

GETERUS

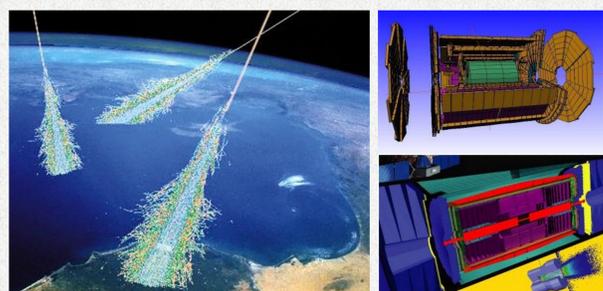
GRUPO DE ESTUDIOS DEL TRANSPORTE Y EFECTOS DE LA RADIACIÓN



Los profesores que componen el grupo de investigación GETERUS, todos ellos del Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear de la Universidad de Sevilla. De izquierda a derecha: Miguel Cortés Giraldo, José Manuel Espino Navas, María Isabel Gallardo Fuentes y José Manuel Quesada Molina.

El grupo de estudios del transporte y efectos de la radiación de la Universidad de Sevilla (GETERUS) comenzó sus actividades en 2007 a partir de la apertura de sus nuevas líneas de investigación en física médica. Inicialmente, la tarea principal consistió en el desarrollo de simulaciones del transporte de partículas a través de la materia mediante métodos de Monte Carlo, cuyos resultados eran utilizados para verificar diversos experimentos llevados a cabo en las salas de radioterapia del Hospital Universitario Virgen Macarena (Sevilla).

Para ello este grupo apostó por el código Geant4, el cual, escrito en lenguaje C++, sedujo a algunos componentes de GETERUS por ser de libre distribución y de código abierto, razón que además les ha permitido tomar parte de forma oficial en la colaboración de físicos e ingenieros que desarrollan este código por todo el mundo. El código Geant4, también conocido como *caja de herramientas* (del inglés "toolkit"), fue originalmente desarrollado para los principales experimentos de física de altas energías del Centro Europeo de Investigaciones Nucleares (CERN, Ginebra, Suiza); un ejemplo es el mediático Gran Colisionador de Hadrones (LHC). No obstante, su ámbito de aplicabilidad se ha extendido para reproducir colisiones de baja transferencia de energía al medio material a través del cual se propagan las partículas que se simulan, de manera que se ha convertido en una herramienta fiable para radioterapia y estudios de radiobiología y microdosimetría.



Ámbitos de aplicación del código Geant4. La ilustración de la izquierda es un ejemplo de propagación de radiación cósmica en la atmósfera. Las dos de la derecha muestran la fiel reproducción de los detectores ATLAS (arriba) y CMS (abajo) del experimento LHC. También se observa un aplicador de braquiterapia para cáncer en la esquina inferior derecha.

Un centro de cálculo con más de 500 ordenadores



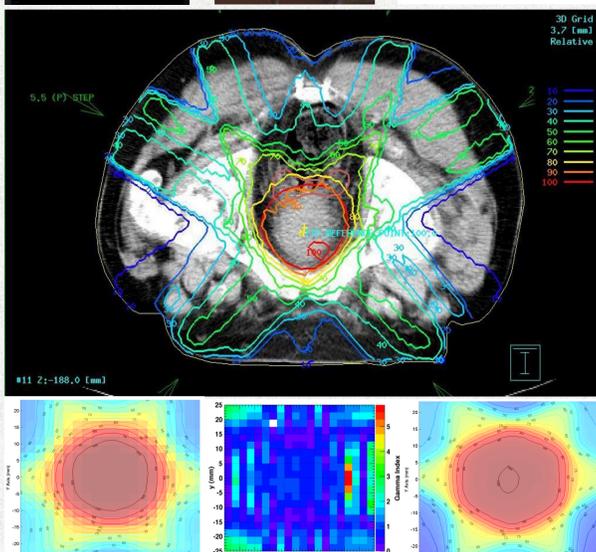
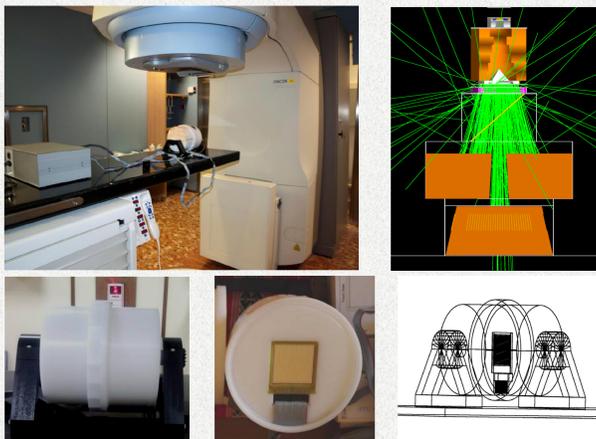
Parte del centro de cálculo FIS-ATOM de GETERUS.

Las posibilidades computacionales de GETERUS han ido aumentando de forma constante. En la actualidad, el grupo posee un centro de cálculo (llamado FIS-ATOM) compuesto por 576 procesadores de 2.6 GHz que se encuentra alojado en las instalaciones del Centro de Informática Científica de Andalucía (CICA, Sevilla).

Sistema de verificación de tratamientos complejos de radioterapia

Los profesores del grupo GETERUS han patentado un novedoso sistema de verificación de tratamientos complejos de radioterapia con fotones en colaboración con la compañía Inabensa, S.A., del Grupo Abengoa, e investigadores del Hospital Univ. Virgen Macarena y del Centro Nacional de Aceleradores (CNA, Sevilla). La principal novedad de este montaje, basado en la tecnología de detectores de silicio divididos en tiras, con respecto a otros sistemas de verificación desarrollados por otros grupos es la posibilidad de adquirir mapas de dosis en el plano axial. La dosis es una magnitud usada en radioterapia que cuantifica la energía absorbida por unidad de masa en un volumen determinado, mientras que el plano axial es el más importante de cara a la verificación de tratamientos, ya que es muy usado en planificación clínica.

Para ello, el detector se coloca dentro de un maniquí cilíndrico de polietileno que puede rotar sobre su eje de simetría y se toman varias medidas, cada una a un ángulo de rotación diferente. Posteriormente, se aplica un algoritmo matemático al conjunto de medidas realizadas que reconstruye el mapa de dosis buscado. Todas las medidas de caracterización del sistema fueron verificadas de acuerdo con simulaciones llevadas a cabo con el código Geant4.



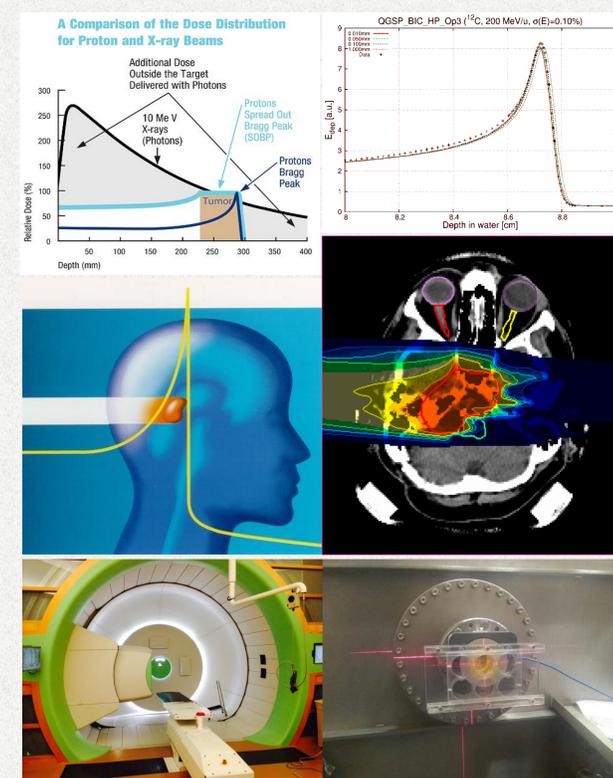
En las imágenes superiores se aprecian el montaje experimental del sistema de verificación (izqda.) y la geometría simulada del cabezal de la máquina de radioterapia (dcha.). Debajo se observan dos imágenes del maniquí cilíndrico que alberga al detector durante las medidas y un esquema del modelo geométrico simulado. Más abajo se muestra una captura de pantalla de un tratamiento de radioterapia real. Finalmente, las imágenes inferiores muestran una comparación de mapas de dosis obtenidos por el planificador clínico y mediante el sistema de verificación patentado.

Protonterapia y radiobiología

En la actualidad existe un nuevo tipo de radioterapia que se realiza con protones (*protonterapia*) e iones de carbono. Con estas partículas cargadas se consigue irradiar el tejido afectado de cáncer con una precisión mayor que la que se puede alcanzar con fotones (radioterapia convencional); por lo tanto, el tejido sano absorbe una dosis mucho menor sin afectar a la dosis absorbida por el tumor. Sin embargo, esta nueva modalidad requiere tanto una tecnología como una planificación más avanzadas, debido a que, entre otros factores, entra en juego la denominada *eficiencia radiobiológica*, que cuantifica el hecho de que la respuesta del tejido ante radiación no es sólo función de la dosis absorbida.

El grupo GETERUS trabaja en proyectos relacionados con terapia con protones desde diversos frentes. Por un lado, llevan a cabo experimentos de radiobiología en el CNA en colaboración con el Dr. Dieter Schardt (GSI, Alemania) y con investigadores de la Universidad de Granada, del Hospital Univ. San Cecilio (Granada) y del Hospital Univ. Virgen Macarena. Por otro lado, realizan estudios de microdosimetría en haces clínicos de protones en colaboración con la Universidad de Pensilvania (Filadelfia, Estados Unidos). En ambos casos, persiguen mejorar de manera significativa la estimación de la eficiencia radiobiológica de protones en células de determinados tejidos.

Asimismo, algunos componentes de GETERUS están involucrados en verificaciones del código Geant4 enfocadas en terapia con protones e iones de carbono para ajustar los modelos de transporte de estos hadrones en agua. Para ello, están utilizando medidas muy precisas llevadas a cabo también por el Dr. Schardt.



Arriba a la izqda. se muestra la diferencia cualitativa entre la irradiación de un tumor con fotones y con protones: todo el área sombreada en gris es dosis recibida en exceso con fotones. A la derecha se observa un ejemplo de verificación de dosis en profundidad calculada con Geant4 para iones de carbono en agua. Las dos figuras centrales ilustran otra ventaja de esta nueva modalidad de radioterapia: la dosis absorbida más allá del tumor es mucho menor que en radioterapia convencional. La imagen inferior izquierda muestra una de las salas de tratamiento del centro de terapia con protones de la Universidad de Pensilvania. Finalmente, a la derecha, se observa una imagen de un experimento reciente de irradiación de cultivos celulares.



Para saber más:

<http://grupo.us.es/geterus>
Miguel A. Cortés Giraldo: miancortes@us.es
José Manuel Espino Navas: espino@us.es
M^a Isabel Gallardo Fuentes: gallardo@us.es
José Manuel Quesada Molina: quesada@us.es

... o visítanos en la 6ª planta