



Clínica  
Universidad  
de Navarra

GUÍA FORMATIVA UD

# Radiofarmacia

FECHA REVISIÓN: 2026

TUTORA DE RESIDENTES: **Dra. Gemma Quincoces**



## Contenido

LA UNIDAD DE RADIOFARMACIA DE LA CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA .....	3
PROGRAMA DE LA ESPECIALIDAD .....	4
Denominación oficial .....	5
Introducción .....	5
Definición de la especialidad y sus competencias .....	5
Objetivos de la formación .....	6
Desarrollo de la investigación y docencia .....	7
Actividades formativas .....	7
Actividades investigadoras .....	7
ITINERARIO FORMATIVO .....	8
Acogida en la Unidad Docente .....	8
Primer año .....	8
Segundo año .....	10
Guardias .....	13
Criterios de evaluación .....	13
Contenidos específicos .....	15
Áreas de aprendizaje .....	24
Bibliografía .....	29

## LA UNIDAD DE RADIOFARMACIA DE LA CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA

La Unidad de Radiofarmacia está acreditada por el Ministerio de Sanidad para la formación de 1 residente/año.

### Responsables docentes:



Iván Peñuelas  
Director



Gemma Quincoces  
Tutora de Residentes

### Instalaciones:

La Unidad Docente de Radiofarmacia de la Clínica Universidad de Navarra, es la única en todo el territorio español con capacidad de sintetizar y aplicar más de 20 radiofármacos diferentes. Ello se debe a que dispone de un ciclotrón (acelerador de partículas) y de un laboratorio de producción y control de calidad de radiofármacos PET. Además éste laboratorio está acreditado por la Agencia Española del Medicamento (AEMPS) como laboratorio farmacéutico para llevar a cabo ensayos clínicos utilizando radiofármacos. Las instalaciones cumplen así con las condiciones GMP (Good Manufacturing Practices) o normas de correcta elaboración establecidas internacionalmente, con las que, además de producir un mayor número de radiofármacos, se mejoran las condiciones de producción de los medicamentos.

Está plenamente integrada en el Servicio de Medicina Nuclear, lo que conlleva trabajar en un ambiente multidisciplinar, formado por médicos, enfermeras, farmacéuticos, físicos, técnicos, auxiliares...





Más información sobre la Unidad y sus profesionales en <https://www.cun.es/nuestros-profesionales/servicios-medicos/medicina-nuclear/unidad-radiofarmacia>

## PROGRAMA DE LA ESPECIALIDAD

El programa formativo de la especialidad se recoge en la [Orden SCO/2733/2007](#), de 4 de septiembre (BOE nú. 228 de 22 de septiembre).

## Denominación oficial

Radiofarmacia

Duración: 3 años

Licenciatura: Farmacia, Química, Biología o Bioquímica.

## Introducción

La Radiofarmacia es una especialidad multidisciplinar y de formación básicamente hospitalaria. Su ámbito de actuación se circunscribe, fundamentalmente, a los radiofármacos, medicamentos especiales marcados con radionucleidos. Numerosos radiofármacos exigen, antes de su dispensación y posterior administración al paciente, someterlos a un proceso previo de preparación (preparación extemporánea). La responsabilidad de esta preparación extemporánea, así como el buen uso de los medicamentos radiofármacos, es competencia exclusiva del especialista en Radiofarmacia, al igual que la preparación de radiofármacos PET, medicamentos marcados con radionucleidos emisores de positrones producidos en ciclotrones.

Las Unidades de Radiofarmacia deben cumplir los requisitos constructivos y técnicos establecidos en la normativa y estar acreditadas o autorizadas por los organismos competentes. Dichas unidades deberán establecer un programa de garantía de calidad que desarrolle los procedimientos pertinentes para que cada uno de los radiofármacos preparados cumpla las especificaciones establecidas y reúna la calidad requerida para su administración.

El Especialista en Radiofarmacia, responsable de una Unidad de Radiofarmacia deberá:

- Asegurar que el aprovisionamiento, preparación, control, documentación y conservación de los radiofármacos se realiza de acuerdo con las Normas antes citadas y con la legislación vigente.
- Establecer y firmar las instrucciones específicas de preparación y control de los radiofármacos.
- Comprobar el correcto mantenimiento de los locales y equipos utilizados en la preparación, control y conservación de los radiofármacos.
- Garantizar la calidad de los radiofármacos preparados y conservar el resultado de los controles y verificaciones realizados.

## Definición de la especialidad y sus competencias

La Radiofarmacia es la especialidad sanitaria que estudia los aspectos farmacéuticos, químicos, bioquímicos, biológicos y físicos de los radiofármacos. Asimismo, la Radiofarmacia aplica dichos conocimientos en los procesos de diseño, producción, preparación, control de calidad y dispensación de los radiofármacos, tanto en su vertiente asistencial –diagnóstica y terapéutica– como en investigación. Se responsabiliza del buen uso de los radiofármacos a través de la adecuada selección, custodia y gestión de los mismos, en aras de conseguir una óptima utilización con calidad, segura y coste-efectiva, de acuerdo con las exigencias de la buena práctica radiofarmacéutica.

La Radiofarmacia también se ocupa de la utilización de los nucleidos como trazadores así como en su empleo en procedimientos radiométricos, tanto en la práctica clínica como en la investigación.

## Objetivos de la formación

La formación del Residente tiene por objetivos generales los que se detallan a continuación, que se concretan en cada área de conocimiento en los apartados correspondientes en una serie de objetivos específicos más detallados.

En conjunto, se trata de facilitar al residente la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes que le capaciten para:

- a) Establecer criterios y desarrollar procedimientos para realizar una adecuada selección de radiofármacos, teniendo en cuenta su eficacia, seguridad, calidad y coste.
- b) Gestionar la adquisición y establecer normas para el almacenamiento y conservación de los radiofármacos con el objeto de cubrir adecuadamente las necesidades de la Unidad de Radiofarmacia y asesorar sobre la adquisición de material necesario para su propia actividad.
- c) Interpretar y verificar las prescripciones médicas.
- d) Elaborar y establecer los procedimientos necesarios para la correcta preparación de los radiofármacos.
- e) Elaborar y establecer los procedimientos necesarios para el control de calidad de los radiofármacos.
- f) Elaborar y establecer los procedimientos necesarios para el control de calidad de los aparatos de detección y medida empleados en la unidad.
- g) Aplicar las Normas de Buena Práctica Radiofarmacéutica.
- h) Disponer y facilitar la información sobre los radiofármacos que se preparan en la Unidad de Radiofarmacia.
- i) Impulsar, coordinar y participar en programas que conduzcan a un mejor conocimiento sobre los radiofármacos y que contribuyan a una utilización racional de los mismos.
- j) Llevar a cabo actividades docentes.
- k) Llevar a cabo actividades investigadoras en áreas relacionadas con su actividad profesional.
- l) Gestionar la Unidad de Radiofarmacia.
- m) Establecer relaciones con los órganos directivos del centro sanitario en el que está ubicada la Unidad de Radiofarmacia y formar parte de las comisiones en las que sus conocimientos y experiencia sean necesarios o de utilidad, así como, establecer vías de comunicación con otros profesionales sanitarios.
- n) Establecer un programa de gestión de calidad de la Unidad y participar en programas de garantía de calidad asistencial y gerencial en los que su competencia pueda ser de utilidad.
- o) Conocer la normativa legal de aplicación a los medicamentos en general y a los radiofármacos en particular, desde el punto de vista de su producción, preparación, control, gestión, autorización, registro, etc.
- p) Conocer y aplicar las normas sobre Protección Radiológica referentes a la Unidad de Radiofarmacia.
- q) Participar en los programas de farmacovigilancia.

A la formación especializada en Radiofarmacia acceden licenciados de diferentes áreas de conocimiento, por lo que se requiere una estrategia diferencial en su formación. El presente programa pretende como resultado final unos especialistas en Radiofarmacia con una formación homogénea, independientemente de su origen.

## Desarrollo de la investigación y docencia

### Actividades formativas

#### Actitudes a desarrollar

El residente de Radiofarmacia debe ser consciente de que las actividades formativas son esenciales tanto en su período de formación como en su posterior actividad profesional.

#### Conocimientos a adquirir

El residente de Radiofarmacia deberá conocer:

- a) Las vías de acceso a la información que precise para satisfacer sus propias necesidades de formación.
- b) Cómo estructurar y llevar a cabo actividades docentes.
- c) Técnicas de comunicación y métodos de expresión aplicables a la docencia.

#### Actividades de aprendizaje

El residente de Radiofarmacia deberá participar en aquellas actividades de formación, organizadas en el propio centro sanitario o en otros centros, encaminadas a su capacitación profesional.

Posibilidad de asistencia a cursos y a congresos y reuniones científicas en función de los trabajos realizados.

### Actividades investigadoras

#### Actitudes a desarrollar

El residente de Radiofarmacia debe ser consciente de la importancia que tiene la investigación en el campo de su especialidad para el progreso de la Radiofarmacia y disciplinas relacionadas.

#### Conocimientos a adquirir

El residente de Radiofarmacia deberá conocer:

- a) Los principios generales del método científico.
- b) Los diferentes tipos de investigación.
- c) Las condiciones necesarias para desarrollar los métodos de investigación.
- d) Las posibilidades que existen de obtener las condiciones precisas para realizar la investigación.
- e) Los métodos bioestadísticos que se pueden aplicar en el tratamiento de los resultados obtenidos.
- f) Los métodos de publicación y exposición de los trabajos científicos.

**Actividades de aprendizaje**

El residente de Radiofarmacia deberá:

- a) Participar en alguna de las líneas de investigación que se desarrollen en la Unidad de Radiofarmacia, o en las que la Unidad de Radiofarmacia participe.
- b) Participar en la publicación de artículos o comunicaciones en alguna revista o congreso científico.

**ITINERARIO FORMATIVO****Acogida en la Unidad Docente**

El día de su incorporación se asignará un tutor de residentes y se le hará entrega de la Guía Formativa de la Unidad Docente. El tutor asignado será el responsable de informar al residente de:

- a) El Programa de formación del Servicio, y específicamente:
  - a. Plan de rotaciones, enfatizando los objetivos generales.
  - b. Sistema de guardias.
  - c. Programa de sesiones del servicio y la participación del residente.
  - d. Plan de investigación y publicaciones para residentes.
  - e. Plan docente.
  - f. Rotaciones externas.
- b) Estructura, normas y funcionamiento del Departamento.
- c) La localización de los protocolos de actuación existentes en cada unidad.
- d) Plan de entrevistas formativas y de evaluación.
- e) Principales herramientas informáticas en el sistema informático CUN aplicadas al Departamento.

El Tutor se encargará igualmente de dar a conocer al residente tanto las instalaciones como el personal de la Unidad Docente.

En una primera entrevista Tutor/Residente se realizará el Plan Individual de Formación del primer año de residencia, que estará incluido en el libro electrónico del residente (Docentis).

Transcurrido un mes de su incorporación se realizará una segunda entrevista para evaluar el grado de integración en el Servicio.

**Primer año****Actividad docente**

Desde su incorporación el residente entra en el turno de presentaciones de sesiones periódicas de la Unidad de Radiofarmacia, por lo que el Residente presentará una sesión aproximadamente cada tres meses. Estas sesiones corresponden a temas relacionados con las actividades desarrolladas durante este primer año de residencia como, solicitud y adquisición de radiofármacos, legislación

de medicamentos, trabajo en condiciones asépticas y preparación extemporánea y control de calidad de radiofármacos.

Además, el residente entrará también en el turno de presentaciones de sesiones periódicas del Servicio de Medicina Nuclear, por lo que presentará una sesión anual.

### Curso de Supervisor e Instalaciones Radiactivas

La finalidad de este curso es que el residente adquiera la Capacitación como Supervisor de Instalaciones Radiactivas en los términos establecidos por la legislación vigente.

### **Actividad Investigadora**

Durante el primer año el residente puede comenzar la realización de cursos de Doctorado, de acuerdo con el Tutor de Doctorado y el Tutor de Residentes.

### **Rotaciones**

#### *Rotaciones obligatorias:*

#### 1. Rotación interna en la Unidad de Radiofarmacia Convencional

La finalidad de esta rotación es que el residente adquiera conocimientos sobre solicitud y adquisición de radiofármacos, legislación de medicamentos, trabajo en condiciones asépticas y preparación extemporánea y control de calidad de radiofármacos, así como marcaje de elementos celulares con radiofármacos y preparación de radiofármacos terapéuticos.

#### 2. Rotación interna en el Servicio de Medicina Nuclear

La finalidad de esta rotación es que el residente adquiera conocimientos sobre la obtención, tratamiento e interpretación de imágenes, datos o variaciones fisiopatológicas como resultado de la administración de radiofármacos.

#### 3. Rotación por una Unidad de Radiofarmacia centralizada:

La finalidad de esta rotación es que el residente complete su formación en aspectos de la especialidad relativos a la preparación, distribución y comercialización de radiofármacos en unidades centralizadas.

#### *Rotación electiva:*

#### 1. Rotación interna por Servicio de Protección Radiológica

La finalidad de esta rotación es que el residente adquiera conocimientos de dosimetría, protección radiológica y gestión de residuos radiactivos.

## 2. Rotación por la Unidad de Investigación translacional MicroSPECT-CT

La finalidad de esta rotación es que el residente adquiera conocimientos sobre la investigación con animales, manejo del animal, utilización del tomógrafo y análisis de imágenes

### **Niveles de Responsabilidad <sup>1</sup>**

*Nivel 2:* Solicitud y adquisición de radiofármacos; legislación y gestión de medicamentos

*Nivel 2:* Preparación Extemporánea y Control de Calidad de Radiofármacos

*Nivel 3:* Rotación interna por el Servicio de Protección Radiológica

*Nivel 3:* Rotación interna por el Servicio de Medicina Nuclear

*Nivel 2:* Trabajo en condiciones asépticas

## **Segundo año**

### **Actividad docente**

Continúan con las sesiones periódicas impartidas de las actividades desarrolladas durante el segundo año.

Posibilidad de colaborar en el Curso Teórico-Práctico PET impartido por el Servicio de Medicina Nuclear. Su colaboración sería impartiendo una clase teórica y una práctica.

### **Actividad Investigadora**

Continuación con el programa de Doctorado, de acuerdo con el Tutor de Doctorado y el Tutor de Residentes.

Trabajo en la elaboración de un proyecto de tesis y/o trabajos de investigación en áreas de interés, así como en comunicaciones y/o publicaciones relacionadas.

Posibilidad de asistencia a congresos y reuniones científicas en función de los trabajos realizados.

---

<sup>1</sup> **Nivel de supervisión 1 (bajo):** actividades realizadas directamente sin necesidad de tutorización directa. Ejecuta y después informa. Para alcanzar este nivel el residente deberá haber adquirido un nivel de competencia que le permita realizar actividades de manera independiente.

**Nivel de supervisión 2 (intermedio):** actividades realizadas directamente bajo supervisión del tutor o personal sanitario del Centro/Servicio. El residente tiene un extenso conocimiento pero no alcanza la suficiente experiencia para llevar a cabo un tratamiento completo de forma independiente (experiencia y conocimientos).

**Nivel de supervisión 3 (alto):** actividades realizadas por personal sanitario del Centro/Servicio y observadas/asistidas en su ejecución por el especialista en formación. El residente ha visto o ha asistido a determinadas situaciones pero sólo tiene un conocimiento teórico (conocimientos).

## Rotaciones

### *Rotaciones obligatorias:*

#### 1. Rotación interna en el laboratorio PET GMP

La finalidad de esta rotación es que el residente adquiera conocimientos sobre solicitud y adquisición de radiofármacos PET, síntesis y control de calidad de radiofármacos marcados con fluor-18, carbono-11 y galio-68. Utilización de ciclotrón y de los diferentes sistemas automatizados para la obtención de los distintos radiofármacos que se sintetizan en el laboratorio.

#### 2. Rotación externa por laboratorio PET centralizado

La finalidad de esta rotación es que el residente adquiera conocimientos relativos a la preparación de radiofármacos PET en un entorno comercial, por lo que dicha rotación se llevará a cabo en un laboratorio farmacéutico en el que dichas actividades se lleven a cabo.

#### 3. Rotación interna en el Servicio de Medicina Nuclear (parte PET)

La finalidad de esta rotación es que el residente adquiera conocimientos sobre la obtención, tratamiento e interpretación de imágenes, datos o variaciones fisiopatológicas como resultado de la administración de radiofármacos PET.

### *Rotaciones electivas:*

#### 1. Rotación interna por Farmacia Hospitalaria

La finalidad de esta rotación es que el residente adquiera conocimientos relativos a la gestión de medicamentos aplicables posteriormente a la Radiofarmacia.

#### 2. Rotación interna por Microbiología

La finalidad de esta rotación es que el residente adquiera conocimientos sobre el funcionamiento del Servicio de Microbiología en la parte correspondiente al procesado de muestras procedentes de la monitorización microbiológica de los diferentes espacios, equipos, personal etc de la Unidad de Radiofarmacia.

#### 3. Rotación interna en centro de investigación MicroPET

La finalidad de esta rotación es que el residente adquiera conocimientos sobre la investigación con animales, manejo del animal, utilización del tomógrafo y análisis de imágenes

## Niveles de Responsabilidad

*Nivel 1:* Preparación Extemporánea y Control de Calidad de Radiofármacos

*Nivel 2:* Marcajes de elementos celulares de la sangre y control de calidad de los mismos; técnicas "in vivo-in vitro" y diagnóstico por imagen

*Nivel 3:* Rotación interna por Farmacia Hospitalaria

*Nivel 3:* Rotaciones externas

*Nivel 2:* Síntesis de radiofármacos emisores de positrones y su control de calidad

Tercer año

### **Actividad docente**

Continúan con las sesiones periódicas impartidas de las actividades desarrolladas durante el tercer año.

Participación en el Curso Teórico-Práctico PET.

### **Actividad Investigadora**

Continuación con el programa de Doctorado, de acuerdo con el Tutor de Doctorado y el Tutor de Residentes.

Trabajo en la elaboración de un proyecto de tesis y/o trabajos de investigación en áreas de interés, así como en comunicaciones y/o publicaciones relacionadas.

Posibilidad de asistencia a congresos y reuniones científicas en función de los trabajos realizados.

### **Rotaciones**

*Rotaciones obligatorias:*

#### 1. Rotación interna en el laboratorio PET GMP

La finalidad de esta rotación es que el residente siga adquiriendo conocimientos sobre la síntesis y control de calidad de radiofármacos PET y que se forme en el mantenimiento del Sistema de Garantía de Calidad (Realización de auditorías, Registro de incidencias, Gestión del Sistema documental etc) en las diferentes herramientas de medida y en el conocimiento profundo de las Normas de Correcta Fabricación.

#### 2. Rotación externa por laboratorio PET comercial

La finalidad de esta rotación es que el residente adquiera conocimientos relativos a la preparación de radiofármacos PET en un entorno comercial, por lo que dicha rotación se llevará a cabo en un laboratorio farmacéutico en el que dichas actividades se lleven a cabo.

*Rotación electiva:*

#### 1. Rotación externa en centro relacionado con la preparación de radiofármacos terapéuticos avanzados

La finalidad de esta rotación es que el residente adquiera conocimientos sobre la preparación y control de calidad de radiofármacos terapéuticos biológicos

### Niveles de Responsabilidad

*Nivel 1:* Síntesis de radiofármacos emisores de positrones y su control de calidad

*Nivel 3:* Rotación interna por Medicina Nuclear PET

*Nivel 3:* Rotación interna por Unidad de Investigación MicroPET

*Nivel 3:* Rotación externa en centro relacionado con la preparación de radiofármacos terapéuticos avanzados

### Guardias

Los residentes llevarán a cabo guardias localizadas. Las semanas de las guardias por mes, dependerá del número de residentes que disponga la Unidad, ya que se irán alternando con cada uno de ellos.

### Criterios de evaluación

#### Evaluación de las rotaciones

Los ítems evaluados se dividen en:

Conocimientos y habilidades:

- Conocimientos adquiridos
- Razonamiento/Valoración del problema
- Capacidad para tomar decisiones
- Habilidades
- Uso racional de recursos

Actitudes:

- Motivación
- Puntualidad/Asistencia
- Trabajo en equipo
- Valores éticos y profesionales

Cada ítem se evaluará de 0 a 10, de acuerdo a la siguiente escala:

1-2 Muy insuficiente: Lejos de alcanzar los objetivos de la rotación. Deben indicarse áreas de mejora en el apartado correspondiente

3-4 Insuficiente: No alcanza todos los objetivos de la rotación, pero podrán alcanzarse con un periodo complementario de formación. Deben proponerse áreas de mejora en el apartado correspondiente y sugerir la duración del periodo complementario

5 Suficiente: Alcanza los objetivos de la rotación.

6-7 Bueno: Alcanza los objetivos de la rotación, demostrando un nivel superior en alguno de ellos.

8-9 Muy bueno: Domina todos los objetivos de la rotación

10 Excelente: Muy alto nivel de desempeño respecto a los objetivos de la rotación.

Solo alcanzan esta calificación un número limitado de residentes. Se valorará de acuerdo con la experiencia del colaborador docente con los resultados de la promoción o con otras promociones anteriores de residentes, calificados como muy bueno.

NA No se aplica de acuerdo a los objetivos planteados

### **Evaluación anual**

La Evaluación anual se divide en tres apartados:

- a) Rotaciones: Media ponderada de las evaluaciones obtenidas en las rotaciones realizadas a lo largo del año
- b) Actividades complementarias: Sumatorio de la puntuación de actividades complementarias de acuerdo al baremo aprobado por el Ministerio.
- c) Calificación del tutor: Basada en sus conclusiones de la evaluación formativa del periodo anual (entrevistas trimestrales y libro del residente) y, excepcionalmente, de informes de jefes asistenciales que puedan requerirse

La calificación global anual del residente se calculará de acuerdo a la siguiente fórmula:

65% Calificación rotaciones + 25% Calificación del tutor + Actividades complementarias (máx. 1 punto)

Puede sumar un máximo de 11

### **Evaluación final**

La evaluación final de la residencia se realiza 10 días después de la evaluación anual del último año de formación.

La evaluación final se calcula de forma ponderada de acuerdo a las evaluaciones anuales obtenidas:

20 % R1, 30 % R2, 50 % R3

### **Pruebas objetivas de evaluación**

Se llevará a cabo la evaluación de pruebas objetivas a través de rúbricas.

Las rúbricas son el método más preciso y el ideal para minimizar al máximo la subjetividad, haciéndola más simple, transparente y justa.

Se trata de un tipo expandido de escala verbal en el que cada nivel de desempeño tiene un descriptor cualitativo específico.

Proporcionan descripciones del comportamiento asociado a cada nivel, y delimitan claramente el nivel de desarrollo o ejecución de una tarea.

Facilitan la evaluación de actividades o tareas complejas, una mayor coherencia en la medición del progreso y el diálogo entre evaluado y evaluador sobre los criterios concretos reflejados en la escala (evaluación formativa).

También se pueden emplear como evaluación sumativa. El tipo de rúbrica más utilizada es la analítica, que disecciona las competencias por niveles e identifica las fortalezas y deficiencias con más claridad.

Al evaluarse cada aspecto de forma individual, aportan más información para la autoevaluación y para el feedback.

Se hará la evaluación de diferentes tareas, acorde a cada año de formación, mediante el empleo de rúbricas

## Contenidos específicos

### Selección de medicamentos radiofármacos

#### 1. *Actitudes a desarrollar*

El residente de Radiofarmacia ha de valorar la importancia de la selección de los radiofármacos para el uso racional de los mismos, así como de la evaluación y seguimiento de dicho proceso.

#### 2. *Conocimientos a adquirir*

El residente de Radiofarmacia deberá conocer:

- a) El concepto de selección de los radiofármacos como un proceso multidisciplinar y participativo, que garantice la disponibilidad de los radiofármacos necesarios, basado en criterios de eficacia, seguridad, calidad y coste.
- b) Las funciones de la unidad de Radiofarmacia, como impulsora de la utilización racional de los radiofármacos.
- c) La metodología de la selección de los radiofármacos basada en criterios objetivos de los servicios que los demanden.
- d) El análisis de la realidad del centro sanitario.
- e) La Guía Farmacoterapéutica.

#### 3. *Actividades de aprendizaje y habilidades a conseguir*

El residente de Radiofarmacia participará en las diferentes actividades relacionadas con la selección de radiofármacos.

En esta etapa deberá adquirir experiencia en:

- a) Aplicación de métodos basados en criterios objetivos para la selección de radiofármacos.
- b) El análisis de las pautas de utilización de los radiofármacos en el centro sanitario.
- c) El establecimiento de normas para la correcta utilización de los radiofármacos.
- d) La elaboración de fichas de radiofármacos para la Guía Farmacoterapéutica del centro.

**Adquisición, almacenamiento y conservación de los radiofármacos.**1. *Actitudes a desarrollar*

El residente de Radiofarmacia ha de valorar la importancia del correcto almacenamiento y conservación de los radiofármacos y del material sanitario en relación con su utilización, así como las implicaciones legales de la adquisición y recepción de los mismos.

2. *Conocimientos a adquirir*

El residente de Radiofarmacia deberá conocer:

- a) Las fuentes de adquisición y los métodos de selección de proveedores.
- b) Los sistemas para la adquisición.
- c) Los sistemas de control en la recepción.
- d) Las normas de correcto almacenamiento.
- e) Los procedimientos para establecer las existencias e índices de rotación.

3. *Actividades de aprendizaje y habilidades a conseguir*

El residente de Radiofarmacia deberá participar en:

- a) Proceso de adquisición.
- b) Control de la recepción, condiciones de almacenamiento y de la caducidad tanto farmacéutica como radionucleídica.
- c) El establecimiento de existencias e índices de rotación.
- d) La elaboración de informes en relación con las condiciones de conservación y almacenaje dirigidos al personal implicado en su utilización.

**Preparación, precauciones especiales y control de calidad de los radiofármacos.**1. *Actitudes a desarrollar*

El residente de Radiofarmacia deberá ser consciente de su responsabilidad profesional en la preparación y control de calidad de los diferentes radiofármacos, garantizando a través de estos procedimientos que las preparaciones efectuadas sean de calidad, seguras y eficaces.

2. *Conocimientos a adquirir*

El residente de Radiofarmacia deberá conocer:

- a) Las Normas de Buena Práctica Radiofarmacéutica.
- b) La radioquímica de los radiofármacos.
- c) Las técnicas necesarias para la correcta preparación extemporánea de radiofármacos a partir de generadores, equipos reactivos, muestras autólogas y precursores.
- d) Las técnicas instrumentales necesarias para el correcto control de calidad de los radiofármacos.
- e) Los controles de evaluación de la viabilidad y funcionalismo celular.
- f) La dosimetría interna y dosis efectiva equivalente causada por los diferentes radiofármacos.
- g) La gestión de los residuos radiactivos.

### 3. *Actividades de aprendizaje y habilidades a conseguir*

El residente de Radiofarmacia deberá adquirir experiencia en:

- a) Selección de materiales necesarios para la correcta preparación y control de los radiofármacos.
- b) Preparación de dosis extemporáneas de radiofármacos.
- c) Realización de técnicas de marcaje celular.
- d) Realización de controles de calidad para los diferentes radiofármacos.
- e) Participación en el desarrollo de programas para la gestión de residuos radiactivos.

## **Dispensación y distribución**

### 1. *Actitudes a desarrollar*

El residente de Radiofarmacia deberá valorar la dispensación de radiofármacos como una responsabilidad básica de su actividad asistencial, garantizando la calidad del radiofármaco prescrito. También debe asumir la importancia de un buen sistema de distribución, teniendo en cuenta además la naturaleza radiactiva de los radiofármacos.

### 2. *Conocimientos a adquirir*

El residente de Radiofarmacia deberá conocer:

- a) Los distintos sistemas de dispensación y de distribución de radiofármacos, con las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos.
- b) Los parámetros de evaluación de los sistemas de distribución.

### 3. *Actividades de aprendizaje y habilidades a conseguir*

El residente de Radiofarmacia debe adquirir experiencia en:

- a) Sistemas de distribución de radiofármacos.
- b) Interpretar y verificar las prescripciones médicas.

## **Información de medicamentos radiofármacos**

### 1. *Actitudes a desarrollar*

El residente de Radiofarmacia deberá valorar la importancia de la información sobre los radiofármacos, para la resolución de problemas diagnósticos y terapéuticos y promover así el uso racional de estos medicamentos.

### 2. *Conocimientos a adquirir*

El residente de Radiofarmacia deberá conocer:

- a) Las fuentes de información y su manejo.
- b) Las técnicas de selección y fuentes bibliográficas.
- c) Los criterios de evaluación de la literatura científica.

- d) Las técnicas de búsqueda de información.
- e) Los sistemas más eficaces para proporcionar información a los profesionales sanitarios y a los pacientes.
- f) Las técnicas para la elaboración y difusión de la información.

### 3. *Actividades de aprendizaje y habilidades a conseguir*

El residente de Radiofarmacia participará en las actividades relacionadas con la información de los radiofármacos, en colaboración con los centros de información de medicamentos.

Durante esta etapa deberá adquirir experiencia en:

- a) La selección de fuentes bibliográficas.
- b) La realización de búsquedas bibliográficas.
- c) La evaluación de la literatura científica.
- d) Buscar la información necesaria para la resolución de consultas relacionadas con el uso de los radiofármacos, proporcionando una información objetiva evaluada clínicamente y en tiempo real.
- e) Elaboración de normas sobre la utilización de radiofármacos.
- f) Elaboración de informes sobre la evaluación de radiofármacos.

### **Actividades asistenciales**

#### 1. *Actitudes a desarrollar*

El residente de Radiofarmacia deberá desarrollar una actitud de colaboración activa con otros profesionales sanitarios implicados en el uso de radiofármacos.

#### 2. *Conocimientos a adquirir*

El residente de Radiofarmacia deberá adquirir conocimientos sobre:

- a) Utilización de radiofármacos en los principales procesos patológicos.
- b) Biodistribución y farmacocinética de los radiofármacos.
- c) Pruebas complementarias utilizadas para el diagnóstico y evolución de la enfermedad.
- d) Bioestadística.

#### 3. *Actividades de aprendizaje y habilidades a conseguir*

El residente de Radiofarmacia deberá adquirir experiencia en:

- a) Detectar mediante la revisión de las peticiones médicas, los problemas relacionados con la aplicación de los radiofármacos (aspectos dosimétricos, reacciones adversas, precauciones especiales, etc.).
- b) Resolver los problemas detectados.
- c) Valorar las relaciones coste/beneficio, beneficio/riesgo, generadas por la administración de los radiofármacos y las distintas alternativas.
- d) Identificar, documentar y evaluar las posibles interacciones medicamentosas.

**Estudios de utilización de radiofármacos**1. *Actitudes a desarrollar*

El residente de Radiofarmacia ha de ser consciente y valorar la importancia de la información que aportan los estudios de utilización de los radiofármacos. Al mismo tiempo, deberá considerar la conveniencia de fomentar en el equipo sanitario interés hacia estos estudios.

2. *Conocimientos a adquirir*

El residente de Radiofarmacia deberá conocer:

- a) Los métodos cualitativos y cuantitativos para el estudio de la utilización de los radiofármacos.
- b) Los métodos comparativos.
- c) Los sistemas de recogida y tratamiento de datos en los estudios de utilización de radiofármacos.
- d) Los programas orientados a resolver problemas en los estudios de utilización de radiofármacos.

3. *Actividades de aprendizaje y habilidades a conseguir*

El residente de Radiofarmacia deberá adquirir experiencia en diseñar y realizar estudios cualitativos y cuantitativos de utilización de radiofármacos, interpretar los resultados obtenidos, redactar informes referidos a los mismos, presentar los resultados del estudio y proponer soluciones a los problemas detectados.

**Estudios de radiofarmacología**1. *Actitudes a desarrollar*

El residente de Radiofarmacia ha de ser consciente de la importancia que la farmacocinética clínica tiene en la utilización de los radiofármacos.

2. *Conocimientos a adquirir*

El residente de Radiofarmacia deberá conocer:

- a) Los procesos de liberación, absorción, distribución, metabolismo y excreción de los radiofármacos y los parámetros farmacocinéticos.
- b) Los parámetros que afectan a la dosimetría interna.
- c) Los modelos y métodos de estudio radiofarmacocinéticos.
- d) La influencia de los factores fisiopatológicos en la radiofarmacocinética.
- e) Las interacciones medicamentosas.
- f) Las interpretaciones farmacocinéticas de los radiofármacos.
- g) Las técnicas instrumentales necesarias y su aplicación a la determinación de radiofármacos o sus metabolitos en los fluidos biológicos.

### 3. *Actividades de aprendizaje y habilidades a conseguir*

El residente de Radiofarmacia deberá adquirir experiencia en:

- a) Utilización de las técnicas analíticas más habituales en la determinación de la farmacocinética de los radiofármacos.
- b) Elaborar informes radiofarmacocinéticos dirigidos al facultativo responsable para contribuir a optimizar la utilización de los radiofármacos.

## **Farmacovigilancia**

### 1. *Actitudes a desarrollar*

El residente de Radiofarmacia debe ser consciente de la importancia de colaborar y participar en los programas de farmacovigilancia.

### 2. *Conocimientos a adquirir*

El residente de Radiofarmacia deberá conocer:

- a) Los objetivos y métodos de detección y comunicación de reacciones adversas a los radiofármacos.
- b) Los sistemas utilizados para la valoración y prevención de reacciones adversas.
- c) Los objetivos, métodos y sistemas para informar sobre los defectos de calidad.

### 3. *Actividades de aprendizaje y habilidades a conseguir*

El residente de Radiofarmacia deberá adquirir experiencia en la elaboración de informes y en la evaluación de reacciones adversas y defectos de calidad.

## **Actividades formativas**

### 1. *Actitudes a desarrollar*

El residente de Radiofarmacia debe ser consciente de que las actividades formativas son esenciales tanto en su período de formación como en su posterior actividad profesional.

### 2. *Conocimientos a adquirir*

El residente de Radiofarmacia deberá conocer:

- a) Las vías de acceso a la información que precise para satisfacer sus propias necesidades de formación.
- b) Cómo estructurar y llevar a cabo actividades docentes.
- c) Técnicas de comunicación y métodos de expresión aplicables a la docencia.

### 3. *Actividades de aprendizaje*

El residente de Radiofarmacia deberá participar en aquellas actividades de formación, organizadas en el propio centro sanitario o en otros centros, encaminadas a su capacitación profesional.

#### **Actividades investigadoras**

##### 1. *Actitudes a desarrollar*

El residente de Radiofarmacia debe ser consciente de la importancia que tiene la investigación en el campo de su especialidad para el progreso de la Radiofarmacia y disciplinas relacionadas.

##### 2. *Conocimientos a adquirir*

El residente de Radiofarmacia deberá conocer:

- a) Los principios generales del método científico.
- b) Los diferentes tipos de investigación.
- c) Las condiciones necesarias para desarrollar los métodos de investigación.
- d) Las posibilidades que existen de obtener las condiciones precisas para realizar la investigación.
- e) Los métodos bioestadísticos que se pueden aplicar en el tratamiento de los resultados obtenidos.
- f) Los métodos de publicación y exposición de los trabajos científicos.

##### 3. *Actividades de aprendizaje*

El residente de Radiofarmacia deberá:

- a) Participar en alguna de las líneas de investigación que se desarrollen en la Unidad de Radiofarmacia, o en las que la Unidad de Radiofarmacia participe.
- b) Participar en la publicación de artículos o comunicaciones en alguna revista o congreso científico.

#### **Gestión de la unidad de radiofarmacia**

##### 1. *Actitudes a desarrollar*

El residente de Radiofarmacia debe ser consciente de la importancia que tiene la gestión de una Unidad de Radiofarmacia para conseguir los objetivos de la misma.

##### 2. *Conocimientos a adquirir*

El residente de Radiofarmacia deberá conocer aspectos relacionados con: a) Técnicas básicas de organización y gestión.

- a) Métodos para establecer un orden de prioridad racional en el desarrollo de las funciones de una Unidad de Radiofarmacia.

- b) Sistemas de planificación de las necesidades de espacio, dotación de personal y material de una Unidad de Radiofarmacia de acuerdo con las características de cada centro sanitario.
- c) La sistemática para establecer normas y procedimientos de trabajo para cada una de las áreas de la Unidad.
- d) Normas para establecer un presupuesto de la Unidad de Radiofarmacia y realizar su seguimiento.
- e) La legislación aplicable a la Unidad de Radiofarmacia y a los radiofármacos, tanto desde el punto de vista de medicamentos como desde el aspecto de productos radiactivos.

### 3. *Actividades de aprendizaje*

El residente de Radiofarmacia deberá adquirir conocimientos sobre:

- a) Dirección, organización y planificación de las actividades de una Unidad de Radiofarmacia.
- b) Dirección económica, administrativa y de personal.
- c) Manejo de sistemas y fuentes de información para la gestión de la Unidad.
- d) Elaboración de memorias e informes. Análisis y presentación de datos.

## **Relaciones institucionales y profesionales**

### 1. *Actitudes a desarrollar*

El residente de Radiofarmacia debe ser consciente de lo importante que es mantener unas relaciones y comunicaciones efectivas con los órganos directivos y servicios del centro sanitario, ofreciendo su colaboración en aquellas situaciones en las que puedan ser de utilidad sus conocimientos en temas radiofarmacéuticos. Deberá asimismo desarrollar una actitud participativa e interés de integración en las estructuras científicas y profesionales.

### 2. *Conocimientos a adquirir*

El residente de Radiofarmacia deberá conocer: a) La organización del centro sanitario.

- a) Los sistemas de gestión del centro.
- b) Las técnicas de comunicación. Presentación de informes y elaboración de datos.
- c) Fundamento y competencias de las comisiones hospitalarias del centro.
- d) Formas de relación profesional: Sociedades, publicaciones, congresos, etc.

### 3. *Actividades de aprendizaje*

El residente de Radiofarmacia deberá adquirir experiencia en:

- a) Aquellas actividades desarrolladas de la Unidad de Radiofarmacia y que tiendan a incrementar las relaciones de ésta con diversas entidades o instituciones intra o extra hospitalarias.
- b) Participar activamente en asociaciones científicas y profesionales relacionadas con su actividad profesional.
- c) Participar en los trabajos de las comisiones en las que esté incorporada la Unidad de Radiofarmacia.

**Garantía de calidad**1. *Actitudes a desarrollar*

El residente de Radiofarmacia deberá asumir la importancia que tiene la calidad de las actividades que la Unidad de Radiofarmacia realiza. Deberá promover el desarrollo de programas orientados a la detección y corrección de deficiencias.

Deberá conocer el sistema de garantía de calidad del laboratorio PET GMP y ayudar a llevar a cabo su revisión y mantenimiento.

Deberá conocer y trabajar aplicando Normas de Correcta Fabricación.

2. *Conocimientos a adquirir*

El residente de Radiofarmacia deberá conocer:

- a) La metodología en la garantía y el control de calidad.
- b) Los requerimientos previos a la implantación de programas de control de calidad en la Unidad de Radiofarmacia.
- c) Los programas de garantía de la calidad.
- d) El funcionamiento de la comisión de Garantía de Calidad del centro sanitario.
- e) Funcionamiento de un laboratorio farmacéutico y cumplimiento de Normas de Correcta Fabricación.

3. *Actividades de aprendizaje y habilidades a conseguir*

El residente de Radiofarmacia deberá de adquirir experiencia en:

- a) Elaboración de un programa de garantía de calidad en un área de trabajo de la Unidad de Radiofarmacia.
- b) Seguimiento de los programas de garantía de calidad en las diversas actividades de la Unidad de Radiofarmacia.
- c) Presentación de resultados en control y garantía de calidad.
- d) Cumplimiento de Normas de Correcta Fabricación

**Protección radiológica**1. *Actitudes a desarrollar*

El residente de Radiofarmacia deberá ser consciente de la responsabilidad que conlleva el uso de radiaciones ionizantes y de la importancia del conocimiento y aplicación de las normas básicas de protección radiológica.

2. *Conocimientos a adquirir*

El residente de Radiofarmacia deberá poseer conocimientos sobre:

- a) La naturaleza y la interacción de las radiaciones ionizantes, sus riesgos y la prevención de los mismos.
- b) Los fundamentos físicos, tecnológicos y de operación de las instalaciones radiactivas de diagnóstico, terapia e investigación con fuentes no encapsuladas, así como del proyecto y los procedimientos de operación y control de los mismos.
- c) La normativa técnico-legal de aplicación a la explotación de las instalaciones radiactivas, la documentación preceptiva y los límites y condiciones impuestos en la autorización concedida.

### 3. *Actividades de aprendizaje*

El residente de Radiofarmacia participará, en colaboración con el servicio de Protección Radiológica, en las actividades relacionadas con la dosimetría personal y de áreas, la gestión de los residuos radiactivos y procedimientos de descontaminación.

## Áreas de aprendizaje

### ÁREA 1

Formación general básica práctica en las técnicas de preparación extemporánea y control de calidad de radiofármacos para iniciar la actividad en la Unidad de Radiofarmacia

#### **Solicitud y adquisición de radiofármacos**

- Selección, solicitud y recepción de radiofármacos.
- Verificación, almacenamiento y registro de radiofármacos.

#### **Legislación y gestión de medicamentos**

- Relación con la Agencia Española del Medicamento y Productos Sanitarios: Registros. Adquisición vía compasiva. Medicación extranjeros. Farmacopea: Guías de Procedimientos Radiofarmacéuticos.
- Relación con el Consejo de Seguridad Nuclear: Solicitudes de funcionamiento de Instalaciones Radiactivas. Ampliaciones. Memorias anuales. Inspecciones
- Farmacovigilancia
- Gestión y documentación de medicamentos.

#### **Diseño y aplicación de un programa de garantía de calidad.**

### ÁREA 2

#### **Preparación extemporánea de radiofármacos y su dispensación.**

- Manejo del generador de  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ : Rendimiento de elución. Masa de Tecnecio ( $^{99+99\text{m}}$ )

- Marcaje de todos los equipos reactivos usados en la Unidad de Radiofarmacia con  $^{99m}\text{Tc}$  (HMDP, MAA, HM-PAO, MIBI etc.), In (Octreótido) y otros.
- Preparación de dosis individuales a partir de viales multidosis de radiofármacos listos para su uso.
- Adecuación de las preparaciones extemporáneas para su dispensación. Dispensación.
- Documentación generada en todo el proceso.

### **Producción, gestión, distribución y comercialización de radiofármacos en unidades de radiofarmacia centralizadas**

(Completar la formación con una estancia de 1-3 semanas en una Unidad Central de Radiofarmacia a criterio del tutor),

#### **Control de calidad de radiofármacos (I)**

- Métodos, de absorción y espectrometría, para la medida de la pureza radionucleídica.
- Técnicas cromatográficas para la medida de la pureza radioquímica: Cromatografía papel. Cromatografía capa fina. Extracción en fase sólida. Extracción con solventes orgánicos, etc.
- Control de calidad del generador de  $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ : Pureza química ( $\text{Al}^{3+}$ , pH). Pureza radioquímica. y Pureza radionucleídica ( $^{99}\text{Mo}$ )
- Determinación de la pureza radioquímica de todos los radiofármacos recibidos y preparados en la unidad de Radiofarmacia.

#### **Control de calidad de radiofármacos (II)**

- Controles físicos: número y tamaño de partículas
- Controles biológicos: esterilidad y apirogenidad
- La Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC): Equipos (bomba, gradientes, inyector, columnas, detectores, etc.) Cromatografía de intercambio iónico. Cromatografía en fase reversa.
- Técnicas colorimétricas.
- Electroforesis.

#### **Uso, mantenimiento y calibración de equipos utilizados en radiofarmacia**

- Activímetro: Exactitud, estabilidad, linealidad y efecto geométrico.
- Monitores de radiación y contaminación: Eficiencia, actividad mínima detectable.
- Contadores de centelleo de NaI (TI) (emisores  $\square$ ): Eficiencia, resolución, linealidad, constancia, actividad mínima detectable, estadística de contaje.
- Radiocromatógrafo: Sensibilidad, resolución, linealidad, estabilidad.
- Contador de centelleo líquido (emisores  $\square$ ): Eficiencia, linealidad, estabilidad, estadística de contaje.
- Otros: Centrífuga, balanza, pHmetro, estufa, etc.

**Marcaje de proteínas y anticuerpos monoclonales**

- Marcaje con  $^{99m}\text{Tc}$ : Métodos directos e indirectos
- Marcaje con isótopos del yodo: ( $^{131}\text{I}$ ,  $^{125}\text{I}$ ,  $^{123}\text{I}$ ). Métodos oxidantes con Iodogen, Cloramina T, Lactoperoxidasa.
- Marcaje con  $^{111}\text{In}$  - agentes quelantes

**Control de calidad de las proteínas marcadas**

- Separación por Sephadex, HPLC y otros agentes separadores.
- Actividad biológica e Inmunoreactividad.

**Preparación de equipos reactivos no comerciales.**

Elaboración propia de equipos reactivos en la Unidad de Radiofarmacia.

**ÁREA 3****Rotación en servicio de protección radiológica****Trabajo en condiciones de seguridad radiológica**

- Normas para limitar la dosimetría de radiación del personal.
- Técnicas de descontaminación de material, equipos y personal.
- Medida de la dosimetría personal: Dosis efectiva. Dosis equivalente.
- Monitorización de la contaminación de superficies.
- Monitorización de los niveles de radiación ambiental.
- Estanqueidad de las fuentes encapsuladas.
- Gestión interna de residuos radiactivos y biológicos.

**ÁREA 4****Trabajo en condiciones asépticas**

- Normas para el trabajo en salas limpias, cabinas de flujo laminar y aisladores.
- Monitorización ambiental: controles biológicos, control de partículas, presión en las salas, temperatura, flujo, humedad, renovaciones, etc.

**Control de calidad de salas y cabinas**

- Número y tamaño de partículas.
- Controles biológicos: Bacterias y hongos. Unidades formadoras de colonias.
- Presión diferencial y tasa de renovación del aire.

- Compatibilizar protección del producto, sujeto y entorno.
- Clasificación de salas y cabinas. Criterios GMP.

## ÁREA 5

### **Rotación en Servicio de Medicina Nuclear convencional**

El residente adquiere los conocimientos sobre la obtención, tratamiento e interpretación de imágenes, datos o variaciones fisiopatológicas como resultado de la administración de radiofármacos.

## ÁREA 6

### **Curso de Supervisor de Instalaciones Radiactivas**

Adquisición de la Capacitación como Supervisor de Instalaciones Radiactivas. Obligatorio para todos los titulados superiores que en el ejercicio de su profesión trabajen con material radiactivo

## ÁREA 7

### **Marcaje de elementos celulares de la sangre**

- Marcaje de hematíes con  $^{99m}\text{Tc}$  (in vitro, in vivo e in vivo-vitro) y con  $^{51}\text{Cr}$ - cromato sódico.
- Marcaje de leucocitos con  $^{111}\text{In}$ -Oxina y  $^{99m}\text{Tc}$  HM-PAO: Técnicas de separación. Gradientes de densidad.
- Marcaje de plaquetas con  $^{111}\text{In}$ -Oxina.

### **Control de calidad de los elementos celulares de la sangre**

- Hematíes: Ausencia de esferocitos.
- Viabilidad de los leucocitos: Test de exclusión con Azul de Trypan
- Agregación Plaquetaria
- Osmolaridad

### **Técnicas “in vivo-vitro” y diagnóstico por imagen**

- Hematológicas: Volumen plasmático, Volumen celular, Eritrocínética, Ferrocínética, Hemorragias digestivas, Test de Schilling, etc., Nefrológicas: Flujo plasmático renal efectivo, Filtrado glomerular.
- Otras técnicas: captación tiroidea, tests gastroenterológicos, etc.
- Técnicas de diagnóstico por imagen

## ÁREA 8

### Rotación en Servicio de Farmacia Hospitalaria

El residente adquiere los conocimientos relativos a la gestión de medicamentos para ser aplicados posteriormente a la Radiofarmacia.

## ÁREA 9

### Fundamentos moleculares de la aplicación de los radiofármacos PET

- Sustratos de vías metabólicas
- Sustratos para el estudio de la  $\beta$ -oxidación
- Sustratos para el estudio de la proliferación: medida de la síntesis de DNA Síntesis de proteínas
- Ligandos que interactúan selectivamente en procesos de neurotransmisión
- Radiofármacos para la medida del flujo sanguíneo regional

### Producción de radionucleidos emisores de positrones

En ciclotrones

- $^{11}\text{C}$
- $^{18}\text{F}$
- Otros

Generadores PET

- El generador de  $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$

### Síntesis de radiofármacos emisores de positrones

- Generalidades
- Automatización
- Esquema general de síntesis
- Radiofármacos marcados con flúor-18
- Sustitución nucleofílica. Síntesis de  $^{18}\text{F}$ FDG
- Sustitución electrofílica con  $^{18}\text{F}$ F<sub>2</sub>. síntesis de  $^{18}\text{F}$ FDOPA
- Radiofármacos marcados con carbono-11
- Precursores primarios
- Procedimientos de síntesis en solución
- Procedimientos de síntesis en fase sólida
- Síntesis de L-[metil- $^{11}\text{C}$ ]metionina
- Síntesis de  $^{11}\text{C}$ -colina
- Radiofármacos marcados con galio-68
  - Síntesis de  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA
  - Síntesis de  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC

**Garantía y control de calidad**

- Normas generales
- Controles de calidad
- Certificación prospectiva de la calidad

**La PET en la investigación y desarrollo de nuevos fármacos****ÁREA 10****Rotación en Servicio de Medicina Nuclear PET**

El residente adquiere los conocimientos sobre la obtención, tratamiento e interpretación de imágenes, datos o variaciones fisiopatológicas como resultado de la administración de radiofármacos PET.

**ÁREA 11****Rotación unidad de investigación micro-PET****Experimentación animal**

- Modelos compartimentales.
- Estudios de biodistribución.
- Farmacocinética.
- Programas de cálculo.

**Bibliografía**

- Yttrium-90 and Rhenium-188 radiopharmaceuticals for radionuclide therapy. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2015. IAEA radioisotopes and radiopharmaceuticals series, ISSN 2077–6462 ; no. 5
- Operational guidance on hospital radiopharmacy: a safe and effective approach. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2008. ISBN 978–92–0–106708–1
- PET Chemistry: The Driving Force in Molecular Imaging- Schubiger, P.A., Lehmann, L., Friebe, M. (Eds.) 2007. ISBN 978-3-540-49527-7
- “Gopal B. Saha. Fundamentals of Nuclear Pharmacy, 2010. 610.1007/978-1-4419-5860-0© Springer Science+Business Media, LLC
- Technetium-99m Pharmaceuticals: Preparation and Quality Control in Nuclear Medicine (Hardcover) by Ilse Zolle (Editor)
- Radiochemistry and Radiopharmaceutical Chemistry. T.J. Ruth and Wiley-Blackwell (an imprint of John Wiley & Sons Ltd). Handbook of Radiopharmaceuticals: Radiochemistry and

Applications. Michael Welch and Carol S. Redvanly (eds.). John Wiley & Sons; 1 st edition (2002). ISBN: 0471495603

- Radiopharmaceuticals in Nuclear Pharmacy and Nuclear Medicine. Richard J. Kowalsky and Steven Falen. Apha Publications; 2nd edition (2003). ISBN: 1582120315
- Fundamentals of Nuclear Pharmacy GB Saha. Springer Verlag; 4th edition (1998). ISBN: 0387983414
- The Handbook of Radiopharmaceuticals A Owunwanne, Mpatel, S Sadek. Kluwer Academic Publishers; (1995). ISBN: 0412548801
- Technetium: Chemistry and Radiopharmaceutical Applications. Klaus Schwochau. Vch Verlagsgesellschaft Mbh; 1st edition (2000). ISBN: 3527294961
- Radiopharmaceuticals for Positron Emission Tomography: Methodological Aspects (Developments in nuclear Medicine, Vol 24). G. Stocklin, V.W. Pike (Eds.). Kluwer Academic Publishers; (2002)
- Pet Chemistry, The Driving Force in Molecular Imaging by P.A. Schubiger, L. Lehmann, M. Friebe. Springer; 1 edition (December 4, 2006). ISBN: 3540326235