

# La física y la radioterapia

El mundo hospitalario es un entorno complejo y enriquecedor para un físico. Si bien nuestra formación como físicos está más centrada en la teoría de la física con escasa conexión con la medicina y la biología, el físico dentro de un hospital debe ser capaz de trabajar coordinadamente con otros profesionales: médicos, enfermería, técnicos en radioterapia, técnicos dosimetristas, informáticos, administración, ingenieros, gerentes y representantes... El resultado supone una experiencia enriquecedora a nivel profesional y personal.

Al comenzar a escribir estas líneas me viene a la cabeza que hace aproximadamente 120 años que se descubrieron los rayos X, y que casi hace los mismos años que empezó su andadura la radioterapia, resultando sorprendente la velocidad a la que un descubrimiento físico encontró utilidad en la sociedad.

**Roëntgen**, profesor de Física en Worzburg, estaba estudiando el paso de los electrones a través de una bobina de inducción en un tubo en el que se había hecho el vacío. Aunque la habitación estaba a oscuras y el tubo se encontraba cubierto notó que una pantalla recubierta de un material fluorescente se iluminaba al activar el tubo. Se dio cuenta de que la emisión del tubo

podía traspasar algunos objetos y que si los interponía entre el tubo y la pantalla se podía observar la sombra de estos. La sustitución de la pantalla por una película fotográfica en la que quedaría capturada la imagen fue un paso rápido, al menos cuando lo miramos con la perspectiva que da el paso del tiempo.

La medicina tal y como la conocemos sería radicalmente diferente sin esta tecnología. Por primera vez era posible contemplar el interior del cuerpo humano sin tener que abrir a una persona. Prueba de lo fascinante del asunto es que sólo un año después, en 1896, se crea un servicio de radiología en Glasgow, en el que además de obtener apasionantes imágenes médicas se inicia el diagnóstico por imagen. Los tubos de rayos X salen de los hospitales y de las salas científicas, se vuelven portátiles e incluso se convierten en atracción de los barracones de feria. Los años de la protección radiológica al paciente, profesionales y público todavía estarían por venir.

Un año después del descubrimiento de los rayos X, **Bequerel**, experimentando las

propiedades de minerales fluorescentes, descubre la radioactividad al envolver una muestra de un mineral de uranio en película radiográfica y descubrir la huella del mineral en la película. En poco tiempo el matrimonio Curie descubre otros materiales radiactivos, como el polonio y el radio. Bequerel y el matrimonio **Curie** compartirán el premio Nobel de Física de 1903, y **Marie Curie** lo volvería a ganar en 1910 en la rama de Química.

Tras la presentación en sociedad de los rayos X, **Emil Grubbé**, un estudiante de medicina de Chicago, al observar los efectos de la radiación sobre sus manos se da cuenta del potencial terapéutico de los rayos X y tiene la feliz idea de utilizarlos para el tratamiento del cáncer. En esta temprana época los tratamientos se administraban en largas sesiones únicas, en cantidades denominadas *dosiseritema* medidas según el grado de enrojecimiento de la piel. También se utilizarán pequeñas agujas de material radiactivo insertadas

en el interior del tumor, en una modalidad de tratamiento llamada *braquiterapia*. Hasta los años 30 no aparecerá el concepto de *fraccionamiento*, debido a **Regaud** y **Coutard**, y que dará lugar posteriormente al modelado radiobiológico de tumores y tejidos en el que los físicos tenemos un papel relevante.

El rango de energías que se pueden producir con los rayos X se queda corto, y tras el descubrimiento por **Livingood** y **Seaborg** del cobalto 60 se generalizan en los años 50 unas máquinas de tratamiento conocidas como *bomba de cobalto*. En esos mismos años 50, en una reunión informal, **Kaplan**, un médico de la Universidad de Stanford, escucha una conversación de unos colegas físicos, **Hanzton** y **Ginzton**, que hablan de una máquina capaz de acelerar partículas y generar rayos X de alta energía. Kaplan se da cuenta del potencial de esta máquina y tan sólo tres años más tarde aparece en los hospitales el acelerador lineal de electrones, muy parecido al que conocemos hoy en día y que continúa siendo la estrella de los servicios de radioterapia. A la par del acelerador aparece el binomio físico-médico en radioterapia, que perdurará como imprescindible y necesario hasta nuestros días.

La radioterapia moderna nace con la invención del TAC (*tomografía axial computarizada*) por **Hounsfield** y **Cormack**, con el que se obtendrán imágenes y reconstrucciones tridimensionales de alta calidad del interior del cuerpo, de su densidad electrónica, y que permitirá el desarrollo de algoritmos avanzados de cálculo de distribuciones de dosis absorbida. La generalización de la informática y la capacidad de cálculo harán el resto.

El propósito de la radioterapia es administrar una cantidad de dosis absorbida (energía por unidad de masa) de suficiente valor terapéutico al tumor a la vez que se preservan al máximo los tejidos y órganos sanos circundantes. Se trata de un problema de optimización que involucra de lleno las áreas de conocimiento del físico. El equipo humano detrás de esta modalidad de tratamiento es multidisciplinar, muy amplio y diverso. La dosis absorbida es prescrita por un Oncólogo Radioterápico teniendo en cuenta el tamaño, extensión, localización y biología del tumor. Por su parte, el especialista en Radiofísica se encarga de disponer



El acelerador original de Stanford (1953) y un acelerador lineal moderno (cortesía de Elekta).

los medios tecnológicos y cálculos necesarios para permitir la administración exacta de esa dosis de radiación, trasladando los conocimientos de la física al mundo de la medicina.

El especialista en Radiofísica en España tiene un periodo de formación muy largo. Incluye los años de la carrera, la preparación y superación de un examen de acceso nacional y un periodo de residencia (formación teórico-práctica en un hospital de referencia) para obtener el título de especialista en Radiofísica Hospitalaria. Pero los años de estudio no acabarán nunca. Una vez que se ejerce es necesario mantenerse al día en una profesión que evoluciona vertiginosamente al ritmo marcado por la tecnología y las nuevas evidencias clínicas. Pero, además, nuestro trabajo tiene una repercusión directa sobre la vida de una persona y el hecho de conocer e interactuar con esa persona en distintas etapas de su tratamiento significa una grata responsabilidad, un reconocimiento y a la vez una garantía de exigencia en la calidad del resultado.

**Alberto Pérez Rozos**