

# ACELERADORES DE PARTÍCULAS: LA FÍSICA AL SERVICIO DE LA SALUD



En 2012, el **Gran Colisionador de Hadrones (LHC)**, un acelerador de partículas de 27 km de circunferencia ubicado en Ginebra (Suiza), copó las portadas de periódicos de todo el mundo por un descubrimiento científico que se produjo en sus instalaciones: la confirmación de la existencia de una partícula subatómica, el bosón de Higgs. En España, comunidad científica e instituciones trabajan intensamente en promocionar la candidatura para la instalación de un acelerador de partículas que se dedicará a la investigación y desarrollo de materiales para los futuros reactores de fusión en la localidad granadina de Escúzar. Pero hay otros tipos de aceleradores, más pequeños y con menos presencia mediática, que llevan décadas utilizándose en el ámbito de la salud y que están cumpliendo un papel trascendental en los hospitales andaluces, principalmente en el diagnóstico y tratamiento del cáncer.

Ciclotrón

Autoría: Luz Rodríguez  
Asesoría científica: Joaquín Gómez Camacho

Los aceleradores de partículas se utilizan, actualmente, para varios fines no sólo científicos, sino también para aplicaciones industriales o médicas y se les puede clasificar por su forma, su finalidad y el tipo de haces que producen. El acelerador de partículas lineal, también llamado LINAC (linear accelerator) es un tipo de instrumentación en el cual las partículas son aceleradas a lo largo de una trayectoria rectilínea, lo que hace que el tiempo disponible para la aceleración y la energía lograda por las partículas se vean limitados por la longitud del aparato. En el caso de los circulares, el proceso es diferente y permite que las partículas viajen muchas veces a lo largo de una trayectoria circular. Los aceleradores de partículas fueron principalmente concebidos, diseñados y utilizados para la investigación en física nuclear y física de altas energías, pero en la actualidad se utilizan cada vez más en campos tan diversos como la ciencia de materiales, la biología, la medicina o la arqueología.

En el [Parque Tecnológico Cartuja](#), en Sevilla, se encuentra ubicado el [Centro Nacional de Aceleradores \(CNA\)](#), un centro mixto de la [Universidad de Sevilla](#), [Junta de Andalucía](#) y [Consejo Superior de Investigaciones Científicas \(CSIC\)](#).

Joaquín Gómez Camacho.



Creado en 1998, se trata de una Instalación Científico-Técnica Singular dedicada a la investigación interdisciplinar que cuenta en sus instalaciones con cuatro aceleradores de partículas: un Tandem que puede acelerar cualquier núcleo, un Ciclotrón que acelera protones y deuterones, un Tandetrón para espectrometría de masas y un acelerador compacto para datación por radiocarbono. Además tiene un irradiador de cobalto-60 y un escáner PET/CT para uso clínico. Estos seis equipos se utilizan para investigar en campos tan variados como las ciencias de los materiales, el impacto medioambiental, la física nuclear y de partículas, la instrumentación nuclear o la datación por Carbono 14 e irradiación en muestras de interés tecnológico y biológico y el tratamiento de imágenes médicas. Es esta última, la Tomografía por Emisión de Positrones, conocida por sus siglas PET, la que juega un papel trascendental en el diagnóstico y tratamiento del cáncer.

Desde finales de 2011, el CNA dispone de un escáner PET/CT para personas. Esto le permite recibir pacientes en sus instalaciones, concretamente en el Centro de Diagnóstico para Imagen (CDI). "Los aceleradores de partículas, concretamente, de electrones, llevan mucho tiempo utilizándose



Escáner PET/CT.

en la unidades de radioterapia de los hospitales", explica el catedrático de Física Atómica, Molecular y Nuclear de la Universidad de Sevilla e investigador del CNA, Joaquín Gómez Camacho, y continúa: "los electrones se aceleran por un sistema de campos eléctricos y magnéticos. Se llevan a velocidades muy altas. Al frenarse bruscamente producen luz, en forma de fotones, que es lo que realmente se utiliza en la radioterapia convencional". Estos aceleradores son de tamaño pequeño y se ubican en una habitación de las unidades de radioterapia hospitalaria.

### El papel de los positrones

De mayor tamaño son los ciclotrones, que tienen el aspecto de una gran olla exprés y que sirven para producir radioisótopos, átomos con núcleos especiales que se utilizan para imagen médica. "Nosotros, aquí, en el CNA, tenemos un Ciclotrón que produce un átomo denominado Flúor 18. Este flúor emite una partícula que se llama

positrón. Se marca una molécula de glucosa con este flúor y se produce lo que se llama de forma abreviada FDG (fluorodesoxiglucosa). Esta molécula marcada se le inyecta al paciente", explica Gómez Camacho. Esta glucosa se absorbe preferentemente en zonas del cuerpo en las que hay un consumo alto de energía, lo cual puede ocurrir normalmente, como pasa en el corazón o en el cerebro, o bien anormalmente, como ocurre en un tumor. En esa zona se emiten los positrones ligados a la FDG, que se aniquilan con los electrones. Estos se aniquilan con los electrones que hay alrededor y producen dos rayos de luz, dos fotones, que salen en direcciones opuestas y que son los que se detectan en los equipos de imagen médica, en los conocidos como equipos de tomografía por emisión de positrones (PET). "Esta es una aplicación muy importante de los aceleradores porque posibilitan la producción de radioisótopos, como Flúor 18, que van en los radiofármacos, como la FDG, que permiten llevar a cabo la técnica PET", resalta el experto. Con ellos se

pueden confirmar tumores y descubrir metástasis, observar la actividad del corazón y los pulmones o estudiar el funcionamiento del cerebro. En el Ciclotrón del CNA producen estos radiofármacos que se distribuyen en los hospitales de Andalucía y Extremadura. En su Unidad de Radiofarmacia (URF) sintetizan radiofármacos para investigación preclínica en pequeños animales para experimentación. En el centro cuentan con una línea de investigación dedicada a la irradiación de células. “Con nuestros aceleradores – comenta Gómez Camacho– irradiamos diferentes cultivos celulares para ver cómo responden a diferentes grados de radiación. Lo hacemos teniendo siempre en cuenta que nuestra motivación final es mejorar los tratamientos de radioterapia convencional o de la técnica conocida como protonterapia que todavía no está disponible en España pero sí en varios países de Europa”.

### Protones para el tratamiento del cáncer infantil

El CNA ha propuesto un proyecto, en colaboración con el Servicio Andaluz de Salud, para la instalación de un ace-

lerador de protones en sus instalaciones de la Isla de la Cartuja, en Sevilla. Este acelerador, junto con un sistema de direccionamiento del haz, permite el tratamiento de ciertos tipos de cáncer, mediante la técnica denominada protonterapia.

En esta técnica se utilizan aceleradores más grandes donde se aceleran protones en lugar de electrones. Son instrumentos muchos más precisos que permiten irradiar en la zona del cuerpo que lo necesita. Esto permite una mejor distribución de la dosis en el tejido tumoral y, por tanto, una mayor preservación del tejido sano circundante que la que se obtiene con la radioterapia convencional. Es por esto por lo que, entre las indicaciones de la protonterapia, se encuentren algunos tumores pediátricos, ya que esta modalidad de tratamiento no compromete el crecimiento del niño. “Lo que queremos es retomar el proyecto, con el nuevo gobierno en Andalucía, para poder llevarlo adelante y que dotemos al Servicio Andaluz de Salud de una herramienta para curar los cánceres infantiles de la manera más adecuada y precisa posible”, concluye Gómez Camacho.

Radiofarmacia.



## EN EL PRÓXIMO NÚMERO...



**Mirador: 50 años del Parque Nacional:  
El ADN de Doñana.**



**Nacencia: Vestigia, el guardián tecnológico de la  
cadena de producción.**



**Ciencia y compañía: La ciencia presente  
en las salinas.**

## EQUIPO

**DIRECCIÓN CIENTÍFICA | CONSEJO EDITORIAL**

**EUGENIO DOMÍNGUEZ VILCHES**

edominguez@uco.es

**DIRECCIÓN EDITORIAL | CONSEJO EDITORIAL**

**JOSÉ MARÍA MONTERO SANDOVAL**

**CONSEJO EDITORIAL**

**TERESA CRUZ SÁNCHEZ**

teresa.cruz@fundaciondescubre.es

**FRANCISCO MANUEL SOLÍS CABRERA**

francisco.com.solis@juntadeandalucia.es

**CAROLINA MOYA CASTILLO**

carolina.moya@fundaciondescubre.es

**MIGUEL DELIBES DE CASTRO**

**MAR GARCÍA GORDILLO**

**GEMA REVUELTA DE LA POZA**

**COORDINACIÓN DE CONTENIDOS**

**MIGUEL CARRASCO TELLADO**

miguel.carrasco@fundaciondescubre.es

**COORDINACIÓN DE VERSIÓN DESCARGABLE**

**JOSÉ TEODORO DEL POZO CRUZ**

redaccion@fundaciondescubre.es

**REDACCIÓN**

María Ruiz

Luz Rodríguez

Juan García

José Teodoro del Pozo

José Jesús Fernández

Ester Martín

**HAN COLABORADO...**

**Inmaculada Valor**

**María Luisa de la Flor**

**Cristina Cuenca**

**Octavio Salazar**

**Emilia Moreno**

**María Lucena Pérez**

**Pedro Jordano**

**José Jesús Fernández**

**Ester Martín**

**Francisco Manuel Alonso**

**Jorge Macías**

**Joaquín Gómez Camacho**

**Daniel Cucharero**

**Juan Luis Cano**

**DISEÑO**

Daniel López Martínez

Revista iDescubre

<https://idescubre.fundaciondescubre.es>

ISSN 2444-6920

REVISTA FUNDADA EN 2015

Edita: