

# Investigación de primer nivel para nuestro día a día

ABORDAR LOS DESAFÍOS SOCIALES EN LAS FUENTES DE FOTONES BASADAS EN ACELERADORES



**LEAPS**

League of European  
Accelerator-based  
Photon Sources

# INSTALACIONES DE LEAPS

La Liga Europea de Fuentes de Fotones basadas en Aceleradores (LEAPS, por sus siglas en inglés) es un consorcio estratégico formado por diecinueve instalaciones de radiación de sincrotrón y láseres de electrones libres en Europa. Su misión principal consiste en ampliar la calidad y la influencia de la investigación básica, aplicada e industrial en cada instalación incrementando así los beneficios para la ciencia, la innovación y la sociedad europea en su conjunto.

**ALBA - Barcelona (España)**



**DESY - PETRA III y FLASH - Hamburgo (Alemania)**



**Diamond Light Source - Didcot (Reino Unido)**



**Elettra - Trieste (Italia)**



**ESRF - Grenoble (Francia)**



**European XFEL - Schenefeld (Alemania)**



**FELIX - Nijmegen (Países Bajos)**



**HZB - BESSY II - Berlín (Alemania)**



**HZDR - ELBE - Dresden (Alemania)**



**INFN - Roma (Italia)**



**ISA - ASTRID2 - Aarhus (Dinamarca)**



**MAX IV - Lund (Suecia)**



**PSI - SLS y SwissFEL - Villigen (Suiza)**



**PTB - Metrology Light Source - Berlín (Alemania)**



**SESAME - Allon (Jordania)**



**SOLARIS - Cracovia (Polonia)**



**SOLEIL - París (Francia)**



**Juntos impulsamos la investigación europea**

## Visión

Un mundo en el que la ciencia europea impulse la resolución de desafíos globales, constituya un motor clave para la competitividad y sea una potencia de persuasión para lograr una mayor integración y la paz a través de la colaboración científica.

## Misión

LEAPS utilizará el poder de su voz colectiva para garantizar que las instalaciones miembro sigan siendo líderes mundiales, para fomentar el desarrollo y la integración de competencias con vistas a abordar los desafíos globales del siglo XXI y para consolidar el liderazgo de Europa en este campo.

diamond

European  
XFEL

LSA

MAXIV

DESY

FELIX  
Free Electron Lasers for  
Infrared Experiments

HZB Helmholtz  
Zentrum Berlin

PTB  
Physikalisch-Technisches Bundesamt  
Bundesagentur für Metrologie und Zeit

SOLEIL  
SYNCHROTRON

HZDR  
HELMHOLTZ ZENTRUM  
DRESDEN FOR BEHN DORF

SOLARIS  
NATIONAL SYNCHROTRON  
RACIBÓRZ CENTRE

PSI

ESRF  
The European Synchrotron

SI  
Elettra Sincrotrone Trieste

ALBA

INFN



# INVESTIGACIÓN AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD

A continuación se presenta una muestra de avances en investigación y proyectos innovadores que utilizan una o varias fuentes de fotones europeas basadas en aceleradores. Estas instalaciones son multi e interdisciplinarias por naturaleza y reúnen a equipos científicos de todo el mundo que trabajan en campos muy diversos: física, química, investigación sobre energía, tecnologías de la información, medicina, biología, ciencias medioambientales, seguridad alimentaria y patrimonio cultural.

**Las fuentes de fotones basadas en aceleradores desempeñan un papel crucial a la hora de abordar grandes retos, ya que apoyan la investigación aplicada a las necesidades actuales y la ciencia fundamental para los avances del mañana.**

Más de 107.000 publicaciones en la última década demuestran la magnitud de la repercusión mundial de nuestras instalaciones. En Europa, LEAPS destaca en la comunidad científica con más de 30.000 personas dedicadas a la investigación de 93 países que utilizan sus 19 instalaciones. Trabajan codo con codo con las organizaciones nacionales de usuarios y con la Organización Europea de Usuarios de Sincrotrones y Láseres de Electrones Libres (ESUO por sus siglas en inglés).<sup>1</sup>

El consorcio LEAPS acaba de desarrollar una nueva estrategia europea de colaboración para la próxima década.<sup>2</sup> El objetivo es seguir liderando la búsqueda de soluciones a los desafíos actuales y futuros de la investigación e innovación. Esta estrategia pretende situar a Europa como líder mundial en tecnologías claves para el futuro.



Unidos somos más fuertes  
Unidos buscamos soluciones

<sup>1</sup><https://www.esuo.eu/>

<sup>2</sup><https://link.springer.com/article/10.1140/epjp/s13360-023-03947-w>

# CONTENIDO

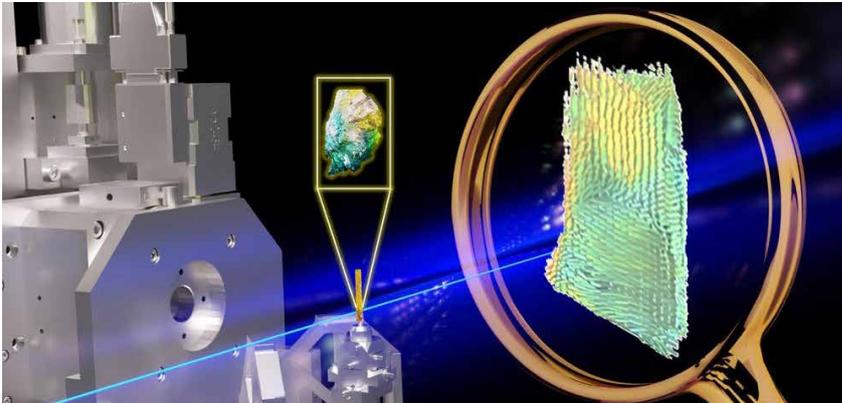
<b>Instalaciones de LEAPS</b> .....	<b>2</b>
<b>Investigación al servicio de la sociedad</b> .....	<b>4</b>
<b>Contenido</b> .....	<b>5</b>
<b>Salud</b> .....	<b>6</b>
Cáncer de mama: entenderlo para tratarlo	
Detección precoz de la epilepsia dependiente de piridoxina en recién nacidos	
Hacia la prevención de la diabetes	
Revertir la distrofia muscular	
Medicamentos antivirales asequibles a escala mundial; COVID-19	
Producir isótopos médicos sin fisión nuclear	
Fomentar el descubrimiento de fármacos: el impacto	
<b>Energía</b> .....	<b>11</b>
Paneles solares más baratos y eficientes	
Paneles solares flexibles y rentables	
Separación fotocatalítica del agua en tiempo real	
Separación del agua de mar	
Combustibles sintéticos de aviación, cocina de gas sintético	
Baterías nuevas sin litio	
Mejorar la seguridad de las baterías	
Hacia una transformación ecológica del calor en electricidad	
<b>Medio ambiente</b> .....	<b>17</b>
Recolección de agua en regiones áridas	
¿Más plástico que peces en los océanos en breve?	
Nanoplásticos por doquier	
Soluciones más verdes, producción de químicos respetuosa con el medio ambiente	
Hacia la transformación del gas metano de efecto invernadero en un producto químico menos nocivo	
Los orígenes moleculares de la contaminación atmosférica	
<b>Alimentación</b> .....	<b>21</b>
¿Cuánto cadmio contienen los granos de cacao?	
Más blanco que el blanco: la prohibición del E171 en los alimentos	
Sano y sabroso	
Residuos de la viticultura para el control de plagas	
<b>Tecnologías de la información</b> .....	<b>24</b>
Luz de sincrotrón en cada móvil	
El grafeno ha allanado el camino	
Reducir el consumo de energía de los discos duros mediante la conmutación óptica total	
Hito para los nuevos relojes nucleares	
Ordenadores cuánticos realmente escalables	
<b>Patrimonio cultural</b> .....	<b>28</b>
Figuras bizantinas de yeso del Museo de Jordania	
Tras las huellas de Alberto Durero	
Despliegue virtual de papiros plegados	
Los secretos de los Stradivarius al descubierto	
<b>Más investigación</b> .....	<b>31</b>
Descubrir el universo primigenio	
Disco duro espacial	
<b>LEAPS y la industria: un motor de innovación</b> .....	<b>33</b>
<b>Formación, divulgación y materiales didácticos</b> .....	<b>34</b>
<b>Diplomacia científica: ciencia para la paz</b> .....	<b>35</b>
<b>Epílogo</b> .....	<b>36</b>
<b>Agradecimientos</b> .....	<b>37</b>
<b>Consejo editorial</b> .....	<b>38</b>
<b>LEAPS y sus socios</b> .....	<b>39</b>

# SALUD

Según el último informe de las Naciones Unidas, la población mundial alcanzará la cifra de 9.600 millones en 2050 y se espera que el número de mayores de sesenta años se duplique. Afrontar los desafíos en el ámbito sanitario exige un compromiso sustancial, desde la investigación básica y los nuevos tratamientos hasta la atención sanitaria preventiva.

Los equipos de investigación también abordan estas cuestiones en las fuentes de fotones europeas basadas en aceleradores y contribuyen al desarrollo de nuevos tratamientos, a comprender enfermedades y a mejorar el diseño de fármacos. De esta forma, promueven la innovación en la atención sanitaria.

## Cáncer de mama: entenderlo para tratarlo



Crédito: S. Haas, DESY

El cáncer de mama causó 670.000 muertes en todo el mundo en 2022<sup>3</sup>, según la OMS. En la fase más temprana no es mortal, pero, si las células cancerosas se propagan por los tejidos hasta alcanzar los ganglios linfáticos cercanos u órganos importantes, la metástasis puede llegar a serlo. El esfuerzo de colaboración internacional entre equipos científicos de distintos tipos de instituciones ha dado como resultado un vanguardista enfoque multimodal del diagnóstico por imagen para investigar el tejido del cáncer de mama. Esta investigación no solo avanza en la comprensión de la metástasis del cáncer de mama, sino que también subraya la importancia de desarrollar nuevas estrategias terapéuticas en oncología neuroquirúrgica.<sup>4</sup>

## Detección precoz de la epilepsia dependiente de piridoxina en recién nacidos



Crédito: Rainer Mairores, Pixabay

La epilepsia dependiente de piridoxina (EDP) se trata de un error congénito del metabolismo que provoca epilepsia grave en los recién nacidos. Lo ideal sería que la detección precoz en el cribado neonatal permitiera un diagnóstico correcto lo antes posible. Los métodos convencionales no ofrecen ninguna forma de reconocer biomarcadores que pueda utilizarse para detectarla. Sin embargo, se descubrió un metabolito humano desconocido hasta entonces que resultó ser un compuesto de gran valor diagnóstico y adecuado para los protocolos de cribado de la EDP en recién nacidos mediante espectroscopía infrarroja de iones.<sup>5</sup>

<sup>3</sup> <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>

<sup>4</sup> <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51945-4>

<sup>5</sup> <https://doi.org/10.1172/JCI148272>

## Hacia la prevención de la diabetes



Crédito: T. Ursby, MAX IV

La enzima urocánato reductasa, presente en las bacterias del intestino humano, descompone el ácido urocánico (un componente natural de la piel y otros tejidos del organismo) en el compuesto metabólico propionato de imidazol. Este metabolito se ha relacionado con la diabetes y otras enfermedades. Un equipo científico investigó la estructura molecular de la enzima para encontrar posibles formas de inhibirla y evitar la producción de propionato de imidazol, el metabolito relacionado con la diabetes.<sup>6</sup>

## Revertir la distrofia muscular



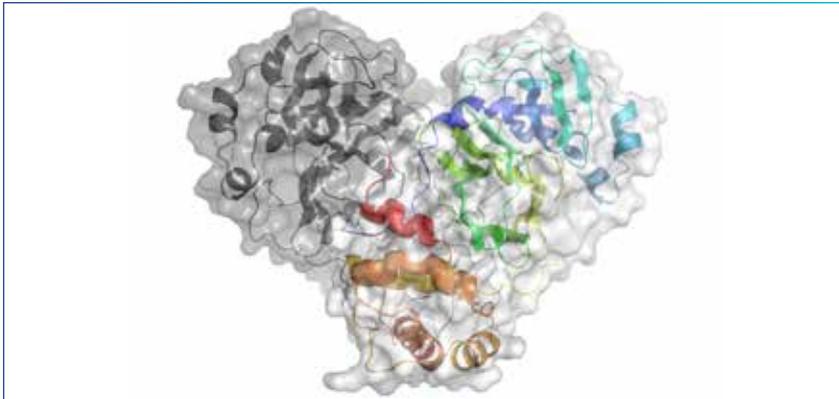
Crédito: © Adobe Stock

La distrofia muscular congénita es una enfermedad rara minoritaria que puede provocar un alto grado de discapacidad y reducir la esperanza de vida. Afecta principalmente a los niños y no tiene tratamiento. Un estudio promovido por una asociación de pacientes, en colaboración con un hospital infantil de Barcelona, arroja luz sobre las alteraciones que provoca la enfermedad en las células y demuestra cómo un tratamiento experimental con terapia génica ayuda a revertir estos defectos.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> <https://www.maxiv.lu.se/article/one-step-towards-prevention-of-diabetes-linked-substance-produced-by-the-human-gut-microbiota-first-user-experiment-at-micromax/>

<sup>7</sup> <https://www.mdpi.com/1422-0067/23/14/7651>

## Medicamentos antivirales asequibles a escala mundial



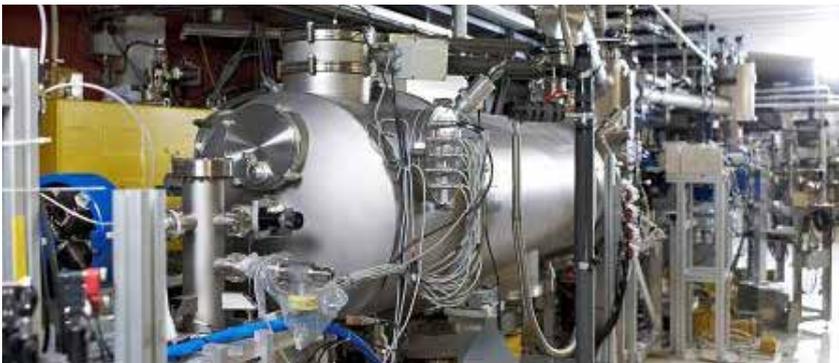
Representación animada del dímero SARS-CoV-2 con una superficie semitransparente en gris.  
Crédito: Diamond Light Source Ltd

La colaboración participativa sin precedentes y completamente abierta de más de 200 científicos (incluida una fuente de fotones) permitió descubrir y desarrollar con rapidez nuevos compuestos con una actividad antivírica excelente contra una enzima clave del virus SARS-CoV-2, concretamente su proteasa principal (Mpro), implicada en la reproducción del virus. El principal candidato a fármaco se encuentra en fase de evaluación preclínica en estos momentos.<sup>10</sup>

La arquitectura tridimensional de Mpro se había descifrado ya en marzo de 2020. Analizarla permite el desarrollo sistemático de fármacos que inhiban la reproducción del virus.<sup>11</sup>

### COVID-19

Durante el primer año de la pandemia por COVID-19, cada cinco días de media se publicaba un artículo relacionado con el coronavirus procedente de una fuente de luz de sincrotrón.<sup>8</sup> En ese momento, la relevancia del consorcio LEAPS se manifestó con creces, ya que todas sus instalaciones pusieron sus estaciones experimentales a disposición de virólogos y hospitales para realizar análisis estructurales con precisión.<sup>9</sup>



Crédito: J. Jeibmann, HZDR

## Producir isótopos médicos sin fisión nuclear

En colaboración con la empresa neerlandesa Demcon, se concentró un haz de electrones de 30 kilovatios sobre un cuerpo minúsculo de material sin cesar durante una semana. La energía depositada (comparable a la de un Boeing 747 viajando a 900 kilómetros por hora) dio lugar a la producción de molibdeno-99, que decae en tecnecio-99m. Este isótopo se utiliza para técnicas de imagen en el tratamiento de pacientes con cáncer. El innovador método de producción de isótopos evita tener que dividir el uranio en reactores nucleares, reduciendo así los residuos radiactivos y ofreciendo una escalabilidad potencial para el uso industrial.<sup>12</sup>

<sup>8</sup> <https://lightsources.org/2021/12/14/lightsource-research-and-sars-cov-2/>

<sup>9</sup> [https://leaps-initiative.eu/wp-content/uploads/2020/05/LEAPS\\_fighting\\_COVID19\\_May2020.pdf](https://leaps-initiative.eu/wp-content/uploads/2020/05/LEAPS_fighting_COVID19_May2020.pdf)

<sup>10</sup> <https://www.nature.com/articles/s41467-023-37035-5>

<sup>11</sup> <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abb3405>

<sup>12</sup> <https://www.hzdr.de/db/Cms?pOid=65365&pNid=3438>

## Fomentar el descubrimiento de fármacos: el impacto



Crédito: © Adobe Stock

Desde su creación, AstraZeneca Gotemburgo ha utilizado las instalaciones de sincrotrón para investigar enfermedades respiratorias, cardiovasculares y renales, lo que ha permitido resolver estructuras de alta resolución de candidatos a fármacos. Los sincrotrones son accesibles a distancia, suelen estar completamente automatizados y simplifican el envío de muestras y la recuperación de datos. AstraZeneca utilizaba sus propias instalaciones de rayos X, pero en 2019 escogió los sincrotrones por la calidad superior de los datos y por su accesibilidad. Ahora recurre exclusivamente a ellos en su investigación cristalográfica de fármacos. Muchos de los candidatos a fármacos contra el asma y los trastornos cardiovasculares que aquí se estudian se encuentran en fase de ensayo clínico. Al hacer uso de las instalaciones de sincrotrón, AstraZeneca ha mejorado sus vías de descubrimiento, lo que ha provocado la interrupción de su fuente interna de rayos X. Esto evidencia el amplio apoyo del programa de LEAPS a las industrias de sectores diversos, el refuerzo constante de la cooperación europea en materia de fuentes de luz y la aplicación de nuevas estrategias innovadoras.

# ENERGÍA

Nuestra sociedad necesita tecnologías sostenibles para llevar el suministro energético y los ciclos materiales a una economía con bajas emisiones de carbono conectada de forma coherente. La energía solar es un motor importante de la transición hacia una sociedad sostenible y neutra en carbono. Disponer de electricidad limpia en los períodos de baja exposición solar es igual de importante y, en este sentido, la transformación química de la energía es esencial, con el hidrógeno y las baterías como protagonistas.

La transformación de la electricidad en gas y en combustible no solo reemplazará a los combustibles fósiles, sino que su producción incluso consumirá dióxido de carbono de la atmósfera. Hay que explorar todas las opciones para aumentar la sostenibilidad del suministro energético mundial.

## Paneles solares más baratos y eficientes



Crédito: © Adobe Stock

Por primera vez, una tecnología de paneles solares de silicio de bajo coste ha superado el umbral del 30 % de eficiencia. Los estudios demostraron una eficiencia del 31,25 % apilando paneles de silicio y perovskita en una estructura denominada *tándem*. Con ello se superaba en un 28 % la eficiencia de los mejores paneles comerciales.<sup>13</sup> Por sí solos, los paneles solares de silicio utilizados para producir electricidad solar tienen un rendimiento limitado (en torno al 24,5 % en paneles comerciales, al 27 % en laboratorio y al 29 % en los cálculos teóricos).

## Paneles solares flexibles y rentables



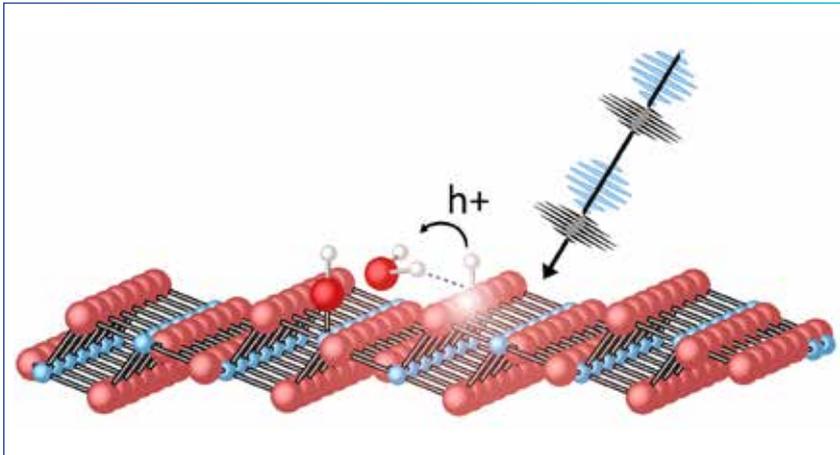
Crédito: © Adobe Stock

Los paneles solares rentables y flexibles son uno de los pilares de la economía neutra en carbono. Los nuevos paneles solares totalmente orgánicos son candidatos prometedores para su aplicación práctica. Para identificar los cuellos de botella en la eficiencia de estos dispositivos, un equipo internacional utilizó pulsos ultracortos de rayos X y halló un nuevo y rápido canal para la generación de portadores de carga móviles. Estos portadores son los componentes principales de los dispositivos fotovoltaicos.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adg0091>

<sup>14</sup> <https://www.nature.com/articles/s41467-021-21454-3>

## Separación fotocatalítica del agua en tiempo real



Crédito: DESY

Un equipo internacional ha estudiado los enlaces de hidrógeno de las moléculas de agua sobre un fotocatalizador y los primeros pasos de sus complejas vías de reacción. Para optimizar estas tecnologías es fundamental descomponer de forma sistemática ese proceso complejo en sus distintas etapas de reacción ultrarrápida. Los datos de esa primera vista (femtosegundos después de la activación por luz del sistema catalizador/ agua) proporcionan una valiosa información esencial para una serie de reacciones catalíticas en condiciones reales de funcionamiento acuoso.<sup>15</sup>

## Separación del agua de mar



Crédito: © Adobe Stock

Las regiones cálidas y áridas o los desiertos con una exposición solar intensa son lugares ideales para la energía fotovoltaica. Sin embargo, su característica determinante es la falta de agua dulce. Un grupo científico ha investigado catalizadores que permitan la separación directa del agua de mar y, con ello, el aprovechamiento de este recurso hídrico en bruto, mucho más abundante y, por supuesto, inagotable.<sup>16</sup>

## Almacenamiento de energía

La electricidad sostenible que se genera a partir de la energía fotovoltaica o eólica, pero que no se utiliza directamente, debe almacenarse para asegurar el suministro energético en todo momento. La separación electroquímica del agua en oxígeno e hidrógeno presenta un gran potencial para una economía verde de hidrógeno.

<sup>15</sup> <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.130.108001>

<sup>16</sup> <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aenm.201800338>

## Combustibles sintéticos de aviación



Crédito: © Adobe Stock

El objetivo del proyecto CARE-O-SENE<sup>17,18</sup> es desarrollar catalizadores Fischer-Tropsch altamente eficientes para transformar el sector de la aviación. Paralelamente, Green-QUEST<sup>19</sup> es una iniciativa mundial centrada en producir una versión ecológica escalable del gas licuado de petróleo (actualmente un combustible fósil) que tiene por objetivo establecer las mejores prácticas en materia de política, normas técnicas, seguridad y estructuras de mercado/empresariales que puedan compartirse a escala mundial. Ambos proyectos aceleran los ciclos de innovación combinando el desarrollo de tecnología industrial con un conocimiento profundo del producto final. Aquí la radiación de sincrotrón se está convirtiendo en una herramienta poderosa para estudiar la estructura molecular y atómica de los materiales, lo que permite desarrollar y optimizar de manera específica y eficiente nuevos materiales necesarios para afrontar los retos actuales de la transición energética.

### Hidrógeno verde

Se puede considerar al hidrógeno como el primer eslabón de una cadena larga y ramificada. Transportar el hidrógeno sin riesgos ligados a las moléculas o procesarlo posteriormente con dióxido de carbono para producir sustancias químicas sostenibles exige comprender y optimizar las reacciones catalíticas.

<sup>17</sup> <https://care-o-sene.com/en/care-o-sene/>

<sup>18</sup> [https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news\\_seite?nid=24135;sprache=en](https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news_seite?nid=24135;sprache=en)

<sup>19</sup> [https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news\\_seite?nid=26646&sprache=en&seitenid=1](https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news_seite?nid=26646&sprache=en&seitenid=1)

## Baterías sin litio y novedosas



Crédito: © Adobe Stock

Con el aumento del consumo de electricidad, sobre todo en electromovilidad, la demanda de capacidad de las baterías ha ido incrementando a un ritmo elevado. Solo en el caso de las baterías de iones de litio, se espera que el aumento sea de los 700 gigavatios/hora en 2022 a 4700 gigavatios/hora en 2030.<sup>20</sup>

El consorcio LEAPS apoya con firmeza la **hoja de ruta europea "BATTERY 2030+"**.<sup>21</sup> Todas las instalaciones miembro están experimentando un fuerte aumento de la demanda de baterías por parte de la comunidad investigadora y un creciente interés por parte de la industria. Las baterías sin litio<sup>22</sup>, las baterías de flujo redox y los materiales novedosos para baterías<sup>23</sup> acaparan la atención de la próxima generación del almacenamiento de energía basado en un diseño racional y promueven la transición de nuestras sociedades hacia suministros de energía sin combustibles fósiles.

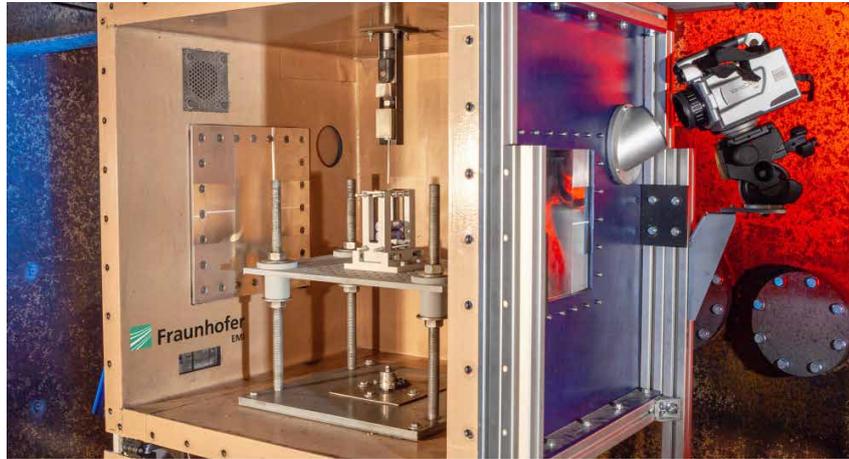
<sup>20</sup> <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/battery-2030-resilient-sustainable-and-circular>

<sup>21</sup> <https://www.leaps-initiative.eu/resources/>

<sup>22</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095927322006004?via%3Dihub>

<sup>23</sup> <https://www.nature.com/articles/s41467-023-36842-0>

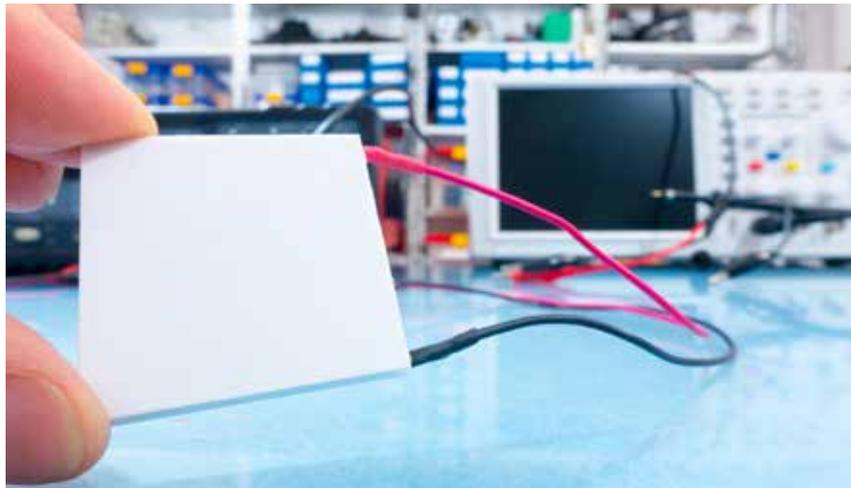
## Mejorar la seguridad de las baterías



Crédito: ESRF

El almacenamiento de energía se sitúa como una tecnología clave en el siglo XXI, impulsada por el auge de los vehículos eléctricos y la necesidad de reducir las emisiones de carbono. Sin embargo, para conseguir que las nuevas tecnologías tengan una aceptación generalizada se necesita confianza en su seguridad. El Instituto Fraunhofer Ernst Mach ha sido pionero en la creación de una cámara de pruebas resistente para baterías que facilita la exploración segura mediante diversas técnicas, entre ellas, la obtención de imágenes de rayos X de alta velocidad. Esta cámara innovadora propicia una mejor comprensión de los fallos de las baterías y de la verificación de los mecanismos de seguridad, con amplias ventajas tanto para el mundo académico como para la industria.<sup>24</sup>

## Hacia una transformación ecológica del calor en electricidad



Crédito: © Adobe Stock

El efecto termoeléctrico permite transformar directamente el calor en electricidad sin subproductos como las emisiones de dióxido de carbono. Por desgracia, la eficacia del proceso es relativamente baja y los materiales más modernos utilizados en el ámbito comercial son compuestos complejos de plomo. El seleniuro de estaño (SnSe) y sus parientes cercanos constituyen una alternativa prometedora con una composición sencilla y no tóxica.<sup>25</sup>

<sup>24</sup> <https://journals.iucr.org/s/issues/2023/01/00/ye5024/index.html>

<sup>25</sup> <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adom.202302049>

# MEDIO AMBIENTE

Comprender cuestiones medioambientales como la contaminación, el cambio climático y la restauración del suelo es clave para proteger la salud humana y preservar los ecosistemas. Cada vez son más necesarias soluciones a largo plazo para estos problemas. Para abordarlos hacen falta técnicas avanzadas de estudio de materiales en áreas como la microbiología, la geología y la geoquímica.

Las instalaciones de LEAPS están equipadas de forma óptima para prestar apoyo a investigaciones complejas y de vanguardia, que ofrecen perspectivas valiosas de los problemas medioambientales y contribuyen al desarrollo de soluciones eficaces.

## Recolección de agua en regiones áridas



Crédito: © Marieh Al-Handawi, NYUAD 2023

El tamarisco de Athel absorbe agua en entornos áridos, por lo que el mecanismo de adaptación de este arbusto del desierto puede inspirar tecnologías avanzadas de captación de agua. Un equipo de la Universidad de Nueva York en Abu Dabi (en los Emiratos Árabes Unidos) y del Instituto Max Planck para la Investigación del Estado Sólido de Stuttgart (Alemania) ha estudiado las gotas ricas en iones de sus hojas, que cristalizan en sales y que pueden absorber la humedad atmosférica incluso a niveles de humedad relativamente bajos. Este mecanismo higroscópico de sal para recoger la humedad es una adaptación biológica única y apunta a aplicaciones potenciales en la creación de materiales ecológicos para la absorción de humedad del aire y la siembra de nubes.<sup>26</sup>

## ¿Más plástico que peces en los océanos en breve?



Crédito: © F. Lennartz y G. Weber, HZB

En los últimos ochenta años se han sintetizado unos 10.000 millones de toneladas de polímeros sintéticos (plásticos). Los plásticos nos resultan imprescindibles. Sin embargo, la mala gestión de los residuos, los procesos de reciclado que exigen muchos recursos y la complejidad de los materiales han dado lugar a un problema mundial de contaminación por plásticos: las partículas micro- y nanoplásticas están hoy omnipresentes, incluso en los lugares más remotos. Las enzimas y la biotecnología para reciclar y el suprarreciclaje de polímeros sintéticos son opciones viables para remediar esta situación alarmante. La investigación de sincrotrones sobre el PET («el plástico de las botellas») y el poliuretano está contribuyendo a ampliar nuestros conocimientos sobre las estructuras de estas enzimas y a allanar el camino para su mejora biotecnológica.<sup>27</sup>

<sup>26</sup> <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.130.108001>

<sup>27</sup> <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aenm.201800338>

## Nanoplásticos por doquier



Crédito: Imagen de dominio público

Los nanoplásticos (NP) son contaminantes muy alarmantes que pueden estar presentes en los alimentos y el agua. Sus efectos aterradores sobre nuestra salud cuando penetran en las células humanas están aún lejos de ser entendidos. Los estudios de sincrotrón con rayos X e infrarrojos con transformada de Fourier muestran que estos elementos aparecen distribuidos principalmente alrededor del borde exterior celular, lo que provoca un aumento de la producción de triacilglicerol. Estos resultados indican que los NP afectan sobre todo a la respuesta lipídica y revelan más detalles del impacto toxicológico real en las células cuando las personas experimentan una exposición a largo plazo.<sup>28</sup>

## Soluciones más verdes, producción de químicos respetuosa con el medio ambiente



Crédito: IA generada con Dall-e3

La industria depende de los compuestos químicos para una gran variedad de productos, como materias primas para sintetizar polímeros y aditivos para plastificantes, lubricantes, emulsionantes y estabilizantes. Muchos métodos de síntesis química requieren catalizadores químicos adecuados que funcionen en condiciones de reacción particularmente duras. Para conseguir emisiones neutras de carbono hay que desarrollar tecnologías alternativas más ecológicas para esta actividad. La investigación llevada a cabo en sincrotrones está preparando el terreno para utilizar enzimas en estos procesos. A la larga, esto dará lugar a materias primas respetuosas con el medio ambiente para una amplia gama de productos de consumo como lubricantes, textiles, jabones y productos farmacéuticos.<sup>29</sup>

<sup>28</sup> <https://www.frontiersin.org/journals/immunology/articles/10.3389/fimmu.2023.1247747/full>

<sup>29</sup> <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssuschemeng.3c05867>

## Hacia la transformación del gas metano de efecto invernadero en un producto químico menos nocivo

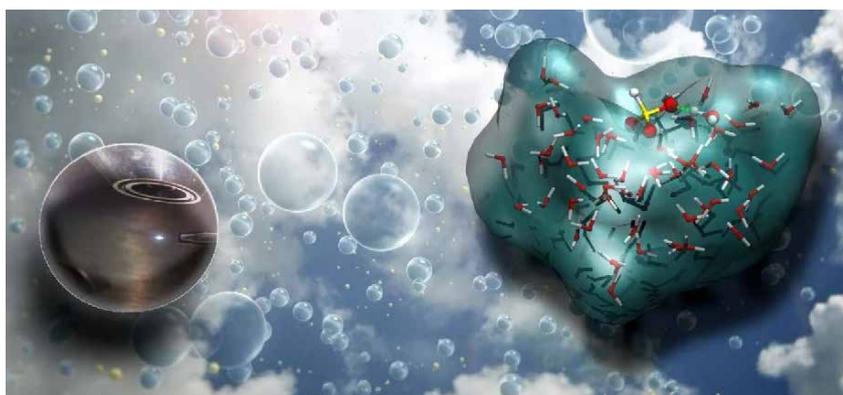


Crédito: E. Weckert

El metano, uno de los gases de efecto invernadero más potentes, se libera a la atmósfera a un ritmo cada vez mayor debido a la ganadería y a la descongelación del permafrost. Transformar el metano y los alcanos de cadena más larga en productos químicos menos nocivos y realmente útiles eliminaría las amenazas asociadas y, a su vez, pondría a disposición de la industria química una materia prima ingente. Sin embargo, este fenómeno requiere como primer paso la ruptura de un enlace carbono-hidrógeno, uno de los enlaces químicos más fuertes de la naturaleza.

Mediante unos breves destellos de luz de rayos X procedentes tanto del láser de electrones libre como del sincrotrón se reveló por primera vez cómo se rompen estos enlaces de los alcanos y cómo funciona el catalizador en esta reacción. Esto acerca a los equipos científicos al desarrollo de mejores catalizadores para transformar el metano en un producto químico menos nocivo.<sup>30</sup>

## Los orígenes moleculares de la contaminación atmosférica



Crédito: FHI/MPG

Un equipo del Instituto Fritz Haber de la Sociedad Max Planck de Berlín, el Instituto de Investigación Medioambiental y Energética de Qatar/Universidad Hamad Bin Khalifa, la Universidad de la Sorbona de París, la ETH de Zúrich y varios sincrotrones de Europa han hecho un descubrimiento pionero para comprender cómo se forma la contaminación atmosférica a nivel molecular.

Esta investigación arroja luz sobre los complejos procesos químicos que tienen lugar en la frontera entre el líquido y el vapor en nuestra atmósfera, en particular en las soluciones acuosas. Comprender estos procesos es crucial para crear estrategias que reduzcan la contaminación atmosférica y sus efectos nocivos sobre la salud y el medio ambiente.<sup>31</sup>

<sup>30</sup> <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adf8042>

<sup>31</sup> <https://doi.org/10.1038/s41467-024-53186-5>

# ALIMENTACIÓN

A medida que aumentan los costes globales y crece la demanda de suministros alimentarios locales, la sostenibilidad y la reducción de residuos se han convertido en prioridades fundamentales para el sector. En respuesta a la preocupación por la seguridad alimentaria, los consumidores ahora esperan normas más estrictas de control de la calidad y la trazabilidad, cruciales en un mercado competitivo en el que surgen constantemente productos nuevos.

La innovación en este campo requiere un enfoque multidisciplinar, una sólida comprensión de la ciencia que subyace a los productos y procesos y acceso a una amplia gama de herramientas de investigación y desarrollo.

## ¿Cuánto cadmio contienen los granos de cacao?



Crédito: © Adobe Stock

Los granos de cacao pueden absorber metales pesados tóxicos del suelo como el cadmio. Se sabe que las zonas de cultivo pueden estar contaminadas con estos metales pesados, en algunos casos, de forma considerable. Los estudios con sincrotrón permitieron medir de forma no invasiva dónde se acumula exactamente el cadmio en los granos de cacao y resulta que, principalmente, es en la cáscara. Otras investigaciones demuestran que el procesado de los granos de cacao puede tener una gran influencia en la concentración de metales pesados.<sup>32</sup>

## Más blanco que el blanco: la prohibición del E171 en los alimentos



Crédito: Luis Aguila, Unsplash

El dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) se utiliza como colorante blanco y opacificante en numerosos productos, entre ellos, los alimentarios (caramelos, chicles...). Los investigadores han estudiado en un sincrotrón muestras de tejido de ratas que, durante un período de cien días, ingirieron una cantidad de E171 proporcional al consumo humano medio. Se encontró  $\text{TiO}_2$  en el hígado de las ratas. También se observaron trastornos del sistema inmunitario y lesiones precancerosas del colon.<sup>33</sup>

Tras la publicación del primer estudio en enero de 2017, se notificó a la Agencia Francesa de Seguridad Alimentaria y varios fabricantes de caramelos decidieron dejar de utilizar el E171 en su producción. En abril de 2019 el gobierno francés anunció la prohibición total del E171 en la producción de alimentos a partir del 1 de enero de 2020. En 2022 se prohibió como aditivo alimentario en toda la Unión Europea.<sup>34</sup>

<sup>32</sup> <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.analchem.2c05370>

<sup>33</sup> <https://www.synchrotron-soleil.fr/en/news/soleils-contribution-whats-our-plates>

<sup>34</sup> [https://food.ec.europa.eu/food-safety/food-improvement-agents/additives/re-evaluation\\_en#-questions--answers-on-titanium-dioxide](https://food.ec.europa.eu/food-safety/food-improvement-agents/additives/re-evaluation_en#-questions--answers-on-titanium-dioxide)

## Sano y sabroso



Crédito: Mike Kenneally, Unsplash

Los alimentos ricos en fibra pueden ser opciones relativamente impopulares porque no son tan suaves ni tan sabrosos como los productos que contienen menos fibra. Si se extrae la fibra del salvado (la parte exterior del grano de trigo, que es dura y difícil de masticar), pueden añadirse al producto sin que se note tanto. Sin embargo, en la actualidad el proceso no es eficaz y se pierde una cantidad importante de fibra. La cooperativa agrícola sueca Lantmännen ha utilizado radiación de sincrotrón para desarrollar un proceso mejor.<sup>35</sup>

## Residuos de la viticultura para el control de plagas



Crédito: Pexels

Investigadores de la Universidad de Castilla-La Mancha, la Universidad Autónoma de Madrid y el Instituto de Ciencias Agrarias demostraron el potencial de los residuos de la producción de vino como biopesticidas en la agricultura, lo que reduciría el problema de la gestión de residuos y contribuiría a una economía circular. Su trabajo demuestra que el biocarbón reciclado de orujo de uva es eficaz para reducir la infección por nematodos parásitos de las tomateras en macetas.<sup>36</sup>

<sup>35</sup> <https://www.maxiv.lu.se/article/lantmannen-investigating-wheat-bran-for-better-tasting-fibre/>

<sup>36</sup> <https://link.springer.com/article/10.1007/s42773-023-00228-8>

# TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

El ser humano lleva almacenando, recuperando, manipulando y compartiendo información desde que se crearon los primeros sistemas de escritura. Hoy las tecnologías de la información abarcan sistemas informáticos, software, lenguajes de programación, procesamiento de datos y almacenamiento digital.

Al estudiar cómo se comportan los materiales en las distintas fases de degradación, las instalaciones de LEAPS pueden descubrir la conexión entre su microestructura, la degradación y el rendimiento mecánico. Este conocimiento permite diseñar a propósito microestructuras con propiedades específicas, lo que impulsa la innovación.

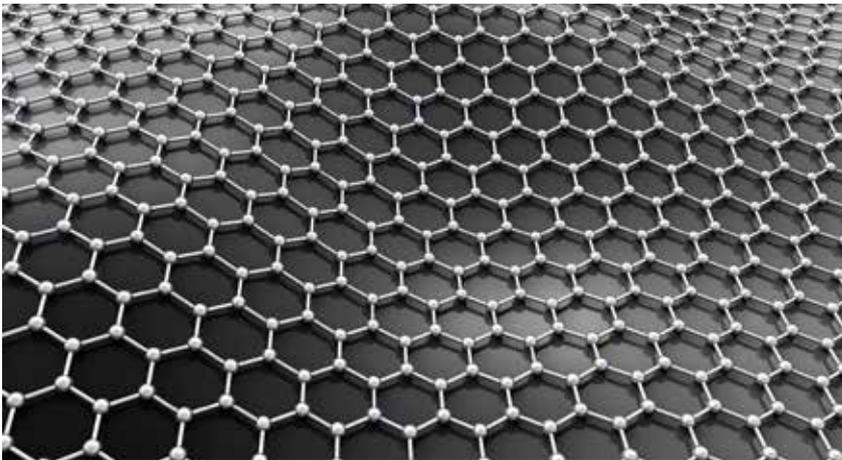
## Luz de sincrotrón en cada móvil



Crédito: PTB

Los avances en la industria de los semiconductores han cambiado el mundo de forma significativa a lo largo de las décadas. Esta tendencia sigue la ley de Moore, según la cual la complejidad de los circuitos integrados aumenta exponencialmente mientras se minimizan los costes. Esto plantea permanentemente grandes exigencias a los desarrolladores tecnológicos. Durante más de veinte años los sincrotrones han fomentado el desarrollo de la óptica de proyección de luz ultravioleta extrema (UVE), en particular con el líder mundial del mercado de steppers de litografía ASML y su socio alemán Carl Zeiss, a través de la metrología de longitud de onda con radiación de sincrotrón.<sup>37</sup>

## El grafeno ha allanado el camino



Crédito: iStock

Doscientas veces más resistente que el acero, pero seis veces más ligero; ultraflexible; un conductor del calor extraordinario; casi transparente... Las aplicaciones potenciales del grafeno son muchas y variadas: desde materiales extremadamente sólidos hasta células fotovoltaicas y, sobre todo, en la electrónica. Este material, que es un conductor eléctrico excelente, se ha revelado como una alternativa interesante a los semiconductores convencionales basados en el silicio. Para confirmar las predicciones teóricas realizadas sobre este material único y probar y validar diversos procesos de fabricación se han estudiado a fondo las propiedades del grafeno en sincrotrones.<sup>38</sup>

<sup>37</sup> <https://link.springer.com/article/10.1140/epjp/s13360-022-03417-9>

<sup>38</sup> <https://www.synchrotron-soleil.fr/contributions/QuantumMaterials/>

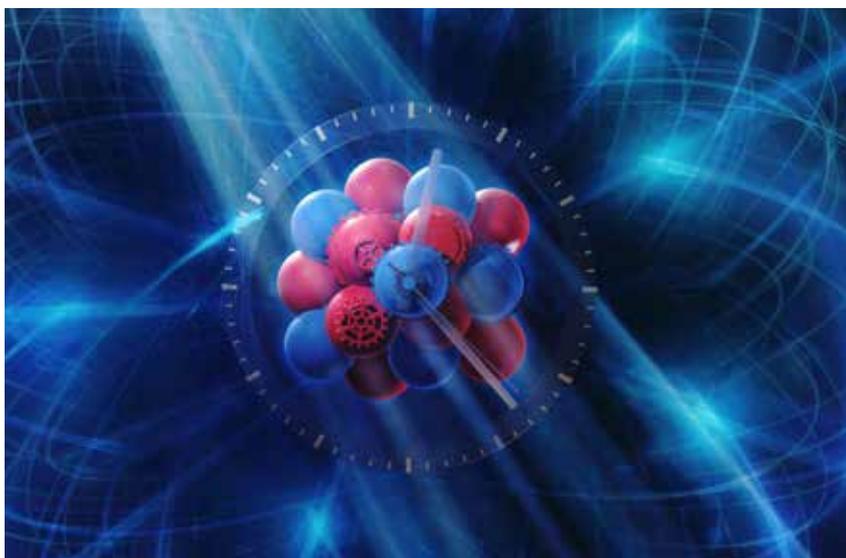
## Reducir el consumo de energía de los discos duros mediante la conmutación óptica total



Crédito: M. Geissinger, FELIX

Las tecnologías de la información y la comunicación representan actualmente el 7 % de la producción mundial de energía y la demanda de capacidad de almacenamiento de datos mayores sigue en auge. Por ello, el desarrollo de nuevas tecnologías para discos duros que consuman menos energía es crucial para reducir el consumo mundial de energía. La consecución de la conmutación óptica total mediante pulsos cortos e intensos de un láser de electrones libres es un avance pionero en este campo, que abre el camino a soluciones de almacenamiento de datos más eficientes energéticamente.<sup>39</sup>

## Hito para los nuevos relojes nucleares



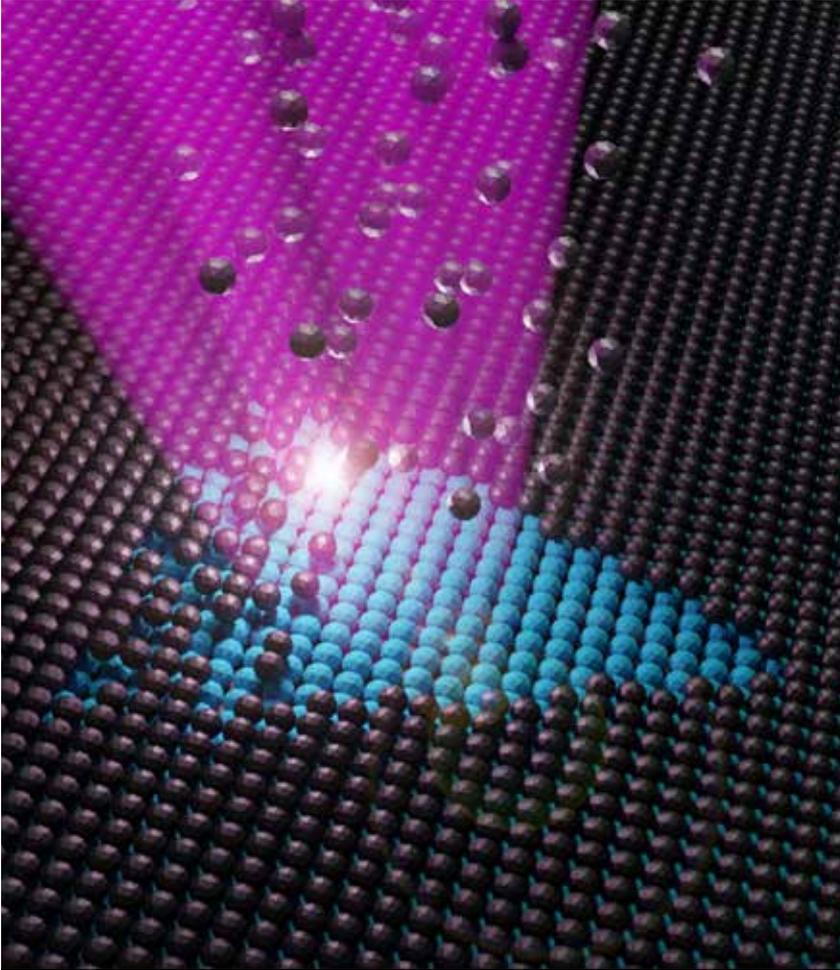
Crédito: T. Wüstefeld/R. Röhlberger, XFEL Europeo/Instituto Helmholtz Jena

Los relojes atómicos son hoy en día los cronómetros más precisos del mundo. Numerosas aplicaciones se benefician de su exactitud superior, como el posicionamiento preciso en la navegación por satélite. Los estudios realizados en un láser de electrones libre han permitido dar un paso decisivo hacia una nueva generación de relojes nucleares ultra-precisos. Basándose en la excitación nuclear del elemento escandio (Sc), desencadenaron una transición en el núcleo del elemento metálico y pudieron medir su resonancia nuclear enormemente estrecha. De este modo, se perfila el camino hacia el reloj nuclear más preciso hasta la fecha, con una precisión de un segundo en 300.000 millones de años, mil veces superior a la de los actuales relojes atómicos basados en el cesio.<sup>40</sup>

<sup>39</sup> <https://journals.aps.org/prapplied/abstract/10.1103/PhysRevApplied.13.024064>

<sup>40</sup> <https://www.nature.com/articles/s41586-023-06491-w>

## Ordenadores cuánticos realmente escalables



Crédito: P. Constantinou, Instituto Paul Scherrer

En el campo de las tecnologías de semiconductores y la computación cuántica, que avanza con rapidez, los científicos han desarrollado métodos para diseñar dispositivos a escala atómica. Sin embargo, el reto que supone la creación de patrones de dispositivos a gran escala presenta un obstáculo importante para su ampliación, sobre todo en lo relativo a la fabricación de las extensas matrices necesarias para los cúbits de silicio. Ahora los experimentos realizados en una fuente de sincrotrón han supuesto un gran avance para conseguirlo utilizando fotones de luz. Han demostrado el potencial de una técnica denominada *litografía con luz ultravioleta extrema* (UVE) para la fabricación de nanoelectrónica cuántica basada en silicio, el componente básico de los ordenadores cuánticos escalables de verdad.<sup>41</sup>

<sup>41</sup> <https://www.nature.com/articles/s41467-024-44790-6>

# PATRIMONIO CULTURAL

¿Qué tienen en común las figuras de yeso bizantinas, las pinturas de Durero, los papiros antiguos y los violines Stradivarius? Todos ellos pueden examinarse con luz de rayos X. Esto permite descubrir sus secretos sin causar ningún daño: no se toman muestras y los objetos ni siquiera se tocan.

Una serie de métodos científicos avanzados permiten estudiar la degradación de la pintura en obras de arte o revelar capas ocultas bajo dibujos sobrepintados. Estas técnicas se utilizan habitualmente en museos grandes, como el Louvre de París y el Museo Egipcio de Berlín.

## Figuras bizantinas de yeso del Museo de Jordania



Crédito: Sahar al Khasawneh, SESAME

Se ha determinado la composición elemental de las figuras bizantinas de yeso del Museo de Jordania, sin necesidad de intervenir físicamente. Su análisis en una fuente de sincrotrón con inclusiones específicas revela que los cuerpos de las figuras están hechos de carbonato cálcico. Sorprendentemente, los enigmáticos dibujos negros se descifraron como carbón vegetal, y un intrincado fragmento de espejo no era de origen silíceo, sino una amalgama pulida de manganeso, galio y plomo. Esta investigación supone un salto significativo en la conservación del patrimonio cultural, al emplear tecnología avanzada de radiación de sincrotrón para desvelar los secretos de la artesanía clásica.<sup>42</sup>

## Tras las huellas de Alberto Durero



Crédito: Museos Estatales de Berlín, Kupferstichkabinett / Marca de dominio público 1 Dietmar Katz

Los dibujos a punta de plata constituyen uno de los tesoros más preciados de las colecciones de artes gráficas. Este retrato de Willibald Pirckheimer (1503), obra de Alberto Durero (1471-1528), lleva una inscripción en letras griegas, de contenido bastante delicado. Dado que el propio Durero no sabía griego, se ha argumentado que la inscripción se añadió posteriormente y sin su conocimiento. Otra explicación sugerida es que la inscripción fue añadida por el propio Pirckheimer poco después de la creación del retrato. En cooperación con los Museos Estatales de Berlín y el Louvre, una investigación de la composición de oligoelementos de las marcas (o trazos) de plata realizada en un sincrotrón reveló que se utilizó la misma punta de plata tanto para el dibujo como para la inscripción, lo que da crédito a la teoría de que Durero conocía la inscripción.<sup>43</sup>

<sup>42</sup> [http://maajournal.com/Issues/2023/Vol23-1/7\\_al%20Khasawneh\\_23\(1\).pdf](http://maajournal.com/Issues/2023/Vol23-1/7_al%20Khasawneh_23(1).pdf)

<sup>43</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S058485470400223X?via%3Dihub>

## Despliegue virtual de papiros plegados



Crédito: Atribución Creative Commons-No Comercial-No Derivadas 4.0 Internacional

Los documentos antiguos son una valiosa fuente de información sobre el patrimonio de las culturas clásicas. A menudo están enrollados o doblados, sus textos están ocultos y su sensibilidad y fragilidad no permiten desplegarlos. El despliegue virtual mediante luz de sincrotrón permite un acceso no destructivo a los textos ocultos. Actualmente, en el Louvre de París hay una caja llena de paquetes de papiros plegados a la espera de ser desplegados y desenrollados.<sup>44</sup>

## Los secretos de los Stradivarius al descubierto



Crédito: C. Stani, Elettra Sincrotrone Trieste

Personal científico ha estudiado en una instalación de sincrotrón dos violines Stradivarius, el Toscano 1690 y el San Lorenzo 1718. El objetivo principal era responder a una pregunta que se debate desde hace tiempo: ¿Antonio Stradivari utilizaba una capa de fondo proteínica, extendida directamente sobre la superficie de la madera antes de las capas de barniz? Un análisis multiinstrumental de vanguardia ha confirmado la presencia de estas proteínas dentro de la capa de preparación, muy cerca de la primera hilera de células de madera, revelando detalles hasta ahora desconocidos sobre el proceso de fabricación de sus instrumentos de valor incalculable.<sup>45</sup>

<sup>44</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1296207419301670?via%3Dihub>

<sup>45</sup> <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.analchem.2c02965>

# MÁS INVESTIGACIÓN

Las instalaciones de LEAPS también contribuyen al avance de nuestra comprensión del universo. Mediante potentes haces de rayos X y luz infrarroja, los investigadores pueden estudiar la composición y el comportamiento de materiales cósmicos, como meteoritos y polvo interestelar, con un detalle sin precedentes.

Estas fuentes de fotones basadas en aceleradores permiten simular las condiciones extremas que se dan en el espacio, lo que ayuda a desvelar misterios sobre la formación de estrellas, la evolución planetaria y las propiedades fundamentales de la materia en el cosmos. Esta investigación de vanguardia aporta conocimientos valiosos sobre los orígenes y la dinámica del universo.

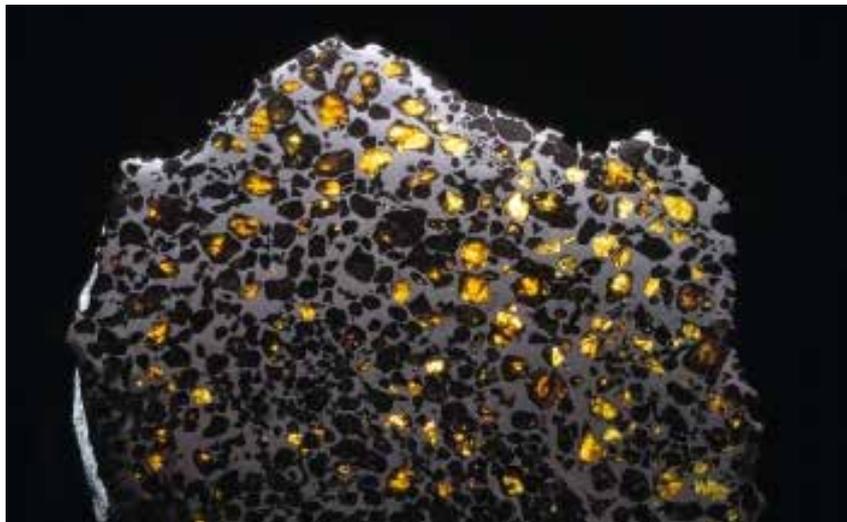
## Descubrir el universo primigenio



Crédito: Dominio público CCO

En enero de 2024 un equipo del Instituto Nacional de Astrofísica italiano inició el análisis de dos muestras preciadas del asteroide Ryugu en un sincrotrón como parte de una convocatoria internacional para el análisis de materiales cósmicos traídos a la Tierra por la misión Hayabusa-2 de la Agencia Espacial Japonesa JAXA. El grupo de investigación se centra en estudiar la materia orgánica y el agua presentes en estas muestras para aprender más de estos auténticos fósiles del sistema solar, que se remontarían a etapas muy tempranas de la formación de nuestro sistema planetario.<sup>46</sup>

## Disco duro espacial



Crédito: © Museo de Historia Natural, Londres

Los meteoritos tienen una larga y violenta historia a sus espaldas. Geólogos de la Universidad de Cambridge desvelan mensajes magnéticos ocultos en meteoritos que se remontan a los inicios del sistema solar con datos obtenidos en un sincrotrón. Esta información capta los últimos instantes del campo magnético cuando el núcleo del meteorito se solidificó, lo que proporciona un avance sobre el destino del propio campo magnético de la Tierra a medida que su núcleo sigue congelándose.<sup>47</sup>

<sup>46</sup> <https://dafne-light.inf.infn.it/research/highlights/ryugu-asteroid/>

<sup>47</sup> <https://www.nature.com/articles/nature14114>

# LEAPS Y LA INDUSTRIA: UN MOTOR DE INNOVACIÓN

Las **instalaciones de radiación sincrotrón**, con su capacidad única para examinar materiales a nivel atómico y molecular, juegan un **papel fundamental en el avance de la investigación científica y el fomento de la colaboración entre el mundo académico y la industria**. Estas herramientas sofisticadas son útiles para muchas industrias, como la farmacéutica, los estudios medioambientales y la ciencia de materiales.

En el **diseño de fármacos**, la radiación sincrotrón permite identificar con rapidez la estructura de las proteínas. Esto no solo ayuda a determinar cómo interactúan los fármacos, sino también a comprender las enfermedades, lo que acelera el descubrimiento y el desarrollo de nuevos medicamentos. En la **ciencia de los materiales**, la luz de sincrotrón facilita la evaluación precisa de la estructura de los materiales, lo que impulsa el progreso en materiales avanzados, nanotecnología y semiconductores.

Los ambientólogos aprovechan estas máquinas para investigar los contaminantes y los componentes del suelo. Por su parte, los ingenieros aeroespaciales estudian la distribución de tensiones dentro de las carrocerías de aviones fabricados con distintos materiales.

La **naturaleza colaborativa de la investigación con sincrotrones**, en la que equipos científicos e industria trabajan juntos, es un **motor clave de la innovación**. Reduce las barreras de entrada y ayuda a integrar sin problemas las capacidades del sincrotrón en los procesos de producción. Las invenciones resultantes dan lugar a productos y tecnologías nuevos, fomentando la innovación, la competitividad y el crecimiento económico. El apoyo prestado a estas alianzas garantiza que los descubrimientos científicos respondan a las necesidades industriales inmediatas, al tiempo que crea una plataforma para futuros descubrimientos tecnológicos.

# FORMACIÓN, DIVULGACIÓN Y MATERIALES DIDÁCTICOS

Movilizar la considerable experiencia, habilidad y conocimientos colectivos de LEAPS en ciencia y tecnología de sincrotrón y láser de electrones libre así como en gestión de infraestructuras de investigación beneficiará a la ciencia y la sociedad europeas. Cada uno de los miembros del consorcio produce y pone a disposición recursos en formatos muy diversos. Se encuentran en los sitios web específicos de los miembros y pueden adoptar la forma de películas y simulaciones, seminarios web, podcasts e incluso juegos de mesa.

Las instalaciones de LEAPS cuentan con programas escolares, programas de visitas, escuelas de verano y actividades de divulgación específicas para estudiantes universitarios y jóvenes investigadores en potencia. Además, la mayoría de las instalaciones incluyen en su agenda anual una serie de jornadas de puertas abiertas adaptadas al público en general o a grupos concretos. Las instalaciones de LEAPS son muy activas en redes sociales.

Cada una de ellas tiene hasta 100.000 impresiones y varias decenas de miles de seguidores en sus perfiles de redes sociales. Todas las semanas se publica al menos un artículo en prensa o una colaboración en radio o televisión. Al participar en ferias científicas, las instalaciones entran en contacto con entre 30.000 y 40.000 personas, sin contar a los visitantes de los festivales de calle donde las instalaciones se presentan al público general. Éstas son cifras medias anuales.

Más información en Formación, Divulgación y Materiales de LEAPS.<sup>48</sup>



Crédito: Escola Gaspar de Portolà, Balaguer (España)



Crédito: Highlights der Physik in Ratisbona (Alemania), HZB

<sup>48</sup> <https://www.leaps-initiative.eu/working-group/wg-6-education-training-outreach/>

# DIPLOMACIA CIENTÍFICA: CIENCIA PARA LA PAZ

El talento está repartido por igual por todo el mundo, pero las oportunidades no. Los grandes centros de investigación se esfuerzan por salvar esta brecha. Las instalaciones multidisciplinares y multiusuario, como las de LEAPS, abrazan la diversidad y atraen a personal científico no solo de Europa, sino de todo el mundo, y de diversos ámbitos de investigación. Científicos de toda Europa se han beneficiado de las actividades integradas de las últimas décadas, que han contribuido a apoyar a los usuarios de todas las comunidades. Esto ha hecho crecer las comunidades de naciones sin fuentes de luz, pero cuyo acceso puede financiarse. Este apoyo puede ser muy eficaz para democratizar el acceso a usuarios que están lejos. Con personal investigador procedente de más de noventa países, las instalaciones de LEAPS sirven, de manera significativa, de puente para el intercambio de ideas y la creación de colaboraciones duraderas que trascienden fronteras y disciplinas.

Una mirada global al panorama de la ciencia y la educación revela un importante desequilibrio de oportunidades. La desigualdad, la pobreza, la exclusión social y la falta de oportunidades están profundamente interconectadas y la falta de acceso a la educación, desde la escuela primaria hasta la universidad, contribuye a ello de forma considerable. Sin embargo, la investigación y la educación no solo son pilares esenciales para el desarrollo sostenible, la igualdad de género, la autodeterminación y el autoempoderamiento; también son vitales para crear igualdad de oportunidades para un futuro pacífico y hacer frente a los desafíos mundiales. Por desgracia, en el pasado, los países de rentas bajas y medias han quedado al margen del intercambio de conocimientos, ya que la mayor parte de este y de las instalaciones a gran escala se concentraban en el hemisferio norte. Para hacer frente a esta situación, las instalaciones de LEAPS han puesto en marcha actividades de divulgación e inclusión, programas



18.º Encuentro de usuarios de SESAME, celebrado el 4 y el 5 de mayo de 2023  
Crédito: © SESAME 2023

de formación, escuelas y prácticas. Además, se han hecho esfuerzos para facilitar el acceso remoto a la investigación en fuentes de luz.

La **Declaración de LEAPS sobre Inclusión, Diversidad, Equidad y Antidiscriminación (IDEA)**<sup>49</sup> expresa de forma clara y unánime la visión de un mundo en el que la ciencia europea sea un agente catalizador para resolver los desafíos globales, un motor clave para la competitividad, una potencia de persuasión para lograr una mayor integración y una iniciativa para la paz a través de una colaboración científica más estrecha. Como se ha expuesto antes, entre los ejemplos que defienden esta causa figuran la investigación en colaboración para abordar los desafíos mundiales, así como la superación de los desequilibrios sociales y económicos a través de la investigación y la enseñanza superior.

Ahora más que nunca, científicos y científicas, grandes instalaciones, organizaciones científicas y organizaciones de usuarios se convierten en embajadores de la cooperación pacífica. La ciencia tiene la responsabilidad de unir al mundo en beneficio de todos los seres humanos, por la paz y la igualdad de oportunidades. Como fuentes de luz, asumimos esta responsabilidad de todo corazón.

<sup>49</sup><https://www.leaps-initiative.eu/leaps-idea/#:~:text=LEAPS%20IDEA%20is%20the%20taskforce%20dedicated%20to%20Inclusion%2C,Best%20Practices%20in%20the%20various%20LEAPS%20member%20facilities>

# EPÍLOGO

Hace doscientos años, la iluminación dependía de las velas, que olían mal, eran peligrosas y estaban cargadas de hollín. El gran reto de aquella época era crear velas de mejor calidad. Por aquel entonces, se creía que los científicos que exploraban la electricidad se dedicaban a actividades excéntricas y peligrosas.

La historia nos enseña que las soluciones a los problemas no siempre se encuentran donde esperamos y que la investigación básica puede dar lugar a transformaciones revolucionarias inesperadas. A veces, un proyecto de investigación tarda años o incluso décadas en culminar en un producto, como se ha visto con el desarrollo de los microchips. Sin embargo, en otras ocasiones, los resultados llegan de repente, como los de la investigación realizada en fuentes de fotones basadas en aceleradores en respuesta rápida a la amenaza inmediata del COVID-19.

Mediante la investigación aplicada e impulsada por la curiosidad, las fuentes de fotones basadas en aceleradores contribuyen a resolver problemas sociales, a promover el desarrollo sostenible y a garantizar la prosperidad a largo plazo de nuestras sociedades basadas en el conocimiento.

# AGRADECIMIENTOS

El consorcio LEAPS se muestra muy agradecido por el apoyo prestado por las Agencias Nacionales de Financiación, así como por la Comisión Europea. Sin su generosa financiación, el trabajo de LEAPS y sus instalaciones miembros no sería posible. Las colaboraciones con otras instituciones de investigación y universidades financiadas a nivel nacional enriquecen aún más el trabajo del consorcio y garantizan que la investigación realizada en las instalaciones de LEAPS y por sus socios tenga relevancia e impacto social.

LEAPS también reconoce con gratitud el papel de los usuarios de las instalaciones, cuya capacidad, diversidad de intereses, enfoques y conocimientos, por no hablar de su excelencia científica, han contribuido a impulsar la producción y el impacto y han ayudado a cumplir con nues-

tras responsabilidades mutuas en muchas áreas relevantes para la sociedad. LEAPS también expresa su agradecimiento a las organizaciones de usuarios de las instalaciones, a las organizaciones nacionales de usuarios y a la organización europea de usuarios ESUO, que han colaborado en nuestras actividades dentro de las instalaciones a escala nacional, europea y más allá.

Las instalaciones de LEAPS reconocen el apoyo prestado a los usuarios por la Comisión Europea y las décadas de apoyo en forma de sucesivos Programas Marco de Actividades Integradoras, y dan las gracias a la Comisión en nombre de nuestras comunidades de usuarios por permitir el acceso transnacional a nuestras instalaciones.



## LEAPS

League of European  
Accelerator-based  
Photon Sources

# CONSEJO EDITORIAL

**Antje Vollmer**

HZB, presidente del Consejo Editorial

**Agnieszka Cudek**

SOLARIS

**Ana Anselmo**

HZB

**Bárbara Calisto**

ALBA

**Florentine Krawatzek**

HZB

**Rafael Abela**

PSI

**Diseño****Mahir Dzambegovic**

PSI

**Contacto**

[leaps-support@desy.de](mailto:leaps-support@desy.de)

# LEAPS Y SUS SOCIOS



# Fortalecer el liderazgo europeo en ciencia e innovación

<https://leaps-initiative.eu>



**LEAPS**

League of European  
Accelerator-based  
Photon Sources