



## Implementación y validación de herramientas de dosimetría ultrarápida para IORT

**Autora:** Paula Beatriz Ibáñez García

**Director:** José Manuel Udías Moinelo

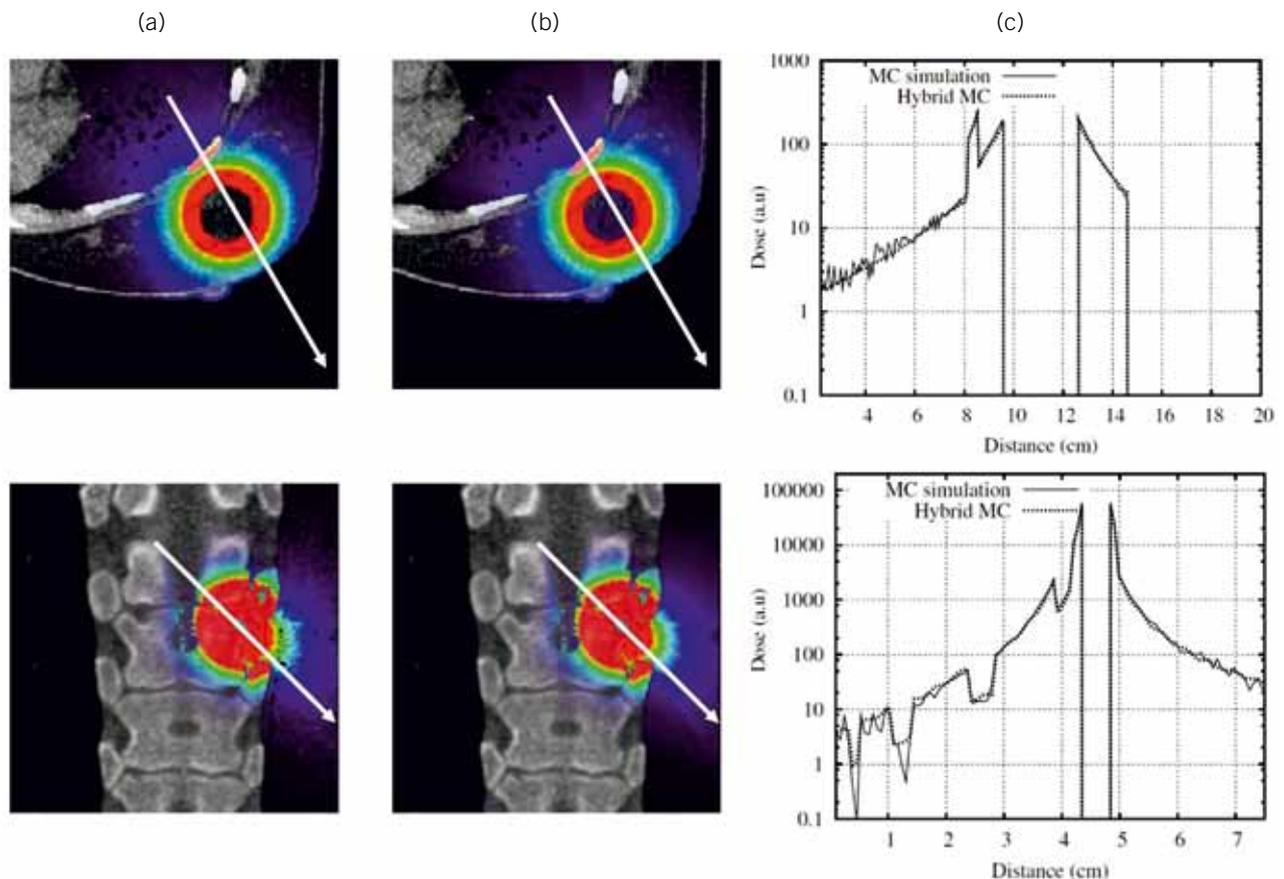
Lectura: 9 de junio de 2017. Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid.

[http://nuclear.fis.ucm.es/webgrupo\\_2014/trabajos-investigacion-grupo/Tesis/PhD-Thesis-Plbanez.pdf](http://nuclear.fis.ucm.es/webgrupo_2014/trabajos-investigacion-grupo/Tesis/PhD-Thesis-Plbanez.pdf)

La radioterapia intraoperatoria (IORT) es una modalidad de tratamiento del cáncer que combina la radioterapia con la cirugía. Consiste en irradiar directamente el lecho tumoral expuesto durante la cirugía con una dosis de radiación alta y localizada. Sin embargo, a pesar de las ventajas que ofrece esta técnica, hasta hace poco la IORT carecía de las herramientas de planificación y dosimetría que se emplean regularmente en radioterapia externa. Para remediar esa carencia,

se creó *radiance*, el primer planificador de tratamientos específicamente diseñado para IORT.

El principal objetivo de la tesis ha sido el desarrollo, implementación y validación de una herramienta de cálculo de dosis capaz de proporcionar una dosis realista para cualquier acelerador dedicado de IORT con electrones o con el sistema INTRABEAM y que pueda ser usada para planificar tratamientos dentro del quirófano durante una intervención de IORT.



**Fig. 1.** Mapas de dosis del sistema INTRABEAM obtenidos con Monte Carlo (a) y con el HMC tras el proceso de optimización de espacios de fase (b) y sus correspondientes perfiles de dosis a lo largo de la dirección indicada (c) en el caso de una simulación de un tratamiento de mama (arriba) y de un tratamiento de cifoplastia (abajo).

Esta herramienta dosimétrica se ha separado en tres fases. Primero, se ha generado una base de datos con Monte Carlo a partir de simulaciones detalladas de aceleradores de electrones y aplicadores de INTRABEAM, compuesta por espacios de fase (PHSP) monoenergéticos y perfiles de dosis en profundidad (PDD) en agua. Después, con un proceso de ajuste en el que necesitamos únicamente la PDD experimental de cada máquina, obtenemos un PHSP optimizado que reproduce la dosis experimental. Finalmente, la dosis se calcula a

partir de este PHSP, bien con una versión acelerada del código Monte Carlo DPM en el caso de trabajar con electrones, o bien con el Monte Carlo Híbrido (HMC) que se ha desarrollado en la tesis para el INTRABEAM.

Las herramientas descritas en la tesis son lo suficientemente rápidas y precisas como para poder ser usadas para planificar tratamientos con cualquier dispositivo de IORT. Tanto el proceso de optimización de espacios de fase como el HMC han sido incorporados en *radiance*.



## Evaluación de la cobertura dosimétrica tumoral en tratamientos radioterápicos de cáncer de pulmón

**Autor:** Álvaro Perales Molina

**Directores:** María Isabel Gallardo Fuentes, Miguel Antonio Cortés Giraldo, Rafael Arráns Lara

Lectura: 14 de Septiembre de 2017, Universidad de Sevilla.

<https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/64724>

El uso de técnicas radioterápicas basadas en la modulación de haces, supone un aumento de las divergencias dosimétricas encontradas entre los sistemas convencionales de planificación comercial y algoritmos de cálculo más detallados, como el método Monte Carlo, especialmente en situaciones de alta heterogeneidad de tejidos. Estas variaciones en los valores de dosis absorbida tienen una especial importancia en su distribución dosimétrica en el volumen tumoral, propiciando la posible aparición de zonas infradosificadas que conllevaría pérdidas en la probabilidad de control tumoral. Nuestro objetivo principal es conocer el origen de estas discrepancias dosimétricas entre sistemas de cálculo, y ahondar en las implicaciones clínicas que tienen lugar para casos clínicos de cáncer de pulmón. Para ello utilizaremos el código Geant4 como referencia de cálculo Monte Carlo.

Este trabajo se divide en tres partes: en primer lugar se analizan a modo de introducción los aspectos más generales del cáncer de pulmón, comentando las técnicas de radioterapia utilizadas con mayor frecuencia para su tratamiento. Seguidamente se describen los elementos involucrados en el proceso de irradiación del paciente, i. e. el acelerador lineal de electrones y el sistema de planificación comercial. Junto a ello, exponemos una breve mención de la película radiocrómica como detector a emplear en la dosimetría. Finalmente, presentamos las propiedades más relevantes del método Monte Carlo y del código Geant4.

En la segunda parte, evaluamos una serie de aplicaciones Geant4 dirigidas hacia la validación dosimétrica del modelado de los elementos del cabezal del acelerador lineal Siemens Oncor Impression Plus, instalado en el Hospital Universitario Virgen Macarena (Sevilla, España), a través de la comparativa con medidas experimentales efectuadas con cámara de ionización en agua. Junto a ello, hemos constatado las diferencias entre distribuciones de dosis calculadas en Geant4 y el sistema de planificación comercial, comparándolas con la medida con película radiocrómica en un maniquí antropomórfico. Éste incluye materiales de composición química y densidad física conocidas. Por tanto, los estudios definidos en este párrafo constituyen la sección académica de nuestro proyecto de tesis.

Para la tercera y última parte, que definimos como la parte realista del proyecto de la tesis, utilizamos imágenes DICOM para crear los modelos geométricos del maniquí y paciente a través de nuestras herramientas desarrolladas con el código Geant4. De esta forma conseguimos que exista igualdad en términos geométricos entre el sistema de planificación comercial y el método Monte Carlo. Primero, hemos analizado las divergencias dosimétricas para los cálculos, comparándolos con las medidas, en la geometría voxelizada del maniquí. A continuación, hemos realizado el mismo proceso para tratamientos reales de cáncer de pulmón. En este caso hemos evaluado asimismo las consecuencias radiobiológicas, debidas a estas discrepancias dosimétricas