

FÍSICA Y MEDICINA, ESA EXTRAÑA PAREJA

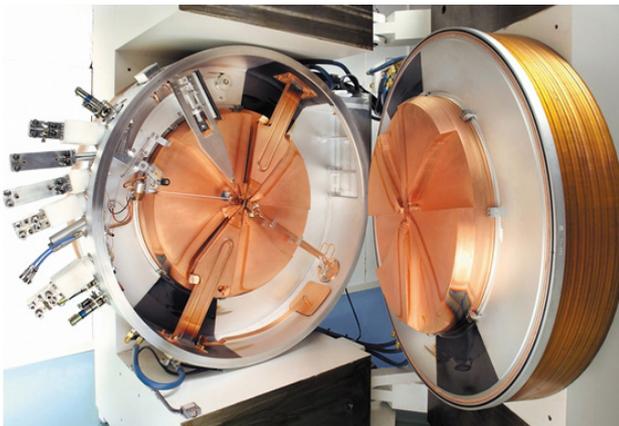
¿Qué te parecería comerte una tortilla radiactiva, que te inyecten un cocktail de antimateria o te expongan a un acelerador de partículas? Suena a ciencia-ficción y sin embargo son situaciones que se dan todos los días en hospitales. Para muchos son conceptos esotéricos, pero en realidad se utilizan de forma rutinaria en medicina. La física más exótica salva vidas.

Una tortilla radiactiva

“Mezclar 2 huevos con tecnecio radiactivo y cocinar hasta que la tortilla esté bien hecha...” No es una receta de un libro de cocina alienígena, sino del manual de una prueba médica. Una prueba que se utiliza para diagnosticar trastornos digestivos relacionados con el tiempo que permanece la comida en el estómago. Esto se puede medir fácilmente al tomar un alimento radiactivo, ya que al detectar la radiación se puede saber cuánto queda aún en el estómago.

La prueba se llama “vaciado gástrico” y el ingrediente poco habitual de la tortilla es tecnecio radiactivo. Este elemento es de los más usados para pruebas diagnósticas porque tiene una característica muy importante: se desintegra rápidamente. En un día el paciente lo habrá eliminado casi del todo, lo que hace que la radiación a la que se expone sea baja.

La radiactividad no se usa sólo para diagnosticar, sino también para tratar. En el caso de pacientes con cáncer de tiroides, se les da a beber yodo radiactivo. A nuestra glándula tiroides le encanta el yodo y lo absorbe rápidamente. Esto lo hace perfecto para tratar esta enfermedad: la radiación se concentra en la glándula y la destruye, mientras que apenas afecta al resto del cuerpo.



Los comienzos de la medicina nuclear

Paris, 1934, Laboratorio de los Joliot-Curie

Irène Joliot-Curie (hija de Marie Curie) y su marido Frédéric acaban de realizar el sueño de todo alquimista: convertir un elemento en otro. Han descubierto que al bombardear aluminio con núcleos de helio se produce un elemento nuevo, fósforo. Y bombardeando otros elementos consiguen crear otros nuevos. Además, algunos de los nuevos elementos son radiactivos: por primera vez es posible crear radiactividad artificialmente.

Su descubrimiento no sólo les valió el Nobel al año siguiente sino que también tuvo consecuencias prácticas inmediatas. Hasta entonces, para conseguir un gramo de material radiactivo hacía falta extraerlo mediante un costoso mecanismo a partir de toneladas de materia prima. Ahora se podían conseguir materiales radiactivos de forma relativamente barata en el laboratorio.

Berkeley, 1936, Laboratorio de Radiación de la Universidad de California

Al otro lado del océano el físico Ernest Lawrence acaba de inventar un nuevo tipo de acelerador de partículas, el ciclotrón. Con él se conseguía acelerar partículas a energías muy altas con las que se bombardean distintos materiales para producir nuevos elementos radiactivos. Esto le valdría el Nobel en 1939.

Su hermano John, médico, empieza a pensar en las posibles aplicaciones médicas de este descubrimiento. En 1936 utiliza por primera vez uno de estos nuevos elementos radiactivos para tratar a un paciente de leucemia. Ha nacido la medicina nuclear.

La mayoría de los *radiofármacos* (las sustancias radiactivas que se dan a los pacientes) se producen en ciclotrones (aceleradores de partículas) como el de la imagen.

Una inyección de antimateria

Materia y antimateria aniquilándose dentro de tu cuerpo, convirtiéndote en una fuente de radiación... Esto es lo que te sucede en una prueba de PET: si te has hecho una ya puedes decir que has conocido la antimateria muy de cerca.

Si los rayos X revolucionaron la medicina al permitir ver el interior del cuerpo humano, el PET lo hizo al permitir ver la actividad que hay en él. Algo especialmente importante para distinguir tumores, ya que las células cancerosas suelen ser mucho más activas que las normales.

¿En qué se basa una prueba PET? Las siglas corresponden a Tomografía por Emisión de Positrones. Tomografía viene del griego "tomos" (divisiones o cortes) y es la técnica de obtener imágenes por secciones, "rodaja a rodaja". Para realizar la prueba se inyecta un azúcar radiactivo que emite positrones. Cuando materia y antimateria se encuentran se aniquilan mutuamente. Y como descubrió Einstein, al hacerlo la materia se convierte en energía. Te has convertido en una fuente temporal de radiación gamma, un tipo de luz invisible muy energética.

A continuación te colocan en el escáner PET: un detector con un agujero en forma de donut por el que pasa la camilla. Por cada positrón que se destruye en tu cuerpo siempre salen dos rayos en direcciones opuestas que son detectados por el anillo que te rodea. Un ordenador usa estos datos para reconstruir la posición donde el positrón se ha aniquilado.

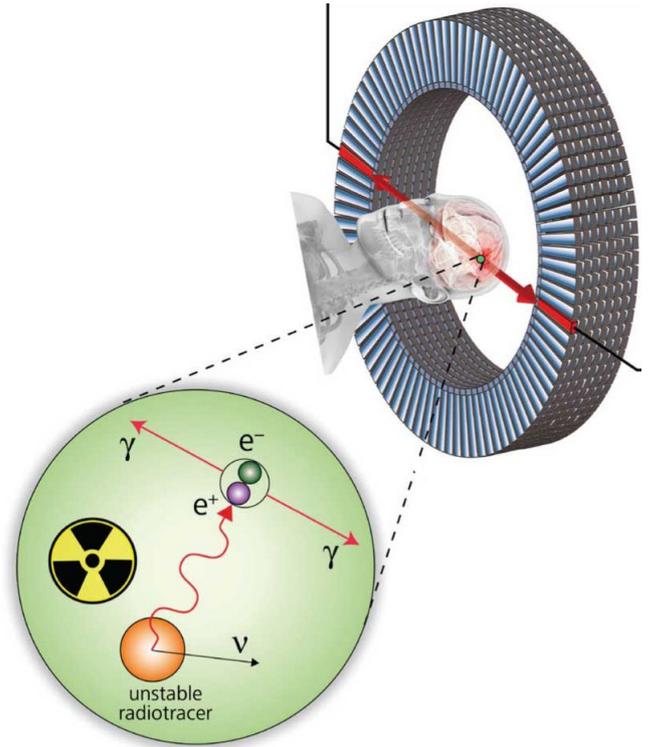
¿Para qué nos sirve ver dónde se han aniquilado? El azúcar radiactivo, como cualquier azúcar, se consume en las partes más activas de tu cuerpo. Viéndolo podemos confirmar tumores y descubrir metástasis, observar la actividad del corazón y los pulmones o estudiar el funcionamiento del cerebro y diagnosticar trastornos como el Alzheimer.

Las sustancias radiactivas que se inyectan dejan de serlo rápidamente, por lo que sólo unas horas después de la prueba apenas quedan trazas en tu cuerpo. La dosis que habrás recibido será parecida a la que recibes de forma natural durante 1 año.

TAC-PET: una combinación perfecta

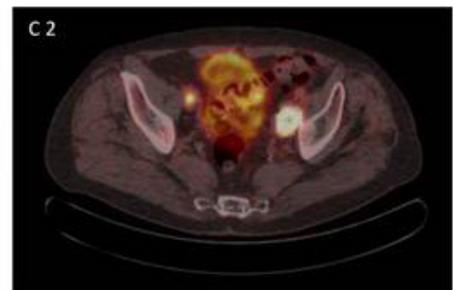
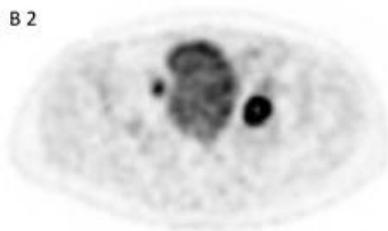
Los escáneres TAC (tomografía axial computerizada) combinan una fuente giratoria de rayos X y la técnica de tomografía para conseguir imágenes muy detalladas del cuerpo humano.

Si superponemos estas imágenes con las obtenidas en un PET tenemos la herramienta perfecta para detectar y determinar la posición exacta de un cáncer. En este caso, la dosis de radiación equivale a la recibida naturalmente en unos 5 años. Actualmente ya existen máquinas TAC-PET que combinan las dos tecnologías.



En la imagen superior se puede observar el anillo de un detector PET, en el que se detecta la radiación gamma.

En la imagen inferior izquierda vemos una imagen tomada con TAC, en la del centro una con PET y en la derecha la superposición.



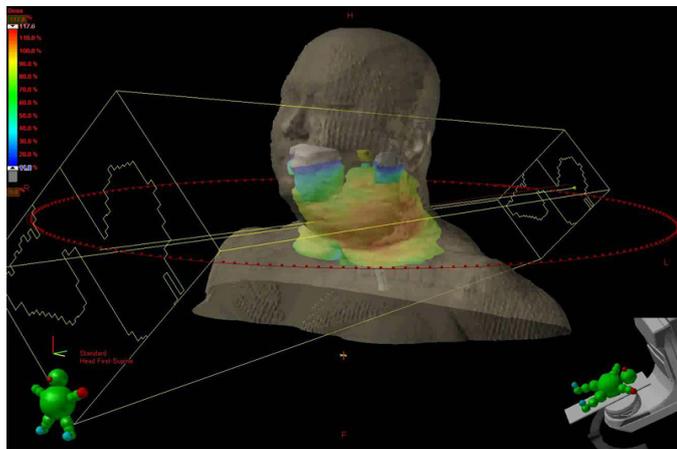
Aceleradores de partículas contra el cáncer

Puede parecer paradójico que la radiación, que puede provocar cáncer, también lo cure. Sin embargo, desde que la radioterapia se inventó hace unos 50 años, decenas de millones de personas se han beneficiado de ella. Aproximadamente la mitad de pacientes con cáncer la usa, bien por sí sola o en combinación con la quimioterapia.

Curiosamente los médicos empezaron a usarla como terapia contra el cáncer mucho antes de que se supiera que podía provocarlo. Tan sólo meses después de que Röntgen anunciara su descubrimiento de los rayos X, un médico ya los utilizó para tratar un cáncer de estómago. Durante los años siguientes, su uso se fue extendiendo especialmente para curar lesiones de la piel.

Sin embargo, en el caso de tumores internos había un grave problema. Para conseguir que los rayos X penetraran los tejidos y llegaran al tumor, la dosis de radiación tenía que ser muy alta. Tanto que producía lesiones muy graves en el tejido sano intermedio. La solución tendría que esperar varias décadas hasta el desarrollo de los aceleradores de partículas. Estos aceleradores pueden producir rayos X mil veces más energéticos que los convencionales. Como consecuencia, la radiación atraviesa el tejido sano sin apenas dañarlo hasta llegar al tumor.

Estos aceleradores se desarrollaron para estudiar los componentes más básicos de la materia. En ellos se consigue acelerar partículas a grandes energías mediante el uso de campos electromagnéticos. En el caso de los aceleradores para uso médico, estas partículas se hacen chocar contra un metal muy pesado y es entonces cuando se producen rayos X.



En la imagen superior vemos una simulación 3D de un tratamiento de radioterapia.

¿Cómo es un tratamiento de radioterapia? Antes de que comience, al paciente se le realiza una prueba de imagen (TAC, PET...) para poder determinar con exactitud la posición y alcance del tumor. Los médicos tienen en cuenta las características de cada paciente para fijar la dosis y en cuántas sesiones se dividirá. Después, los físicos ayudados de sofisticados programas de ordenador optimizarán cómo dar la dosis desde distintos ángulos y con distintas intensidades y formas del haz. El objetivo es que el máximo de la radiación llegue al tumor y que la dosis sea mínima en los tejidos sanos cercanos.

La radioterapia comenzó en la década de los 50 y desde entonces varios avances la han hecho mucho más segura y eficaz. Ya no sólo se trata con rayos X, sino también con partículas como electrones o protones. En el futuro es posible que incluso se utilicen partículas de antimateria. Actualmente un experimento estudia en el CERN cómo podría ser la radioterapia con antiprotones. Y por ahora, los resultados son prometedores. Con la antimateria se podría hacer 4 veces más daño a las células cancerosas usando la misma dosis, lo que supondría hacer mucho menos daño a los tejidos sanos. El experimento se encuentra aún en su primera fase y, si todo va bien, probablemente pasen unos cuantos años antes de que podamos ver radioterapia con antimateria en los hospitales.

¿Una extraña pareja?

Ecografías, resonancias magnéticas, electrocardiogramas, encefalogramas, braquiterapia, operaciones con láser... la lista de pruebas y terapias que tienen su base en la física es muy larga. La gran mayoría de estas técnicas se desarrollaron para entender cómo funciona la Naturaleza, desde estudiar la electricidad a buscar los componentes del átomo. Y sin embargo, muchas de ellas tuvieron casi de forma inmediata aplicaciones en la medicina. Tal vez una de las cosas más bellas de la ciencia básica es que sabemos dónde empieza una investigación, pero no dónde acaba. Una aventura apasionante que además nos enseña a salvar vidas. Física y Medicina, una no tan extraña pareja.