

# Guía de Itinerario Formativo (GIFT) de Radiofísica Hospitalaria



**Fecha de Actualización: Junio de 2020**

**Fecha de Aprobación Comisión de Docencia: 11 Septiembre 2020**

**Dr. Luis C. Martínez Gómez**  
**Tutor de Residentes**

## ÍNDICE

<b><i>Introducción</i></b> .....	<b>3</b>
<b><i>Recursos y actividades de la Unidad Docente</i></b> .....	<b>4</b>
Instalaciones .....	4
Recursos Humanos .....	4
Actividades de Radiofísica Hospitalaria .....	5
Recursos Técnicos de la Unidad .....	7
<b><i>Programa de Formación del Especialista</i></b> .....	<b>13</b>
Programa de rotaciones .....	13
Formación del R1 .....	13
Formación del R2 .....	16
Formación del R3 .....	19
Guardias .....	23
Rotaciones Externas .....	23
Otras actividades.....	23
<b><i>SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL RESIDENTE</i></b> .....	<b>25</b>
Entrevistas personalizadas.....	25
Evaluación de las rotaciones y evaluación anual .....	25
Memoria anual de actividades .....	25
<b><i>MATERIAL DOCENTE DISPONIBLE</i></b> .....	<b>26</b>
Libros de la Especialidad .....	26
Revistas de la Especialidad .....	28

## Introducción

El Hospital Universitario 12 de Octubre ha contado en su plantilla con dos plazas de físico, adjunto y jefe de sección, desde el año 1975. Estas plazas se crearon a consecuencia de la publicación de la circular 3/73, primer documento que regulaba la protección radiológica en los centros sanitarios dependientes del Instituto Nacional de Previsión. La primera de estas plazas, la de adjunto, se cubrió en enero de 1975. Entre sus funciones estaba hacerse cargo del Centro de Lectura Dosimétrica, donde se medían y gestionaban los dosímetros personales de todos los profesionales expuestos a radiaciones ionizantes del hospital y los ambulatorios de Móstoles, Alcorcón, Getafe y Aranjuez, y dentro de Madrid desde Vallecas a la Avda. de Portugal. En el año 1977 se completa la plantilla y se integra como una sección de Física dentro del Servicio de Radioterapia, desarrollando las funciones de Radiofísica en Radioterapia. En el año 1991 se crea el Servicio de Protección Radiológica, independiente del Servicio de Oncología Radioterápica, permaneciendo en éste una Sección de Física. En el año 1997, y a consecuencia de la publicación del RD 220/1997 que regula la especialidad de Radiofísica, el Servicio de Protección Radiológica y la Sección de Física de Radioterapia pasan a denominarse Servicio de Radiofísica Hospitalaria y Sección de Radiofísica, respectivamente.

Actualmente la plantilla de Radiofísica en el Hospital está formada por diez especialistas radiofísicos, distribuidos entre el Servicio de Radiofísica Hospitalaria (cuatro) y la Sección de Radiofísica del Servicio de Oncología Radioterápica (seis). Estos especialistas prestan servicio a las instalaciones radiactivas y de rayos X del Hospital Universitario 12 de Octubre y del Hospital Universitario de Getafe, incluyendo las de sus áreas asociadas (centros de especialidades de las antiguas áreas 11 y 10, respectivamente, del IMSALUD) y las instalaciones de radiodiagnóstico dental de los Centros de Atención Primaria de las mismas áreas. Las actividades desarrolladas son las especificadas en los respectivos Programas de Garantía de Calidad de las distintas instalaciones. Además, el Servicio de Radiofísica Hospitalaria, con autorización expresa del Consejo de Seguridad Nuclear, actúa como Servicio de Protección Radiológica para todas estas instalaciones, desarrollando las atribuciones contenidas en los respectivos Programas de Protección Radiológica.

El conjunto de la plantilla constituye la Unidad Docente de Radiofísica, de reconocido prestigio dentro de la Especialidad. La primera promoción de Residentes en Radiofísica en el Hospital data del año 1994, si bien en el año 1978 hubo una convocatoria de Residentes de Programas Especiales dedicada a Facultativos no médicos (Físicos, Químicos, Matemáticos, Farmacéuticos y Psicólogos). En esta convocatoria al Servicio de Radioterapia del Hospital Universitario 12 de Octubre se le adjudicó una plaza de Físico Residente. Actualmente tiene una capacidad docente de 3 residentes, uno por año. Además, la Unidad Docente tiene capacidad para admitir rotantes externos. Los tiempos de rotación oscilan entre tres semanas y dos meses y se centran en las técnicas avanzadas que se practican en el Hospital.

## Recursos y actividades de la Unidad Docente

### *Instalaciones*

La Unidad Docente de Radiofísica Hospitalaria se ubica en dos zonas: el Servicio de Radiofísica Hospitalaria y la Sección de Radiofísica del Servicio de Oncología Radioterápica.

El Servicio de Radiofísica Hospitalaria, se encuentra situado en la planta Sótano 1 del Pabellón de Oncología. Cuenta con: un despacho del Jefe de Servicio, una sala de Radiofísicos adjuntos, una sala para residentes, una secretaría, una sala de técnicos para la medida de dosis de radiación mediante termoluminiscencia y manejo de dosímetros personales, una sala para almacenamiento de equipos de medida y archivo de historiales dosimétricos y documentación, y una sala de usos múltiples. Todo ello supone una superficie de 114 m<sup>2</sup>.

La Sección de Radiofísica del Servicio de Oncología Radioterápica se ubica en el Sótano 2 del mismo edificio y cuenta con: un despacho para el Jefe de Sección, dos despachos para los Radiofísicos adjuntos, dos salas para los sistemas de planificación de Radioterapia y una sala dedicada a almacén de instrumentación para equipos de medida. Ocupa una superficie de 110 m<sup>2</sup>.

### *Recursos Humanos*

Jefe de Servicio:	Dra. Rosa Gilarranz Moreno
Radiofísicos Adjuntos:	Dr. Pedro Adaimi Hernández Dr. Eduardo Cabello Murillo Dr. Raúl Díaz Fuentes Dr. Alejandro Ferrando Sánchez Dr. Rafael Lozano Martínez Dr. Luis Carlos Martínez Gómez Dra. Ana Milanés Gaillet Dr. Gustavo Pozo Rodríguez Dra. María José Rot San Juan
Tutor de Residentes:	Dr. Luis Carlos Martínez Gómez
Residentes de Radiofísica:	1 nuevo por año
Técnicos Especialistas:	Dña. María Fe Gabaldón Rosillo Dña. María Magdalena González Martín Dña. María José Liébana Espinosa Dña. Dolores Lizano Cano Dña. Cristina López Vicente Dña. María Isabel Parra Cuadrado

Dña. Verónica Trápaga Porrero

Personal Administrativo: Dña. Gloria Lara Parrilla

## **Actividades de Radiofísica Hospitalaria**

A continuación, se enumeran las principales actividades desarrolladas por el Servicio de Radiofísica Hospitalaria y la Sección de Radiofísica del Hospital. Son fundamentalmente las contempladas dentro de los Programas de Garantía de Calidad y Protección Radiológica de las distintas instalaciones de su ámbito de actuación y se agrupan en cuatro grandes áreas: radioterapia, radiodiagnóstico e intervencionismo, medicina nuclear y protección radiológica.

### **Área de radioterapia**

Las actividades desarrolladas en el área de radioterapia por el especialista en radiofísica son las siguientes:

- 1) Aceptación, determinación del estado de referencia inicial y programa de control de calidad de:
  - a) Equipos de tratamiento de radioterapia
  - b) Equipos de simulación de radioterapia
  - c) Fuentes radiactivas para terapia
  - d) Sistemas de planificación y cálculo
  - e) Equipos de medida de la radiación: ionométricos, de estado sólido, por termoluminiscencia y fotográficos
- 2) Dosimetría clínica en Radioterapia externa
  - a) Planificación 3D de tumores cerebrales, del área ORL, mama con y sin cadenas ganglionares, pulmón, esófago, páncreas, próstata y vesículas seminales, recto, vejiga, pelvis, sarcomas, meningiomas, glioblastomas, linfomas...etc.
  - b) Planificación de tratamientos de modulación de intensidad (IMRT)
  - c) Planificación de tratamientos de arcoterapia volumétrica (VMAT)
  - d) Planificaciones de Radiocirugía radioterapia estereotáxica fraccionada con colimador micromultilámina y conos
  - e) Planificaciones de radioterapia estereotáxica de cuerpo (SBRT) para metástasis hepáticas, pulmonares ...
  - f) Planificación de con electrones (arcoterapia de electrones y puestas directas)
- 3) Dosimetría clínica en Braquiterapia
  - a) Planificación de tratamientos de braquiterapia intersticial e intracavitaria en diferentes localizaciones (ginecológicos, mama, esófago, bronquios, piel, labios, nariz ...) con fuente de Iridio 192 de alta tasa de dosis a partir de CT y RMN.
  - b) Planificación de tratamientos de tumores de próstata con semillas de Yodo-125 a partir de reconstrucciones con sonda ecográfica.

### **Área de radiodiagnóstico e intervencionismo**

Las actividades desarrolladas en el área del radiodiagnóstico y el intervencionismo por el especialista en radiofísica son las siguientes:

- 1) Aceptación, determinación del estado de referencia inicial y programa de control de calidad de:
  - a) Equipos de radiodiagnóstico, en sus diferentes modalidades: convencionales radiográficos y fluoroscópicos, mamógrafos, equipos CT, equipos de radiografía dental, arcos quirúrgicos, equipos para radiología vascular e intervencionismo...
  - b) Equipos de medida de la radiación: ionométricos, de estado sólido, por termoluminiscencia y fotográficos
- 2) Medida de calidad de imagen en sus distintas modalidades: imagen radiográfica y fluoroscópica, imagen de mamografía, imagen CT...
- 3) Medida de indicadores de dosis en las distintas modalidades de imagen: convencional con radiografía y fluoroscopia, mamografía, CT, dental, intervencionismo ...
- 4) Dosimetría de pacientes: cálculo de dosis en órganos de riesgo en exploraciones diagnósticas y procedimientos intervencionistas

### **Área de medicina nuclear**

Las actividades desarrolladas en el área de la medicina nuclear por el especialista en radiofísica son las siguientes:

- 1) Aceptación, determinación del estado de referencia inicial y programa de control de calidad de:
  - a) Equipos de imagen de medicina nuclear: gammacámaras convencionales, equipos SPECT, equipos PET, equipos híbridos...
  - b) Sondas de captación
  - c) Contadores
  - d) Activímetros
- 2) Medida de calidad de imagen plana y tomográfica
- 3) Estudios de cuantificación mediante imagen
- 4) Dosimetría de pacientes: cálculo de dosis en órganos de riesgo en exploraciones diagnósticas
- 5) Dosimetría de pacientes en terapias con fuentes abiertas

### **Área de protección radiológica**

Las actividades desarrolladas por el radiofísico, experto en protección radiológica, son las siguientes:

- 1) Diseño y cálculo de blindajes de instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico
- 2) Asesoramiento en las adquisiciones de material y equipamiento de protección
- 3) Elaboración de normas de protección radiológica, reglamentos de funcionamiento y planes de emergencia de instalaciones radiactivas
- 4) Vigilancia de los niveles de radiación y contaminación en las zonas de trabajo y lugares accesibles al público de las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico
- 5) Gestión del sistema de dosimetría personal del personal profesionalmente expuesto
- 6) Gestión de residuos radiactivos
- 7) Control radiológico del alta de pacientes sometidos a terapias con radioisótopos
- 8) Formación del personal de las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico

- 9) Realización de las memorias preceptivas para la autorización y modificación de instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico

## **Recursos Técnicos de la Unidad**

### **Equipamiento en Radioterapia**

Los equipos y fuentes para tratamiento de radioterapia disponibles para la Unidad Docente son los correspondientes al Servicio de Oncología Radioterápica del Hospital 12 de Octubre.

- 1) Cuatro aceleradores lineales:
  - a) Acelerador Lineal Clinac iX Silhouette (VARIAN) con colimador multilámina y capacidad para realizar IMRT volumétrica. Dispone de sistema de imagen portal de silicio amorfo y *cone beam* de kilovoltaje.
  - b) Acelerador Lineal Unique (VARIAN) con colimador multilámina y capacidad para realizar IMRT volumétrica. Dispone de sistema de imagen portal de silicio amorfo. Dispone de un micromultiláminas adicional para realizar Radiocirugía y Radioterapia Exterotóxica.
  - c) Acelerador Halcyon (VARIAN) con colimador multilámina
  - d) Acelerador Primus (Siemens) con colimador multilámina y capacidad para realizar IMRT. Dispone de sistema de imagen portal fluoroscópica.

NOTA: dos unidades más, un segundo Halcyon y un acelerador Edge (VARIAN) en fase de instalación

- 2) Un equipo CT Philips Brilliance 16 BigBore con estación de trabajo para simulación virtual

NOTA: equipo de resonancia magnética en fase de instalación

- 3) Una unidad Microselectron HDR (Nucletron) con fuente de Ir-192 y diferentes aplicadores: ginecológicos, esofágicos, oftalmológicos, bronquiales y de próstata
- 4) Equipamiento para tratamientos de próstata con semillas de I-125 con guiado ecográfico
- 5) Fuente oftálmica de Sr-90

### **Equipamiento en Radiodiagnóstico e Intervencionismo**

Los equipos de rayos X de diagnóstico disponibles para la Unidad Docente se ubican en las instalaciones de radiodiagnóstico del ámbito de actuación del Servicio de Radiofísica Hospitalaria (antiguas áreas 10 y 11 del IMSALUD). El número de equipos existente cambia con relativa frecuencia, ya que se producen altas y bajas de equipos continuamente. Se incluye a continuación la relación de equipos en el momento de la redacción de esta Guía, distribuidos por tipos:

- 1) 35 equipos radiográficos convencionales
- 2) 14 equipos telemandados

- 3) 7 mamógrafos
- 4) 11 equipos CT para radiodiagnóstico
- 5) 2 equipos para litotricia
- 6) 3 densitómetros óseos
- 7) 24 equipos radiográficos portátiles
- 8) 7 equipos radiofluorográficos para radiología vascular e intervencionista
- 9) 36 arcos de quirófano
- 10) 27 dentales intraorales
- 11) 4 ortopantomógrafos

### Equipamiento en Medicina Nuclear

Los equipos de imagen disponibles para las actividades de la Unidad Docente son los del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Universitario 12 de Octubre y el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Universitario de Getafe.

- 1) 2 gammacámaras de cabezal simple Siemens Orbiter 75
- 2) 1 gammacámara de doble cabezal Philips SKY
- 3) 1 gammacámara de doble cabezal Picker Axis
- 4) 2 equipos SPECT/CT General Electric Optima NM
- 5) 2 equipos PET/CT Siemens Somatom Emotion
- 6) 1 equipo PET/CT General Electric Discovery MI

### Instrumentación de la Unidad Docente

La instrumentación con que cuenta la Unidad Docente para el control del equipamiento anterior es la siguiente:

#### Área de Radioterapia

Equipo	Fabricante y modelo
Cámaras de 0.6 cm <sup>3</sup> , planas y de otro tipo	PTW x 3 N.E. x 2
Cámaras planas	MARKUS ROOS
Detector de semiconductor de fotones	Scanditronix
Detector de semiconductor de electrones	Scanditronix
Detector de semiconductor de referencia	Scanditronix
Detector de semiconductor radiocirugía	Scanditronix
Equipo de medidas diarias	Quick Check PTW x 2 Daily QA 3 x 3

Equipo	Fabricante y modelo
Otras cámaras	PinPoint 0.06 cm <sup>3</sup> (PTW) CC13 0.13 cm <sup>3</sup> (IBA) x 2 CC04 0.04 cm <sup>3</sup> (IBA) CC01 0.01 cm <sup>3</sup> (IBA)
Electrómetros	PTW UNIDOS E MULTIDOS NE
Cámara de pozo	STANDARD IMAGING HDR-1000 x 2 TM077094 PTW
Electrómetro para cámara de pozo	STANDARD IMAGING x 2 PTW UNIDOS
Accesorios para cámara de pozo (Baja y Alta Tasa)	STANDARD IMAGING (LDR) x 2 PTW (HDR)
Fuentes de comprobación	PTW x 2
Sistema analizador de haces	BLUE PHANTOM IBA
Sistema analizador de haces	MatriXX de SCANDITRONIX
Equipos para dosimetría "in vivo" de estado sólido	PTW Multidos
Equipos de dosimetría fotográfica	Película radiocrómica, scanner para placas y programa Omnipro
Sistemas de comprobación del isocentro radiante y las características geométricas de los haces	GEOCHECK-2
Planificadores de Radioterapia externa	Eclipse VARIAN x 9
Planificador para IMRT	Eclipse VARIAN
Planificador para Radiocirugía	IPLAN (Brainlab)
Planificadores de Braquiterapia	OncentraBrachy

### Área de radiodiagnóstico

<b>Equipo</b>	<b>Fabricante y modelo</b>
Electrómetros	RADCAL 2025 RADCAL 9015 RTI DOSEGUARD 100 GAMMEX-RMI 840A
Cámaras para haz directo	RADCAL 10X5-60 RADCAL 20X5-60 RADCAL 20X5-3 RADCAL 20X5-6M RADCAL 20X5 10.3 CT
Cámaras de transmisión	PTW Diamentor RTI 70157 GAMMEX-RMI 814C
Cámaras para radiación dispersa	RADCAL 20X5-1800
Multímetros	Barracuda RTI-PMX III/CT RTI-PMX III R/M
Maniqués de coincidencia y perpendicularidad	RMI ETR-1
Maniqués de referencia para dosimetría	Cabeza RADCAL 20 CT 6

<b>Equipo</b>	<b>Fabricante y modelo</b>
Maniqués de control de calidad de la imagen	Test CDRAD para radiografía digital Test TOR(CDR) para fluoroscopia Test TOR (MAX) para mamografía Test CDMAM para mamografía digital Maniquí Philips Phantom-C para CT Maniquí Catphan 540 para CT VICTOREEN para angiografía por sustracción digital (DSA) Test de evaluación de procedimientos tomográficos Test de evaluación de fluoroscopia de bajo contraste Evaluación del movimiento de rejilla

### Área de medicina nuclear

<b>Equipo</b>	<b>Fabricante y modelo</b>
Maniquí de barras para resolución espacial	SIEMENS Orbiter Philips SKY GE Optima NM
Maniquí de resolución temporal	Diseño propio
Maniquí de tamaño de píxel	Diseño propio
Maniquí de línea para resolución espacial	Diseño propio
Maniquí de escalón para resolución espacial	Diseño propio
Maniquí de linealidad espacial/Registro de Ventana Múltiple	Diseño propio
Maniqués de control de calidad en SPECT y PET	JASZCZAK con esferas frías y calientes, NEMA Body Phantom, NEMA Scatter and Sensitivity Phantom
Fuente plana Co-57	Variable
Fuentes para control de activímetros	Variable

### Equipamiento común

Equipo	Fabricante y modelo
Detectores para vigilancia de radiación	Nardeux Babyline 81 Victoreen 450P Fluke 451B NE NM2
Detectores para vigilancia de contaminación	Berthold LB1210D Berthold LB122 Berthold LB124 Thermo Electron Corp. Mini 900 Ratemeter
Sistema de dosimetría por termoluminiscencia	Lectora Harshaw 3500 Horno EMA TLD tipo chip, rod y microcube
Sistema de dosimetría con película radiocrómica	Escáner EPSON 850 Películas radiocrómicas para RT y RD
Sensitómetro	Victoreen 07-417
Densitómetros	Victoreen 07-424 X-RITE 331
Barómetros, Termómetros, Higrómetros	Varios

## Programa de Formación del Especialista

### Programa de rotaciones

El residente realizará su formación en las cuatro áreas de actividad del especialista en radiofísica mencionadas anteriormente: Radioterapia, Radiodiagnóstico e Intervencionismo, Medicina Nuclear y Protección Radiológica.

La duración total de la formación en cada una de estas áreas de actividad, así como su distribución a lo largo de la residencia, será la siguiente:

Área	Tiempo total	Distribución de las rotaciones
Radioterapia	18 meses	12 meses R1 + 6 meses R3
Radiodiagnóstico e intervencionismo	6 meses	4 meses R2 + 2 meses R3
Medicina Nuclear	6 meses	4 meses R2 + 2 meses R3
Protección Radiológica	6 meses	4 meses R2 + 2 meses R3

Los objetivos, conocimientos teóricos que deberá adquirir y actividades prácticas que deberá realizar, distribuidos a lo largo de la residencia, se describen a continuación.

### Formación del R1

Permanecerá 12 meses en la Sección de Radiofísica Hospitalaria para su primera formación en el área de Radioterapia.

### Área de Radioterapia

El residente iniciará un periodo de formación teórica básica que le permitirá asimilar los conocimientos que le sean transmitidos por parte de los facultativos. Paralelamente, se irá incorporando poco a poco a las actividades asistenciales, de manera que vaya familiarizándose con las tareas propias del especialista en radiofísica y las ligadas a los tratamientos de los pacientes.

En un primer periodo (6 meses), el aprendizaje se centrará en la Metrología y Dosimetría de las Radiaciones en Radioterapia y el Control de Calidad en Radioterapia.

En un segundo periodo (6 meses) la formación se centrará en la Dosimetría Clínica y en el Proceso Radioterápico. Además, conocerá en profundidad las etapas del proceso radioterápico cuya responsabilidad recae en el radiofísico: la planificación y la verificación del tratamiento.

## Objetivos

- 1) Conocer los fundamentos de la medida de dosis de radiación mediante ionometría y dosimetría de estado sólido en los haces de radioterapia externa y fuentes de braquiterapia y adquirir autonomía para la calibración de haces y fuentes
- 2) Conocer los fundamentos y contenidos de los programas de control de calidad en radioterapia externa y braquiterapia y adquirir autonomía para la ejecución de todos los controles pertinentes
- 3) Conocer las estrategias estándares de tratamiento con teleterapia y braquiterapia de las diferentes patologías, así como las técnicas de simulación necesarias
- 4) Conocer los fundamentos para la realización de la dosimetría clínica de radioterapia externa y braquiterapia en tratamientos convencionales y adquirir autonomía para su realización

## Conocimientos

El residente deberá haber adquirido los siguientes conocimientos al finalizar su rotación:

- 1) Dosimetría Física en Radioterapia: bases teóricas, métodos e instrumentación empleada.
  - a) Conocerá las magnitudes radiológicas que proporcionan información sobre las características de los campos de radiación: distribución espectral, distribución direccional...
  - b) Adquirirá conocimiento exhaustivo de los mecanismos de interacción de un campo de radiación con la materia y los parámetros empleados para caracterizar esos procesos
  - c) Conocerá las magnitudes radiométricas y dosimétricas básicas
- 2) Aceleradores lineales: fundamentos de funcionamiento y soluciones tecnológicas de las diferentes marcas existentes en el mercado.
  - a) Conocerá exhaustivamente el proceso de producción de radiaciones en un acelerador lineal y sus componentes
- 3) Fuentes radiactivas encapsuladas:
  - a) Características físicas y selección. Producción.
  - b) Proyectores de fuentes de alta tasa.
- 4) Control de calidad de los aceleradores lineales: Programas de Control de Calidad.
  - a) Caracterización de haces
  - b) Conocerá exhaustivamente el documento TRS-398 de la IAEA para la determinación de dosis absorbida en radioterapia externa

- c) Conocerá exhaustivamente las pruebas de control de calidad recomendadas y las efectivamente realizadas en los aceleradores de la Unidad (Protocolo de Control de Calidad en Aceleradores para Electrones de Uso Médico de la SEFM)
- 5) Control de calidad en Braquiterapia:
  - a) Caracterización de actividad.
  - b) Verificación y control de calidad de fuentes. Hermeticidad.
  - c) Verificación y control de calidad de aplicadores y sistemas de proyección.
- 6) Radiobiología:
  - a) Fundamentos de la Radiobiología y su aplicación específica a la radioterapia.
- 7) Dosimetría clínica:
  - a) Técnicas estándares de tratamiento con radioterapia externa de las diferentes patologías. Simulación: accesorios y dispositivos. Sistemas de inmovilización.
  - b) Técnicas de tratamiento con braquiterapia de las diferentes patologías. Simulación: accesorios y dispositivos. Sistemas de inmovilización
- 8) Sistemas de Planificación
  - a) Fundamentos del cálculo de UM en aceleradores lineales
  - b) Fundamentos del cálculo de dosis y distribuciones de dosis en los sistemas de planificación de teleterapia
  - c) Fundamentos del cálculo de dosis y distribuciones de dosis en los sistemas de planificación de braquiterapia
  - d) Protocolo de Control de Calidad en Sistemas de Planificación de la SEFM.
- 9) Verificación del tratamiento
  - a) Verificación de datos. Fichas de tratamiento.
  - b) Sistemas de imagen portal
  - c) Dosimetría in vivo.
  - d) Medida de distribuciones de dosis con películas.

## Actividades

El residente deberá realizar las siguientes actividades:

- 1) Manejo de electrómetros y cámaras de ionización
- 2) Comprobación de la estabilidad de conjuntos cámara-electrómetro
- 3) Traspaso de factores de calibración desde cámaras de referencia
- 4) Medidas de perfiles y rendimientos en profundidad de haces de fotones y electrones
- 5) Medidas de calidad del haz
- 6) Medidas del factor de calibración
- 7) Planificación y ejecución de pruebas de control de calidad en aceleradores lineales
- 8) Manejo de analizadores 3D
- 9) Control de calidad en braquiterapia

- 10) Asistencia a puestas en tratamiento y ejecución de los diferentes tratamientos que se realicen en las unidades
- 11) Asistencia a simulación y toma de datos para teleterapia en las diferentes patologías
- 12) Realización de dosimetrías en los sistemas de planificación de teleterapia
- 13) Cálculo redundante de UM
- 14) Realización de controles de calidad de los sistemas de planificación de acuerdo al Programa de Control de Calidad
- 15) Realización de fichas de tratamiento y verificación de datos
- 16) Asistencia a la puesta en tratamiento en las unidades de teleterapia
- 17) Realización de verificaciones de distribución de dosis
- 18) Asistencia a simulación y toma de datos para braquiterapia en las diferentes patologías
- 19) Realización de controles de calidad de los sistemas de planificación de braquiterapia de acuerdo al Programa de Control de Calidad
- 20) Asistencia a la ejecución de los tratamientos de braquiterapia de alta tasa
- 21) Asistencia en quirófano a la implantación de fuentes de braquiterapia y planificación dosimétrica

### **Formación del R2**

Permanecerá 12 meses en el Servicio de Radiofísica Hospitalaria para su formación en el área de Radiodiagnóstico e intervencionismo (4 meses), Medicina Nuclear (4 meses) y Protección Radiológica (4 meses).

### **Área de Radiodiagnóstico e intervencionismo**

El residente se incorporará a las tareas propias del especialista en radiofísica en el campo del diagnóstico por imagen de rayos X. Concretamente, se centrará en la metrología de la radiación, el control de calidad de los equipos de RX y la protección radiológica del personal y el paciente en estas instalaciones. El residente comenzará la adquisición de conocimientos relativos al equipamiento radiológico en sus diferentes sistemas. Paralelamente, adquirirá conocimientos sobre las exploraciones más frecuentes realizadas en cada tipo de equipo y las capacidades de desempeño de los equipos en cuanto a calidad de imagen y dosis impartida.

### **Objetivos**

- 1) Conocer los fundamentos de medida de las radiaciones en las áreas de Radiodiagnóstico y la Protección Radiológica asociada y adquirir autonomía para la dosimetría y calibración de haces de rayos X de diagnóstico
- 2) Conocer los fundamentos de la medida de la calidad de imagen en radiodiagnóstico y adquirir autonomía para realizar los procedimientos de medida asociados
- 3) Conocer los fundamentos y contenidos de los Programas de Control de calidad en Radiodiagnóstico e Intervencionismo y adquirir las habilidades necesarias para ejecutar las tareas propias asociadas al especialista en radiofísica
- 4) Conocer los fundamentos y procedimientos para la evaluación de dosis a pacientes en Radiodiagnóstico y adquirir autonomía para la realización de dosimetrías

- 5) Conocer los medios y procedimientos de protección radiológica del personal de las instalaciones de radiodiagnóstico

## Conocimientos

En el área del radiodiagnóstico y la protección radiológica del trabajador y el paciente, el residente deberá adquirir los siguientes conocimientos:

- 1) Generadores de RX. Componentes y funcionamiento.
- 2) Tubos de RX. Componentes y funcionamiento.
- 3) Caracterización de un haz de RX. Parámetros radiométricos y dosimétricos.
- 4) Metrología de la radiación en rayos X. Protocolos de referencia.
- 5) Sistemas de detección y registro de la imagen latente.
- 6) Visualización de imágenes radiográficas.
- 7) Calidad imagen y su medida: resolución espacial, ruido, contraste...
- 8) Tipos de equipos de RX. Procedimientos diagnósticos más importantes.
- 9) Control de calidad de los equipos: parámetros del generador y del haz; dosimetría; calidad de imagen. Protocolos de referencia.
- 10) Dosimetría al paciente en radiodiagnóstico. Niveles de referencia.
- 11) Riesgos radiológicos asociados al radiodiagnóstico. Protección radiológica del personal y del paciente. Dispositivos de protección. Equipos de vigilancia y control de radiación. Riesgo del paciente. Efectos

## Actividades

- 1) Manejo de electrómetros y cámaras de ionización para medida de RX
- 2) Manejo de multímetros para control de calidad en equipos de RX
- 3) Comprobación de la estabilidad de conjuntos cámara-electrómetro y traspaso de factores de calibración desde cámaras de referencia
- 4) Medidas de control de calidad en equipos de RX: convencionales, mamógrafos, equipos TC, equipos para radiología vascular e intervencionismo y equipos dentales
  - a) Parámetros del generador y del haz
  - b) Pruebas geométricas
  - c) Pruebas dosimétricas
  - d) Pruebas de calidad de imagen
- 5) Realización de informes de control de calidad
- 6) Realización de informes dosimétricos de pacientes sometidos a exploraciones diagnósticas
- 7) Manejo del programa de visualización y manipulación de imágenes imageJ.

## Área de Medicina Nuclear

El residente se incorporará a las tareas propias del especialista en radiofísica en el campo de la medicina nuclear. Concretamente, se centrará en la metrología de la radiación para las fuentes empleadas, el control de calidad en los equipos diagnósticos de medicina nuclear y la protección radiológica operacional en este tipo de instalaciones. El residente comenzará la

adquisición de conocimientos relativos al equipamiento empleado en los servicios de medicina nuclear. Paralelamente, adquirirá conocimientos sobre las exploraciones más frecuentes y la dosis impartida al paciente, las técnicas de adquisición empleadas en los equipos y las capacidades de calidad de imagen en cada caso.

## Objetivos

- 1) Conocer los fundamentos de medida de las radiaciones en las áreas de la Medicina Nuclear y la Protección Radiológica asociada y adquirir autonomía para la dosimetría y calibración de fuentes
- 2) Conocer los fundamentos de la medida de la calidad de imagen en medicina nuclear y adquirir autonomía para realizar los procedimientos de medida asociados
- 3) Conocer los fundamentos y contenidos de los Programas de Control de calidad en Medicina Nuclear y adquirir las habilidades necesarias para ejecutar las tareas propias asociadas al especialista en radiofísica
- 4) Conocer los fundamentos y procedimientos para la evaluación de dosis a pacientes en Medicina Nuclear diagnóstica y adquirir autonomía para la realización de dosimetrías
- 5) Conocer los medios y procedimientos de protección radiológica del personal de las instalaciones de medicina nuclear

## Conocimientos

En el área de Medicina Nuclear y la protección radiológica del trabajador y el paciente:

- 1) Fuentes empleadas en medicina nuclear. Características y producción
- 2) Diseño, características y funcionamiento del equipamiento empleado: Activímetros, Gammacámaras, Equipos PET, Equipos híbridos, Sondas de contaje
- 3) Técnicas de adquisición de imagen. Imagen plana. Imagen tomográfica. Reconstrucción
- 4) Estudios diagnósticos más frecuentes
- 5) Procedimientos de control de calidad del equipamiento
- 6) Evaluación de calidad de imagen
- 7) Principios de dosimetría interna. Dosimetría en procedimientos diagnósticos
- 8) Terapia con fuentes abiertas. Principales técnicas.
- 9) Riesgos radiológicos asociados a la medicina nuclear. Protección radiológica del personal y del paciente. Riesgos radiológicos asociados al uso de fuentes abiertas. Dispositivos de protección. Equipos de vigilancia y control de radiación y contaminación. Gestión de residuos en ámbito hospitalario. Alta radiológica

## Actividades

- 1) Realización de los procedimientos de control de calidad establecidos para el equipamiento de medicina nuclear
- 2) Manejo del programa de visualización y manipulación de imágenes imageJ.
- 3) Análisis de calidad de imagen y cuantificación de resultados

- 4) Cálculo de dosis en órganos en procedimientos diagnósticos
- 5) Ejecución de los procedimientos de vigilancia de los niveles de radiación y contaminación en las instalaciones con fuentes abiertas
- 6) Asistencia a los procedimientos terapéuticos con fuentes abiertas y realización de las tareas propias del radiofísico
- 7) Participación en la gestión del almacén de residuos radiactivos del hospital

### **Formación del R3**

Permanecerá 6 meses en el área de Radioterapia, 2 meses en la de Radiodiagnóstico, 2 meses en la de Medicina Nuclear y 2 meses en Protección Radiológica

### **Área de radioterapia**

#### **Objetivos**

- 1) Conocer los fundamentos de la planificación de tratamientos en técnicas especiales: radiocirugía, radioterapia estereotáxica fraccionada, IMRT... y adquirir autonomía para su realización
- 2) Conocer las particularidades de la medida de dosis de radiación en los haces empleados en técnicas especiales, como la radiocirugía y adquirir autonomía para su calibración
- 3) Conocer los contenidos de los programas de control de calidad en relación con las técnicas especiales y adquirir autonomía para la ejecución de todos los controles pertinentes
- 4) Conocer los fundamentos y limitaciones de los sistemas de planificación y los protocolos de control de calidad asociados
- 5) Adquirir experiencia en la modelización de haces y máquinas de tratamiento en los planificadores

#### **Conocimientos**

- 6) Cálculo de unidades monitor
- 7) Técnicas de cálculo de distribución de dosis absorbida:
  - a) Modelos basados en medidas experimentales
  - b) Modelos de convolución. Núcleos experimentales
  - c) Modelos de convolución - superposición
- 8) Sistemas de planificación. Modelización de unidades. Limitaciones.
- 9) Control de calidad de los sistemas de planificación. Protocolos.
- 10) Dosimetría con película radiocrómica. Fundamentos. Calibración. Técnicas de análisis y comparación de distribuciones.

#### **Actividades**

- 1) Caracterización y medida de haces de radiación empleados en técnicas especiales
- 2) Planificación y ejecución de pruebas de control de calidad de equipos o dispositivos de tratamiento para técnicas especiales

- 3) Asistencia a simulación y toma de datos para tratamientos con técnicas especiales
- 4) Realización de planificaciones y dosimetrías clínicas en los sistemas de planificación de técnicas especiales
- 5) Realización de controles de calidad de los sistemas de planificación de acuerdo a los respectivos Programas de Control de Calidad
- 6) Realización de fichas de tratamiento y verificación de datos
- 7) Asistencia a puestas en tratamiento y ejecución de los diferentes tratamientos de técnicas especiales que se realicen en las unidades
- 8) Medidas de verificación de tratamientos
- 9) Realización de verificaciones de distribución de dosis con película radiocrómica
- 10) Realizar procedimientos de dosimetría in-vivo mediante TLD
- 1) Modelar unidades de tratamiento en los planificadores y verificarlas
- 2) Para una patología o localización específica asignada: realizar todas las tareas propias del especialista en radiofísica (asistencia en la simulación, diseño y realización de la planificación, optimización junto con el especialista en radioterapia, exportación del plan definitivo y puesta en tratamiento y verificación) de forma autónoma (con supervisión final del especialista en RF).

### **Área de radiodiagnóstico e intervencionismo**

La rotación se centrará en la adquisición de conocimientos y competencias propias del especialista en radiofísica en el caso de las técnicas de alta dosis: el CT y los procedimientos intervencionistas.

Además, el residente deberá adquirir plena autonomía en la realización de procedimientos en los que ya se formó en su rotación anterior, en particular, la realización de controles de calidad, redacción de informes de control de calidad de equipos y de dosis al paciente.

### **Objetivos**

- 1) Conocer los sistemas de registro de dosis en radiodiagnóstico e intervencionismo, sus posibilidades y limitaciones
- 2) Adquirir autonomía en la realización de los procedimientos de control de calidad en los que ya se formó en su rotación anterior
- 3) Adquirir autonomía en la redacción de informes de control de calidad en equipos de radiodiagnóstico

### **Contenidos**

- 1) Procedimientos intervencionistas. Definición. Servicios hospitalarios implicados. Procedimientos más comunes. Características específicas de los equipos. Control de calidad.
- 2) Dosimetría en intervencionismo. Magnitudes de interés. Indicadores. Fundamentos y técnicas de medida. Optimización de dosis.
- 3) Dosimetría en CT. Magnitudes de interés. Indicadores. Fundamentos y técnicas de medida. Optimización de dosis.
- 4) Sistemas de registro de indicadores. Posibilidades y limitaciones.

## Actividades

- 1) Gestión y evaluación de dosis al paciente en procedimientos diagnósticos de alta dosis: intervencionismo y TC mediante sistemas de registro.
- 2) Medidas de control de calidad en equipos de RX con progresiva autonomía
- 3) Calibración de indicadores de dosis en intervencionismo y CT
- 4) Realización de informes de control de calidad
- 5) Realización de informes dosimétricos de pacientes sometidos a exploraciones diagnósticas

## Área de Medicina Nuclear

La rotación se centrará en la adquisición de conocimientos y competencias propias del especialista en radiofísica en el caso de las terapias con radiofármacos.

Además, el residente deberá adquirir plena autonomía en la realización de procedimientos en los que ya se formó en su rotación anterior, en particular, la realización de controles de calidad, redacción de informes de control de calidad de equipos y de dosis al paciente.

## Objetivos

- 1) Conocer los principios, métodos y procedimientos de dosimetría interna aplicables a la terapia con radiofármacos
- 2) Diseñar, optimizar y utilizar protocolos de imagen adecuados a cada modalidad de tratamiento para la realización de dosimetrías internas
- 3) Adquirir autonomía en la realización de los procedimientos de control de calidad en los que ya se formó en su rotación anterior y en los específicamente asociados al equipamiento empleado para dosimetría interna

## Conocimientos

- 1) Cuantificación de actividad en medicina nuclear: imagen 2D. Corrección de dispersión. Corrección de atenuación. Calibración. Protocolos de imagen.
- 2) Cuantificación de actividad en medicina nuclear: imagen 3D. Corrección de dispersión. Corrección de atenuación. Otras correcciones. Calibración. Protocolos de imagen.
- 3) Dosimetría a nivel órgano. Método MIRD. Factores S. Actividad acumulada normalizada.
- 4) Cálculo de dosis con imagen 2D
- 5) Cálculo de dosis con imagen 3D
- 6) Dosimetría a nivel vóxel. Método MIRD.
- 7) Sistemas de cálculo comerciales
- 8) Procedimientos terapéuticos más comunes. Fundamentos. Indicaciones. Dosimetría.

## Actividades

- 1) Calibración de gammacámaras y sistemas SPECT para dosimetría
- 2) Realización de dosimetrías internas en tratamientos con I-131
- 3) Realización de dosimetrías internas en tratamientos con Lu177

- 4) Realización de dosimetrías internas en tratamientos con Y-90
- 5) Realización de controles de calidad del equipamiento

## Área de Protección Radiológica

La rotación se centrará en la adquisición de conocimientos y competencias en relación con la figura de Experto en Protección Radiológica y las tareas y atribuciones del Servicio de Protección Radiológica en las diferentes instalaciones.

## Objetivos

- 1) Conocer los aspectos legales en los que se enmarca la operación de las distintas instalaciones radiactivas de usos médicos y el papel y funciones del Experto en Protección Radiológica y de los Servicios de Protección Radiológica
- 2) Conocer las funciones del organismo regulador, el Consejo de Seguridad Nuclear, y las obligaciones del Servicio de Protección Radiológica frente a este
- 3) Conocer y poder desarrollar los contenidos de un programa de protección radiológica operacional de cualquiera de las instalaciones radiactivas y de rayos X de usos médicos

## Conocimientos

- 1) Servicios de Protección Radiológica. Autorización y funciones. Procedimientos de:
  - a) Clasificación de áreas
  - b) Clasificación de personal
  - c) Vigilancia de niveles de radiación y contaminación
  - d) Vigilancia dosimétrica
  - e) Control de equipos y fuentes
  - f) Gestión de residuos
- 2) Diseño de instalaciones. Cálculo de blindajes. Verificación.
- 3) Equipos de protección. Verificación.
- 4) Programas de Protección Radiológica de las Instalaciones. Evaluación de riesgos. Vigilancia y Verificación de la instalación. Reglamento de funcionamiento. Normas de Protección. Plan de Emergencia.
- 5) Autorización de Instalaciones Radiactivas: funcionamiento y modificación. Informes. Régimen de Inspección.
- 6) Registro de instalaciones de radiodiagnóstico. Certificado de Protección Radiológica. Informes. Régimen de Inspección.

## Actividades

- 1) Calcular blindajes estructurales de diferentes instalaciones radiactivas y de rayos X
- 2) Verificar blindajes de instalaciones en uso y realizar los informes preceptivos
- 3) Ejecutar los procedimientos de vigilancia de niveles de radiación y contaminación en las diferentes instalaciones
- 4) Ejecutar los procedimientos de recepción, clasificación y desclasificación de bultos con residuos radiactivos
- 5) Verificar equipos de protección personal

- 6) Verificar equipos de medida de radiación y contaminación
- 7) Realizar los informes preceptivos de las instalaciones
- 8) Asistir a las Inspecciones de las distintas instalaciones por parte del CSN

## **Guardias**

Los residentes sólo realizarán guardias de media jornada.

- 1) Como R1:
  - a) Número: 2 guardias a la semana hasta las 22:00 h.
  - b) Cometido: Realización de tareas asociadas al Programa de Control de Calidad en Radioterapia. Dosimetrías clínicas y puestas en tratamiento de radioterapia externa y braquiterapia.
- 2) Como R2:
  - a) Número: 2 guardias a la semana hasta las 22:00 h.
  - b) Cometido: Realización de tareas asociadas al Programa de Control de Calidad en Medicina Nuclear. Realización de tareas asociadas al Programa de Control de Calidad en Radioterapia. Dosimetrías clínicas y puestas en tratamiento de radioterapia externa y braquiterapia.
- 3) Como R3:
  - a) Número: 2 guardias a la semana hasta las 22:00 h.
  - b) Cometido: Realización de tareas asociadas al Programa de Control de Calidad en Radioterapia. Dosimetrías clínicas y puestas en tratamiento de radioterapia externa, braquiterapia y técnicas especiales. Realización de tareas asociadas al programa de Control de Calidad en Medicina Nuclear.

## **Rotaciones Externas**

Los residentes R3 podrán realizar rotaciones por centros externos en los que se realicen técnicas de interés que, por su componente tecnológico de última generación o por otras razones, no se realicen en nuestro Hospital. Estas rotaciones se realizarán a petición del residente y deberán ser autorizadas por la Comunidad de Madrid, solicitándose con antelación suficiente.

## **Otras actividades**

### **Sesiones del Servicio o de otros Servicios**

Las Sesiones del Servicio de Radiofísica se celebran semanalmente y en ellas se abordan temas que abarcan todos los aspectos de la especialidad. Consisten en la presentación y discusión de algún tema de interés relacionado con su desarrollo. Pueden ser de revisión bibliográfica, actualización de procedimientos, desarrollo de líneas de trabajo, presentaciones de resultados, etc.

Los residentes deberán acudir a todas ellas. Además, el tutor podrá encargar a los residentes la preparación de algunas, con contenidos que serán supervisados por algún adjunto. Ello les permite, además de contribuir a su formación teórica y práctica, adquirir experiencia en la exposición pública de contenidos técnico-científicos. Por otra parte, las sesiones fomentan

también la actualización de conocimientos y la puesta al día en todos los aspectos de la profesión de los facultativos de plantilla.

Existe un reglamento de funcionamiento y se lleva un registro de las presentaciones realizadas.

Los residentes podrán, además, acudir y participar de forma extraordinaria o programada durante un tiempo en otras sesiones de interés realizadas en el Hospital, en particular: Sesiones del Servicio de Oncología Radioterápica, Sesiones del Servicio de Medicina Nuclear, Sesiones de Radiocirugía...

### **Cursos de Formación Complementaria para Residentes del Hospital**

De los cursos de formación complementaria que se ofertan en nuestro hospital, los residentes de radiofísica asistirán a los que se relacionan a continuación:

- 1) Curso de Protección Radiológica. Obligatorio para los residentes de primer año. Tiene un total de 6 horas docentes. 1 curso al año.
- 2) Curso de Biblioteca Virtual y Bases de Datos. Para cualquier promoción de residentes. Tiene un total de 20 horas docentes. Se imparten 7 cursos al año.
- 3) Metodología de la Investigación Clínica. Para los residentes de tercer año en adelante. Tiene un total de 60 horas docentes. Se imparte 1 curso al año.

### **Cursos, Congresos y Jornadas de interés para el Residente**

El Servicio de Radiofísica del Hospital potenciará y facilitará que, durante su formación, el residente realice cursos y asista a congresos y jornadas que complementen su formación teórico-práctica en radiofísica. En particular:

- 1) *Curso Fundamentos de Física Médica.* Organizado anualmente por la Sociedad Española de Física Médica (SEFM) para los residentes en Radiofísica. La realización de este curso es obligatoria para los residentes. Se desarrolla en tres fases: una previa no presencial, una presencial (tres semanas) y una posterior no presencial.
- 2) *Otros cursos de interés.* Las sociedades científicas relacionadas con la especialidad, en particular la SEFM, la SEPR (Sociedad Española de Protección Radiológica) y la EFOMP (European Federation of Organisations for Medical Physics), disponen de una amplia oferta de cursos de interés para el especialista en formación a los cuales el residente podrá solicitar su asistencia de común acuerdo con el tutor.
- 3) *Congresos de las sociedades profesionales.* Se potenciará que el residente prepare trabajos y asista a los congresos de las sociedades profesionales relacionadas con la especialidad, en particular la SEFM, la SEPR y la EFOMP. También resultan de interés los congresos de la IRPA (International Radiation Protection Association), la ESTRO (European Society for Therapeutic Radiology Oncology), etc.
- 4) *Jornadas y sesiones organizadas por distintos organismos.* Se facilitará y potenciará que el residente asista a las numerosas jornadas con interés para la especialidad que todos los años se celebran organizadas por diferentes entidades y organismos relacionados con la especialidad, en particular el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas), el CSN (Consejo de Seguridad Nuclear), la SEFM, la SEPR, etc.

## **Formación en Docencia e Investigación**

Desde su creación, el Servicio de Radiofísica Hospitalaria y Protección Radiológica realiza una amplia labor docente en el Hospital y fuera de él orientada a diferentes colectivos: escuelas de formación de personal técnico especialista que disponen de acuerdos con el Hospital; formación de especialistas de las especialidades afines; formación en protección radiológica de residentes de otras especialidades; formación continuada en protección radiológica de personal de plantilla del hospital; colaboración en los cursos de capacitación para obtener licencias y acreditaciones para el trabajo en instalaciones radiactivas o de radiodiagnóstico, organizados en colaboración con otros hospitales o por otros organismos, etc. Desde el Servicio de Radiofísica, se potencia que los residentes participen en estos cursos, bien como profesores de clases teóricas de fundamentos de física (física de las radiaciones, interacción con la materia, medida de radiación...) bien como tutores de clases prácticas. Estas actividades contribuyen a la formación del residente para su futura faceta docente, ya que la formación continuada del personal en protección radiológica es una de las atribuciones del experto en radiofísica hospitalaria.

El residente también podrá incorporarse a las líneas de investigación y desarrollo del Servicio. Se fomentará la publicación de artículos en revistas nacionales o internacionales con el objetivo de que, antes de terminar el periodo de residencia, hayan realizado al menos una publicación en la revista de la SEFM. Además, se potenciará la participación activa del residente en el Congreso conjunto de la SEFM/SEPR con el envío de trabajos y su exposición.

## **Seguimiento y Evaluación del Residente**

### ***Entrevistas personalizadas***

Trimestralmente, cada residente tiene una entrevista con el Tutor sobre los conocimientos adquiridos y las actividades realizadas durante ese periodo, así como para el establecimiento de los objetivos y actividades para el siguiente periodo. De esta forma, el Tutor puede controlar si se han cumplido los objetivos considerados para ese periodo de tiempo o si es necesario reforzar algún aspecto concreto. Se lleva un registro de estas entrevistas y los aspectos más relevantes de la misma se recogen por escrito.

### ***Evaluación de las rotaciones y evaluación anual***

Después de cada rotación, incluyendo las posibles rotaciones externas, el responsable de la misma emitirá la correspondiente evaluación. Esta evaluación se realizará de acuerdo a los criterios y formatos establecidos por la Comisión de Docencia del Hospital. Estas evaluaciones serán utilizadas por el Tutor para realizar la evaluación anual del Residente, que también se hará de acuerdo a los criterios y formatos establecidos por la Comisión de Docencia.

### ***Memoria anual de actividades***

El residente deberá elaborar una Memoria anual obligatoria, según modelo estándar proporcionado por la Comisión de Docencia del Hospital, que será firmada por el Tutor, por el Jefe de Servicio y por el Presidente de la Comisión de Docencia. Esta Memoria se entregará a

la Comisión de Docencia el día de evaluación junto con las evaluaciones de las rotaciones y la evaluación anual del Tutor. Al finalizar su periodo de residencia, se entregarán al residente todas sus memorias anuales.

## Material Docente Disponible

### *Libros de la Especialidad*

El residente dispone, para su formación teórica, de la biblioteca del Servicio (con soporte en papel y electrónico) que incluye, entre otros, los siguientes libros:

- Radiation Physics for Medical Physicists. E.B. Podgorsak. Springer.
- Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students. Technical Editor: E.B. Podgorsak. IAEA Publications.
- Diagnostic Radiology Physics. A Handbook for Teachers and Students. Technical Editor: D.R. Dance, S. Christofides, A.D.A. Maidment, I.D. McLean, K.H. Ng. IAEA Publications.
- Nuclear Medicine Physics. A Handbook for Teachers and Students. Technical Editor: D.L. Bailey, J.L. Humm, A. Todd-Pokropek, A. van Aswegen. IAEA Publications.
- Essential Nuclear Medicine Physics. Rachel A. Powsner and Edward R. Powsner. Blackwell Publishing.
- Radiation Dosimetry. Attix, Roesch y Tochilin Academic Press.
- Fundamentos de dosimetría teórica y protección radiológica. Pedro Coll Buti: UPC Barcelona.
- The Physics of Radiation Therapy. Faiz M. Khan
- The Physics of Radiology. H.E. Johns y J.R. Cunningham. Ed.A. Thomas. Springfield U.S.A.
- The Physics of Modern Brachytherapy for Oncology. D. Baltas et al. Taylor and Francis, 2007
- Handbook of Radiotherapy Physics. Theory and Practice. Edited by P. Mayles, A. Nahum, J.C. Rosenwald, Taylor and Francis
- New Technologies in Radiation Oncology. W Schlegel, T. Bortfeld, A.L. Grosu. Springer
- Radiation Oncology A Physicist's-Eye View. M. Goitein. Springer.
- Cristensen's Introduction to the Physics of Diagnostic Radiology. Curry, Thomas y otros: ed. Lea and Febirger.
- Instrumentación Nuclear. A. Tanarro. Publicaciones JEN.
- Techniques for nuclear and particle physics experiments. W.R.Leo. Springer Verlag
- Fundamentals of Nuclear Medicine Dosimetry. Michael G. Stabin. Springer.
- Imaging Systems for Medical Diagnostics. E. Krestel. Siemens

- Medical Electron Accelerators. C. J. Karzmark, Craig S. Nunan, Eiji Tanabe. Mc Graw-Hill.
- Thermoluminescent Dosimetry. J.R. Cameron, N. Suntharalingam, G.N. Kenney. The University of Wisconsin Press.
- Intensity-modulated radiation therapy. S. Webb. IoP
- Image-Guided IMRT. T. Borfeld, R. Schmidt-Ullrich, W. De Neve, D.E. Wazer, Editors. Springer.
- Radiation Protection: a guide for scientists and Physicians. J. Shapiro. Harvard University Press.
- An introduction to Radiation Protection. Alan Martin and Samuel A. Harbison. Chapman and Hall.
- Radiobiologie et Radioprotection appliquées. R. Granier y D.J. Gambini. Editions Médicales Internationales. Paris.
- Radiation safety in Nuclear Medicine. Max H. Lombardi. CRC Press.
- Bases physiques de l'imagerie médicale. A. Desgrez, I. Idy-Perreti. Masson. 1992.
- Handbook of management of Radiation Protection Programs. Kenneth L. Miller. CRC Press.
- La détection et la visualisation des rayonnements en médecine nucléaire. J.P. Morucci, A. Lansart, J.L. Moretti, B. Danet, R. Guiraud, A. Leblanc. Masson. 1982.
- Médecine Nucléaire et Radiobiologie. Yves Bresson. Hermann Éditeurs des sciences et des arts.
- Practical Radiotherapy Planning. Ann Barret, Jane Dobbs, Stephen Morris, Tom Roques. Hodder Arnold.
- Physique et Biophysique. J. Dutreix, A. Desgrez, B. Bok, C. Chevalier. Masson & Cie. c
- Physics in Nuclear Medicine. J.A. Sorenson, M.E. Phelps.
- Quality Control in Diagnostic Imaging. Joel E. Gray, Norlin T. Winkler, John Stears, Eugene D. Frank. Aspen Publishers Inc., 1983
- Radiation Therapy Planning. Gunilla C. Bentel. Mc. Graw-Hill (1995)
- Radiographic Processing and Quality Control. William E. J McKinney.- J.B. Lippincott Company. Philadelphia. 1988. (ISBN: 0-397-50902-2)
- Radioiodination: Theory, Practice, and Biomedical Application. Mrinal K. Dewanje. Kluwer Academic Publishers. 1992. (ISBN: 0-7923-1491-3)
- Review of Radiologic Physics. Walter Huda, Richard Slone. Williams and Wilkins, 1995.
- Technological Basis of Radiation Therapy. Seymour H. Levitt, Norah duV. Tapley. Lea & Febiger, 1984
- Publicaciones ICRU (International Commission of Radiation Units)

- Publicaciones ICRP (Internation Commission on Radiation Protection)
- Publicaciones NCRP (National Council of Radiation Protection)
- Publicaciones IAEA (Internation Atomic Energy Agency)
- Publicaciones CSN (Consejo de Seguridad Nuclear)
- Publicaciones de la CE (Comisión Europea)

### ***Revistas de la Especialidad***

A través de la Bilioteca Virtual del Hospital, es posible la petición de artículos de las principales revistas propias de la especialidad o relacionadas con ella, entre las que destacan:

- Medical Physics
- Physics in Medicine and Biology
- Physica Medica. European Journal of Medical Physics
- Radiation Protection Dosimetry
- Journal of Radiological Protection
- Health Physics
- Applied Radiation and Isotopes
- International Journal of Radiation Oncology-Biology-Physics (Red Journal)
- Radiotherapy & Oncology. Journal of the European Society for Radiotherapy and Oncology (Green Journal)
- British Journal of Radiology
- European Journal of Nuclear Physics and Molecular Imaging
- Revista Española de Física Médica