

**GUIA DE**  
**FORMACION**  
**DE**  
**ESPECIALISTAS**

---

**SEPARATA:**

# **RADIOFISICA HOSPITALARIA**

---

*Programa elaborado por la Comisión Nacional de la Especialidad  
y aprobado por la Secretaría de Estado de Universidades e In-  
vestigación del Ministerio de Educación y Ciencia por Resolución  
de fecha 25 de abril de 1996.*

MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO



MINISTERIO DE EDUCACION Y CULTURA

Consejo Nacional de Especialidades Médicas

---

# RADIOFISICA HOSPITALARIA

---

## COMISION NACIONAL PROMOTORA

### *Presidenta:*

Dra. D.<sup>a</sup> María Cruz Paredes García

### *Secretario:*

Dr. D. Juan José Peña Bernal

### *Vocales:*

Dra. D.<sup>a</sup> Pilar López Franco

Dra. D.<sup>a</sup> Montserrat Ribas i Morales

Dr. D. Luis Carreras Delgado

Dr. D. Elisco Vaño Carruana

Dra. D.<sup>a</sup> Mercedes Bezares González

Dra. D.<sup>a</sup> Pilar Olivares Muñoz

Dr. D. Juan Amador Vela-Hidalgo

Dr. D. Pedro Fernández Letón

Dr. D. Manuel Fernández Bordes

---

## 1. DENOMINACION OFICIAL DE LA ESPECIALIDAD Y REQUISITOS

Radiofísica Hospitalaria.

*Duración:* 3 años.

*Licenciatura previa:*

## 2. INTRODUCCION

La Radiofísica Hospitalaria es en la actualidad una especialidad sanitaria bien desarrollada y ampliamente aceptada en el ámbito de las Ciencias de la Salud, que tiene su origen en el uso de las radiaciones en Medicina.

Las aplicaciones de las radiaciones se basan en sus interacciones con la materia y los efectos que sobre ella producen; sobre la materia inerte, tienen lugar determinadas alteraciones que son la base de la metrología radiológica; sobre la materia viva, se producen efectos biológicos que hay que conocer con detalle para que puedan ser evaluados y cuantificados con precisión.

*La necesidad de medir y valorar las radiaciones constituye la base de la Radiofísica Hospitalaria, que históricamente ha comenzado por la dosimetría en Radioterapia.*

La aplicación de las radiaciones en los exámenes y tratamientos médicos, unido a la complejidad de la tecnología utilizada, crean la necesidad de que el Sistema Sanitario cuente con especialistas que acrediten

conocimientos en Física de las Radiaciones, superiores a los que sobre esta materia tienen los profesionales tradicionalmente implicados en la Asistencia Sanitaria, lo que contribuirá a una eficiente utilización de las radiaciones en ese ámbito.

La participación de Radiofísicos Hospitalarios en el ámbito sanitario se va generalizando a medida que los equipos y fuentes de radiación se multiplican y se hacen más complejos, hasta el punto de que actualmente es necesaria una formación reglada de postgrado de estos profesionales.

Esta formación debe ser de naturaleza teórico-práctica, siendo imprescindible desarrollar los aspectos prácticos a través de un sistema de residencia en hospitales.

### 3. DEFINICION DE LA ESPECIALIDAD Y CAMPO DE ACCION

La Radiofísica Hospitalaria es la especialidad sanitaria que se ocupa de medir y valorar las radiaciones, con el fin de contribuir a la correcta planificación, aplicación e investigación de las técnicas radiológicas que la Física pone a disposición de la Medicina.

El campo de acción de la Radiofísica Hospitalaria (en adelante RH) se enmarca en la asistencia médica especializada, e impone que los especialistas tengan competencia en la medida de las radiaciones, el control de calidad de equipos e instalaciones empleados en diagnóstico y terapia por radiaciones, y en la protección radiológica de las personas afectadas por las mismas.

Las áreas de asistencia que cubre la especialidad en RH son todas aquellas que abarcan desde el diagnóstico hasta la terapia por radiaciones, sea cual sea la fuente de radiación y el procedimiento utilizado, incluyendo la protección radiológica.

### 4. OBJETIVO GENERAL DE LA FORMACION

El especialista en RH es un profesional que tras su formación universitaria en Física y su formación de postgrado a través de la residencia, es competente en todas las áreas de la especialidad.

La formación del residente se realizará mediante la adquisición de unos conocimientos comprendidos en un programa *teórico y práctico*.

*El programa teórico* incluirá los temas que le proporcionen una formación que le permita abordar cada uno de los aspectos relacionados con la Física de las Radiaciones en el campo sanitario.

Estos conocimientos se adquirirán mediante el uso de una bibliografía básica, una acción tutorial y la asistencia a congresos, cursos, seminarios, talleres, sesiones científicas, etc., dentro del propio Centro y en el exterior.

*El programa práctico* se realizará, simultáneamente al anterior, bajo la supervisión de especialistas Radiofísicos; abarcará todos los aspectos de la práctica diaria de esta especialidad de modo que el residente, al terminar su período de formación, conozca las bases físicas de las apli-

caciones terapéuticas, diagnósticas y de investigación de las radiaciones en el ámbito sanitario, así como los principios de funcionamiento de los equipos utilizados para ello y haya adquirido la experiencia suficiente para desarrollar sus funciones de forma autónoma.

Las áreas de actividad sanitaria en las que los especialistas en RH participarán y sobre las que habrán de tener conocimientos adecuados, son las siguientes:

#### TERAPIA POR RADIACIONES

- Aspectos físicos de las aplicaciones terapéuticas de las radiaciones, cualquiera que sea su origen: fuentes radiactivas y equipos generadores de radiación.
- Equipamiento asociado con la producción, uso y medida de las radiaciones.
- Programas de garantía y control de calidad de fuentes de radiación y su equipamiento asociado.
- Bases físicas de las nuevas técnicas asociadas a estas aplicaciones.

#### DIAGNOSTICO POR IMAGEN

- Aspectos físicos de las aplicaciones diagnósticas de las radiaciones.
- Equipamiento asociado con su producción, uso, medida y evaluación.
- Programas de garantía y control de calidad de los equipos de producción y medida de la radiación, así como de los sistemas de imagen.
- Bases físicas de las nuevas técnicas asociadas a estas aplicaciones.

#### OTROS USOS DE LAS RADIACIONES

- Fuentes de radiación utilizadas en laboratorios e instalaciones de investigación.
- Equipamiento asociado con su producción, uso, medida y evaluación.
- Programas de garantía y control de calidad de dicho equipamiento.

#### PROTECCION RADIOLOGICA

- Seguridad radiológica en el uso de radiaciones con fines sanitarios.
- Diseño y gestión de instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico en aspectos de Protección Radiológica.

- Equipamiento asociado a la medida de las radiaciones y destinado a la vigilancia de la seguridad radiológica.
- Programas de garantía y control de calidad de dicho equipamiento y sus aplicaciones.
- Protección radiológica de pacientes, trabajadores y público.
- Normas, recomendaciones y legislación nacional, europea e internacional en materia de Protección Radiológica.

## 5. ESTRUCTURA DE LA FORMACION

Los aspirantes a residente en Radiofísica Hospitalaria que, en principio pueden proceder de distintas Facultades de Ciencias, o Escuelas Técnicas Superiores, deben partir de una sólida formación universitaria en Física que incluya al menos las siguientes materias: Física fundamental, Física Cuántica, Física de Radiaciones, Matemáticas superiores, Física Atómica y Nuclear avanzada, Física de materiales, Físico-Química, Electricidad y Magnetismo, Electrónica, Informática y Estadística.

Durante el período de Residencia se realizará un aprendizaje tanto teórico como práctico, en las siguientes áreas:

### 5.1. FORMACION TEORICA

La formación teórica debe comprender los aspectos siguientes:

- \* Ampliación de Física de radiaciones.
- \* Metrología y Dosimetría de las radiaciones.
- \* Sistemas de medida. Técnicas e instrumentación.
- \* Fundamentos de Radiobiología.
- \* Protección Radiológica.
- \* Fundamentos de Anatomía y Fisiología Humana.
- \* Fundamentos de diagnóstico por imagen y terapia con radiaciones.
- \* Fundamentos de uso hospitalario de las radiaciones ionizantes en las instalaciones no radiológicas (laboratorios, etc.).

#### *Discusión temática*

##### *Física de radiaciones.*

Es la base de la formación científica de los radiofísicos y debe permitirles dominar el conocimiento de las radiaciones, de la estructura de la materia, y de las interacciones entre ambas.

##### *Metrología y Dosimetría de las radiaciones.*

Es imprescindible que el residente al finalizar conozca los fundamentos de la Metrología, y la teoría de la medida, ya que la dosimetría de las radiaciones en todas sus aplicaciones a la Medicina constituirá la base de su trabajo.

Al ser muchos y muy variados los sistemas de medida de las radiaciones que se usan en el medio hospitalario, las bases físicas de todos ellos deben constituir una parte esencial en la formación teórica de la especialidad, esta formación le permitirá la correcta aplicación de cualquier equipo de medición, así como la interpretación adecuada de los resultados.

*Fundamentos de Radiobiología.*

La Radiobiología es la base fisiológica de muchas de las aplicaciones de las radiaciones en Medicina. Es por tanto fundamental que el residente, a lo largo de su formación adquiera sólidos conocimientos de Radiobiología, para que pueda entender la acción de las radiaciones sobre los seres vivos, valorar los riesgos de las diferentes aplicaciones y conocer el fundamento biológico de los mismos.

*Fundamentos de Anatomía y Fisiología.*

Al acabar su formación el RH debe ser capaz de interpretar la terminología médica relacionada con su actividad e identificar las estructuras anatómicas en las modalidades de imagen que se utilicen.

Sobre Fisiología debe conocer los fundamentos básicos, así como las funciones de las órganos y sistemas más importantes.

*Fundamentos de diagnóstico por imagen y terapia de radiaciones.*

Tras su formación en esta materia, el residente de RH debe tener conocimientos sobre Anatomía Radiológica; sobre los distintos procedimientos de imagen: Radiografía, Fluoroscopia, Ultrasonidos, Tomografía computarizada y Resonancia Magnética.

Será capaz de identificar las anomalías en la calidad de las imágenes clínicas que tengan relación con el funcionamiento defectuoso de los equipos radiológicos. Asimismo tendrá conocimientos básicos de las técnicas utilizadas en Radiología Intervencionista.

Durante su formación deberá adquirir conocimientos sobre procedimientos terapéuticos y diagnósticos usados en Medicina Nuclear, mediante el uso de fuentes radiactivas no encapsuladas, así como la utilización del equipamiento asociado.

Deberá adquirir conocimientos básicos sobre Oncología que incluyan: Epidemiología, etiología, biología del cáncer, localización de tumores primarios, sus modos de diseminación y sus modalidades de tratamiento.

*Protección radiológica.*

Aparte de las bases científicas de la Protección Radiológica, que cubren un amplio espectro de temas, el Radiofísico debe, a lo largo de su formación, saber aplicar las normas legales y recomendaciones, tanto locales como nacionales e internacionales, en materia de Protección Radiológica y Seguridad Radiológicas.

## 5.2. FORMACION PRACTICA

La formación práctica se hará de forma gradual, incorporándose el residente al trabajo asistencial, bajo el control de su tutor de forma que a lo largo de la residencia vaya adquiriendo competencia y responsabilidad progresivas.

Durante el período de formación, el residente deberá haber rotado por todas las áreas de la especialidad y haber realizado por sí mismo las actividades establecidas en este programa.

Se recomienda que la distribución cuantitativa del tiempo se haga de la forma siguiente:

- \* Aplicaciones a Terapia con radiaciones *3 semestres.*
- \* Aplicaciones a Diagnóstico por imagen *2 semestres.*
- \* Protección Radiológica y otros usos de las radiaciones *1 semestre.*

En cuanto a la cronología, cada hospital decidirá en función de sus características y organización, el modo y secuencia de la formación en las distintas áreas.

La formación práctica debe capacitar al especialista para ejercer la profesión de RH en todas y cada una de las áreas de su competencia.

### 5.2.1. *Terapia con radiaciones*

#### *Equipos de tratamiento.*

- \* Selección de equipos.
  - Definición de especificaciones.
- \* Protección Radiológica.
- \* Planificación, seguimiento y realización de pruebas de aceptación, de estado y de constancia.
- \* Calibración y verificación:
  - De instrumentación y equipos de medida.
  - De equipos de tratamiento.
  - Caracterización y estudio de haces de radiación.
  - Diseño y realización de programas de garantía de calidad en los aspectos relacionado con la dosimetría.
- \* Caracterización de haces de tratamiento.
- \* Analizadores de haces: utilización y control de calidad.

*Simuladores.*

- \* Selección y definición de especificaciones.
- \* Pruebas de aceptación, de estado y constancia.
- \* Control y garantía de calidad.

*Dosimetría clínica.*

- \* Adquisición de datos.
  - Imágenes (sistemas radiográficos, CT, RM, etc...).
  - Contornos.
- \* Técnicas de simulación.
  - Posicionamiento del paciente.
  - Sistemas de inmovilización.
- \* Accesorios y dispositivos.
  - Estudio de bloques de colimación secundaria.
  - Modificadores del haz: filtros, compensadores, bolus, etc.
  - Técnicas de verificación portal.
- \* Cálculo de distribución de dosis.
  - Factores, parámetros y funciones que intervienen en el cálculo de la dosis.
  - Campos regulares e irregulares.
  - Campos fijos y terapia de movimiento.
  - Efectos por oblicuidad, inhomogeneidad, contigüedad y superposición de campos.
  - Elaboración manual de mapas de dosis.
  - Campos extensos: irradiaciones totales corporales con fotones y electrones.
  - Haces estrechos: aplicación a la radiocirugía.
- \* Planificación y cálculo por ordenador.
  - Hardware: algoritmos de cálculo.
  - Periféricos.
  - Presentación en imágenes de 2 y 3 dimensiones.
  - Transmisión de imágenes.
- \* Control de calidad.
  - Comprobaciones con imágenes portales.
  - Cálculo de fichas de tratamiento.



- Revisiones periódicas de cálculos y parámetros de tratamiento.
- Dosimetría *in vivo* (ionización, termoluminiscencia, estado sólido).

*Braquiterapia y terapia metabólica.*

- \* Fuentes radiactivas encapsuladas: Características, selección.
  - Forma, construcción.
  - Manejo, almacenamiento, protección.
  - Verificaciones:
    - Actividad.
    - Fugas.
    - Distribución de las dosis.
- \* Aplicaciones clínicas.
  - Selección de fuentes.
  - Preparación de fuentes.
  - Procedimientos de trabajo.
  - Aplicaciones manuales.
  - Aplicaciones con carga diferida.
    - Manual.
    - Automática.
  - Sistemas de baja, media y alta tasa de dosis.
  - Verificaciones y control de calidad de aplicadores y sistemas de proyección de fuentes.
- \* Planificación de tratamientos.
  - Sistemas de toma de datos.
  - Sistemas de dosimetría manual.
- \* Sistemas de dosimetría computarizada.
  - Algoritmos de cálculo.
  - Localización de fuentes.
  - Tasas de dosis.
  - Mapas de dosis.
  - Control de calidad de estos sistemas.
- \* Control y garantía de calidad de todo el proceso dosimétrico.
- \* Protección radiológica aplicable a Braquiterapia.
  - Diseño y cálculo de blindajes.
  - Estimación de riesgos radiológicos.

- Vigilancia radiológica de pacientes, profesionales y público.
- Vigilancia radiológica de zonas de riesgo.

\* Terapia metabólica.

- Diseño de instalaciones.
- Técnicas de tratamiento: selección de fuentes y actividades.
- Dosimetría. Cálculo de dosis en órganos.
- Manejo del paciente y su entorno.
- Control de la radiación y contaminación.
- Gestión de residuos.

*Otras actividades.*

- \* Técnicas alternativas o complementarias del tratamiento.
- \* Técnicas informáticas aplicables a Radioterapia.
- \* Diseño de accesorios y dispositivos.

Al finalizar la residencia el/la especialista debe estar capacitado para realizar por sí mismo las actividades reseñadas que sean propias de su competencia.

5.2.2. *Diagnóstico por imagen*

*Aplicaciones a Radiodiagnóstico*

*Sistemas de imagen.*

- \* Funcionamiento de equipos: generadores, tubos, intensificadores, reveladoras, películas, chasis, pantallas, mesas, bucky, etc...
  - Sistemas de Radiología convencional.
    - Radiografía.
    - Fluroscopia.
    - Cine.
    - Tomografía.
    - Mamografía.
  - Sistemas de Radiología digital.
  - Tomografía computarizada.
  - Sistemas alternativos de diagnóstico por imagen.
    - Ultrasonidos.
    - Resonancia Magnética.
    - Otros.

- \* Selección de equipos.
  - Definición de especificaciones.
  - Comparación de características.
  - Diseño de instalaciones.
  - Diseño de pruebas.
- \* Pruebas de aceptación de estado y de constancia.
  - Parámetros mecánicos.
  - Parámetros radiológicos.
  - Verificación de blindajes.
- \* Garantía y control de calidad.
  - Generador y tubo.
  - Sistemas de imagen.
  - Video/láser y cámaras multiformato.
  - Equipos computarizados.
  - Sistemas de transmisión de imágenes.
- \* Sistemas computarizados.
  - Hardware.
  - Software.
  - Periféricos, etc.
  - Sistemas de transmisión de imágenes.

*Dosimetría.*

- \* Técnicas de dosimetría.
  - Ionización.
  - Termoluminiscencia.
  - Dosimetría fotográfica.
- \* Medida y estimación de dosis en pacientes.
  - Parámetros de referencia.
  - Estimación de dosis.

*Otras actividades.*

- \* Desarrollo de estudios variados.
  - Técnicas de imagen.
  - Reducción de dosis.
  - Técnicas informáticas.
  - Técnicas dosimétricas.

*Aplicaciones a Medicina Nuclear*

*Equipamiento.*

Scanners, gammacámaras, contadores gamma, contadores beta, cámaras tomográficas, sistemas SPECT, sistemas computarizados de análisis, cámaras de multi imagen, procesadoras, etc...

- \* Selección y definición de especificaciones.
- \* Pruebas de aceptación, de estado y de constancia.
- \* Control y garantía de calidad.
  - Selección de fuentes de calibración.
  - Equipos de detección (pruebas *in vivo*).
  - Activímetros.
  - Contadores beta y gamma.
- \* Verificaciones periódicas.
  - Contadores de centelleo.
  - Analizadores multicanales.
  - Gammacámaras.
  - SPECT, etc.
  - Activímetros.
- \* Sistemas computarizados.
  - Hardware.
  - Software.
  - Conexiones periféricas.
  - Trasmisión de imágenes.

*Protección radiológica aplicada a Medicina Nuclear.*

- \* Vigilancia de radiación y contaminación.
  - Control de la petición y recepción de material radiactivo.
  - Gestión de residuos radiactivos.
- \* Protección.
  - Pacientes.
  - Profesionales.
  - Público.
- \* Diseño de instalaciones y cálculo de blindajes.
- \* Dosimetría de pacientes.

Al finalizar la residencia el/la especialista debe estar capacitado para realizar por sí mismo las actividades reseñadas que sean propias de su competencia.

### 5.2.3. *Protección radiológica*

*Regulaciones, recomendaciones, normas.*

- \* Recomendaciones de Organismos Internacionales (CRP, OMS, IAEA, etc.).
- \* Normas locales.
- \* Reglamentación española y europea: procedimientos de aplicación.
- \* Elaboración de documentaciones preceptivas.
- \* Organización y elaboración de programas de protección radiológica.

*Equipos de medida de la radiación y la contaminación radiactiva.*

- \* Calibración, verificaciones.
- \* Control de calidad de equipos de medida.

*Dosimetría personal.*

- \* Medida y/o control de dosis personales.
- \* Sistemas de dosimetría personal.
- \* Historiales dosimétricos.

*Estimación de riesgo radiológico.*

- \* Evaluación de riesgo radiológico en función de la actividad.
- \* Clasificación de las personas en función del riesgo profesional.
- \* Clasificación de zonas y señalización.

*Planes de emergencia.*

- \* Elaboración y/o discusión de los planes de emergencia para cualquier instalación radiactiva.
- \* Estimación de riesgos en casos de emergencias.
- \* Simulacro de emergencias.

Al finalizar la residencia el/la especialista debe ser capaz de desarrollar por sí mismo todas las actividades reseñadas que sean propias de su competencia.

## 6. OTRAS ACTIVIDADES

Además de las actividades técnicas referidas a las áreas de acción de la RH, el residente durante su formación debe participar en otras actividades complementarias que se pueden clasificar de la forma siguiente:

### VIDA HOSPITALARIA

Es muy importante que durante su residencia, aprendan a desenvolverse en el ámbito hospitalario, asimilen el lenguaje de la Medicina, se acostumbren a la relación con los pacientes, y vean el hospital como un centro de trabajo multidisciplinar, donde el paciente, que es el objetivo de toda la actividad asistencial, se vea favorecido por el trabajo en equipo y el buen entendimiento entre todos.

### DOCENCIA

Los residentes de Radiofísica, además de recibir una formación deben participar en seminarios, sesiones científicas, congresos, cursos y demás actividades docentes dentro y fuera del servicio.

Deben adquirir la capacidad de comunicación suficiente para presentar de forma adecuada los resultados de sus trabajos, impartir clases, etc. Participarán en las sesiones de formación de otros profesionales sanitarios, en aquellas materias de su competencia.

### INVESTIGACION

Es interesante que los Residentes participen en algún proyecto de investigación, y que durante este tiempo adquieran la capacidad de elaborar por sí mismos proyectos, para lo que deben estar en condiciones de:

- Definir necesidades, intereses y programas.
- Establecer prioridades.
- Gestionar ayudas.
- Establecer cronogramas, marcando los puntos de continuidad y de finalización.

### ADMINISTRACION/GESTION

El residente, al acabar su formación, debe estar capacitado para organizar y gestionar un grupo de trabajo, sección o servicio de radiofísica, y por ello debe participar en actividades de organización y gestión. Por tanto, es importante que durante su formación participe de estas actividades y adquiera competencia en:

- Diseño de instalaciones.
- Verificación de la construcción y montaje de equipos.
- Selección de equipos de terapia y diagnóstico, y sobre todo de medida.
- Asesoramiento en la compra de material de radioprotección.