrotrón ALBA**

Carrer de la Llum 2-26

08290 Cerdanyola del Vallès (Barcelona)

Spain

Proyecto financiado por FECYT-MINECO (FCT-16-10857).



MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD



FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA

# ÍNDICE

05	Introducción
06	¿Cómo funciona el Sincrotrón ALBA?
08	La luz de sincrotrón
10	Los sincrotrones en el mundo
12	Historia de la luz de sincrotrón
16	Técnicas de microscopía en el Sincrotrón ALBA
18	Técnicas de difracción en el Sincrotrón ALBA
20	Técnicas de espectroscopía en el Sincrotrón ALBA
24	El Sincrotrón ALBA en 25 palabras
26	7 datos increíbles que no sabías del Sincrotrón ALBA
28	ALBA vs LHC: dos aceleradores de partículas, iguales... ¿o no?
32	Ellas también brillan. Mujeres en el Sincrotrón ALBA



# Introducción

ALBA es la única fuente de luz de sincrotrón que existe en España y una de las más recientes construidas en Europa. Mediante la aceleración de electrones dentro de un túnel, se produce esta luz tan especial: la luz de sincrotrón.

La luz de sincrotrón es radiación electromagnética y comprende un rango del espectro que va desde la luz infrarroja hasta los rayos X, pasando por la luz visible y el ultravioleta. La luz de sincrotrón tiene una serie de ventajas que la hacen una herramienta muy interesante para la ciencia: permite visualizar y analizar la materia y sus propiedades a nivel atómico y molecular. Con ella se realizan experimentos en muchos ámbitos de la ciencia y la tecnología.

Pero... ¿cómo funciona exactamente el Sincrotrón ALBA? ¿Se parece al CERN, el acelerador de partículas de Ginebra? ¿Quién trabaja en ALBA? ¿Cuándo aparecieron los primeros sincrotrones? Todas estas preguntas y muchas más las podrás resolver gracias a este libro.

Te presentamos una colección de visuales e ilustraciones para explorar y descubrir la ciencia del Sincrotrón ALBA. ¡Esperamos que lo disfrutes!

01

# ¿Cómo funciona el Sincrotrón ALBA?

## 3. Anillo de almacenamiento

Los electrones se almacenan en el anillo exterior, guiados por los campos magnéticos.

## 4. Luz de sincrotrón

Los electrones al pasar por los campos magnéticos emiten energía en forma de luz de sincrotrón que se envía a las líneas de luz.

## 5. Selección de la longitud de onda

La luz de sincrotrón contiene muchas longitudes de onda y, con un monocromador, se selecciona la más adecuada para cada experimento.

## 6. Detector

Se ilumina la muestra a analizar y un detector capta la interacción de la muestra con la luz.

## 1. Acelerador lineal

Se generan los electrones y se les somete a una primera aceleración.

## 2. Anillo propulsor

Los electrones se aceleran de nuevo en el anillo interior hasta alcanzar velocidades cercanas a las de la luz.

Transferencia de los electrones del propulsor al anillo de almacenamiento

Imanes y dispositivos de inserción

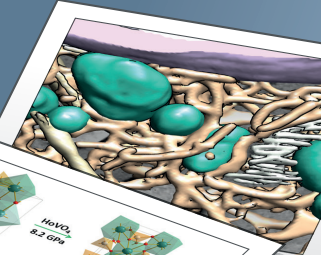
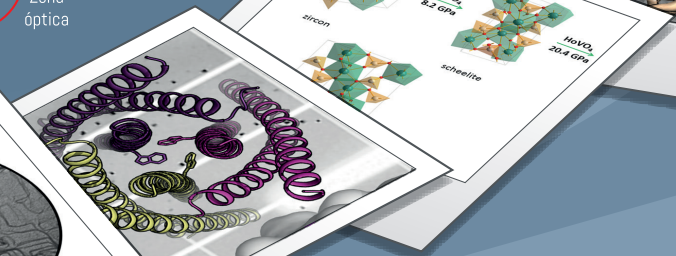
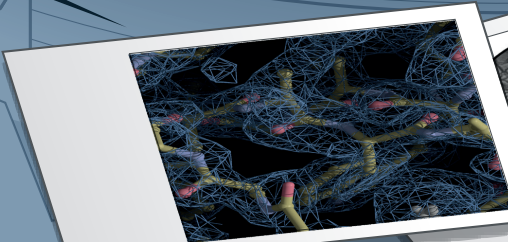
Zona de control

## 7. Análisis de datos

Los datos son almacenados y analizados.

Zona experimental

Zona óptica





# APLICACIONES

Las propiedades de la luz de sincrotrón permiten obtener información de gran calidad sobre las características de las muestras que se analizan. Actualmente, ALBA dispone de ocho líneas de luz en funcionamiento y tres más en construcción que se utilizan para experimentar en:

BIOLOGÍA  
Y BIOMEDICINA



NANOTECNOLOGÍA



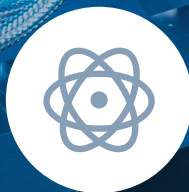
CIENCIA DE MATERIALES



PATRIMONIO HISTÓRICO  
Y ARTÍSTICO



FÍSICA



MEDIO AMBIENTE



QUÍMICA





## 02 La luz de sincrotrón

### BRILLANTE

La característica principal de la luz de sincrotrón es su gran brillantez. **Cuanto más brillante es la luz**, podemos **ver detalles más pequeños de la materia**.

Los rayos X generados de forma convencional son poco brillantes y no permiten obtener tanta información. En cambio, la luz de sincrotrón es tan brillante que provoca **muchas interacciones luz-materia** y, por tanto, **más información sobre la muestra** podremos obtener.

### LUZ PULSADA

Los sincrotrones emiten la **luz en forma de pulsos**. Los electrones viajan dentro de los aceleradores en forma de paquetes, de manera que cada paquete emite un pulso de luz.

Mediante unos dispositivos, se consiguen **pulsos en intervalos de tiempo muy, muy cortos**. Esto abre una puerta a **estudiar fenómenos muy rápidos**, como reacciones químicas, de forma que se pueden estudiar cambios en la composición, estructura o forma de los materiales a medida que se produce la reacción.

Los tubos de rayos X convencionales, en cambio, emiten de forma continua o en pulsos de frecuencias muy bajas. Así que, aquel investigador que quiera **saber cómo evolucionan sus muestras a lo largo del tiempo**, tendrá que usar un sincrotrón.

### AMPLIO ESPECTRO

La luz de sincrotrón cubre un amplio rango de longitudes de onda. La ventaja es que mediante diferentes dispositivos, **se puede escoger qué tipo de luz se prefiere según el experimento** que se lleva a cabo. Hay un tipo de **luz más indicada** que otra **según la materia a analizar**. Por ejemplo, si queremos ver cómo están ordenados los átomos dentro de un material, utilizaremos rayos X de más energía. En cambio, si queremos estudiar las propiedades electrónicas o magnéticas de los materiales, usaremos rayos X de baja energía.

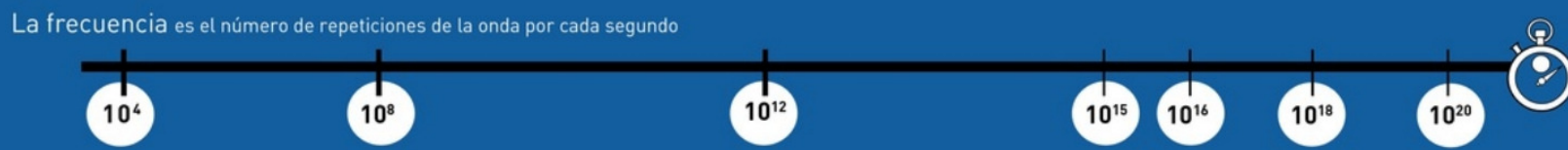
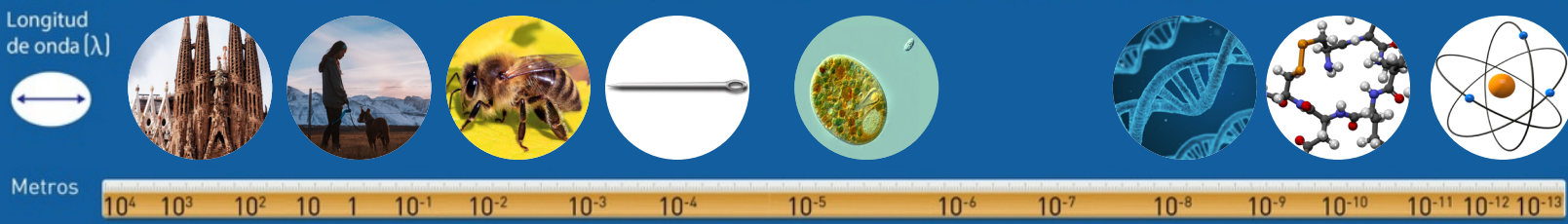
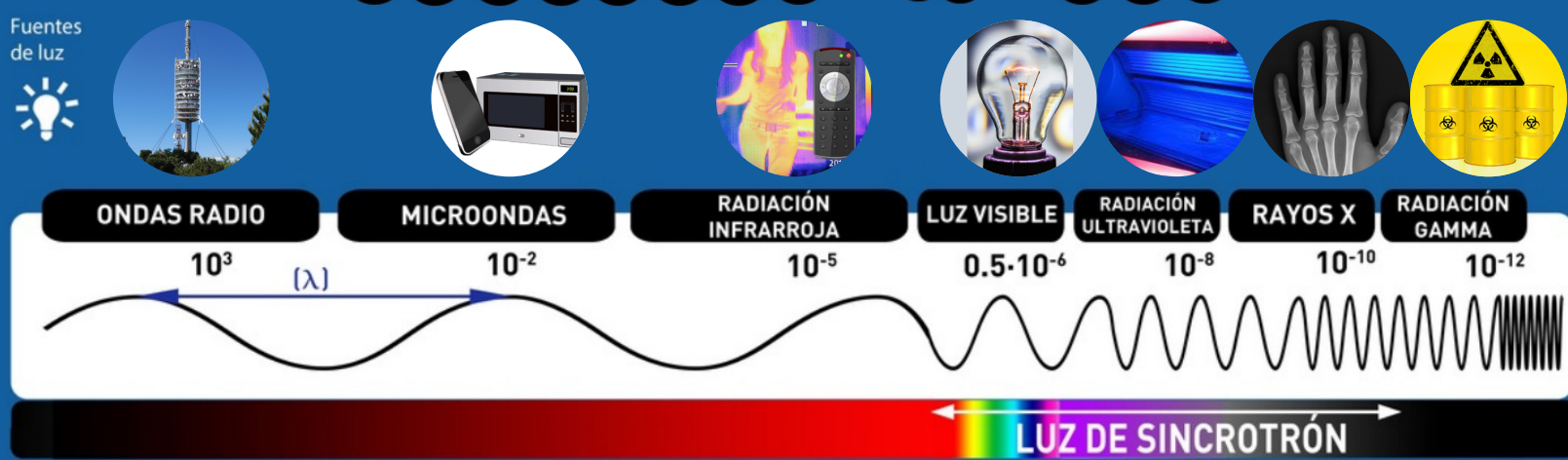
### POLARIZACIÓN

La luz es una onda que oscila y **en los sincrotrones se puede controlar** perfectamente, **según la necesidad del experimento, su dirección de oscilación**: lineal, circular o elíptica. Por este motivo se dice que la luz de sincrotrón está polarizada. En el caso de los rayos X generados de manera convencional, la luz sale oscilando de todas las formas a la vez: no está polarizada.

El control de la polarización es útil para muchos tipos de experimentos diferentes. Según cual sea el material, no reaccionará igual delante de luz polarizada de diversas formas.



# ESPECTRO DE LUZ



V E N T A J A S

BRILLANTE

LUZ PULSADA


AMPLIO ESPECTRO

POLARIZACIÓN



# 03 Los sincrotrones en el mundo

**Stanford Synchrotron Radiation Lightsource**



**Canadian Light Source - CLS**




**Advanced Photon Source - APS**




**Cornell High Energy Synchrotron Source - CHESS**

**Sincrotrón ALBA**




**Elettra Synchrotron Light Laboratory**




**National Synchrotron Light Source II - NSLS II**




**SIRIUS - Laboratório Nacional de Luz Síncrotron**



**EN CONSTRUCCIÓN**

**SOLEIL Synchrotron**




**European Synchrotron Radiation Facility - ESRF**




**Swiss Light Source - SLS**

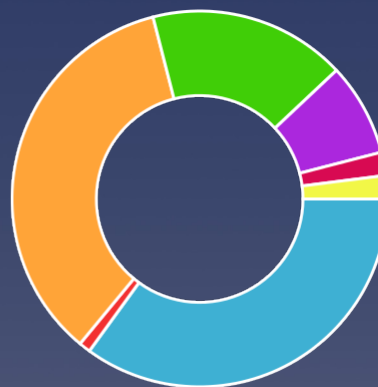



**Diamond Light Source**

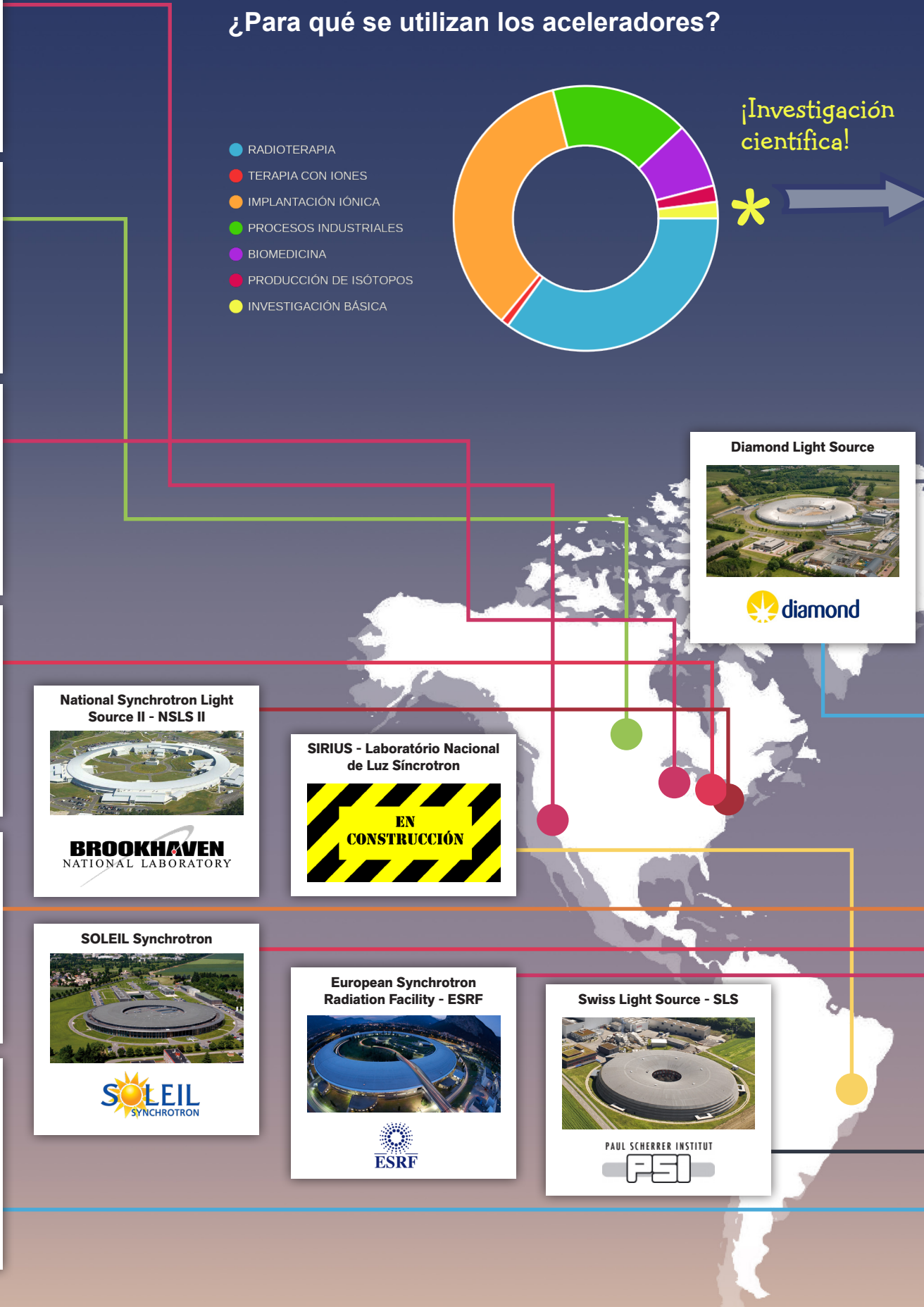



¿Para qué se utilizan los aceleradores?

- RADIOTERAPIA
- TERAPIA CON IONES
- IMPLANTACIÓN IÓNICA
- PROCESOS INDUSTRIALES
- BIOMEDICINA
- PRODUCCIÓN DE ISÓTOPOS
- INVESTIGACIÓN BÁSICA



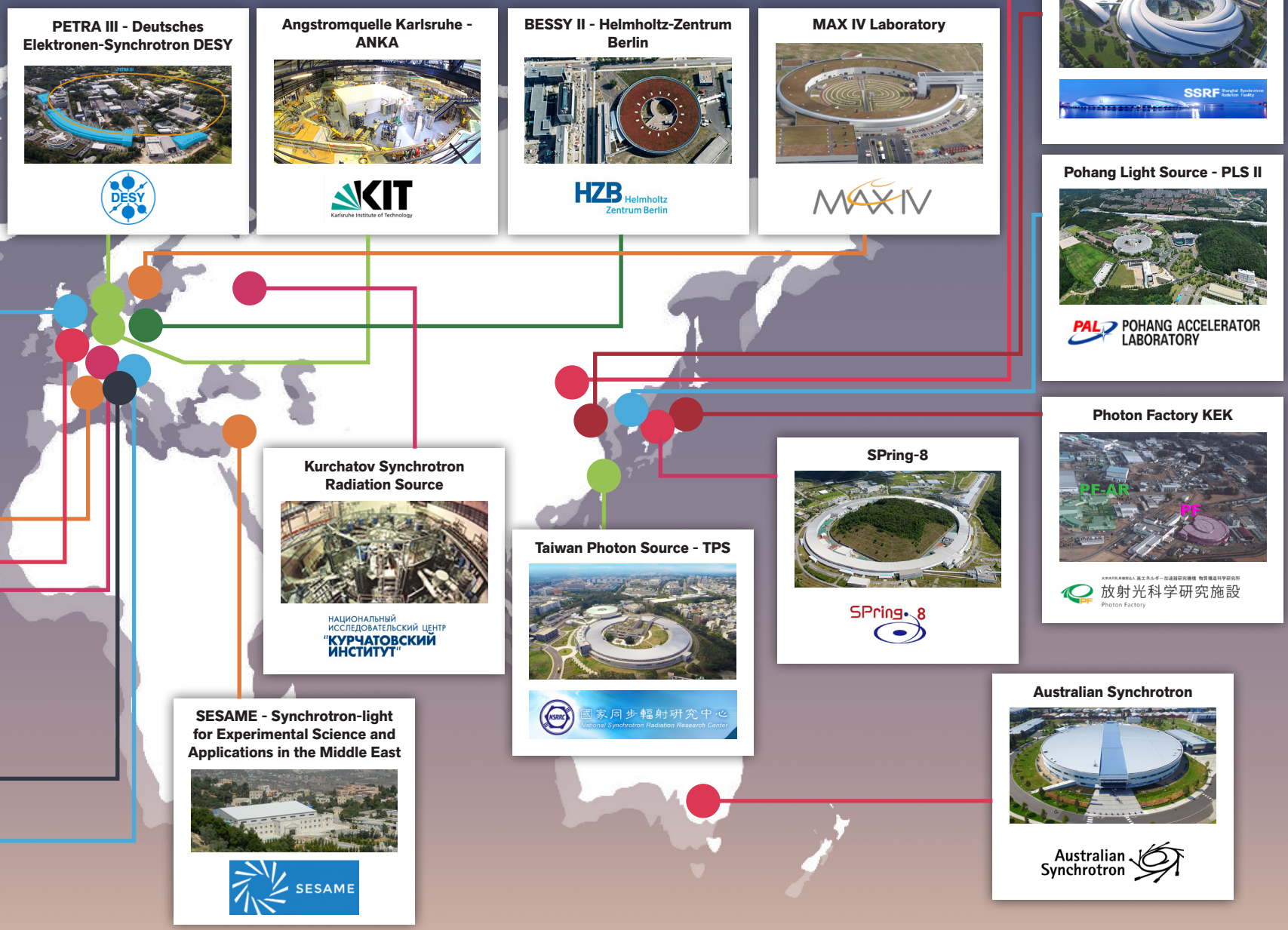
¡Investigación científica!





Una pequeña parte de los aceleradores que hay en el mundo están dedicados a la investigación científica. Entre ellos están las fuentes de luz de sincrotrón.

En el mundo hay unas 30 fuentes de luz de sincrotrón que tienen una energía igual o mayor a 2GeV (energía que tienen sus electrones acelerados). Uno de ellos es el Sincrotrón ALBA.



**PETRA III - Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY**

**Angstromquelle Karlsruhe - ANKA**

**BESSY II - Helmholtz-Zentrum Berlin**

**MAX IV Laboratory**

**Beijing Synchrotron Radiation Facility - BSRF**

**Shanghai Synchrotron Radiation Facility - SSRF**

**Pohang Light Source - PLS II**

**Photon Factory KEK**

**SPring-8**

**Kurchatov Synchrotron Radiation Source**

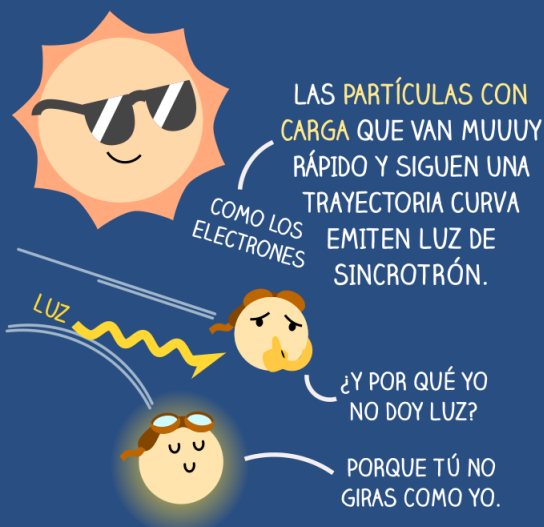
**Taiwan Photon Source - TPS**

**SESAME - Synchrotron-light for Experimental Science and Applications in the Middle East**

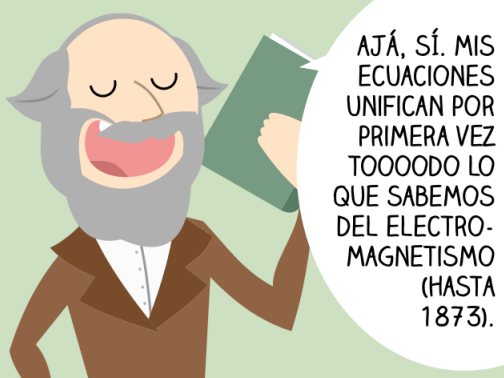
**Australian Synchrotron**

## LA HISTORIA DE LA LUZ DE SINCROTRÓN

LA LUZ DE SINCROTRÓN ES TAN ANTIGUA COMO LAS ESTRELLAS...



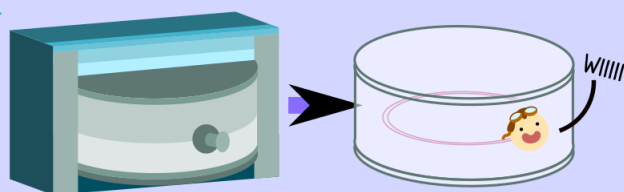
1873 JAMES CLERK MAXWELL PUBLICA "TRATADO DE **ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO**".



1895 WILHELM RÖNTGEN DESCUBRE LOS RAYOS X, QUE SON UN TIPO DE LUZ DE SINCROTRÓN. ¡LA MANO DE SU MUJER FUE LA PRIMERA RADIOGRAFÍA!



1934 ERNEST LAWRENCE INVENTÓ EL CICLOTRÓN.



ES UNA MÁQUINA QUE ACELERA PARTÍCULAS EN UNA ÓRBITA CIRCULAR MEDIANTE CAMPOS **ELECTROMAGNÉTICOS**.

1947 GRACIAS A LAS VENTANAS QUE TENÍA EL ACELERADOR, LOS CIENTÍFICOS DE GENERAL ELECTRIC EN NUEVA YORK VIERON LO QUE PASABA CUANDO LAS PARTÍCULAS CURVABAN SU TRAYECTORIA...





60-70'S

PRIMERA GENERACIÓN DE SINCROTRONES

80'S

SEGUNDA GENERACIÓN

90'S

TERCERA GENERACIÓN

DE MOMENTO ESTOY EN UN ACCELERADOR DE FÍSICA NUCLEAR Y USAN MI LUZ PORQUE, MIRA, YA QUE LA EMITO, APROVECHAN...

PARECE QUE TENEMOS ESCAPES DE LUZ.

¿QUIZÁ PODRÍAMOS USARLOS PARA ALGO?

VIAJO POR SINCROTRONES DEDICADOS EXCLUSIVAMENTE A PRODUCIR LUZ.

LA LUZ DE SINCROTRÓN SE USA PARA OBSERVAR Y ANALIZAR LA MATERIA.

¡CONFIESA! ¿QUÉ TIENES QUE DECIRNOS DE TUS PROPIEDADES?

¡GRACIAS, AVANCES EN EL MUNDO DE LA FÍSICA!

AHORA EMITO LUZ MILLONES DE VECES MÁS BRILLANTE QUE EL SOL.

¡AJJ, MIS OJOS!

2010 EMPIEZA A FUNCIONAR EL... **SINCROTRÓN ALBA**

ACTUALMENTE, TIENE 8 LÍNEAS DE LUZ, DONDE SE INVESTIGA LA MATERIA EN CAMPOS COMO LA BIOLOGÍA, QUÍMICA, NANOTECNOLOGÍA O CIENCIA DE MATERIALES.

¡AÚN HAY MUCHOS MISTERIOS SOBRE LOS QUE ARROJAR LUZ (DE SINCROTRÓN)!



## Técnicas

Con la luz de sincrotrón se analiza la materia en las distintas líneas de luz (o laboratorios) del Sincrotrón ALBA. En ellas se usan diferentes técnicas según la finalidad de los experimentos que se hacen. Podemos clasificar estas técnicas en tres grandes áreas:

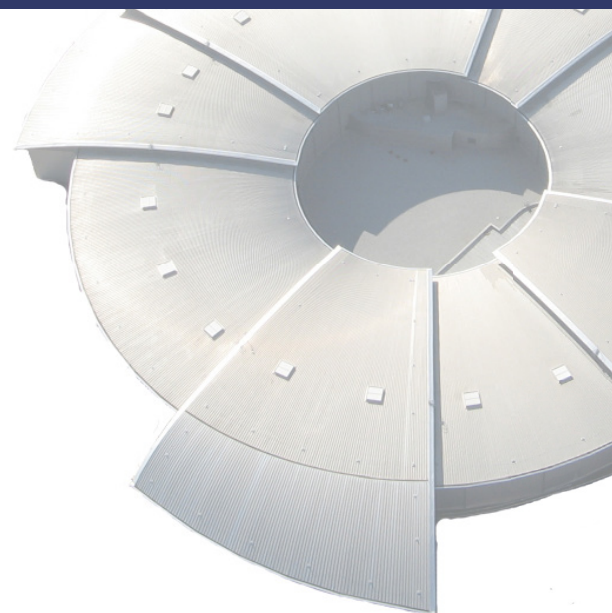
- **Microscopía.** Técnica destinada a obtener imágenes de materiales, moléculas... para conocer su estructura y sus propiedades electrónicas, magnéticas y químicas, entre otras.
- **Difracción.** Proceso físico basado en la desviación de las ondas al encontrar un obstáculo. Con la técnica se obtienen patrones de difracción que permiten determinar la estructura de los materiales al utilizar los átomos de la muestra como pequeños obstáculos.
- **Espectroscopía.** Es el estudio de la interacción entre la luz y la materia. Se analiza la diferencia entre la luz que llega a la muestra y la que sale de ella para determinar las propiedades microscópicas de los materiales.

A continuación puedes profundizar en cada una de estas técnicas y saber cómo se trabaja en las líneas de luz de ALBA.



05

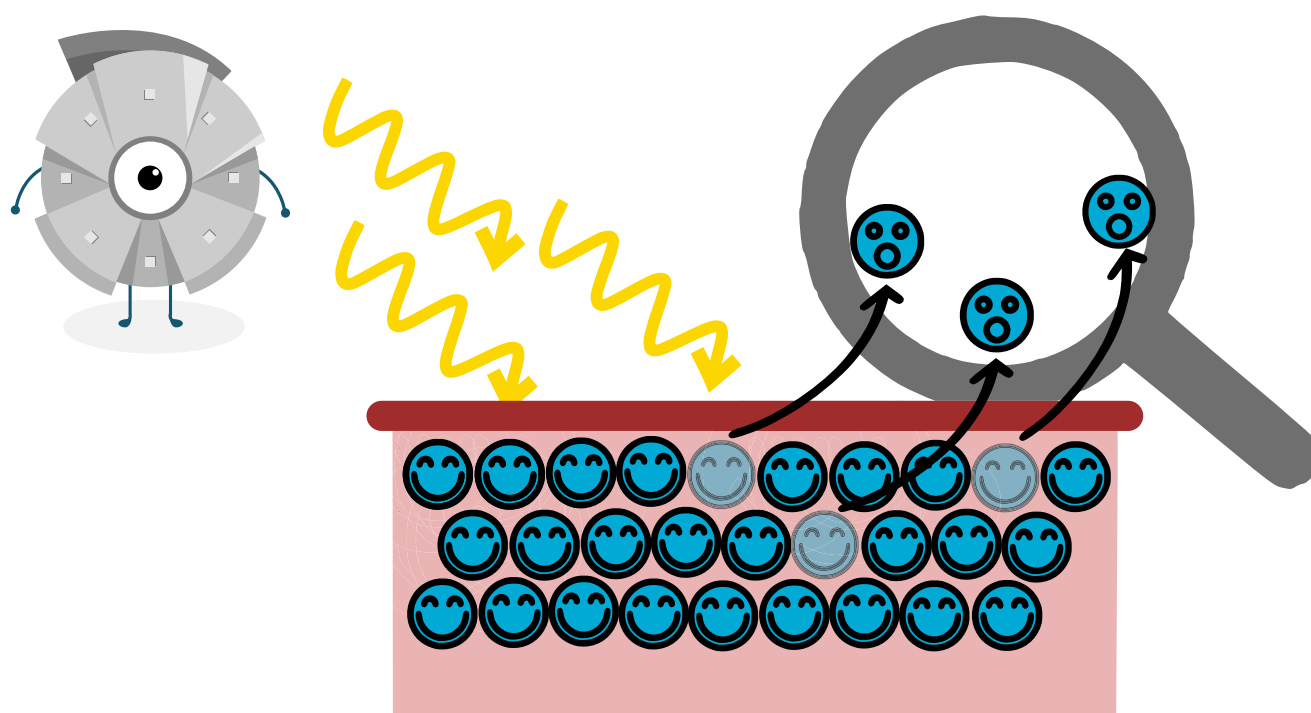
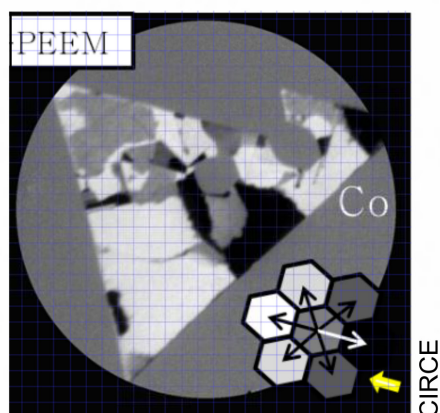
# Técnicas de microscopía en el Sincrotrón ALBA



## MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE FOTOEMISIÓN

Técnica basada en el **efecto fotoeléctrico**: los **electrones** de los átomos más superficiales de la muestra **son liberados** tras absorber la energía de los fotones de la luz de sincrotrón.

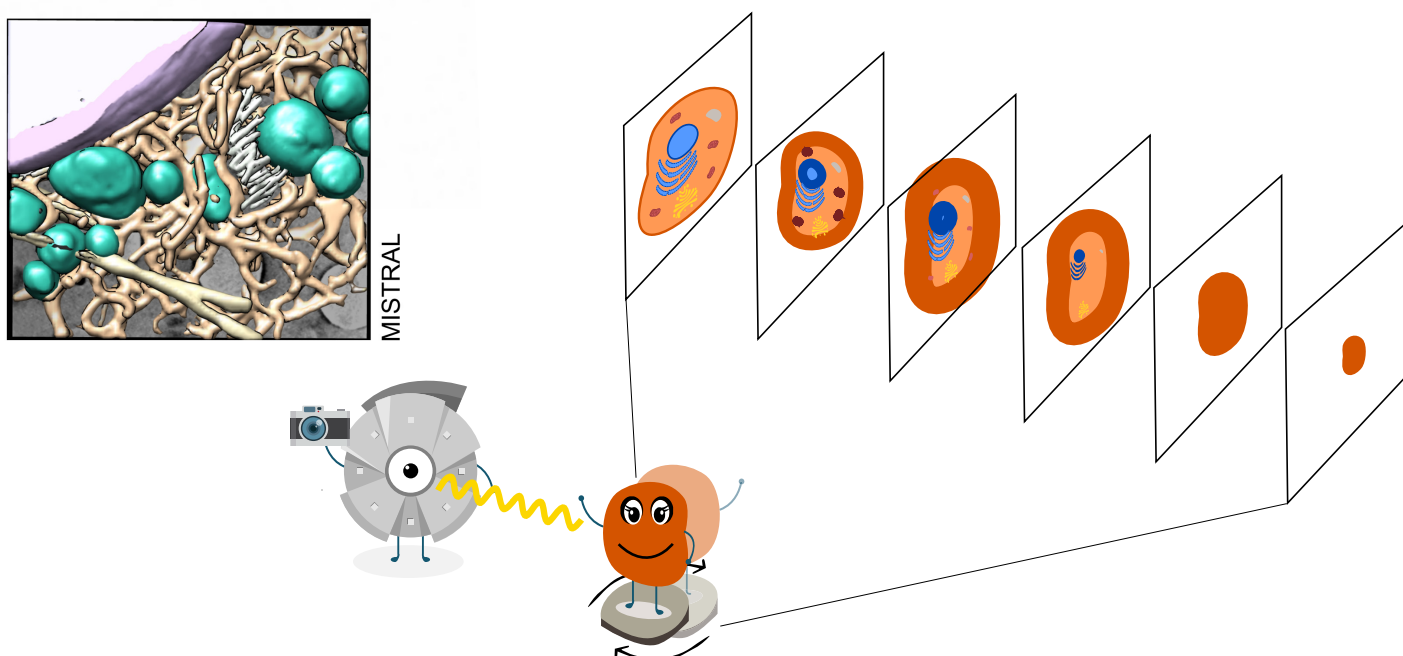
Así, se obtiene una imagen ampliada de la superficie de la muestra que nos da **información estructural, química y magnética del material**.



## MICROSCOPIA DE TRANSMISIÓN DE RAYOS X

La muestra es irradiada con un haz de rayos X blandos (de baja energía) y se toman imágenes de la misma a diferentes ángulos.

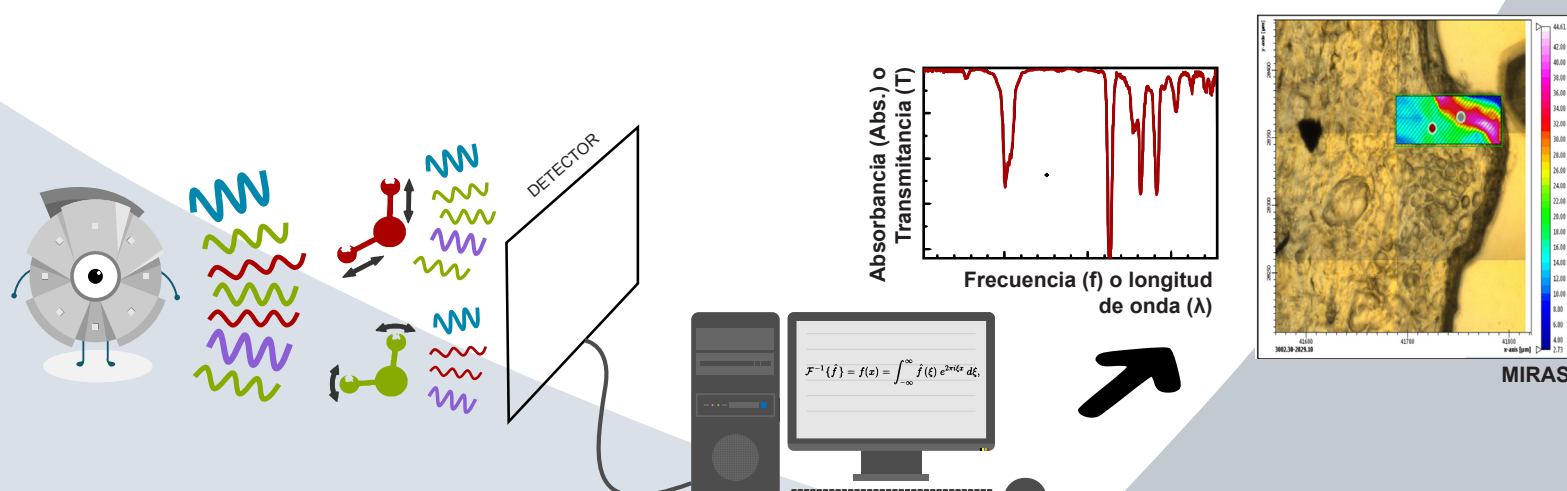
Esto permite crear una **reconstrucción 3D de la muestra**: una **tomografía de una célula** por ejemplo (parecido a un TAC convencional pero con 1 millón de veces más de resolución).



## MICROSCOPIA DE INFRARROJO

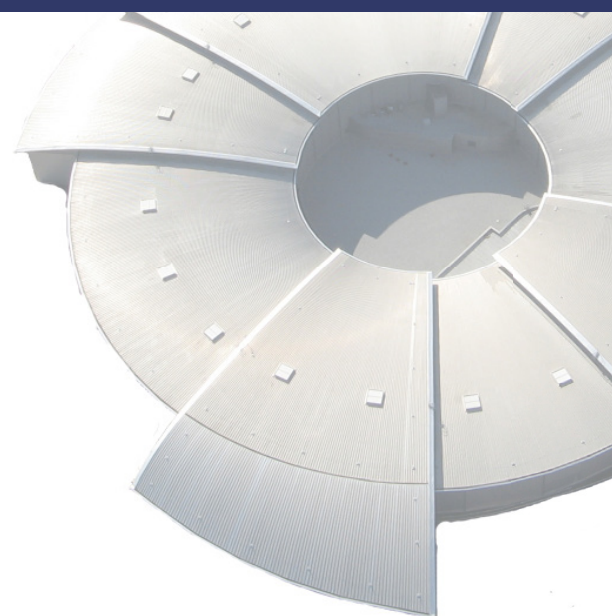
La **muestra es irradiada** con varias longitudes de onda del infrarrojo y se mide la absorción y/o emisión resultante. Con un **proceso matemático**, la Transformada de Fourier, se tratan los datos para **crear un espectro de infrarrojo (IR)** y finalmente una **imagen**.

El **espectro IR** permite identificar las vibraciones moleculares y, por tanto, la **composición química de los materiales**.



# 06

## Técnicas de difracción en el Sincrotrón ALBA

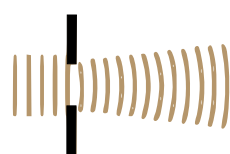


### ¿Qué es la difracción de una onda?

Una onda altera su dirección de propagación cuando se encuentra con un **obstáculo** o un **punto estrecho**. Cuando es tan pequeño como la longitud de onda de la luz, el efecto de la difracción es más grande.

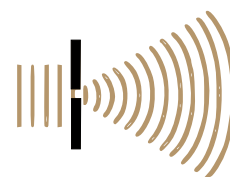
La onda difractada **da información sobre el obstáculo que la ha difractado**. Los patrones de difracción obtenidos con **luz de sincrotrón** son de gran resolución y permiten reconstruir la estructura de diferentes materiales y moléculas.

Mayor abertura,  
menor difracción



onda    onda difractada

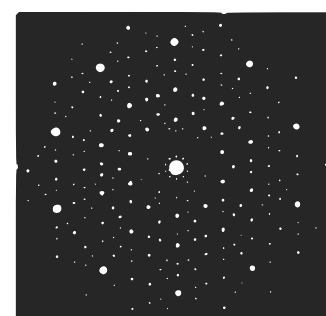
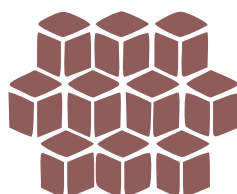
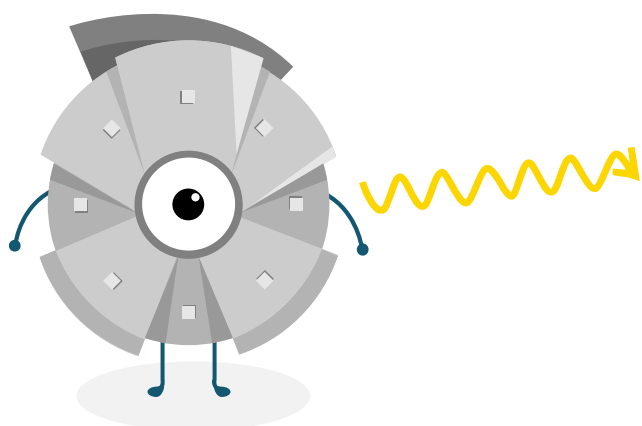
Menor abertura,  
mayor difracción



onda    onda difractada

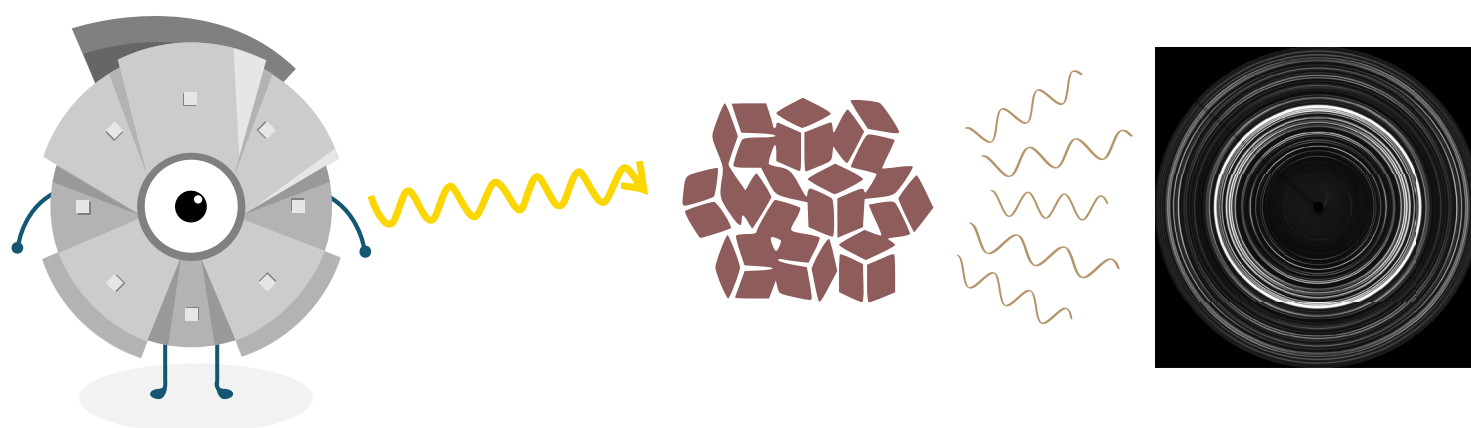
### DIFRACCIÓN MONOCRISTALINA

muestra: 1 **cristal perfecto**  
repetido y ordenado



El patrón de difracción de rayos X permite obtener la **estructura geométrica 3D del cristal** a escala atómica.

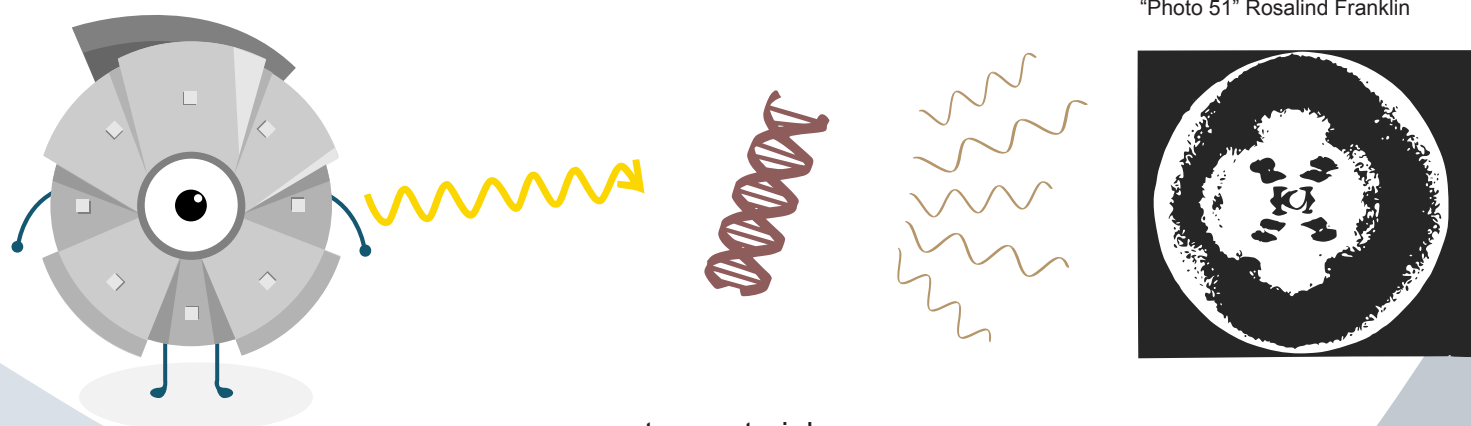
## DIFRACCIÓN DE POLVO



muestra: **sólido policristalino**  
agregados de cristales perfectos  
con orientaciones aleatorias  
entre sí

En el patrón de difracción la señal de los picos (puntos) se solapa y se forman **anillos**. Tratando esta información se obtiene la **estructura 3D** del material. Además en ALBA hay el añadido de poder **cambiar las condiciones en qué se encuentra la muestra** (temperatura, presión...) y estudiar cómo esto le afecta.

## DIFRACCIÓN NO CRISTALINA



muestra: materiales que **no**  
forman **cristales** sino estructuras  
periódicas a más gran escala  
(plásticos, fibras, tejidos vivos...)

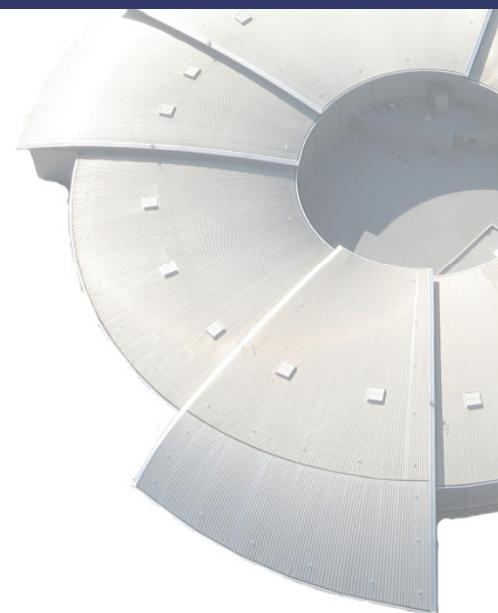
"Photo 51" Rosalind Franklin



El patrón de difracción proporciona información sobre la **estructura de la materia** y sus **cambios**, debido a las condiciones ambientales o los procesos fisiológicos.

# 07

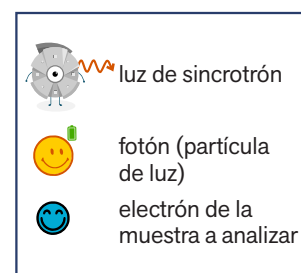
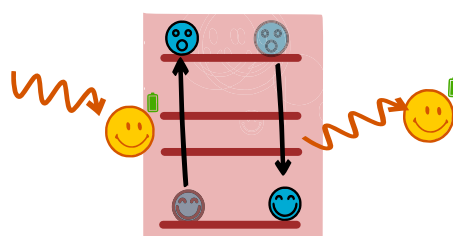
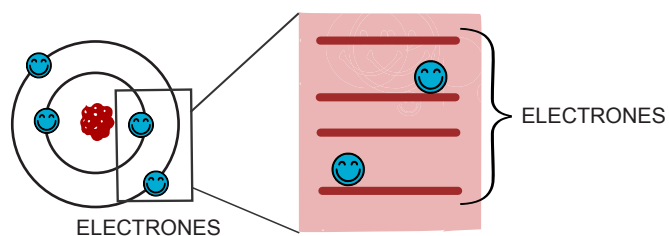
## Técnicas de espectroscopía en el Sincrotrón ALBA



En los átomos, los **electrones** giran alrededor del núcleo en los **orbitales**, con unos niveles concretos de energía.

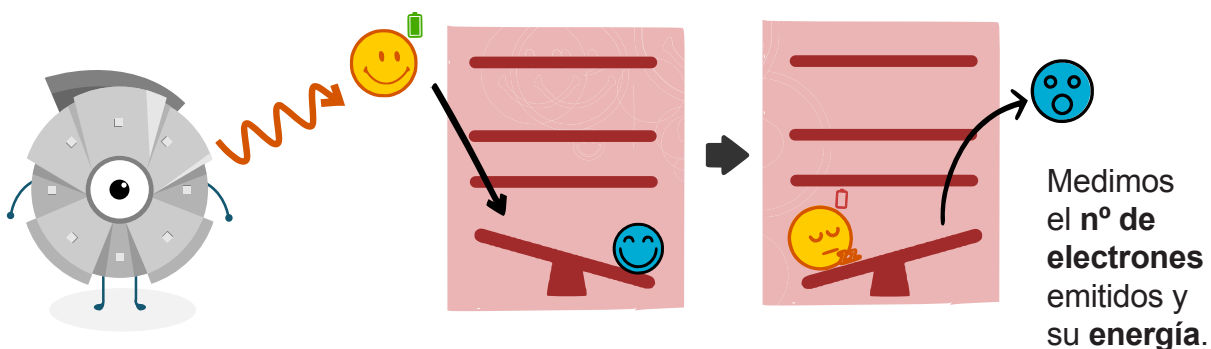
Para pasar de un orbital a otro de nivel **SUPERIOR** hace falta **ENERGÍA**.

Al pasar a un orbital **INFERIOR** se libera **ENERGÍA**.



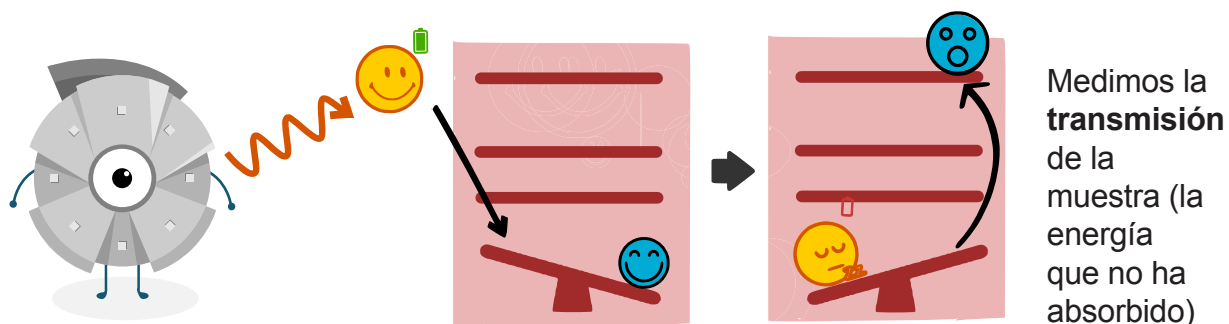
### FOTOEMISIÓN

El fotón tiene energía suficiente para **liberar** un **electrón** del átomo de la muestra.



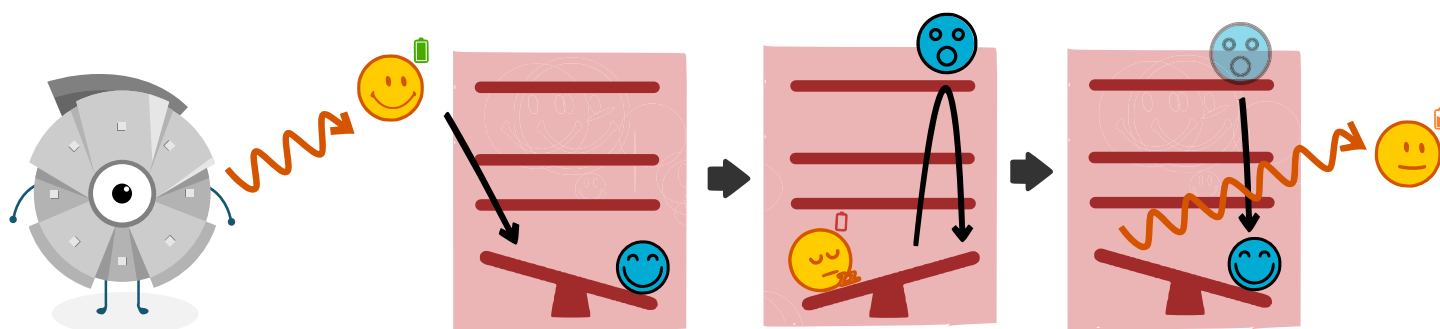
### ABSORCIÓN

El átomo absorbe un fotón con la energía exacta para hacer saltar un **electrón** a un **nivel** atómico **superior**.



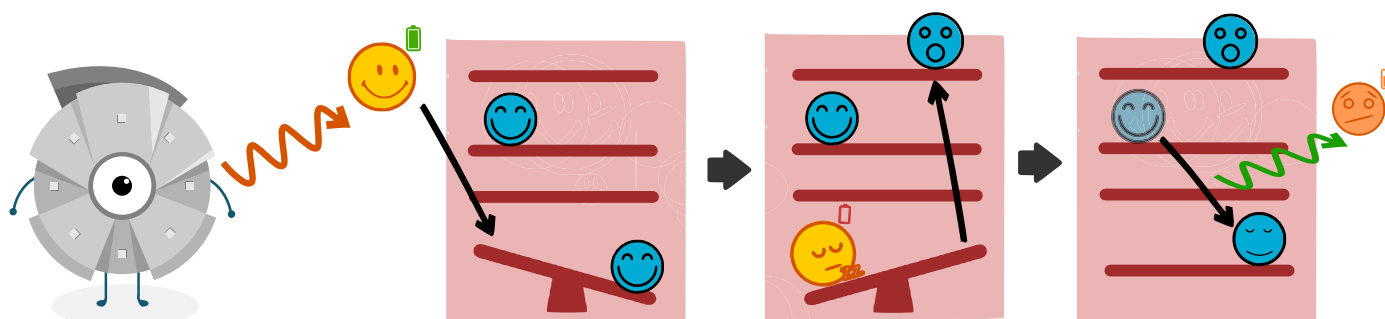
## DISPERSIÓN RESONANTE

El **fotón** es absorbido y emitido inmediatamente tras haber dado energía **al electrón**. Medimos esta **transferencia de energía** (como en los choques del billar).



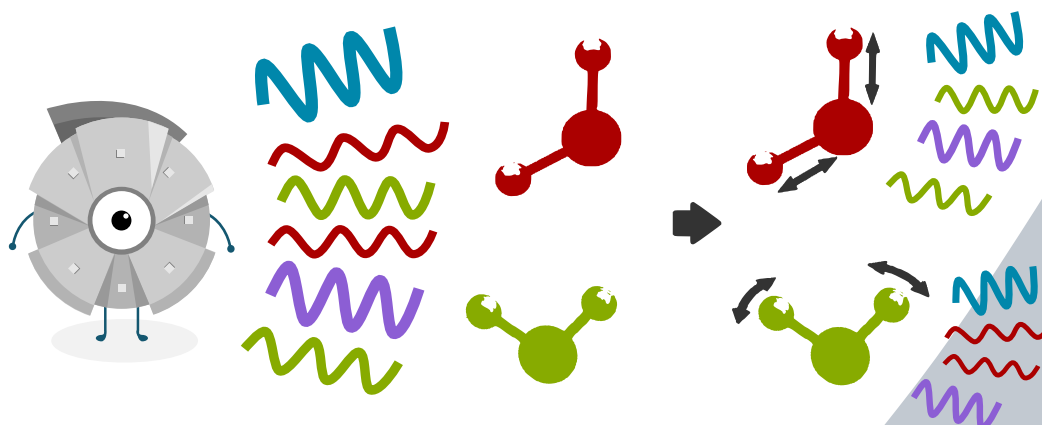
## FLUORESCENCIA DE RAYOS X

El **electrón** es excitado por el fotón y **deja un hueco libre**. Entonces, otro de un nivel superior **baja a ocupar este hueco**, emitiendo una **energía** que mediremos.



## INFRARROJO

Las **moléculas rotan y vibran** cuando absorben luz con igual frecuencia a algunas de sus frecuencias de resonancia (las que las hacen vibrar al máximo).



La luz con **frecuencia diferente** a la de resonancia **no es absorbida** por la molécula.



## Sincrotrón ALBA

Si has llegado hasta aquí ya sabes mucho de los sincrotrones, y en concreto de ALBA, aunque habrás visto palabras extrañas, complejos nombres de técnicas y complicadas expresiones. Pero no sufras, a continuación te ofrecemos un glosario para dejártelo más fácil.

Además, ¿sabías que en un segundo los electrones del Sincrotrón ALBA dan un millón de vueltas alrededor de su anillo? Te vamos a mostrar unas cuantas curiosidades más con las que podrás dejar boquiabiertos a tus amigos cuando se las cuentes. ¡Cifras y datos para que acabes siendo todo un experto en sincrotrones!

Y por cierto, ¿ya has descubierto en qué se parecen ALBA y el acelerador LHC del CERN en Suiza? Es una pregunta que nos hacen a menudo y te lo contamos al detalle, ¡no te lo pierdas!



08

# El Sincrotrón ALBA en 25 palabras

EL  
**SINCROTRÓN**  
**ALBA**  
EN

**25**  
PALABRAS

Con un vistazo a estas 25 palabras te vas a hacer una idea de qué es el Sincrotrón ALBA. Algunas son complejas, ¡pero no temas! Te las explicamos todas.





09

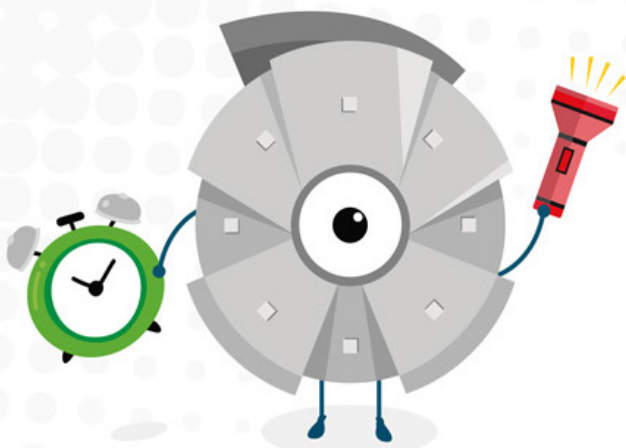
## 7 datos increíbles que no sabías del Sincrotrón ALBA



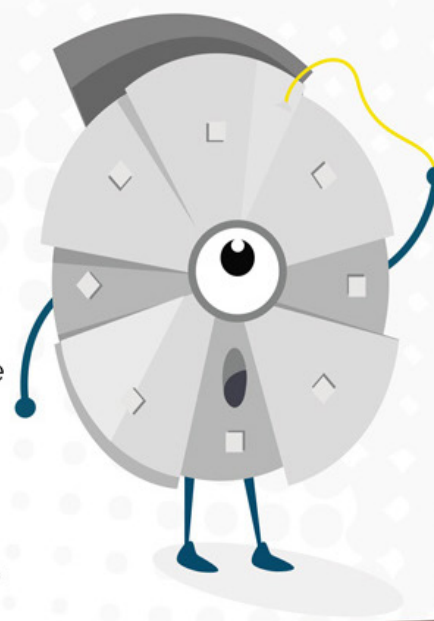
### *DATOS INCREÍBLES* QUE NO SABÍAS DEL *SINCROTRÓN ALBA*

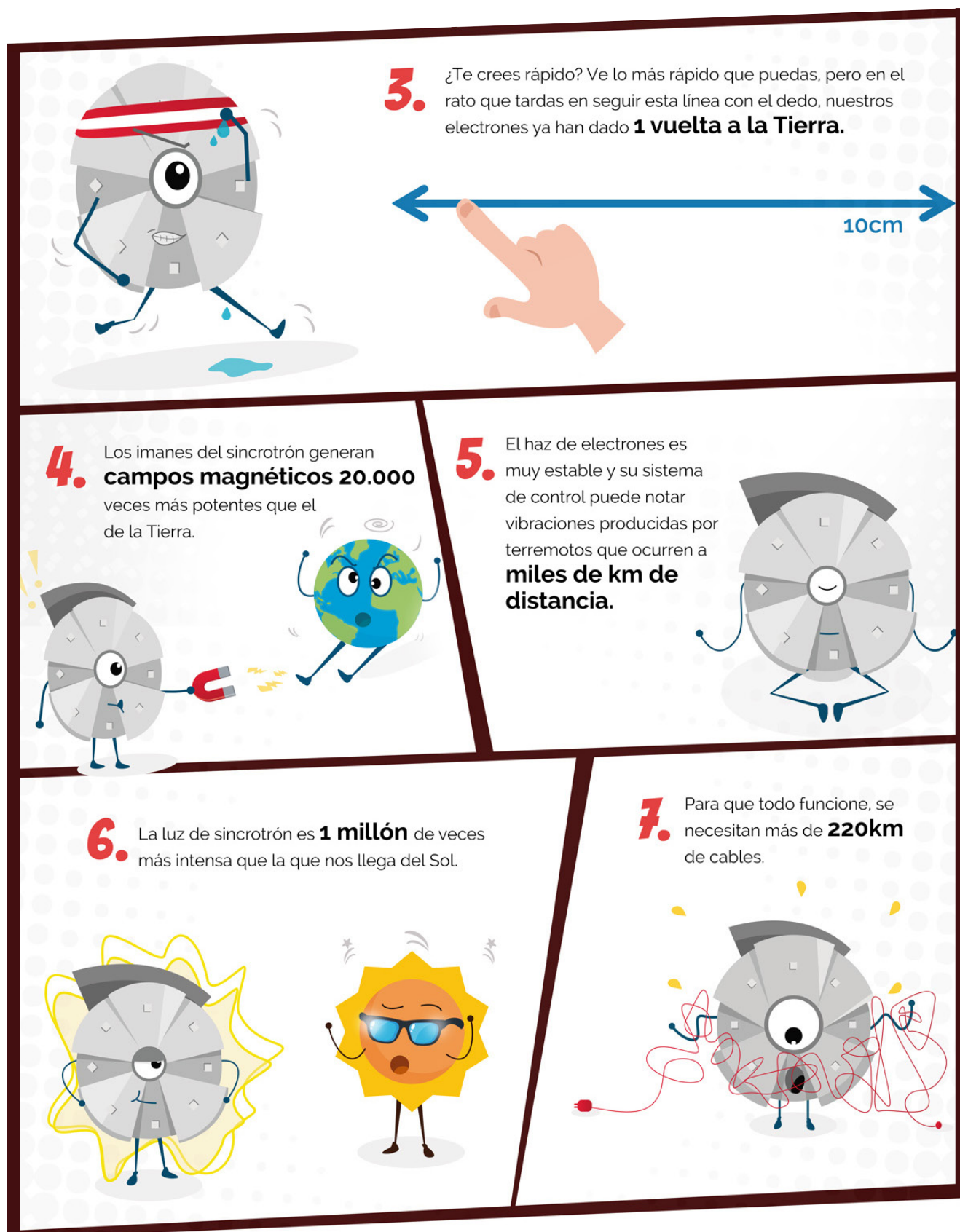
El **Sincrotrón ALBA** es una instalación científica con unas características muy singulares. Estas son algunas de las **espectaculares cifras** que maneja:

- 1.** El Sincrotrón ALBA produce **6.000 horas** de luz al año para que **1.300 investigadores** hagan sus estudios.



- 2.** Para producir la luz, se aceleran electrones que forman un **haz más pequeño que un cabello.**





10

# ALBA vs LHC. dos aceleradores de partículas, iguales... ¿o no?

## ALBA VS. LHC CERN

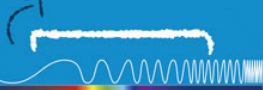
### Dos aceleradores de partículas, ¿iguales... o no?



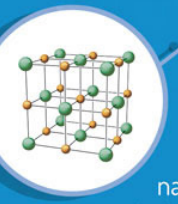
1 haz de electrones

Electrón

Luz de sincrotrón



Analizar la materia y sus propiedades a nivel atómico y molecular



Ciencia de materiales, nanotecnología, biología, química, patrimonio histórico y artístico, física, medicina, medio ambiente...

268m de anillo

situado dentro de un búnker de hormigón



¿QUÉ ACELERAN?



PRODUCEN



PROPÓSITO



RESULTADOS CIENTÍFICOS



DIMENSIONES

2 haces de protones

(o dos haces de iones) en direcciones opuestas

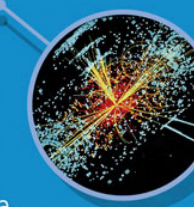


Protón

Colisiones de partículas



Investigar a nivel subatómico los componentes básicos de la materia y sus interacciones



Física de partículas, origen del Universo, materia y antimateria, Bosón de Higgs

26,7km de anillo

A 100m bajo tierra es el mayor acelerador de partículas del mundo

CONSTAN DE

8 líneas de luz  
3 en construcción



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

664 imanes en el túnel  
Campo magnético de hasta 1,4T  
Energía del haz 36GeV  
Haz al 99,9999986% de la velocidad de la luz  
Presión: vacío 10<sup>-10</sup> mbar



3 MW



¿QUIÉN LO UTILIZA?

Grupos de investigación  
65% españoles  
30% europeos  
5% resto del mundo



envían sus propuestas propias de experimentos y los mejores son seleccionados

# ALBA

# V



### 4 puntos de colisión

con sistemas de detección de partículas

9600 imanes en el túnel

Campo magnético de hasta 7,74T

Energía de un haz 6.500GeV

Haz al 99,9999991% de la velocidad de la luz

Presión: vacío  $10^{-10}$  mbar

### CONSUMO ENERGÉTICO

120 MW



### De todo el mundo

colaboran para llevar a cabo experimentos en cada punto de colisión

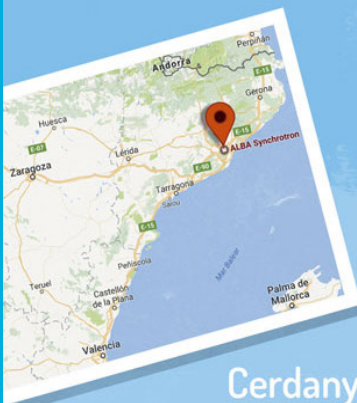
Grupos de investigación

200 plantilla  
1.300 investigadores/año

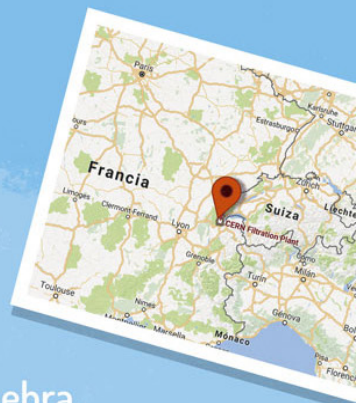


2.500 plantilla  
13.000 usuarios

### TRABAJADORES



Cerdanyola del Vallès,  
Cataluña, España



Ginebra,  
instalaciones en ambos lados de la frontera franco-suiza



### UBICACIÓN

Aprobación del proyecto LHC

1998

Aprobación del proyecto del ALBA

2006

Primera colisión en el LHC

2012

1994

Inicio de construcción del LHC

2003

Inicio de construcción del ALBA

2009

Primer experimento en ALBA

200M euros inversión inicial  
20M euros anuales (2016)



### COSTE

3.500M euros inversión inicial  
19M euros anuales (2015)

**CELLS:**  
Consorcio para la Construcción, Equipamiento y Explotación del Laboratorio de Luz Sincrotrón

Financiado por la Generalitat de Catalunya y el Gobierno de España



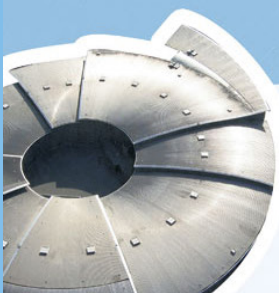
### ¿QUIÉN LO GESTIONA?

**CERN:**  
Consejo Europeo para la Investigación Nuclear

22 estados miembros



LHC





## Mujeres en el Sincrotrón ALBA

El 11 de febrero es el Día de la Mujer y la Niña en la Ciencia. Este visual fue un pequeño homenaje a las mujeres que trabajan en el Sincrotrón ALBA. Desde ingenieras, biólogas, químicas, informáticas, administrativas, físicas y contables pasando por la directora del sincrotrón, queremos reivindicar su papel en el ámbito de la ciencia y la tecnología.



11

Ellas también brillan. Mujeres  
en el Sincrotrón ALBA

# ELLAS TAMBIÉN BRILLAN

## MUJERES EN EL SINCROTRÓN ALBA

11 de febrero

Día de la Mujer y la Niña en la Ciencia



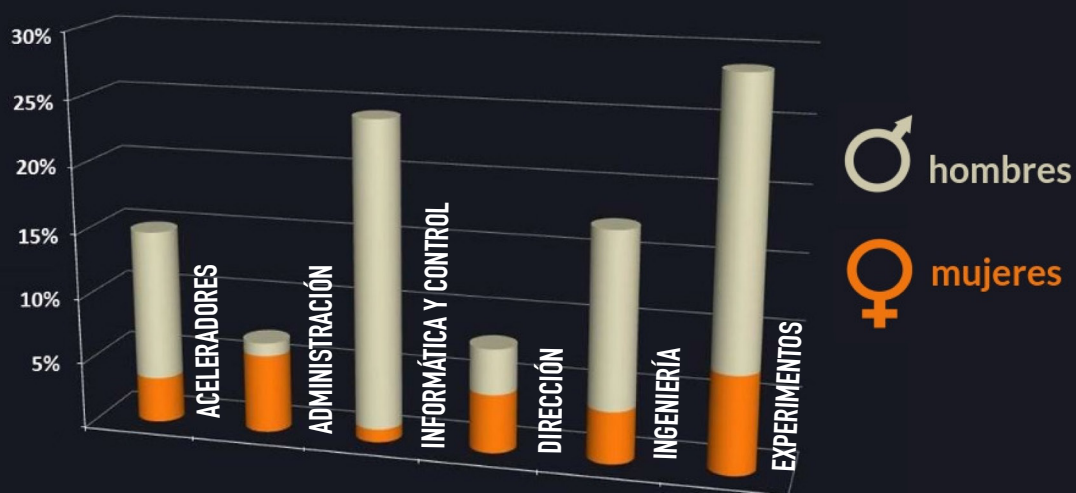


Las **mujeres** son el **25%** de los trabajadores del Sincrotrón ALBA.

Distribuidas en **6 áreas**



¿Y cuál es la **proporción de mujeres** y hombres en cada división?



"Hay que animar a las niñas a estudiar ciencia y tecnología para que, en el futuro, que una mujer dirija un centro de investigación ya no sea noticia."

Caterina Biscari, Directora











# ALBA VS. LHC

## Dos aceleradores de partículas, ¿iguales... o no?

1 haz de electrones

2 haces de protones

¿QUÉ ACELERAN?

## Sincrotrones en el mundo

Una pequeña parte de los aceleradores que hay en el mundo están dedicados a la investigación científica. Entre ellos, las fuentes de luz de sincrotrón.

En el mundo hay unas 30 fuentes de luz de sincrotrón con una energía igual o mayor a 10 GeV (energía que tienen los electrones acelerados). Uno de ellos es el Sincrotrón ALBA.



Este libro nace con el objetivo de dar a conocer y difundir la ciencia del Sincrotrón ALBA así como sus particularidades y características de funcionamiento.

Forma parte de un proyecto de divulgación en el que ilustraciones, infografías y visuales sirven para acercar y familiarizar al público general con una instalación científico-tecnológica como el Sincrotrón ALBA. Situada en Cerdanyola del Vallès (Barcelona), ALBA es una instalación pública financiada a partes iguales por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) y la Generalitat de Catalunya.



Con la colaboración de:

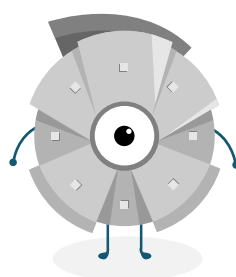


Ilustración del Sincrotrón ALBA cedida por:

