

## Una mirada al Primer Tomógrafo por Emisión de Positrones Argentino - ARPET

### ¿Qué es el Proyecto PET?

La *tomografía por emisión de positrones* (PET por sus siglas en inglés) es una de las *técnicas de medicina nuclear de diagnóstico por imágenes* que permite medir la actividad celular en el cuerpo de los pacientes y que no es ni molesta, ni dolorosa. El proyecto ARPET nació en 2005, en el grupo de Instrumentación y Control de CNEA, como una iniciativa de su Programa de Radioisótopos y Radiaciones y con el entusiasta apoyo del plantel del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas. El objetivo de este proyecto fue desarrollar la tecnología, diseñar y fabricar este tipo de tomógrafo en el país, para acercar sus beneficios a un gran número de personas, ya que solo pocas firmas internacionales son proveedoras de los equipos existentes y a un precio muy elevado. Su desarrollo requirió generar convenios con el Organismo Internacional de Energía Atómica para una prueba de principios del diseño y con la Universidad Tecnológica Nacional para la formación de especialistas y pasantes.



Parte del equipo de trabajo de CNEA.  
 (Fuente: Archivo CNEA)

### ¿Cómo se forma la imagen en otros tomógrafos?

La tomografía de rayos X, más familiar para nosotros, proporciona información *anatómica*. En este tipo de aparato, el paciente es posicionado entre la fuente externa (tubo de rayos X) y el detector (placa radiográfica), y la imagen se obtiene por "transparencia" del cuerpo a los rayos. Hasta aquí es lo que llamamos *radiografía*. Si se obtiene esta imagen desde varios ángulos alrededor del paciente y se digitaliza con procedimientos matemáticos (algoritmos de reconstrucción tomográfica), es posible generar una imagen tridimensional de su anatomía y es lo que llamamos *tomografía*. De forma similar, pero esta vez convirtiendo al paciente en la fuente de rayos (gamma) e interponiendo una lente (colimador de plomo) frente a un detector, es posible obtener una imagen de la distribu-



Autor **Claudio Verrastro**

Ingeniero Electromecánico -  
 Orientación Electrónica (UBA)  
 Licenciado en Ingeniería de  
 Sistemas (UBA)  
 Director del Grupo de  
 Inteligencia Artificial y Robótica  
 (UTN - FRBA)  
 Jefe de la División Sistemas  
 Digitales y Robótica (CNEA)

ción del *radiofármaco* (marcador radioactivo) en su cuerpo. A esto se lo llama *cámara gamma*. Similarmente, si obtenemos varias imágenes alrededor del paciente y usamos algoritmos de reconstrucción tomográfica para obtener una imagen tridimensional, estamos generando una *tomografía SPECT* (tomografía de fotón único, por su sigla en inglés).

### ¿Qué es el PET y para qué sirve?

El estudio PET permite medir la actividad celular en el cuerpo de los pacientes. Estas imágenes se obtienen mediante la administración endovenosa de un radiofármaco específico que marca o ilumina

el proceso metabólico que se quiere estudiar. El radiofármaco más empleado en PET es un azúcar marcado en cada molécula con un átomo de *Fluor-18* radioactivo. Se lo denomina *FDG* (Fluorodesoxiglucosa) y es de vida muy corta. El organismo metaboliza el FDG como si fuera azúcar normal, quedando capturado dentro de la célula e identificando las que consumen mucha energía como las cerebrales, las cardíacas y las que tienen alta tasa de reproducción como las cancerígenas. Las imágenes de este "azúcar radiactivo" obtenidas mediante el PET permiten diagnosticar enfermedades oncológicas (cáncer), cardíacas (isquemias) y cerebrales (Alzheimer), entre muchas otras.



**¿Cómo se forma la imagen virtual en un PET y por qué fenómeno físico?**

En el caso de la técnica de Tomografía por Emisión de Positrones, el radiofármaco administrado al paciente (FDG) es un emisor de positrones, la antipartícula del electrón. Este positrón, después de un pequeño recorrido, es aniquilado por un electrón (su antipartícula). Este fenómeno físico genera dos rayos gamma que se originan en un mismo punto, en la misma dirección pero con sentidos opuestos. Un anillo de detectores gamma dispuestos alrededor del paciente identifica los pares de rayos en coincidencia temporal; a esto se le llama *colimación electrónica*<sup>1</sup>, permitiendo dibujar una línea en el espacio llamada *Línea de Respuesta* (LOR por sus siglas en inglés). Esa colección de LORs se almacena en un archivo digital o matriz (*Sinograma*), guardando también la ubicación en el espacio donde fue detectada. El archivo con cientos de millones de LORs se procesa mediante un algoritmo de computadora de reconstrucción que redibuja esas líneas de respuesta, generando una imagen 2D llamada *corte*<sup>2</sup>. Si el paciente tiene células que consumen mucha energía, se acumulará FDG en esa región. Por lo tanto, los puntos más brillantes son los sitios donde hay actividad celular mayor a la normal (por ejemplo, un tumor) y los más oscuros corresponden a una actividad celular menor a la normal (por ejemplo, un infarto por muerte celular).

**Resumiendo**

El desarrollo del ARPET fue una actividad compleja pero satisfactoria por el producto de calidad obtenido. Cabe destacar que para dicho logro han intervenido varias disciplinas

trabajando en equipo, entre ellas, la electrónica, la física nuclear, la medicina, la computación, la robótica, la mecánica y el diseño industrial. El equipo tiene aspectos novedosos con respecto a los PET tradicionales, lo que dio lugar al otorgamiento de dos patentes de invención. Uno es por poseer *detectores* que giran alrededor del paciente, con un movimiento sincronizado con el avance de la camilla, lo que prolonga la disponibilidad del equipo. El otro es que utiliza un sistema de procesamiento distribuido que permite el envío de los datos en forma inalámbrica a la computadora. Vale la pena también comentar que la computadora, según nuestro diseño, utiliza placas gráficas de videojuegos, para acortar el tiempo de reconstrucción sin requerir de un servidor de mayor costo. El equipo obtuvo el premio Innovar, en reconocimiento a la innovación productiva nacional ya en 2012. Actualmente el ARPET se halla instalado en el Hospital de Clínicas José de San Martín, en etapa de validación por ANMAT<sup>3</sup>.

**REFERENCIAS**

- 1 La colimación electrónica es la detección de dos rayos gamma en coincidencia temporal, con una diferencia de algunos nano segundos (1 ns = un millonésimo de segundo). De esta manera, sin usar colimadores de plomo se pueden coleccionar mucha mayor cantidad de rayos gamma, lo que aumenta la sensibilidad del sistema.
- 2 Actualmente hay algoritmos de reconstrucción iterativos que no generan sombras y permiten mejorar mucho la calidad diagnóstica de las imágenes.
- 3 Es el organismo descentralizado de la Administración Pública para la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica según las normas y directivas del Ministerio de Salud y Desarrollo Social de la Nación.

**ABREVIATURAS**

- CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica
- UBA: Universidad Nacional de Buenos Aires
- UTN: Universidad Tecnológica Nacional
- FRBA: Facultad Regional Buenos Aires



**Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable**

**Comisión Nacional de Energía Atómica**

Tel: 011-4704-1485 www.cnea.gov.ar/leds

Av. del Libertador 8250 (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina

Año de edición: 2019/1º ISBN: 978-987-1323-12-8

Publicación a cargo del Dr. Daniel Pasquevich y la Lic. Stella Maris Spurio.  
Comité Asesor: Ing. Hugo Luis Corso - Ing. José Luis Aprea.  
Responsable Científico: Dr. Gustavo Durfo.  
Versión digital en www.cab.cnea.gov.ar/leds  
Los contenidos de este fascículo son de responsabilidad exclusiva del autor.