

IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

Capacitación clínica de físicos médicos especialistas en medicina nuclear

VIENA, 2013

COLECCIÓN CURSOS DE CAPACITACIÓN N°

50

CAPACITACIÓN CLÍNICA
DE FÍSICOS MÉDICOS
ESPECIALISTAS
EN MEDICINA NUCLEAR

Los siguientes Estados son Miembros del Organismo Internacional de Energía Atómica:

AFGANISTÁN, REPÚBLICA ISLÁMICA DEL	FILIPINAS	NUEVA ZELANDIA
ALBANIA	FINLANDIA	OMÁN
ALEMANIA	FRANCIA	PAÍSES BAJOS
ANGOLA	GABÓN	PAKISTÁN
ARABIA SAUDITA	GEORGIA	PALAU
ARGELIA	GHANA	PANAMÁ
ARGENTINA	GRECIA	PAPUA NUEVA GUINEA
ARMENIA	GUATEMALA	PARAGUAY
AUSTRALIA	HAÍTÍ	PERÚ
AUSTRIA	HONDURAS	POLONIA
AZERBAIYÁN	HUNGRÍA	PORTUGAL
BAHREIN	INDIA	QATAR
BANGLADESH	INDONESIA	REINO UNIDO DE GRAN BRETAÑA E IRLANDA DEL NORTE
BELARÚS	IRÁN, REPÚBLICA ISLÁMICA DEL	REPÚBLICA ÁRABE SIRIA
BÉLGICA	IRAQ	REPÚBLICA CENTROAFRICANA
BELICE	IRLANDA	REPÚBLICA CHECA
BENIN	ISLANDIA	REPÚBLICA DE MOLDOVA
BOLIVIA	ISLAS MARSHALL	REPÚBLICA DEMOCRÁTICA DEL CONGO
BOSNIA Y HERZEGOVINA	ISRAEL	REPÚBLICA DEMOCRÁTICA POPULAR LAO
BOTSWANA	ITALIA	REPÚBLICA DOMINICANA
BRASIL	JAMAICA	REPÚBLICA UNIDA DE TANZANÍA
BULGARIA	JAPÓN	RUMANIA
BURKINA FASO	JORDANIA	RWANDA
BURUNDI	KAZAJSTÁN	SANTA SEDE
CAMBOYA	KENYA	SENEGAL
CAMERÚN	KIRGUISTÁN	SERBIA
CANADÁ	KUWAIT	SEYCHELLES
CHAD	LESOTHO	SIERRA LEONA
CHILE	LETONIA	SINGAPUR
CHINA	LÍBANO	SRI LANKA
CHIPRE	LIBERIA	SUDÁFRICA
COLOMBIA	LIBIA	SUDÁN
CONGO	LIECHTENSTEIN	SUECIA
COREA, REPÚBLICA DE	LITUANIA	SUIZA
COSTA RICA	LUXEMBURGO	SWAZILANDIA
CÔTE D'IVOIRE	MADAGASCAR	TAILANDIA
CROACIA	MALASIA	TAYIKISTÁN
CUBA	MALAWI	TOGO
DINAMARCA	MALÍ	TRINIDAD Y TABAGO
DOMINICA	MALTA	TÚNEZ
ECUADOR	MARRUECOS	TURQUÍA
EGIPTO	MAURICIO	UCRANIA
EL SALVADOR	MAURITANIA, REPÚBLICA ISLÁMICA DE	UGANDA
EMIRATOS ÁRABES UNIDOS	MÉXICO	URUGUAY
ERITREA	MÓNACO	UZBEKISTÁN
ESLOVAQUIA	MONGOLIA	VENEZUELA, REPÚBLICA BOLIVARIANA DE
ESLOVENIA	MONTENEGRO	VIET NAM
ESPAÑA	MOZAMBIQUE	YEMEN
ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	MYANMAR	ZAMBIA
ESTONIA	NAMIBIA	ZIMBABWE
ETIOPÍA	NEPAL	
EX REPÚBLICA YUGOSLAVA DE MACEDONIA	NICARAGUA	
FEDERACIÓN DE RUSIA	NÍGER	
FIJI	NIGERIA	
	NORUEGA	

El Estatuto del Organismo fue aprobado el 23 de octubre de 1956 en la Conferencia sobre el Estatuto del OIEA celebrada en la Sede de las Naciones Unidas (Nueva York); entró en vigor el 29 de julio de 1957. El Organismo tiene la Sede en Viena. Su principal objetivo es “acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero”.

COLECCIÓN CURSOS DE CAPACITACIÓN N° 50

**CAPACITACIÓN CLÍNICA DE
FÍSICOS MÉDICOS
ESPECIALISTAS EN
MEDICINA NUCLEAR**

**ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2013**

DERECHOS DE AUTOR

Todas las publicaciones científicas y técnicas del OIEA están protegidas en virtud de la Convención Universal sobre Derecho de Autor aprobada en 1952 (Berna) y revisada en 1972 (París). Desde entonces, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (Ginebra) ha ampliado la cobertura de los derechos de autor que ahora incluyen la propiedad intelectual de obras electrónicas y virtuales. Para la utilización de textos completos, o parte de ellos, que figuren en publicaciones del OIEA, impresas o en formato electrónico, deberá obtenerse la correspondiente autorización, y por lo general dicha utilización estará sujeta a un acuerdo de pago de regalías. Se aceptan propuestas relativas a la reproducción y traducción sin fines comerciales, que se examinarán individualmente. Las solicitudes de información deben dirigirse a la Sección Editorial del OIEA:

Dependencia de Mercadotecnia y Venta, Sección Editorial
Organismo Internacional de Energía Atómica
Centro Internacional de Viena
P.O. Box 100
1400 Viena (Austria)
fax: +43 1 2600 29302
tel.: +43 1 2600 22417
correo electrónico: <http://www.iaea.org/books>

Para obtener más información sobre esta publicación, sírvase dirigirse a:

Sección de Dosimetría y Radioterapia Médica
Organismo Internacional de Energía Atómica
Centro Internacional de Viena
P.O. Box 100
1400 Viena (Austria)

Correo electrónico: official.mail@iaea.org

CAPACITACIÓN CLÍNICA DE FÍSICOS MÉDICOS ESPECIALISTAS EN
MEDICINA NUCLEAR
OIEA, VIENA, 2013
IAEA-TCS-50
ISSN 1018-5518
© OIEA, 2013
Impreso por el OIEA en Austria
Julio de 2013

PREFACIO

La aplicación de la radiación en la salud humana, tanto para el diagnóstico como para el tratamiento de enfermedades, es un componente importante de la labor del OIEA. La responsabilidad por los aspectos técnicos crecientes de este trabajo recae en el físico médico. Para garantizar buenas prácticas en esta esfera fundamental, se requieren programas de capacitación clínica estructurados que complementen el aprendizaje académico. La presente publicación tiene el propósito de servir de guía para la aplicación práctica de este tipo de programa de medicina nuclear.

Cada vez es más generalizada la opinión de que la medicina radiológica depende de manera creciente de físicos médicos bien capacitados en el contexto clínico. No obstante, el análisis de la disponibilidad de físicos médicos indica un gran déficit de profesionales cualificados y capaces. Esto se hace especialmente evidente en los países en desarrollo. Aunque las estrategias para aumentar las oportunidades educativas académicas son decisivas para esos países, la necesidad de orientación sobre una capacitación clínica estructurada fue reconocida por los miembros del Acuerdo de Cooperación Regional (ACR) para la investigación, el desarrollo y la capacitación en materia de ciencias nucleares para Asia y el Pacífico. Por consiguiente, en el programa del ACR se formuló un proyecto regional de cooperación técnica (RAS6038) para abordar esta necesidad en la región de Asia y el Pacífico mediante la elaboración de material adecuado y la determinación de su viabilidad.

La elaboración de una guía de capacitación clínica para físicos médicos especialistas en medicina nuclear comenzó en 2009 con la designación de un comité rector de redacción de expertos regionales e internacionales. La publicación se basó en las experiencias de programas de capacitación clínica de Australia, Croacia y Suecia, y la labor fue moderada por físicos que trabajan en la región de Asia. En esta publicación se aplica el mismo enfoque adoptado en publicaciones anteriores del OIEA, concretamente los N^{os} 37 y 47 de la Colección Cursos de Capacitación N^o 37 del OIEA, Capacitación clínica de físicos médicos especialistas en radiooncología y Capacitación clínica de físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico. Este enfoque respecto de la capacitación clínica ha sido comprobado con éxito en Tailandia. Otros dos Estados Miembros están sometiéndolo a prueba actualmente y se considera que sea aplicable a la comunidad de físicos médicos en general.

El OIEA agradece la contribución especial del comité de redacción, bajo la dirección de R. Fulton (Australia), e integrado por K. Afroj Quadir (Bangladesh), B. Axelsson (Suecia), T. Bokulic (Croacia), A. Krisanachinda (Tailandia) y B. J. Thomas (Australia). Los oficiales del OIEA encargados de esta publicación fueron I. D. McLean de la División de Salud Humana y M. P. Dias de la División para Asia y el Pacífico del Departamento de Cooperación Técnica.

NOTA EDITORIAL

Las denominaciones concretas de países o territorios empleadas en esta publicación no implican juicio alguno por parte del editor, el OIEA, sobre la condición jurídica de dichos países o territorios, de sus autoridades e instituciones, ni del trazado de sus fronteras.

La mención de nombres de empresas o productos determinados (se indique o no que estén registrados) no supone intención alguna de vulnerar derechos de propiedad, ni debe interpretarse como un aval o recomendación por parte del OIEA.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	<i>La necesidad de físicos en la medicina nuclear</i>	1
1.2.	<i>La necesidad de capacitación clínica estructurada y supervisada de los físicos médicos especialistas en medicina nuclear</i>	1
1.3.	<i>¿Por qué es necesario este programa?</i>	3
2.	OBJETIVO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA.....	3
3.	REQUISITOS INDISPENSABLES PARA LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA	4
3.1.	<i>Gestión del programa</i>	4
3.1.1.	<i>A nivel nacional</i>	4
3.1.2.	<i>A nivel externo</i>	5
3.2.	<i>Requisitos mínimos recomendados para que los departamentos inicien un programa de capacitación clínica</i>	5
4.	ELEMENTOS DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA	6
APÉNDICE I:	MANUAL PARA LOS RESIDENTES	7
APÉNDICE II:	MANUAL PARA LOS SUPERVISORES CLÍNICOS	21
APÉNDICE III:	GUÍA DE APLICACIÓN	35
APÉNDICE IV:	GUÍA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA	41
APÉNDICE V:	CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	165
APÉNDICE VI:	FORMULARIOS Y DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS.....	251
REFERENCIAS		275
COLABORADORES EN LA PREPARACIÓN Y REVISIÓN.....		277

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La necesidad de físicos en la medicina nuclear

Los físicos médicos cumplen una función primordial en la medicina moderna. Los físicos médicos que trabajan en la esfera de la medicina están especializados en esa función y en general se conocen como “físicos médicos de medicina nuclear”. Forman parte de un grupo interdisciplinario del departamento de medicina nuclear que se dedica a proporcionar un diagnóstico y tratamiento seguro y eficaz de la enfermedad utilizando fuentes radiactivas no selladas. Otros miembros del grupo son los físicos de medicina nuclear y los tecnólogos de medicina nuclear.

Las funciones y responsabilidades del físico médico especialista en medicina nuclear son diversas y exigentes, y comprenden los aspectos de dosimetría, calidad de la imagen, optimización, investigación y enseñanza, seguridad radiológica, garantía de calidad y gestión del equipo. El conocimiento del físico de medicina nuclear de las técnicas y equipos complejos utilizados en el diagnóstico y tratamiento modernos de la enfermedad es fundamental para la aplicación segura y eficaz de los procedimientos de medicina nuclear.

Los físicos de medicina nuclear aplican su conocimiento de matemáticas, física y tecnología para establecer, aplicar y supervisar los procesos que posibilitan el diagnóstico y el tratamiento óptimos, teniendo en cuenta la protección radiológica de los pacientes y otros [1]. Los físicos de medicina nuclear se encargan de asegurar que los equipos, sistemas y procesos empleados en la medicina nuclear produzcan el diagnóstico deseado cuando se aplican correctamente. Deben estar en condiciones de reconocer los artefactos comunes de las imágenes clínicas y adoptar medidas correctivas para rectificar el problema. Los físicos de medicina nuclear reconocen y comprenden las fuentes de errores en los estudios de medicina nuclear y se encargan de validar las técnicas utilizadas.

También participan en el desarrollo, aplicación, mantenimiento y control de calidad de la infraestructura (instalaciones, equipo y sistemas informáticos clínicos) y en los nuevos procesos necesarios para los servicios de medicina nuclear. Están capacitados científicamente en las técnicas empleadas para la medición exacta y el registro numérico en que se fundamenta un sistema de control de calidad apropiado para el equipo utilizado en la medicina nuclear.

El físico de medicina nuclear tiene la capacidad para evaluar críticamente los fallos, y asignar tolerancias, frecuencias de prueba y medidas correctivas. La decisión de entregar un equipo de medicina nuclear para uso clínico después de una reparación que pueda afectar a la exactitud clínica del equipo debe recaer en el físico de medicina nuclear. Para ello puede requerirse establecer un criterio equilibrado entre la necesidad de prestar un servicio a los pacientes y la necesidad de la exactitud del diagnóstico. Ha quedado bien documentado el hecho de que el bienestar de los pacientes puede verse seriamente en peligro en la práctica de la medicina nuclear cuando no se lleva a cabo una garantía de calidad (GC) como es debido. Las medidas apropiadas de GC solo pueden aplicarse por personal debidamente capacitado.

1.2. La necesidad de capacitación clínica estructurada y supervisada de los físicos médicos especialistas en medicina nuclear

La función del físico médico especialista en medicina nuclear se sustenta en una base de física general de nivel universitario que requiere seguidamente conocimientos y procedimientos especializados para comprender las complejidades técnicas de la

imagenología médica. Aun cuando esté clínicamente cualificado para ejercer solo en una instalación médica, el profesional de física médica debe tener experiencia en una amplia gama de situaciones y ser capaz de tomar decisiones profesionales sobre la base de principios científicos sólidos y de la experiencia. Para adquirir esta capacidad el recién graduado debe ser supervisado por uno o más físicos médicos superiores competentes y recibir además un programa de capacitación estructurado que garantice el conjunto más amplio posible de experiencias pertinentes. Aunque han existido durante muchos años conocimientos y principios de capacitación similares en otras profesiones, como la medicina, solo hace poco que este enfoque ha sido reconocido como fundamental para los físicos médicos [2 a 4]. En resumen, un físico médico especialista en medicina nuclear clínicamente cualificado debe poseer:

- un título universitario en física, en ingeniería o en ciencias físicas equivalentes;
- cualificaciones académicas apropiadas en física médica (o equivalentes) a nivel de posgrado [5];
- como mínimo dos años (equivalente a tiempo completo) de capacitación clínica estructurada y supervisada¹ realizada en un hospital².

Se alienta a los Estados Miembros que no tienen establecido un programa de maestría con el contenido necesario a que formulen una estrategia para establecerlo.

Cabe recalcar que la persona que posea un título universitario en física médica sin haber recibido la capacitación hospitalaria requerida no podrá considerarse clínicamente cualificada.

La norma anterior respecto de la enseñanza y la capacitación de físicos médicos debería ser reconocida por una autoridad responsable a nivel nacional. La falta de reconocimiento de las normas aplicables a los físicos médicos es un problema común en casi todos los países. No obstante, para elevar el nivel de la práctica de la física médica se considera fundamental un proceso de acreditación (o certificación) nacional preferiblemente por medio de una organización profesional. Posteriormente, los físicos médicos en ejercicio deberían seguir su desarrollo profesional continuo mediante cursos de corta duración, la asistencia a conferencias, el acceso a documentación científica, etc.

Muchas universidades ofrecen cursos de posgrado en física médica a nivel de máster. Para matricularse en estos cursos, los estudiantes normalmente deben cumplir el requisito de haber terminado en la universidad la licenciatura en física o una opción aceptable. Estos cursos de maestría suelen durar 18 a 24 meses y proporcionan al graduado conocimientos de la física y la tecnología como base de la práctica de la medicina nuclear; con todo, para desempeñar las funciones y responsabilidades de un físico médico de manera independiente y segura se requiere un período importante de capacitación clínica estructurada en el servicio.

Esta capacitación clínica se considera aceptable por un período de 24 meses a tiempo completo como mínimo y solo podrá impartirse en un hospital con acceso a servicios completos de medicina nuclear³ bajo la supervisión de un físico médico cualificado en medicina nuclear. De ahí que el tiempo total requerido para la enseñanza y capacitación clínica de un físico médico sea de al menos 4 años (2 años de enseñanza universitaria de

¹ El período de capacitación clínica incluiría prestación de servicios e investigación y desarrollo.

² Hospital o centro clínico aprobado a esos efectos por la autoridad responsable a nivel nacional.

³ El término “servicios completos de medicina nuclear” se definirá por la autoridad responsable a nivel nacional para que sea compatible con los servicios disponibles en el país.

posgrado y al menos 2 años de capacitación clínica) después de haber cursado la licenciatura en física o una opción aceptable.

1.3. ¿Por qué es necesario este programa?

Aunque la escasez de físicos médicos clínicamente cualificados es un problema mundial, esta se experimenta con más intensidad en los países en desarrollo. Un motivo importante es la migración de profesionales físicos prometedores de los países en desarrollo a países más desarrollados en que el reconocimiento de los físicos médicos está mejor establecido. La implantación de un programa de capacitación clínica para complementar las cualificaciones académicas tiene el doble propósito de proporcionar profesionales cualificados para el país en desarrollo así como normas que puedan utilizarse para elevar el grado de reconocimiento de los físicos médicos.

En un número creciente de países las universidades ofrecen cursos de maestría en física médica. Sin embargo, en muchos casos falta el componente de capacitación clínica en el servicio. Ello ha provocado que la preparación de los físicos médicos para la práctica independiente sea incompleta, ya que en el contexto universitario no pueden completarse los aspectos importantes de la capacitación. Un programa estructurado de capacitación clínica en el servicio brinda una mejor preparación a los físicos médicos para que puedan ser capaces de ejercer la práctica con independencia, seguridad y eficacia. Este tipo de programa debería reducir el tiempo total necesario para que los físicos médicos, denominados residentes en este programa, logren la competencia clínica y se preparen también para adoptar las metodologías más avanzadas que se están estableciendo rápidamente en la medicina nuclear.

En este programa está previsto que el físico médico residente sea empleado por una instalación clínica u hospital para cumplir una responsabilidad en una instalación adecuada de medicina nuclear, y contribuya a las funciones habituales de los físicos médicos del departamento. Esta contribución al inicio consistiría en funciones de asistente pero, a medida que aumente el nivel de conocimientos y aptitudes del residente, será mayor y más importante. En los 6 a 12 meses finales de la capacitación el residente haría una contribución independiente a muchas funciones del físico médico, y requeriría solo una supervisión limitada. Por tanto, la inversión de tiempo y esfuerzo en la capacitación de residentes se retribuye a medida que adquieren más competencia y aumentan su contribución al departamento.

El OIEA posee un largo historial de participación en la enseñanza y la capacitación en materia de física médica. Esta publicación se ha elaborado recientemente como una guía para que sea utilizada en la capacitación clínica de la próxima generación de físicos médicos especialistas en medicina nuclear. Esta guía sirve de apoyo a publicaciones anteriores relacionadas con la capacitación clínica de físicos médicos especialistas en radiooncología [6] y radiodiagnóstico [7].

2. OBJETIVO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA

El objetivo del programa de capacitación clínica para físicos médicos especialistas en medicina nuclear es formar a un profesional independiente dedicado al estudio a lo largo de

su vida y que pueda trabajar sin supervisión dentro de un grupo multidisciplinario con un alto grado de profesionalidad y seguridad⁴.

El programa de capacitación clínica trata de ayudar a conseguir este objetivo mediante lo siguiente:

- suministro de esta guía detallada sobre la capacitación clínica y de los apéndices I a V;
- creación de una estrategia de aplicación para posibilitar una capacitación clínica eficaz. Formación de la base de una norma de cualificación nacional o regional (enseñanza y capacitación clínica);
- prestación de asistencia a los órganos y departamentos nacionales para impartir el programa de capacitación mediante un programa experimental;
- promoción de la mejora de la calidad del programa; y
- fortalecimiento de la capacidad nacional para sostener un programa de capacitación clínica de esta índole después de la implantación inicial.

3. REQUISITOS INDISPENSABLES PARA LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA⁵

3.1. *Gestión del programa*

A nivel de un residente, el concepto de la capacitación clínica puede ser relativamente simple. Sin embargo, a medida que el programa comienza a integrar a más residentes de varias instalaciones médicas, la capacitación se hace más compleja y, lo que es importante, también exige el establecimiento y mantenimiento de claras normas de evaluación⁶. Para ello se requerirá una estructura de gestión definida.

Esta estructura normalmente sería más eficaz a escala nacional⁷ y por lo general debe instaurarse en un órgano o institución establecidos (como un órgano profesional, por ejemplo). Son relativamente pocos los países que tienen estructuras establecidas actualmente para la capacitación clínica. Para ayudar en los casos en que existen estructuras y recursos limitados en materia de gestión, se recomienda utilizar asistencia externa.

3.1.1. *A nivel nacional*

El programa debería estar bajo la dirección de una autoridad nacional como el Ministerio de Educación, el Ministerio de Salud, un órgano profesional competente o el organismo nacional encargado de la energía atómica. Esa autoridad asumirá la responsabilidad global del programa y se denominará en la presente publicación **autoridad nacional competente**.

La autoridad nacional competente otorga el **reconocimiento oficial** de la cualificación como “físico de medicina nuclear” (o su equivalente) y establece los requisitos para obtener ese reconocimiento.

En la gestión del programa la autoridad nacional competente se encarga de lo siguiente:

⁴ Véase una descripción más completa en el apéndice V: Evaluación de las competencias.

⁵ Véase una información más pormenorizada sobre esta sección en el apéndice III.

⁶ Véase el apéndice V: Evaluación de las competencias, pág 171.

⁷ En algunas circunstancias también podrían establecerse programas de capacitación clínica regionales.

- establecer un **comité directivo nacional** que supervise el programa. Este comité será el brazo ejecutor de la autoridad nacional competente y estará formado por representantes del órgano profesional correspondiente (cuando éste exista), así como de otros grupos de interés pertinentes y de las partes interesadas (como el Ministerio de Salud, las universidades, la autoridad de protección radiológica, sociedades profesionales afines, etc.). Se recomienda encarecidamente que los representantes del órgano profesional competente constituyan una mayoría dentro del Comité. Está previsto que el comité directivo nacional delegue sus responsabilidades cotidianas al coordinador nacional del programa;
- designar un **coordinador nacional del programa** que supervise la aplicación del programa (el nombramiento de varios coordinadores del programa podría justificarse en los países grandes donde se precise coordinación regional). El coordinador nacional del programa debería, en condiciones ideales, ser una persona dedicada a la práctica de la física en la medicina nuclear. Normalmente el coordinador estará subordinado al comité directivo nacional;
- velar por que el **órgano profesional** fije las normas profesionales necesarias para definir las competencias, preste apoyo profesional al programa y asuma la responsabilidad general de los procesos de evaluación. Esto puede entrañar la formación de un comité de evaluación.
- establecer un **grupo de apoyo** formado por personas dispuestas a prestar asistencia en la capacitación de los residentes, entre ellas, médicos especialistas en medicina nuclear, físicos de medicina nuclear y personal de instituciones docentes. Preferentemente, el grupo de apoyo debería contar con un miembro de otro país;
- velar por que el programa sea económicamente viable. Lo ideal sería que el empleador y/o las autoridades gubernamentales que se beneficiaran del perfeccionamiento del personal físico médico como resultado de la capacitación clínica contribuyeran financieramente al programa.

3.1.2. *A nivel externo*

Una forma de asistencia externa se relaciona con la comprobación experimental del programa de capacitación clínica en determinados países durante un período de prueba de varios años. Para estos programas experimentales se ha creado una estructura de gestión externa destinada a coordinar el apoyo externo y supervisar el desarrollo general del programa. El ACR ha designado un coordinador externo que trabajará en estrecha colaboración con el coordinador nacional del programa y el comité directivo nacional a fin de garantizar el buen funcionamiento y el éxito del programa. También se podrá recurrir a expertos externos para que presten asistencia a los departamentos en asuntos relacionados con el programa y en la supervisión de las normas de evaluación.

3.2. **Requisitos mínimos recomendados para que los departamentos inicien un programa de capacitación clínica**

Para que un departamento inicie un programa de capacitación clínica, este deberá:

- ofrecer a los residentes el apoyo de un supervisor con experiencia y competencia clínica en física médica nuclear⁸;

⁸ En algunas situaciones tal vez sea posible utilizar una forma de supervisión a distancia con el empleo de un sistema de comunicación adecuado.

- disponer (*in situ*) de una determinada serie de equipos de medicina nuclear y equipos de dosimetría con procesos de GC adecuados establecidos. En el caso de algunos equipos, sería aceptable que se estuviera dispuesto a enviar a los residentes a trabajar a otros departamentos donde existieran esos equipos;
- ofrecer una gama completa de servicios de medicina nuclear y emplear médicos generales capacitados en medicina nuclear;
- facilitar a los residentes el acceso a libros de texto y a otros recursos pertinentes como Internet.

4. ELEMENTOS DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA

Se han elaborado diversos documentos para ayudar a los países a aplicar un programa estructurado de capacitación clínica para físicos médicos especialistas en medicina nuclear. Los documentos, que se incluyen como apéndices en la presente publicación, son los siguientes:

- Apéndice I: Manual para los residentes que participan en el programa.
- Apéndice II: Manual de ayuda para los supervisores clínicos en el desempeño de su importante función en este programa.
- Apéndice III: Manual de aplicación para facilitar la implantación del programa en un país y en los departamentos.
- Apéndice IV: Guía dividida en módulos y submódulos sobre los elementos esenciales de las funciones y las responsabilidades de los físicos médicos especialistas en medicina nuclear. Cada submódulo contiene elementos de capacitación que ayudan al residente a adquirir los conocimientos y las aptitudes necesarios en este ámbito.
- Apéndice V: Guía sobre la evaluación de las competencias en las esferas señaladas en los submódulos y otros aspectos del programa.
- Apéndice VI: Formularios y documentos complementarios.

APÉNDICE I MANUAL PARA LOS RESIDENTES

ÍNDICE

I.1. INTRODUCCIÓN	7
I.2. ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA	8
I.3. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS RESIDENTES.....	10
I.4. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS SUPERVISORES CLÍNICOS...	10
I.5. APÉNDICES IMPORTANTES	13
I.6. CONTRATACIÓN DE RESIDENTES.....	13
I.7. ORIENTACIÓN PARA LOS NUEVOS RESIDENTES.....	13
I.8. ACUERDO ENTRE EL RESIDENTE Y EL SUPERVISOR	14
I.9. EVALUACIÓN	16
I.10. EJEMPLOS DE MÉTODOS QUE SE PUEDEN EMPLEAR PARA EVALUAR LAS COMPETENCIAS	19
I.11. ROTACIÓN CLÍNICA.....	20

RECONOCIMIENTOS

Este apéndice se ha basado en el manual para residentes elaborado en Nueva Gales del Sur para su uso en el Programa de capacitación, formación y acreditación del Colegio de físicos e ingenieros en medicina de Australasia destinado a residentes de física médica especialistas en radiooncología. Se agradece profundamente la aportación del Ministerio de Salud de Nueva Gales del Sur.

I.1. INTRODUCCIÓN

La escasez de físicos médicos con preparación clínica en todas las especialidades de la medicina radiológica es un problema mundial reconocido y particularmente acuciante en los países en desarrollo. Además, esta escasez se ve agravada por la creciente complejidad de los equipos de diagnóstico y tratamiento, así como por las mayores expectativas de una buena atención de la salud en todas las partes del mundo y la aplicación de normas de protección y seguridad radiológicas.

Esta escasez puede corregirse prestando apoyo a los físicos médicos en ejercicio y garantizando la capacitación adecuada de quienes deseen acceder a la profesión. El OIEA lleva mucho tiempo colaborando en la enseñanza y la capacitación clínicas de físicos médicos y participando en ambos aspectos con el apoyo de físicos médicos en ejercicio, mediante talleres, cursos de capacitación y programas de becas. Más recientemente, el ACR y el OIEA se han comprometido a mejorar el nivel de la próxima generación de físicos médicos por medio de iniciativas de enseñanza y capacitación clínicas y programas de apoyo.

El problema fundamental de disponer de físicos médicos competentes en el entorno clínico no se podrá resolver plenamente hasta que la enseñanza y la capacitación clínicas de los nuevos médicos hayan alcanzado un nivel adecuado.

Según las normas del OIEA, el físico médico clínicamente cualificado debe poseer:

- un título universitario en física, en ingeniería o en ciencias físicas equivalentes;
- cualificaciones académicas apropiadas en física médica (o equivalente) a nivel de posgrado;
- como mínimo dos años (equivalente a tiempo completo) de capacitación clínica estructurada en el servicio realizada en un hospital.

Asimismo, en esta norma se destaca que quienes posean un título universitario en física médica pero no hayan realizado la capacitación necesaria en un hospital no podrán considerarse clínicamente cualificados.

A fin de abordar, en parte, el problema que supone impartir capacitación clínica para la próxima generación de físicos médicos especialistas en medicina nuclear, se han elaborado una guía de capacitación clínica y otros recursos cuyo objetivo es servir de apoyo en la aplicación del programa de capacitación clínica para residentes. Las personas que reciban capacitación en el marco de este programa se denominarán residentes.

La presente publicación se ha elaborado para ayudar a los residentes a comprender mejor la naturaleza del programa, así como las funciones y las responsabilidades que deben asumir ellos y otras personas para asegurar una capacitación clínica óptima.

Antes de iniciar la capacitación clínica es importante leer detenidamente esta publicación.

I.2. ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA

En la figura I.1. se presentan de forma esquemática la estructura y las líneas de comunicación del programa experimental de capacitación clínica del ACR. A continuación, se incluye una breve explicación de las funciones de algunos de los grupos y personas señalados en esa figura. En el apéndice III, *Guía de aplicación*, se proporcionan más detalles al respecto.

- La **autoridad nacional competente**, que puede ser el órgano profesional competente, el Ministerio de Educación, el Ministerio de Salud o el organismo nacional encargado de la energía atómica, asume la responsabilidad general del programa y otorga el reconocimiento oficial de la cualificación concedida en el marco del programa. Establecerá un comité directivo nacional y designará un coordinador nacional del programa. Por lo general, la autoridad nacional competente delegará la facultad de supervisar el programa a un comité directivo nacional.
- El **comité directivo nacional** está formado por el órgano profesional y representantes de otros grupos de interés pertinentes y de las partes interesadas, y se encarga de mantener el nivel del programa velando por que los departamentos y los residentes cumplan de forma estricta las directrices de participación. Se ocupa de las quejas y reclamaciones, y supervisa al coordinador nacional del programa.
- El **órgano profesional** es el encargado de establecer las normas profesionales necesarias para definir las competencias y prestar apoyo profesional al programa. Normalmente, asume la responsabilidad general de los procesos de evaluación.

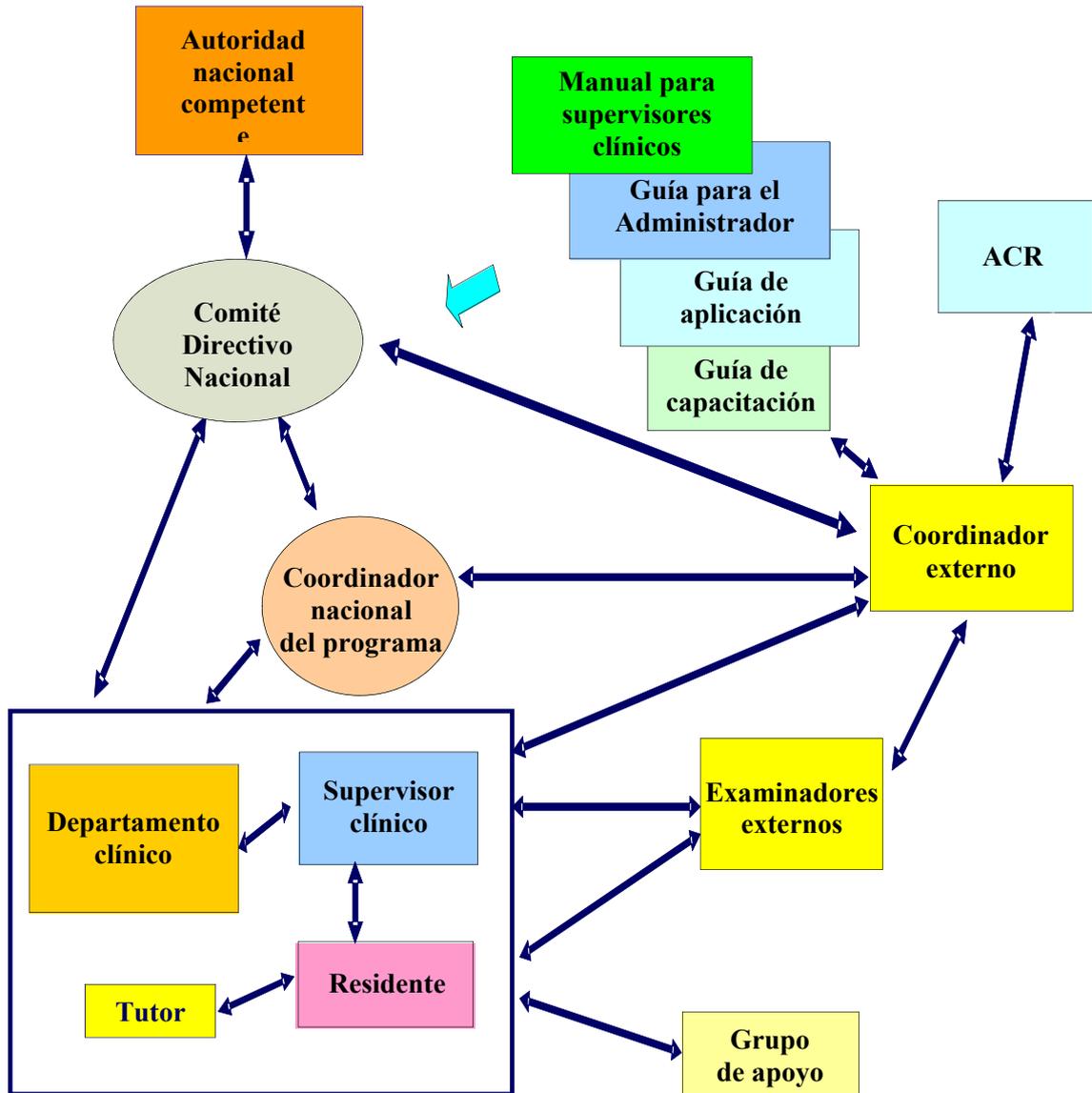


Fig. I.1. Diagrama que muestra la estructura de gestión y las líneas de comunicación del programa experimental de capacitación clínica del ACR. Se han omitido algunas de las líneas de comunicación (por ejemplo, entre el departamento y el residente) a fin de simplificarlo.

- El **supervisor clínico** es un físico médico especialista en medicina nuclear que cuenta con la experiencia y la cualificación adecuadas y, teóricamente, trabaja en el mismo departamento que el residente. Su labor es fundamental para asegurar el éxito de la capacitación clínica del residente. En el apartado 3.1 figura más información sobre las funciones y responsabilidades del supervisor clínico.
- El **grupo de apoyo** está constituido por personas dispuestas a prestar asistencia en la capacitación de los residentes, entre ellas, médicos especialistas en medicina nuclear, físicos médicos especialistas en medicina nuclear y personal de instituciones docentes. Preferentemente, el grupo de apoyo debería contar con un miembro de otro país.

- El **coordinador externo** supervisa el progreso de los residentes y el programa en general. Trabaja en estrecha colaboración con el coordinador nacional del programa y el comité directivo nacional a fin de garantizar el buen funcionamiento y el éxito del programa.
- Los **examinadores externos** supervisan el progreso de cada uno de los residentes y evalúan su plan de aprendizaje o elementos de evaluación.

I.3. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS RESIDENTES

El éxito del programa de capacitación clínica depende de que el residente estudie de forma autodirigida y, en consulta con el supervisor clínico, establezca los plazos pertinentes. Además, es su responsabilidad cumplir esos plazos. Si un residente tiene poca iniciativa y/o no asume sus responsabilidades cuando corresponde, es probable que tenga dificultades para completar el programa.

Si el residente no alcanza el nivel requerido en el programa tras haber recibido observaciones de apoyo y constructivas, y haber tenido la oportunidad de mejorar, se podrá plantear la posibilidad de interrumpir su participación en el programa.

Las responsabilidades del residente son, entre otras:

- reunirse periódicamente con su supervisor clínico para analizar los progresos realizados y examinar los plazos;
- aceptar las observaciones de apoyo y constructivas del supervisor clínico y otros físicos médicos con experiencia de su departamento. El residente debe aceptar esas observaciones teniendo presente la intención de su planteamiento, es decir, ayudarle a mejorar su desempeño en el marco del programa;
- mantener actualizada la documentación necesaria. Por ejemplo, es importante asegurarse de que el supervisor clínico dé el “visto bueno” una vez finalizada la evaluación de las competencias, y también mantener el portafolio actualizado;
- prepararse concienzudamente para todas las evaluaciones exigidas como parte del programa;
- aprovechar cualquier oportunidad para desarrollar sus conocimientos y aptitudes y, una vez adquiridos, conservarlos.

I.4. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS SUPERVISORES CLÍNICOS

Las responsabilidades del supervisor clínico son, entre otras:

- velar por que el residente reciba capacitación en todos los aspectos importantes de la física médica en medicina nuclear facilitando la aplicación de un programa estructurado de capacitación que se ajuste a la guía, al alcance de los módulos y a los niveles de evaluación que deben alcanzarse conforme a lo que determine el comité directivo nacional. Esto no significa que el supervisor deba impartir toda la capacitación. El supervisor debe velar por que especialistas debidamente cualificados asuman la capacitación de los residentes en las distintas facetas del programa;
- reunirse periódicamente con el residente para analizar los progresos realizados (incluida la revisión de los plazos) y formular observaciones de apoyo y constructivas adecuadas al residente en relación, por ejemplo, con el nivel de competencia adquirido y los logros que aún no se hayan alcanzado. (Nota: en el presente documento una “reunión” puede

ser presencial o por videoconferencia u otros medios según lo permitan o exijan las circunstancias);

- presentar un informe semestral sobre los progresos del residente al coordinador nacional del programa;
- asegurar que la capacitación clínica y el desempeño del residente se supervisen, documenten, evalúen y notifiquen según corresponda;
- garantizar que la capacitación clínica en el servicio tenga un nivel que el comité directivo nacional considere aceptable y, cuando sea necesario, prestar apoyo al residente;
- asegurarse de que, cuando sea posible, el residente sea destinado a otros hospitales durante cortos períodos para adquirir experiencia en técnicas o usos de los equipos que no estén disponibles en el departamento del residente;
- velar por que el residente tenga oportunidades suficientes de prepararse para todas las evaluaciones exigidas como parte del programa;
- facilitar, siempre que sea posible, las evaluaciones externas de los residentes durante su capacitación.

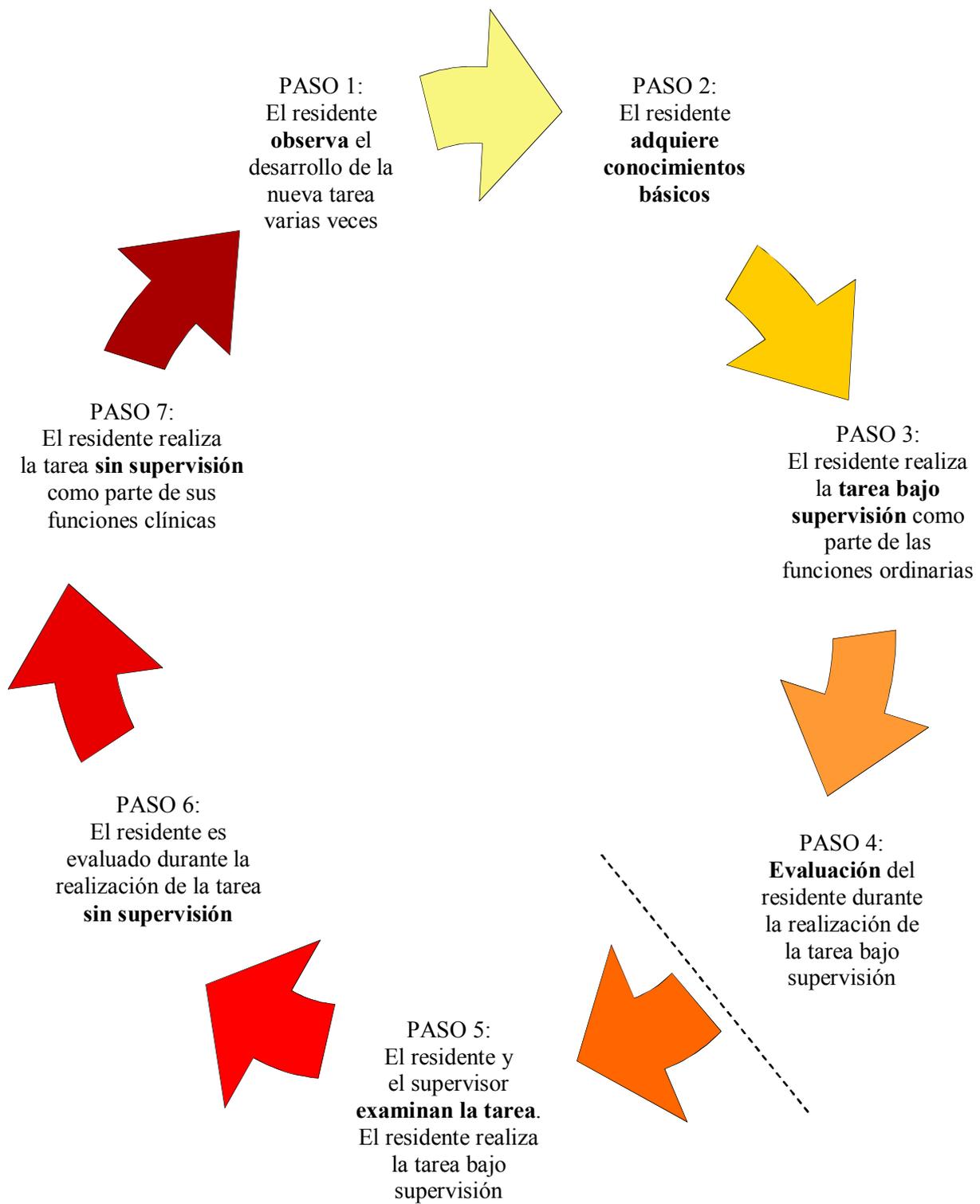


Fig. 1.2. Desarrollo cronológico de los procesos de capacitación clínica y evaluación de las competencias. Los pasos 4 y 5 pueden llevarse a cabo cuando el residente ya haya adquirido cierta experiencia.

I.5 APÉNDICES IMPORTANTES

Además del presente apéndice, hay otros apéndices que también revisten interés para los residentes que participan en el programa. Se trata de los siguientes:

- *Guía de capacitación clínica, apéndice IV;*
- *Evaluación de las competencias, apéndice V;*
- *Formularios y documentos complementarios, apéndice VI.*

Los residentes deberían tener una copia impresa de estos apéndices. Durante la residencia necesitarán consultar la Guía de capacitación clínica con frecuencia y el apéndice sobre la evaluación de las competencias deberá actualizarse a medida que el supervisor clínico o la persona propuesta evalúe sus competencias. El coordinador nacional del programa, el coordinador externo o el asesor externo también podrán examinar dicho apéndice.

I.6. CONTRATACIÓN DE RESIDENTES

Los residentes solo pueden ser contratados por departamentos que hayan sido autorizados por el comité directivo nacional para impartir capacitación clínica en el marco de este programa. El futuro residente debe presentar el formulario de “Solicitud de inscripción” cumplimentado al coordinador nacional del programa (véase el apéndice VI) y no obtendrá la residencia hasta que la solicitud haya sido aprobada por el coordinador nacional del programa y, en el caso del programa experimental del OIEA, por el coordinador externo.

El futuro residente debe saber cuáles son las expectativas y la duración del programa de capacitación clínica. Véase también el apéndice III.4 (Requisitos de ingreso para los residentes).

I.7. ORIENTACIÓN PARA LOS NUEVOS RESIDENTES

Además de la habitual orientación facilitada a nivel del hospital y el departamento, el nuevo residente deberá recibir asesoramiento acerca del programa de capacitación clínica en su país.

En la primera reunión entre el nuevo residente y su supervisor clínico se abordarán los siguientes aspectos:

- descripción de las funciones del supervisor clínico;
- expectativas en relación con el programa de capacitación clínica;
- responsabilidades del residente en el marco del programa de capacitación clínica;
- calendario de examen y evaluación (incluido el día y la hora de, como mínimo, las reuniones mensuales);
- notificación de la fecha de la evaluación externa, así como de los exámenes anuales;
- orientaciones relativas a los recursos (por ejemplo, modelos de actividades, acceso a los libros de texto básicos, etc.);
- disponibilidad de becas y otras fuentes de financiación para participar en cursos y conferencias;
- obligación de asistir a seminarios y sesiones clínicas, y grado de participación esperado;
- funciones del coordinador nacional del programa y otros participantes ajenos al departamento;
- deberes y responsabilidades generales de los empleados;
- preguntas planteadas por el residente.

En esta reunión, el residente y el supervisor clínico también deberían examinar los siguientes documentos de capacitación:

- proyecto de acuerdo de aprendizaje en que figure el calendario de actividades de capacitación de los primeros seis meses;
- recursos para obtener la documentación adecuada que sea necesaria.

Para apoyar el programa de capacitación clínica según definan las competencias clínicas, será necesario obtener una selección de fuentes de conocimientos consignadas en la guía. Se ha hecho lo posible por utilizar recursos de alta calidad descargables, como los informes que presenta la Asociación Americana de Físicos en Medicina (AAPM). Además, el residente debe tener conocimiento de la Iniciativa InterRed-Salud de Acceso a la Investigación (HINARI), <http://www.who.int/hinari/en/>, que hace posible que los residentes de algunos lugares tengan acceso a artículos de investigación descargables que de otro modo solo podrían obtenerse previo pago. Asimismo, se alienta decididamente a comprar un conjunto suficiente de textos que abarque la mayoría de las esferas de experiencia clínica de la lista de fuentes de conocimientos de los módulos.

I.8. ACUERDO ENTRE EL RESIDENTE Y EL SUPERVISOR

Durante los dos primeros meses, el nuevo residente y su supervisor clínico deberían concertar un acuerdo de aprendizaje que contemple las necesidades de aprendizaje, el calendario de las actividades de capacitación, los objetivos, los recursos y las estrategias. Los acuerdos de aprendizaje deberían incluir un plan para la consecución de determinadas competencias en los seis meses siguientes, así como un resumen general de los plazos señalados para completar todo el programa de capacitación (en el apartado 10 se da una explicación sobre el uso del término “competencia” en este programa).

El residente debe tener en cuenta que podría ser necesario modificar el calendario y los plazos.

Deberían examinarse los requisitos relativos al alcance de las competencias y los criterios de evaluación.

Las ventajas de establecer un acuerdo de aprendizaje son, entre otras, las siguientes:

- la determinación de necesidades y recursos de aprendizaje;
- el establecimiento de un foro de debate sobre la viabilidad de los objetivos relativos a los plazos y el volumen de trabajo del departamento, el supervisor y el residente;
- el fomento de la comunicación entre el residente y el supervisor;
- la transmisión al residente de un sentido de identificación y responsabilidad en relación con el plan que le permita entender de forma clara que debe hacerse responsable de su propio aprendizaje;
- la creación y aplicación de una estrategia cuya importancia radica en el volumen y el alcance del trabajo que debe ultimarse en el marco del programa de capacitación; y
- el impulso de las actividades de evaluación.

Uno de sus inconvenientes es la necesidad de actualizar periódicamente el plan, ya que puede ser difícil prever una parte considerable de las fechas de realización de las actividades de capacitación clínica.

En cuanto sea posible, debería elaborarse un plan que permita concluir con éxito y dentro del calendario previsto el programa de capacitación clínica. En él debería señalarse lo siguiente:

- resultados del aprendizaje a corto, medio y largo plazos;
- fechas de las evaluaciones finales (nacionales) para poder determinar las prioridades con respecto a la adquisición de competencias;
- plazos en relación con los requisitos clínicos y de investigación, incluidos cursos y conferencias;
- programación de las rotaciones clínicas; por ejemplo, en centros de radioterapia y otros centros de medicina nuclear;
- posibles temas que puedan desarrollarse a lo largo del tiempo que correspondan por lo menos a cinco informes clave del portafolio en que se recoja el mejor trabajo del residente (véase apartado 9);
- nivel de independencia exigido;
- un plan de contingencia para momentos en que no se desempeñan otras tareas, por ejemplo, realización de trabajos o adquisición de competencias basadas en los conocimientos;
- posibles problemas o situaciones que puedan repercutir en el proceso de capacitación, como cambios importantes dentro del departamento;
- oportunidades de aprendizaje basado en la práctica. Por ejemplo, prestar ayuda cuando se averían los equipos y observar así el proceso de reparación.

En el apéndice titulado “Formularios y documentos complementarios” se incluye un modelo para facilitar la preparación del acuerdo de aprendizaje.

No obstante, el supervisor y el residente pueden elegir un documento que se adapte a su método y no requiera demasiado tiempo (con respecto a sus necesidades). Es posible elegir otro sistema siempre que incluya toda la información necesaria y prevea la asignación de recursos y personal destinados a apoyar la capacitación clínica.

El acuerdo de aprendizaje debe contraerse de mutuo acuerdo puesto que debe ser factible para ambas partes y estipular la responsabilidad del residente y el supervisor con respecto al cumplimiento de los plazos. En dicho acuerdo deberían tomarse en consideración las necesidades del departamento y el supervisor. Un acuerdo de aprendizaje presenta las siguientes ventajas:

- garantiza que la evaluación de un número considerable de competencias no se deje para una fase del programa demasiado tardía;
- permite planificar los elementos de capacitación para los que es necesario acceder a equipos o colaborar con otros profesionales.

El residente deberá poseer o desarrollar buenas aptitudes de gestión del tiempo a fin de poder cumplir las responsabilidades establecidas en el acuerdo de aprendizaje.

Los formularios **LISTA DE VERIFICACIÓN ANUAL PARA RESIDENTES** y **LISTA DE VERIFICACIÓN FINAL PARA RESIDENTES** son otras dos listas de comprobación (apéndice VI) que permitirán iniciar el debate y el cumplimiento de los requisitos.

Cabe destacar que no se podrá responsabilizar al supervisor cuando no se pueda finalizar la evaluación de las competencias antes de un plazo determinado porque el residente no haya cumplido los hitos o haya presentado gran parte del trabajo para evaluar en el último momento.

Está previsto que al principio el residente necesite una orientación más precisa para alcanzar los hitos y los niveles de competencia que se establezcan en su acuerdo de aprendizaje. Sin embargo, a medida que avance el programa, el residente debe participar de forma más activa e independiente, y aceptar un mayor grado de responsabilidad. Una de las funciones del supervisor clínico es orientar al residente a lo largo de este desarrollo profesional. En la figura I.2 se propone, de forma esquemática, un enfoque de los procesos de capacitación clínica y evaluación de las competencias.

I.9. EVALUACIÓN

La evaluación de un residente en el marco del programa de capacitación clínica se compone de diversos elementos.

- **Competencias** (según lo indicado en los submódulos de la Guía de capacitación clínica) En cada submódulo se define un conjunto unificado de aptitudes o conocimientos clínicos. Todas las competencias (o submódulos) requeridos figuran en la Guía de capacitación clínica. Los submódulos que deben realizarse y el grado de competencia que se debe alcanzar en cada submódulo han sido establecidos por la autoridad nacional competente o su delegado y se indican en la Guía de capacitación clínica (véase el apéndice III.3.1.1).

El supervisor clínico puede programar la evaluación de las competencias para cualquier momento que se haya convenido. El orden de realización de los submódulos es indiferente y se puede realizar más de un módulo a la vez. La evaluación debería ajustarse al acuerdo de aprendizaje y centrarse en uno o varios de los factores siguientes:

- **Labor clínica**, es decir, con carácter oficial, el personal cualificado observa las tareas clínicas sistemáticas a modo de evaluación continua de las competencias.
- **Módulos**, es decir, la labor clínica y la responsabilidad se asignan una vez abarcadas las competencias de un determinado módulo. Por ejemplo, la puesta en servicio del equipo podrá asignarse una vez que el residente haya demostrado su capacidad en las pruebas sistemáticas de control de calidad.
- **Puesta en servicio**, es decir, el plazo para la adquisición de competencias está relacionado con los proyectos de puesta en servicio de los departamentos. Esto se considera aprendizaje oportunista y puede abarcar diversos tipos de competencias.

Cabe prever que muchas de las competencias se evalúen en varias ocasiones. Por ejemplo, es posible que un residente trabaje en una competencia concreta durante un tiempo y en el momento de la evaluación se determine que ha alcanzado el nivel 3 de esa competencia. Posteriormente, el residente quizás tenga que ocuparse de otra esfera y, más tarde, volver a trabajar en la primera competencia (submódulo), cuya evaluación se repetiría al final de este período. Después de cualquier evaluación de las competencias, el residente recibirá observaciones de apoyo y constructivas que no deberían contrariarlo, ya que el objetivo del asesor es señalarle cómo mejorar su desempeño en el marco del programa.

En la Guía de capacitación clínica se presentan los criterios de evaluación de las competencias. Tal como demuestran los criterios, la evaluación de la competencia no consiste solo en examinar la capacidad técnica, sino también las actitudes profesionales, como las prácticas seguras y las aptitudes de comunicación que está previsto que posea un físico médico cualificado especialista en medicina nuclear.

- **Portafolio**

El portafolio ofrece al residente la oportunidad de demostrar la amplitud y profundidad de sus conocimientos sobre determinados temas. También es útil para la evaluación de las competencias externas, la comprobación del visto bueno del nivel evaluado, el desarrollo de aptitudes de redacción de textos científicos y podrá emplearse como prueba de competencia si se apela un examen. Cada residente debería tener una carpeta de pruebas de la que puedan tomarse informes del portafolio para su presentación.

El supervisor clínico examinará la carpeta de pruebas periódicamente (como mínimo cada 6 meses) y presentará al residente sus observaciones al respecto. El coordinador nacional examinará la carpeta de pruebas al finalizar cada año lectivo del programa, y evaluará las pruebas como satisfactorias o no satisfactorias.

En el portafolio presentado se incorporan los documentos siguientes:

- currículum vitae;
- informes sobre los progresos realizados;
- “resumen sobre las competencias adquiridas” en el que se indicará el nivel de competencia alcanzado en cada submódulo;
- muestras del trabajo realizado por el residente al menos de tres de los cinco módulos básicos de la Guía de capacitación clínica. Estas muestras pueden ser:
 - informes relativos al departamento, por ejemplo, sobre la puesta en servicio y la aplicación clínica de un nuevo equipo o método de tratamiento;
 - trabajos sobre las competencias clave;
 - un trabajo de investigación publicado en una revista revisada por expertos locales o externos;
 - la presentación de un trabajo de investigación en una reunión nacional o internacional;
 - una presentación que el residente haya hecho y en la que se aborden aspectos clave del módulo.

Cada informe del portafolio debería tener preferentemente menos de 10 páginas (10 font, a un espacio, en páginas de una sola cara). Se recomienda evitar informes extensos, por lo que puede hacerse referencia a cuadros y gráficos de datos, pero no incluirse estos.

- **Trabajos**

Durante el programa de capacitación se deberán presentar tres trabajos. Aproximadamente, la entrega debería realizarse, a más tardar, 9, 15 y 21 meses después del inicio del programa de capacitación. (El comité directivo nacional podría modificar estos plazos de presentación). La calificación de estos trabajos estará a cargo de una persona designada por el comité directivo nacional y, posiblemente, un examinador externo nombrado por el coordinador externo. En el plazo de un mes tras la presentación, los trabajos serán devueltos al residente a fin de facilitarle las observaciones pertinentes. El residente debería analizar las observaciones recibidas con su supervisor clínico.

Los trabajos se calificarán en una escala de 5 a 1 en la que 4 y 5 corresponden a un nivel no satisfactorio, 3 a un nivel simplemente satisfactorio, 2 a un buen nivel y 1 a un nivel excelente.

Cuando la calificación sea de 4 o 5, el residente deberá modificar el trabajo tomando en consideración las observaciones formuladas y volver a presentarlo en el plazo de un mes para su nueva evaluación.

- **Examen escrito**

El examen escrito es optativo y se realiza a discreción del comité directivo nacional o su delegado. El contenido del examen escrito se basa en los módulos básicos de la Guía de capacitación clínica pero puede abarcar cualquier aplicación de conocimientos pertinentes en materia de física médica nuclear. En el examen escrito se pone a prueba un conocimiento más profundo que el evaluado en la maestría.

- **Examen oral**

De este examen, que se celebra al final del programa de capacitación, se ocupa el comité directivo nacional. Antes de realizar el examen oral, el residente debe superar satisfactoriamente TODOS los otros aspectos de la evaluación. Una parte considerable del contenido del examen oral se basará en el portafolio y el resto se extraerá de otros apartados de la Guía de capacitación clínica.

- **Examen práctico**

El examen práctico es optativo (es decir, se realiza a discreción del comité directivo nacional) y, preferentemente, estará vinculado a un proceso de acreditación profesional. El examen práctico se basa en situaciones hipotéticas que un físico médico puede encontrarse cuando ocupa un cargo superior e incluye una serie de competencias que abarca el programa de capacitación clínica.

- **Cuaderno de trabajo**

Si bien no es obligatorio y no forma parte del proceso de evaluación, se recomienda el uso de un cuaderno de trabajo. En el caso de que se utilice, el residente deberá mantener actualizado el cuaderno y registrar en él las experiencias de capacitación, con observaciones sobre las dificultades que ha afrontado y los resultados positivos derivados del aprendizaje. Cuando resulte difícil realizar la evaluación práctica de una competencia, el supervisor también podrá utilizar el cuaderno de trabajo para demostrar que se ha trabajado lo suficiente en esa competencia y dar el visto bueno al respecto. El cuaderno de trabajo puede estar en formato impreso o electrónico.

NOTAS:

- Para superar con éxito la totalidad del programa, el residente debe obtener la evaluación de “satisfactorio” en cada uno de los elementos mencionados.
- Antes de presentarse al examen oral, el residente debe haber alcanzado el nivel de competencia exigido en TODOS los submódulos.
- El examen oral, y el examen práctico de ser necesario, están concebidos para evaluar si el candidato actúa como debe un físico médico cualificado, es decir, si puede trabajar sin supervisión y de forma profesional, científica y segura. No obstante, puesto que en estos exámenes los conocimientos técnicos y las competencias que pueden evaluarse son limitados, para evaluar la mayoría de las funciones y responsabilidades del físico médico, lo que realmente permite garantizar la práctica segura y competente es la evaluación de las competencias durante la práctica propiamente dicha.

I.10. EJEMPLOS DE MÉTODOS QUE SE PUEDEN EMPLEAR PARA EVALUAR LAS COMPETENCIAS

Existen diversos métodos para evaluar las competencias del residente en un submódulo determinado. El asesor puede:

- observar, escuchar y formular preguntas al residente durante el desempeño de una tarea clínica sistemática;
- escuchar al residente instruyendo a otra persona;
- proponer al residente situaciones hipotéticas. Ejemplos:
 - plantear al residente una situación en la que deba relacionarse con pacientes o colegas (quizá también un dilema relativo a un paciente);
 - solicitar al residente que prepare un calendario de puesta en servicio para un nuevo escáner SPECT/CT;
 - pedir al residente que ponga en servicio un escáner PET/CT;
 - encargar al residente que ponga en servicio un calibrador de dosis;
- sugerir al residente que asista a:
 - un curso interno sobre gestión de conflictos;
 - un curso universitario para estudiantes de posgrado sobre presentaciones orales;
- solicitar a un paciente u otro profesional información sobre cómo ha sido su relación con el residente;
- utilizar la evaluación oral en una reunión ordinaria entre el supervisor y el residente; elaborar un informe escrito breve que contenga una evaluación y observaciones constructivas;
- utilizar la evaluación práctica, incluso preguntas orales, mientras se realiza una tarea ordinaria (p.ej., de garantía de calidad, calibración de dosis);
- utilizar exámenes clínicos estructurados objetivos, o conjuntos de tareas clínicas determinadas;
- examinar el cuaderno de trabajo del residente;
- establecer las actividades en el marco del proyecto clínico;
- presentar estudios de casos sobre la solución de problemas con pacientes o equipos;
- solicitar al residente que enumere los pasos clave que debe seguir al realizar una tarea;
- pedir que se realice una prueba de competencia externa en otro departamento;
- revisar el portafolio del residente;
- solicitar al residente que participe en un programa de tutoría local;

- fomentar la reflexión. El residente no debe sorprenderse si después de evaluar una competencia el supervisor le pregunta qué opina sobre su propia actuación;
- proponer al residente que haga una presentación delante del personal del departamento;
- sugerir al residente que escriba:
 - cartas modelo sobre aspectos clave que sean evaluados por el supervisor;
 - un informe sobre la función de otros grupos profesionales;
 - un informe sobre el recorrido de un paciente desde el diagnóstico hasta el tratamiento;
- aconsejar al residente que recopile diagramas sobre la adopción de decisiones;
- sugerir al residente que realice una valoración crítica de un artículo publicado en una revista en una “reunión de revisión de revistas” del departamento.

I.11. ROTACIÓN CLÍNICA

Tal vez se exija al residente recibir capacitación en otros hospitales durante determinados períodos para adquirir experiencia en otras técnicas o equipos que no estén disponibles en su propio hospital. En la Guía de capacitación clínica también se requiere que el residente adquiriera conocimientos y competencias en radiología y radiooncología.

APÉNDICE II

MANUAL PARA LOS SUPERVISORES CLÍNICOS

II.1. INTRODUCCIÓN.....	21
II.2. DESIGNACIÓN DE UN SUPERVISOR CLÍNICO	22
II.3. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS SUPERVISORES CLÍNICOS	23
II.4. CARACTERÍSTICAS DEL SUPERVISOR	23
II.5. CONTRATACIÓN DE RESIDENTES	25
II.6. ORIENTACIÓN PARA LOS NUEVOS RESIDENTES	26
II.7. ACUERDO ENTRE EL RESIDENTE Y EL SUPERVISOR.....	27
II.7.1 Acuerdo y plan de aprendizaje	27
II.7.2 Cumplimiento	28
II.8. MODELOS DE SUPERVISIÓN	29
II.9. EVALUACIÓN.....	29
II.10. EJEMPLOS DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS	30
II.11. MOTIVACIÓN DE LOS RESIDENTES	31
II.11.1 Cuando el residente no alcanza el nivel de referencia requerido	33
II.12. ROTACIÓN CLÍNICA	33
II.13. BIBLIOGRAFÍA.....	34
II.14. RECURSOS ÚTILES PARA SUPERVISORES CLÍNICOS	34

RECONOCIMIENTOS

Este apéndice se ha basado en el Manual para residentes elaborado en Nueva Gales del Sur para su uso en el Programa de capacitación, formación y acreditación del Colegio de físicos e ingenieros en medicina de Australasia (ACPSEM) destinado a residentes de física médica especialistas en radiooncología. Se agradece la aportación del Ministerio de Salud de Nueva Gales del Sur.

II.1. INTRODUCCIÓN

Un componente necesario de la capacitación de residentes es la orientación que proporciona el supervisor clínico. El presente manual se ha concebido para ayudar a los supervisores clínicos a comprender las funciones y responsabilidades del cargo.

La inversión de tiempo y esfuerzo en la capacitación de residentes se retribuye a medida que estos adquieren más competencia y aumentan su contribución al departamento. Para lograr el éxito en la aplicación del programa es preciso asignar recursos suficientes a la capacitación clínica. Uno de los principales recursos que se requieren en un departamento participante son

los servicios del supervisor clínico. En el presente apéndice se describen a grandes rasgos las funciones y responsabilidades del supervisor clínico.

Es importante que este apéndice se lea detenidamente antes de comenzar la supervisión clínica de un residente. El supervisor clínico también debería estar familiarizado con la *Guía de capacitación clínica* (apéndice IV) y toda la documentación conexas. En el apartado II.16 figura una lista de recursos útiles (URL, etc.) para los supervisores clínicos.

II.2. DESIGNACIÓN DE UN SUPERVISOR CLÍNICO

El departamento que desee participar en el programa experimental de capacitación clínica del ACR debe ocuparse de la designación de un supervisor clínico que cuente con la experiencia y la cualificación adecuadas. Es importante que el supervisor clínico tenga la confianza y voluntad necesarias para asumir las funciones y responsabilidades del cargo.

El proceso de designación de un supervisor clínico incluye los siguientes pasos:

- El físico titular, generalmente, inicia el proceso para el nombramiento y comunica al supervisor clínico propuesto las expectativas que el cargo trae consigo y el efecto que la función de supervisión puede tener en sus otras obligaciones.
- El supervisor clínico propuesto debe aceptar la nominación que, a su vez, debe ser autorizada por el jefe del departamento y el coordinador nacional del programa.
- El supervisor clínico y el físico titular conciertan un acuerdo a fin de garantizar que la supervisión se realice de forma eficaz. Cuando sea posible, se hace un ajuste del volumen de trabajo del supervisor a fin de tener en cuenta el tiempo necesario para la administración, la capacitación y la evaluación de los residentes.

Los aspectos logísticos y los recursos que permiten integrar la capacitación en las funciones del departamento también deben tomarse en consideración. Por ejemplo, el supervisor clínico y el físico titular deberían analizar:

- la asignación de tiempo para la utilización de los equipos durante el horario habitual de trabajo para actividades de capacitación o evaluación (de ser posible);
- la asignación de fondos destinados a las horas suplementarias o, en su lugar, dar flexibilidad a los supervisores y demás personal que participan en la capacitación clínica para que se puedan tomar “tiempo libre” para las actividades de capacitación llevadas a cabo fuera del horario habitual de trabajo, lo que puede ser necesario a fin de que el residente pueda tener más acceso a los equipos;
- la consideración del volumen de trabajo que implican las tareas de supervisión clínica a la hora de distribuir las funciones y responsabilidades en el departamento;
- el reconocimiento de la importancia que las funciones de supervisión clínica tienen para el residente y el departamento.

II.3. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS SUPERVISORES CLÍNICOS

Las responsabilidades del supervisor clínico son, entre otras, las siguientes:

- velar por que el residente reciba capacitación en todos los aspectos importantes de la física médica nuclear facilitando la aplicación de un programa estructurado de capacitación que se ajuste a la guía, al alcance de los módulos y a los niveles de evaluación que deben alcanzarse conforme a lo que determine el comité directivo nacional. Esto no significa que el supervisor deba impartir toda la capacitación. El supervisor debe encargarse de que especialistas debidamente cualificados asuman la capacitación de los residentes en las distintas facetas del programa. Para obtener más información al respecto véase el apartado 10, “Modelos de supervisión”;
- reunirse periódicamente con el residente para analizar los progresos realizados (incluida la revisión de los plazos) y formular observaciones de apoyo y constructivas adecuadas a los residentes, como por ejemplo, sobre el nivel de competencia adquirido y los logros al respecto que aún no se hayan alcanzado. (Nota: en el presente documento una “reunión” indica una reunión presencial, por videoconferencia u otros medios que permitan o exijan las circunstancias);
- presentar un informe semestral sobre los progresos realizados por el residente al coordinador nacional del programa;
- asegurar que la capacitación clínica y el desempeño del residente se supervisen, documenten, evalúen y notifiquen según corresponda;
- garantizar que la capacitación clínica en el servicio tenga un nivel que el comité directivo nacional considere aceptable y, cuando sea necesario, prestar apoyo al residente;
- asegurar que, cuando sea posible, el residente sea destinado a otros hospitales durante breves períodos de tiempo para adquirir experiencia en otras técnicas o en el uso de equipos que no estén disponibles en el propio departamento del residente;
- velar por que el residente tenga oportunidades suficientes de prepararse para todas las evaluaciones exigidas en el marco del programa;
- facilitar, siempre que sea posible, las evaluaciones externas de los residentes durante el período de capacitación.

Los propios supervisores clínicos deberían realizar un aprendizaje permanente. Es recomendable también que todos los supervisores clínicos asistan a un taller de “capacitación de instructores” (de ser posible) que les permita comprender el marco educativo de la Guía de capacitación clínica antes de iniciar el programa de capacitación.

II.4. CARACTERÍSTICAS DEL SUPERVISOR

La (mejor) enseñanza clínica tiene lugar en un entorno favorable para el desarrollo del razonamiento clínico, la socialización profesional y el aprendizaje permanente (McAllister 1997). Los supervisores deberían reflexionar sobre lo que les fue útil para aprender durante su capacitación y utilizar su propia experiencia a modo de orientación para facilitar las mejores prácticas en el ámbito de la capacitación clínica.

Las aptitudes que se exigen a un buen supervisor son variadas y se enumeran a continuación:

- **Actuar como gestor**

El supervisor debe ser organizado y proporcionar una orientación clara al residente con respecto a las expectativas, la lista de tareas clínicas, los plazos y los criterios de evaluación. Además, el supervisor debe estar en contacto con otros departamentos y personal externo a fin de garantizar que la capacitación clínica y las actividades de supervisión diarias no se vean obstaculizadas.

- **Actuar como instructor**

Los elementos que debe incluir el proceso de instrucción a cargo del supervisor clínico son los siguientes:

- el supervisor realiza demostraciones delante del alumno;
- el residente lleva a cabo las tareas que le corresponden mientras el supervisor plantea observaciones;
- el supervisor presta su apoyo, que se va reduciendo a medida que el residente adquiere más competencia;
- el residente describe sus procesos de resolución de problemas;
- el residente reflexiona sobre las similitudes entre sus procesos de resolución de problemas y los de un compañero o un físico con más experiencia;
- el residente pasa a resolver los problemas de forma independiente.

En el marco del proceso de instrucción también se debe:

- crear las condiciones adecuadas para el aprendizaje autodirigido;
- dirigir la atención del residente hacia factores importantes de una tarea (y el orden de un grupo de tareas conexas);
- dar a conocer los secretos para dominar una tarea y no solo los mecanismos de la tarea;
- velar por que antes de realizar tareas más complejas el residente domine los conocimientos y las aptitudes básicas.

- **Actuar como observador**

El supervisor clínico debería aprovechar cualquier oportunidad para observar al residente durante la realización de una tarea. Esto es importante no sólo para formular observaciones de apoyo y constructivas oportunas, sino que también debe constituir un elemento clave del proceso de evaluación.

- **Actuar como tutor**

Esta función la puede asumir una persona distinta del supervisor clínico. Es importante que el “tutor” sea alguien a quien el residente haya escogido para realizar esta tarea.

Los residentes suelen ser jóvenes adultos que están sometidos a importantes presiones sociales y económicas. Es posible que el tutor tenga que tratar un asunto personal del residente y, en tal caso, deberá tomarse el tiempo necesario para comprender las circunstancias del residente sin vulnerar su privacidad. Si un supervisor clínico está dispuesto a asumir esta función y el residente lo acepta, el supervisor únicamente podrá ofrecer asesoramiento dentro de sus propias limitaciones y nivel de capacitación. En el caso de que el residente necesite asesoramiento que esté fuera del nivel de capacitación, del ámbito de competencia o de los límites éticos y de confidencialidad/privacidad/evaluación de la función de supervisor clínico/tutor, este

deberá remitir el residente al físico titular o al servicio de asesoramiento del hospital o la universidad. Además, el supervisor clínico debería alentar al residente a procurar ayuda externa, si fuera necesario, o como mínimo a darle confianza para ello.

- **Facilitar observaciones**

Las observaciones planteadas a los residentes deberían ser de apoyo y constructivas. Asimismo, deberían ser variadas, no sentenciosas, específicas, centradas en comportamientos que puedan modificarse, descriptivas, puntuales y privadas (si es adecuado desde un punto de vista profesional o si el residente se muestra susceptible ante las observaciones constructivas). El supervisor clínico debería tener en cuenta que el planteamiento de preguntas suele facilitar el planteamiento de observaciones constructivas (por ejemplo, “¿cómo cree que fue su actuación?”).

- **Actuar como asesor**

La función de asesor en el ámbito de la competencia clínica es una de las responsabilidades más importantes y difíciles del supervisor clínico. La “transparencia” de la evaluación es fundamental y requiere que el residente:

- reciba un informe claro acerca de las expectativas (nivel de conocimientos y aptitudes requeridos) para superar con éxito el programa (la *Guía de capacitación clínica* incluye información detallada sobre la evaluación del nivel de competencia alcanzado),
- comprenda los motivos que justifican el nivel determinado en la evaluación (qué hizo bien, deficiencias con respecto a los conocimientos o las aptitudes). Es recomendable explicar por qué se ha elegido un nivel y no otro inferior o superior. Por ejemplo, si se califica una competencia con un nivel 3, conviene aclarar por qué los niveles 2 o 4 se consideraron inadecuados,
- reciba observaciones de apoyo después de la evaluación de cualquier aspecto relativo a la capacitación clínica (competencia, trabajo, etc.).

La “validez” de la evaluación también es importante. El cuaderno de trabajo, en el caso de que se utilice, puede resultar indispensable durante el proceso de evaluación, ya que permite mostrar cuáles han sido las tareas que han contribuido a la adquisición de las competencias.

El supervisor clínico puede delegar la función de instructor y/o asesor a otros físicos médicos debidamente cualificados (u otros profesionales en el caso de la imagenología y la radiobiología) cuando el residente esté trabajando en un ámbito que no forme parte de sus competencias clínicas. Por ejemplo, un residente podrá trabajar bajo la dirección de un físico médico encargado de sistemas PET/CT y ser evaluado por él. Para obtener más información al respecto véase el apartado 10, “Modelos de supervisión”.

II.5. CONTRATACIÓN DE RESIDENTES

Antes de contratar a un residente, el supervisor debe asegurarse de que:

- su departamento haya recibido la autorización del comité directivo nacional para impartir capacitación clínica en el marco de este programa;
- el futuro residente haya presentado el formulario de “Solicitud de inscripción” cumplimentado y la solicitud haya sido aprobada por el coordinador nacional del

programa, y por el coordinador externo en el caso de que se trate de un programa experimental;

- haya leído la Guía de capacitación clínica y conozca el alcance de los módulos y los niveles de evaluación adoptados en su país;
- el futuro residente tenga claras las expectativas y la duración del programa de capacitación clínica.

Véase también el apéndice III.4 (Requisitos de ingreso para los residentes).

II.6. ORIENTACIÓN PARA LOS NUEVOS RESIDENTES

Además de la orientación habitual facilitada a nivel del hospital y el departamento, el nuevo residente debería recibir asesoramiento sobre el programa de capacitación clínica en su país, aunque antes debería haber leído la Guía de capacitación clínica.

En la primera reunión entre el supervisor clínico y el nuevo residente se deberían abordar los siguientes aspectos:

- descripción de las funciones del supervisor clínico;
- expectativas en relación con el programa de capacitación clínica;
- responsabilidades del residente en el marco del programa de capacitación clínica;
- calendario de examen y evaluación (incluido el día y la hora de, como mínimo, las reuniones mensuales);
- notificación de la fecha de la evaluación externa, así como de los exámenes anuales;
- orientación relativa a los recursos (por ejemplo, modelos de actividades, acceso a los libros de texto básicos, etc.);
- disponibilidad de becas y otras fuentes de financiación para participar en cursos y conferencias;
- obligación de asistir a seminarios y sesiones clínicas, y nivel de participación esperado;
- funciones del coordinador nacional del programa u otros participantes ajenos al departamento;
- deberes y responsabilidades generales de los empleados;
- preguntas del residente.

En esta reunión, el supervisor clínico también debería examinar y proporcionar al residente los siguientes documentos:

- proyecto de acuerdo de aprendizaje en el que figure el calendario de actividades de capacitación de los primeros seis meses;
- recursos para obtener la documentación adecuada que sea necesaria.

En el formulario 1, LISTA DE VERIFICACIÓN PARA NUEVOS RESIDENTES, se incluye una lista de comprobación para verificar que se hayan abarcado todos los aspectos clave (apéndice VI).

II.7. ACUERDO ENTRE EL RESIDENTE Y EL SUPERVISOR

II.7.1. *Acuerdo y plan de aprendizaje*

Durante los dos primeros meses, el nuevo residente y su supervisor clínico deberían concertar el acuerdo de aprendizaje en el que se incluirán las necesidades de aprendizaje, el calendario de las actividades de capacitación, los objetivos, los recursos y las estrategias. Los acuerdos de aprendizaje deberían incluir un calendario para la adquisición de determinadas competencias en los seis meses siguientes, así como un resumen general de los plazos señalados para completar todo el programa de capacitación. El residente debería tener en cuenta que podría ser necesario modificar el calendario y los plazos.

Entre otros requisitos, deberían examinarse el alcance de las competencias y los criterios de evaluación.

Las ventajas que entraña un acuerdo de aprendizaje son las siguientes:

- la determinación de necesidades y recursos de aprendizaje;
- el establecimiento de un foro de debate sobre la viabilidad de los objetivos relativos a los plazos y el volumen de trabajo para el departamento, el supervisor y el residente;
- el fomento de la comunicación entre el residente y el supervisor;
- la transmisión al residente de un sentido de indentificación y adhesión al plan, lo que permite darle a entender de forma clara que debe hacerse responsable de su propio aprendizaje;
- la creación y aplicación de una estrategia cuya importancia radica en el volumen y el alcance del trabajo que debe completarse en el marco del programa de capacitación; y
- el impulso de las actividades de evaluación.

Uno de los inconvenientes es la necesidad de actualizar periódicamente el plan, ya que puede ser difícil prever una parte considerable de las fechas de realización de las actividades de capacitación clínica.

En cuanto sea posible, debería elaborarse un plan que permita concluir con éxito y dentro del calendario previsto el programa de capacitación clínica. En él debería señalarse lo siguiente:

- resultados del aprendizaje a corto, medio y largo plazos;
- fechas de las evaluaciones finales (nacionales) para poder determinar las prioridades con respecto a la adquisición de competencias;
- plazos en relación con los requisitos clínicos y de investigación, incluidos cursos y conferencias;
- programación de las rotaciones clínicas; por ejemplo, en centros de radiooncología y radiodiagnóstico;
- posibles temas que puedan desarrollarse a lo largo del tiempo correspondientes por lo menos a cinco informes clave del portafolio que recojan el mejor trabajo del residente;
- nivel de independencia exigido;
- un plan de contingencia para momentos en los que no se desempeñan otras tareas, por ejemplo, realización de trabajos o adquisición de competencias basadas en los conocimientos;

- posibles problemas o situaciones que puedan repercutir en el proceso de capacitación, tales como cambios importantes dentro del departamento;
- oportunidades de aprendizaje basado en la práctica. Por ejemplo, prestar ayuda cuando se averían los equipos y observar así el proceso de solución de problemas.

No obstante, el supervisor y el residente pueden elegir un documento que se adapte a su método y no requiera demasiado tiempo (con respecto a sus necesidades). Es posible elegir otro sistema siempre que incluya toda la información necesaria y prevea la asignación de recursos y personal destinados a apoyar la capacitación clínica.

El acuerdo de aprendizaje debe contraerse de mutuo acuerdo puesto que debe ser factible para ambas partes y estipular la responsabilidad del residente y el supervisor con respecto al cumplimiento de los plazos. En dicho acuerdo deberían tomarse en consideración las necesidades del departamento y el supervisor.

Después de acostumbrarse a un medio académico, muchos residentes luchan para gestionar el tiempo al comienzo de su programa de capacitación clínica. Un supervisor clínico debería ayudar al residente a desarrollar aptitudes para la gestión del tiempo.

Los formularios LISTA DE VERIFICACIÓN ANUAL PARA RESIDENTES, y LISTA DE VERIFICACIÓN FINAL PARA RESIDENTES, son otras dos listas de comprobación que permitirán iniciar el debate y el cumplimiento de los requisitos (véase el apéndice VI).

II.7.2. Cumplimiento

En las reuniones periódicas y semestrales para examinar los progresos alcanzados debería revisarse el acuerdo de aprendizaje. Si se detecta que el residente no progresa, deberán determinarse las razones por las cuales se ha producido esa demora y, por consiguiente, las necesidades de aprendizaje, los objetivos, los recursos y las estrategias deberán examinarse de nuevo. Este examen incluirá:

- un análisis del entorno de aprendizaje clínico a fin de asegurar que sea propicio para el aprendizaje. En algunos casos, los retrasos se pueden deber a la falta de iniciativa y de disposición a asumir responsabilidades, la incapacidad para gestionar demandas concurrentes en el lugar de trabajo y la inmadurez del residente que se traduce en prácticas no seguras;
- la elaboración de un plan de acción concebido por mutuo acuerdo que permita ofrecer asesoramiento y apoyo específicos para facilitar el progreso del residente. El plan de acción debe documentarse e incluir información detallada relacionada con:
 - el acuerdo sobre el ámbito exacto en que se ha identificado el aspecto problemático;
 - los detalles específicos de cómo se abordará el aspecto problemático;
 - un período acordado para seguir supervisando el trabajo del residente,
 - un tiempo de contacto mínimo semanal previsto durante el cual el supervisor y el residente trabajarán juntos.

Convendría redactar un acta de la reunión.

No se podrá responsabilizar al supervisor cuando no se pueda finalizar la evaluación de las competencias antes de un plazo determinado porque el residente no haya cumplido los hitos o

haya presentado gran parte del trabajo para evaluar en el último momento. Se recomienda que el residente y el supervisor clínico no planifiquen un número elevado de evaluaciones de competencias para los últimos meses del programa de capacitación con el fin de reducir al mínimo la posibilidad de que surjan imprevistos tales como un aumento del volumen de trabajo en el departamento, excedencias, escasez de personal, etc. que puedan obstaculizar el proceso de adquisición de competencias y la evaluación previa a los exámenes finales.

II.8. MODELOS DE SUPERVISIÓN

Al principio, tal vez los residentes se muestren pasivos y estén habituados a que en la universidad se lo “sirvan todo en bandeja”. Es posible que necesiten orientación sobre conductas apropiadas en el trabajo y sobre el estilo de comunicación que deben adoptar para relacionarse con profesionales de distintas disciplinas (internos y externos) y con los pacientes. A medida que avance el programa, los residentes deberán participar de forma más activa e independiente y aceptar un mayor grado de responsabilidad. Una de las funciones del supervisor clínico es, con la asistencia que brindan las tutorías, orientar al residente a lo largo de este desarrollo profesional. En la figura II.2 se propone, de forma esquemática, un enfoque de los procesos de capacitación clínica y evaluación de las competencias.

Como siempre, el residente se forma “en el trabajo” bajo la dirección de personal con experiencia. Sin embargo, la diferencia con el anterior enfoque *ad hoc* es que la capacitación clínica del residente es estructurada, se ajusta a un conjunto de conocimientos y competencias y se supervisa a nivel interno y externo de forma más exhaustiva.

Existen dos modelos principales de supervisión. No obstante, no siempre conviene aplicar un único modelo de supervisión durante todo el programa o a todos los residentes. Los dos modelos de supervisión son los siguientes:

1. “Un físico médico cualificado especialista en medicina nuclear por residente”. Con este enfoque la mayor parte de las actividades de capacitación y evaluación corren a cargo de un solo físico médico. Esto es difícil cuando el supervisor clínico ocupa un cargo de mucha responsabilidad en el departamento o tiene un horario limitado. Este enfoque es más habitual en centros pequeños.
2. “Un físico médico cualificado especialista en medicina nuclear por módulo”. Con este enfoque el supervisor, que actúa como coordinador local, delega la capacitación y evaluación correspondientes a determinadas competencias a otros físicos médicos. Este enfoque es más habitual en centros más grandes. El coordinador local asigna las tareas relativas a las competencias y examina los progresos realizados y las actividades de evaluación, reúne los informes semestrales del supervisor (en consulta con demás físicos médicos que participan en la capacitación) y está en contacto con el coordinador nacional del programa. En algunos casos, el coordinador local se encarga de evaluar todas las competencias, lo que da más validez a la evaluación, ya que quien la realiza no es el físico médico que llevó a cabo la capacitación. Asumir esta función es difícil cuando el supervisor clínico es el físico titular o tiene un horario limitado. Nota: No es necesario que el supervisor clínico lleve a cabo todas las actividades de capacitación y evaluación. Sin embargo, sí tiene la responsabilidad de garantizar que las tareas de capacitación y evaluación adecuadas se lleven a cabo de conformidad con las directrices nacionales.

II.9. EVALUACIÓN

Véase la evaluación en el apéndice I.10.

NOTAS:

- El supervisor clínico debe adoptar un enfoque objetivo e imparcial y no actuar de forma arbitraria a la hora de evaluar al residente.
- Para superar con éxito la totalidad del programa, el residente debe obtener la evaluación de “satisfactorio” en cada uno de los elementos mencionados.
- Antes de presentarse al examen oral, el residente debe haber alcanzado el nivel de competencia exigido en TODOS los submódulos.
- El examen oral, y el examen práctico de ser necesario, están concebidos para evaluar si el candidato actúa como debe un físico médico cualificado especialista en medicina nuclear, es decir, si puede trabajar sin supervisión y de forma profesional, científica y segura. No obstante, puesto que en estos exámenes los conocimientos técnicos y las competencias que pueden evaluarse son limitados, para evaluar la mayoría de las funciones y responsabilidades del físico médico especialista en medicina nuclear, lo que realmente hace posible garantizar la práctica segura y competente es la evaluación de las competencias durante la práctica propiamente dicha.
- Siempre que sea posible, el supervisor debe presentar antes de la evaluación los criterios que se aplicarán en ella y/o ejemplos de preguntas que se formularán en el examen.

II.10. EJEMPLOS DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS

- Observar, escuchar y formular preguntas durante el desempeño de una tarea clínica sistemática.
- Escuchar al residente instruyendo a otra persona.
- Situaciones hipotéticas:
 - presentar al residente una situación en la que deba relacionarse con pacientes o compañeros (quizá también un dilema relativo a un paciente; por ejemplo, una paciente embarazada que no habla el idioma local);
 - preparar un calendario de puesta en servicio para un nuevo escáner PET/CT.
 - poner en servicio un escáner SPECT;
 - poner en servicio una unidad de fluoroscopia.
- Asistir a un curso interno sobre gestión de conflictos.
- Asistir a un curso universitario para estudiantes de posgrado sobre presentaciones orales.
- Solicitar a un paciente u otro profesional información sobre cómo ha sido su relación con el residente.
- Realizar una evaluación oral en una reunión ordinaria entre el supervisor y el residente (no obstante, el nerviosismo del momento puede reducir la validez de la evaluación, especialmente al principio del programa).
- Elaborar un informe escrito breve que contenga una evaluación y observaciones constructivas.
- Realizar una evaluación práctica que incluya la formulación de preguntas orales mientras el residente desempeña una tarea sistemática (por ejemplo, de garantía de calidad o calibración absoluta).
- Realizar exámenes clínicos estructurados objetivos o conjuntos de tareas clínicas determinadas.
- Examinar el cuaderno de trabajo, que permite mostrar el grado de exposición a determinadas tareas.
- Examinar el trabajo realizado en el marco del proyecto clínico.
- Presentar estudios de casos sobre solución de problemas con pacientes o equipos.
- Solicitar al residente que enumere los pasos clave que debe seguir al realizar una tarea.

- Pedir que se realice una prueba de competencia externa en otro departamento.
- Examinar los informes del portafolio, que ofrecen al residente la oportunidad de demostrar la amplitud y profundidad de sus conocimientos sobre determinados temas.
- Utilizar un programa de aprendizaje basado en los problemas.
- Utilizar un programa de aprendizaje local.
- Fomentar la reflexión. El supervisor puede preguntar al residente qué opina sobre su propia actuación y plantearle las observaciones pertinentes. Asimismo, puede establecer criterios para la realización de una tarea, de manera que el residente pueda evaluar su propio trabajo.
- Hacer una presentación ante el personal del departamento.
- Redactar cartas modelo sobre aspectos clave que sean evaluados por el supervisor.
- Informar sobre la función de otros grupos profesionales.
- Informar sobre el recorrido de un paciente desde el momento del diagnóstico hasta el tratamiento.
- Recopilar diagramas sobre la adopción de decisiones.
- Valorar de forma crítica un artículo publicado en una revista en una “reunión de revisión de revistas”.

NOTA: La evaluación de la competencia muestra el proceso normal para alcanzar los objetivos y no siempre alienta a los residentes a ser exigentes consigo mismos para desarrollar todo su potencial. En cambio, el portafolio ofrece al residente la oportunidad de demostrar todo su talento.

II.11. MOTIVACIÓN DE LOS RESIDENTES

El éxito del programa de capacitación clínica depende de que el residente estudie de forma autodirigida y establezca los plazos y los cumpla (es decir, responsabilidad individual). Si un residente tiene poca iniciativa y/o no asume sus responsabilidades cuando corresponde, es probable que tenga dificultades para completar el programa. Por el contrario, es necesario estudiar la posibilidad de establecer vías para que los residentes con talento y/o experiencia puedan avanzar y finalizar antes de los plazos recomendados.

Se recomienda que los supervisores documenten todos los plazos que no se hayan cumplido, así como los comportamientos que sean inaceptables. Los asuntos más graves deben examinarse con el residente. De ser necesario, existe la posibilidad de invitar a otra parte, por ejemplo, un tutor, físico titular o coordinador nacional del programa, a participar en estas conversaciones.

En algunos casos, a pesar de que el supervisor haya cumplido con todos los requisitos de su puesto, el residente sigue sin alcanzar el nivel y/o los objetivos exigidos. Esta situación puede deberse a diversos motivos. En el cuadro siguiente se indican estrategias para abordar algunos de estos problemas.

CUADRO II.1. ESTRATEGIAS PARA MOTIVAR A LOS RESIDENTES

	PROBLEMA	POSIBLES ESTRATEGIAS
A	El nuevo residente tiene dificultades para saber por dónde empezar, qué hacer o cómo encajar todo y, por lo tanto, si está “solo ante el peligro” puede verse en apuros.	-Empezar con un nivel básico y aumentar la complejidad a medida que aumenta el grado de conocimiento del residente (de ser posible). -El supervisor organiza más reuniones personalizadas a fin de explicar el razonamiento que se aplica en la resolución de problemas.
B	Las actividades de aprendizaje no se corresponden con el estilo de aprendizaje del residente.	-De ser posible, adaptar las actividades de aprendizaje al estilo de aprendizaje y a la madurez del residente (por ejemplo, alumnos visuales). -Explicar las expectativas del aprendizaje autodirigido a los residentes habituados al aprendizaje didáctico. -Establecer plazos más breves y frecuentes para la consecución de los hitos.
C	El residente carece de los conocimientos y la experiencia previos que se supone que debería poseer.	-Empezar con actividades más básicas (de ser posible).
D	Asuntos personales (problemas de relaciones, problemas de salud psíquica o física, dificultades económicas, lejanía de la familia, etc.).	-Si bien en algunos casos el tutor puede prestar ayuda, generalmente lo más adecuado es que el residente se dirija al asesor del hospital/universidad o al físico titular. -Examinar y replantear el acuerdo de aprendizaje para que el residente tenga tiempo de adaptarse a la nueva situación.
E	Dificultades para transmitir las expectativas entre el supervisor y el residente.	-Anotar las perspectivas de cada uno y tratar de comprender sus respectivos puntos de vista. -Pedir al residente que repita las instrucciones para comprobar si ha interpretado las instrucciones del superior de forma correcta. -Enviar al residente a trabajar bajo la supervisión de otro físico médico (interno o externo) durante un período determinado.
F	El residente tiene dificultades para lograr una comunicación eficaz con otras personas del departamento de medicina nuclear.	-Plantear situaciones hipotéticas para practicar estilos de comunicación adecuados (con personal y pacientes). -Fomentar la participación en actividades sociales que permitan reducir al mínimo el aislamiento. -El residente, si procede, debería asistir a cursos de técnicas de comunicación en los que se trabaje la comunicación con otras personas y la solución de conflictos.
G	El residente muestra falta de iniciativa.	-Dosificar cuidadosamente las críticas positivas y las críticas negativas. -Revisar y replantear el acuerdo de aprendizaje a fin de incluir plazos más breves y frecuentes para la consecución de los hitos. -Determinar las actividades que estén relacionadas con el sistema de valores del residente para despertar su entusiasmo. -Aumentar el tiempo destinado a tareas clínicas para alejarlos de sus escritorios. -Hablar abiertamente y con sinceridad sobre las expectativas. -Asignar una esfera de responsabilidad al residente si su situación le resulta indiferente porque no ha encontrado un ámbito con el que se sienta identificado (si procede). -Establecer un sistema de apoyo entre compañeros con otros residentes. -Si es posible, ofrecer una valoración formativa. La falta de evaluación u observaciones periódicas puede generar inquietud.
H	No está dispuesto a trabajar fuera del horario laboral.	-Examinar las condiciones de trabajo y las cuestiones que sean pertinentes (por ejemplo, asuntos personales) si los progresos no avanzan según lo previsto.

	PROBLEMA	POSIBLES ESTRATEGIAS
I	Dificultades para gestionar prioridades igualmente importantes.	-Celebrar reuniones periódicas con el residente para examinar su trabajo y/o prioridades. -Realizar un curso sobre gestión del tiempo.
J	El residente tiene dificultades con el pensamiento científico y su perfil se corresponde más con una profesión técnica.	-Aclarar las expectativas. -Empezar con situaciones hipotéticas básicas y aumentar la complejidad a medida que aumenta el nivel de conocimiento del residente (de ser posible). -El supervisor organiza más reuniones personalizadas a fin de explicar el razonamiento que se aplica en la resolución de problemas. -Si la situación no se resuelve, el residente deberá dirigirse a su tutor para estudiar otras opciones profesionales. -Poner fin a la residencia.
K	Dificultades para definir vías de aprendizaje oportunista.	-Al principio, el supervisor se encarga de definir posibles vías de aprendizaje oportunista, ya que estas oportunidades suelen surgir de forma excepcional y sin planificación alguna. Esto solo debería aplicarse durante un tiempo limitado. -Permitir que los residentes trabajen con otros profesionales (ingenieros, físicos médicos) durante un período determinado. -Aumentar el tiempo destinado a tareas clínicas. -Si procede, hacer que los residentes se encarguen de algún dispositivo durante un período determinado.

II.11.1. Cuando el residente no alcanza el nivel de referencia requerido

Si el residente no alcanza el nivel requerido en el programa tras haber recibido observaciones de apoyo y constructivas, y haber tenido la oportunidad de mejorar, se planteará la posibilidad de poner fin a su participación en el programa de capacitación clínica. Si esto ocurre, el supervisor no debe sentir que le ha fallado al residente. Como señalan Rose y Best (2005), “el supervisor no suspende al residente... el residente suspende la evaluación. En un sistema de evaluación bien elaborado, con expectativas y criterios claros, observaciones adecuadas para el estudiante y oportunidades de mejora, el estudiante debería haber tenido todas las oportunidades posibles de alcanzar el nivel deseado”.

El departamento es responsable de la continuación del empleo del residente. Cuando no sea satisfactorio el progreso de un residente, el coordinador nacional del programa debe comunicarse con su departamento de empleo.

II.12. ROTACIÓN CLÍNICA

Quizás sea necesario dar capacitación al residente en otros hospitales durante determinados períodos para adquirir experiencia en otras técnicas o equipos que no estén disponibles en su propio hospital.

Algunos de los aspectos que deben tenerse en cuenta al destinar a los residentes a otros departamentos son los siguientes:

- Limitaciones de tiempo impuestas por los plazos de finalización del programa de capacitación clínica, y distancias que debe recorrer el residente.
- Antes de realizar cualquier rotación clínica, es indispensable que el residente haya adquirido los conocimientos previos necesarios.
- El residente visitante debería centrarse en las competencias relacionadas con los aspectos de interés de la rotación, aunque también debería ser suficientemente flexible para trabajar adaptándose al ajustado programa del departamento de acogida.

- El residente puede colaborar como visitante en otro departamento durante lapsos de tiempo variables, desde un día hasta varios meses seguidos.
- La rotación clínica también puede incluir una prueba de competencia llevada a cabo por un físico médico con experiencia del departamento de acogida.
- La responsabilidad de organizar una rotación clínica y delegar la evaluación de competencias durante esta residencia corresponde al supervisor clínico.

Antes de empezar la rotación clínica se deberían tratar las expectativas de ambos departamentos y las competencias que se abordarán.

II.13. Bibliografía

MCALLISTER, L., (Ed.) Facilitating learning in clinical settings, Stanley Thorne, Cheltenham, UK, (1997).
ROSE, M., BEST, D., (Eds), Transforming practice through clinical education, professional supervision and mentoring, Elsevier, (2005).

II.14. RECURSOS ÚTILES PARA SUPERVISORES CLÍNICOS

EFOMP

- <http://www.efomp.org/images/docs/policy/CurriculumForMP.pdf>
- http://www.medfys.no/misc/EFOMP-Policy1upd_draft4.doc

Tutoría

- <http://www.edu.uwo.ca/conted/mentor/index.asp>.
- “ACPSEM Guide for Mentors”. (2004) Mellish and Associates.
- <http://www.uscg.mil/leadership/mentoring/mentguid.ppt#1>.
- http://www.usfirst.org/uploadedFiles/Community/FRC/Team_Resources/Mentoring%20Guide.pdf.
- <http://www.mentorlinklounge.com/>.

Supervisión clínica

- La educación sobre la marcha (“Teaching on the run”) es algo que los médicos, los técnicos radiólogos y los físicos tienen todos en común en lo que se refiere a la capacitación clínica (véase cuadro II.2).
http://www.siumed.edu/resaffairs/pdfs/AR-M355N_20070307_153321.pdf.

Cuadro II.2 Referencias para el aprendizaje. Recursos disponibles en inglés únicamente.

Teaching on the run tips: doctors as teachers	MJA 2004; 181 (4): 230-232
Teaching on the run tips 2: educational guides for teaching in a clinical setting	MJA 2004; 180: 527-528
Teaching on the run tips 3: planning a teaching episode	MJA 2004; 180: 643-644
Teaching on the run tips 4: teaching with patients	MJA 2004; 181 (3): 158-159
Teaching on the run tips 5: teaching a skill	MJA 2004; 181 (6): 327-328
Teaching on the run tips 6: determining competence	MJA 2004; 181 (9): 502-503
Teaching on the run tips 7: effective use of questions	MJA 2005; 182 (3): 126-127
Teaching on the run tips 8: assessment and appraisal	MJA 2005; 183 (1): 33-34
Teaching on the run tips 9: in-training assessment	MJA 2005; 183 (1): 33-34
Teaching on the run tips 10: giving feedback	MJA 2005; 183 (5): 267-268
Teaching on the run tips 11: the junior doctor in difficulty	MJA 2005; 183 (9): 475-476
Teaching on the run tips 12: planning for learning during clinical attachments	MJA 2006; 184 (5): 238-239
Teaching on the run tips 13: being a good supervisor — preventing problems	MJA 2006; 184 (8): 414-415
Teaching on the run tips 14: teaching in ambulatory care	MJA 2006; 185 (3): 166-167

APÉNDICE III

GUÍA DE APLICACIÓN

III.1. REQUISITOS INDISPENSABLES PARA LA APLICACIÓN SATISFACTORIA DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA.....	35
III.1.1 Gestión del programa.....	35
III.1.1.1 A nivel nacional.....	36
III.1.1.2 A nivel externo	37
III.1.2 Requisitos básicos para los departamentos donde estén destinados los residentes.....	38
III.1.2.1 Supervisor clínico.....	38
III.1.2.2 Recursos	38
III.1.2.3 Servicio clínico.....	38
III.2. REQUISITOS DE INGRESO PARA LOS RESIDENTES	38
III.3. REQUISITOS PARA LA SUPERVISIÓN DE LOS RESIDENTES	39
III.4. ELEMENTOS DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN	39
III.4.1 Guía	39
III.4.2 Elementos de evaluación	39
III.4.3 Apéndices complementarios para los residentes	39
III.4.4 Manual para los supervisores clínicos	40
III.4.5 Manual de aplicación.....	40

III.1. REQUISITOS INDISPENSABLES PARA LA APLICACIÓN SATISFACTORIA DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA

III.1.1. Gestión del programa

A nivel de un residente, el concepto de la capacitación clínica puede ser relativamente simple. Sin embargo, a medida que el programa comienza a integrar a más residentes de varias instalaciones médicas, la complejidad de la capacitación aumenta y, lo que es más importante, también exige el establecimiento y mantenimiento de claras normas de evaluación⁹. Para ello se requerirá una estructura de gestión definida.

Esta estructura normalmente sería más eficaz a escala nacional¹⁰ y por lo general debe instaurarse en un órgano o institución establecidos (como un órgano profesional, por ejemplo). Son relativamente pocos los países que tienen estructuras establecidas actualmente para la capacitación clínica. Para ayudar en los casos en que existen estructuras y recursos limitados en materia de gestión, se recomienda utilizar asistencia externa.

⁹ Véase el apéndice V, Evaluación de las competencias, página 171.

¹⁰ En algunas circunstancias también podrían establecerse programas de capacitación clínica regionales.

III.1.1.1. A nivel nacional

El programa debería estar reconocido por una autoridad nacional como el órgano profesional en el ámbito de la física médica, el Ministerio de Salud, el Ministerio de Educación o el organismo nacional encargado de la energía atómica. En este apéndice, la autoridad nacional se denominará **autoridad nacional competente**.

La autoridad nacional competente otorga el **reconocimiento oficial** de la cualificación como “físico médico especialista en medicina nuclear” (o un equivalente) y establece los requisitos para obtener dicha cualificación.

El programa debería ser gestionado por un **comité directivo nacional** formado por representantes de un órgano profesional en el ámbito de la física médica (cuando este exista), así como de otros grupos de interés y de las partes interesadas (como el Ministerio de Salud, las universidades, la autoridad de protección radiológica, sociedades profesionales afines, etc.). Se recomienda encarecidamente que el órgano profesional constituya una mayoría dentro del comité.

Al gestionar el programa, el comité directivo nacional debe:

- designar un **coordinador nacional del programa** que supervise la aplicación del proyecto (el nombramiento de varios coordinadores del programa podría justificarse en los países grandes donde se precise coordinación regional). El coordinador nacional del programa debería, en condiciones ideales, ser una persona dedicada a la práctica de la física médica nuclear;
- establecer un **grupo de apoyo** formado por personas dispuestas a prestar asistencia en la capacitación de los residentes, entre ellas, médicos especialistas en medicina nuclear, físicos médicos especialistas en medicina nuclear y personal de instituciones docentes. Preferentemente, el grupo de apoyo debería contar, como mínimo, con un físico médico especialista en medicina nuclear de otro país;
- velar por que los departamentos clínicos y los residentes cumplan de forma estricta las directrices de participación en el programa de capacitación clínica;
- garantizar el establecimiento y mantenimiento de las normas de evaluación;
- mantener actualizados los registros sobre el progreso de los residentes;
- expedir certificados que proporcionen datos exactos del desempeño del residente;
- realizar un estudio anual de los departamentos y los residentes en relación con el avance del programa de capacitación;
- informar al coordinador externo sobre los progresos realizados en el marco del programa;
- elaborar un procedimiento de quejas y reclamaciones;
- garantizar que el programa sea económicamente viable. Preferiblemente el empleador y/o las autoridades gubernamentales que se beneficien del perfeccionamiento del personal de física médica derivado de la capacitación clínica deberían aportar fondos al programa.

Con respecto al mantenimiento de las normas de evaluación, el coordinador nacional del programa debe:

- examinar todas las “**competencias abarcadas**” en la guía (apéndice IV) para determinar si cada una de ellas es compatible con la práctica de la física médica nuclear en el país. Ello puede hacerse especificando el correspondiente “**nivel de competencia alcanzado**”;
- examinar y autorizar los “**elementos de capacitación recomendados**” en los submódulos para que esos elementos puedan añadirse, suprimirse o alterarse según se indique.

La autoridad nacional competente, después de asegurarse de que el comité directivo nacional ha cumplido sus responsabilidades antes señaladas, debe otorgar el reconocimiento oficial de la cualificación concedida.

III.1.1.2. A nivel externo

Una forma de asistencia externa consistió en la aplicación de programas experimentales en determinados países durante un período de prueba de varios años. Para estos programas experimentales se ha creado una estructura de gestión externa destinada a coordinar el apoyo externo y supervisar el desarrollo general del programa. Esta estructura de gestión externa incluye un coordinador externo y examinadores externos.

La asistencia que el coordinador externo podrá prestar al programa es la siguiente:

- revisar las cualificaciones que poseen en el momento de la inscripción los candidatos que desean participar en el programa;
- considerar el número de residentes en relación con los recursos del departamento, incluidas las disposiciones para supervisar a los residentes;
- examinar los progresos realizados por los residentes;
- coordinar el uso de examinadores externos;
- tomar en consideración y abordar los problemas señalados por los examinadores externos;
- analizar las dificultades surgidas y recomendar las medidas correctivas que deberían adoptarse;
- proporcionar asesoramiento al coordinador nacional del programa y al comité directivo nacional;
- coordinar la evaluación del programa y realizar una recogida anual de datos estadísticos relativos al programa;
- fomentar la sostenibilidad del programa nacional de capacitación clínica.

El coordinador externo trabajará en estrecha colaboración con el coordinador nacional del programa y el comité directivo nacional a fin de garantizar el buen funcionamiento y el éxito del programa.

Las funciones de los examinadores externos pueden ser, entre otras:

- supervisar los progresos de cada uno de los residentes;
- revisar el plan de aprendizaje del residente;
- mantenerse en contacto con los supervisores clínicos;
- examinar los elementos de evaluación del residente;
- realizar presentaciones para físicos médicos y residentes.

III.1.2. Requisitos básicos para los departamentos donde estén destinados los residentes

III.1.2.1. Supervisor clínico

El departamento debe ofrecer a todo residente un supervisor con competencia clínica en física médica nuclear. El número de residentes de un departamento generalmente no debería ser superior al número de físicos médicos con competencia clínica del mismo departamento. Más adelante (apartado III.5) se facilita información más detallada sobre los requisitos para la supervisión.

III.1.2.2. Recursos

Es importante que el residente reciba capacitación con respecto a todas las funciones de un físico médico y, por lo tanto, los departamentos que participan en el programa de capacitación deben tener:

- cámara gamma / SPECT o SPECT/CT;
- calibrador de dosis, sondas y contadores;
- maniqués y fuentes de calibración;
- detectores y sondas de contaminación.

El departamento debería también disponer de los servicios que se citan a continuación o estar dispuesto a enviar a los residentes a otros departamentos que cuenten con ellos:

- servicios de terapia de medicina nuclear.

También sería conveniente tener acceso a:

- un sistema PET o PET/CT;
- una unidad DXA.

III.1.2.3. Servicio clínico

El residente debe desempeñar sus tareas en un departamento que ofrezca una gama importante de servicios de medicina nuclear y contrate médicos generales capacitados en medicina nuclear.

III.2. REQUISITOS DE INGRESO PARA LOS RESIDENTES

Está previsto que los residentes que participen en este programa:

- posean un título universitario en física, en ingeniería o en ciencias físicas equivalentes;
- hayan adquirido calificaciones académicas apropiadas en física médica (o equivalente) a nivel de posgrado, o estén inscritos en un programa de posgrado apropiado;
- ejerzan como físicos médicos y trabajen en un entorno clínico en el ámbito de la medicina nuclear.

Nota: Durante el proceso experimental podrían aprobarse otros requisitos de ingreso en consulta con el coordinador externo.

III.3. REQUISITOS PARA LA SUPERVISIÓN DE LOS RESIDENTES

La designación de un supervisor clínico que cuente con la experiencia y la cualificación pertinentes será responsabilidad del departamento que desee participar en el programa experimental de capacitación clínica. El supervisor debe ser una persona que trabaje en el mismo departamento que el residente. La participación en el programa de capacitación del residente, así como del departamento, debe ser autorizada por el médico especialista responsable (e incluir la garantía de que el residente tenga el acceso necesario a los equipos).

El supervisor debería:

- comprometerse con el programa;
- estar disponible para atender las consultas del residente cuando sea necesario;
- prestar ayuda al residente en relación con el acceso a los equipos y todos los aspectos de su programa de capacitación;
- mantener el contacto con el coordinador nacional del programa para, en el caso de que sea necesario, tener acceso a los recursos nacionales.

Si bien convendría que la supervisión la llevara a cabo una persona con experiencia docente, es evidente que no siempre se puede disponer *in situ* de personal con dicha experiencia. La función del supervisor, más que ofrecer asesoramiento individual sobre todos los aspectos del contenido del programa de capacitación, es facilitar el progreso del residente. Se recomienda que el supervisor asista a un programa de capacitación de instructores pertinente sobre supervisión clínica. En el apéndice II, *Manual para supervisores clínicos*, se facilita información más detallada sobre las funciones y las responsabilidades del supervisor clínico.

III.4. ELEMENTOS DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

III.4.1. Guía

La Guía de capacitación clínica para físicos médicos especialistas en medicina nuclear incluye once módulos y cada uno de ellos está dividido en varios submódulos. Los módulos:

- definen un conjunto unificado de los conocimientos o experiencia clínicos y facilitan información detallada sobre su contenido;
- pueden realizarse siguiendo cualquier orden y se puede completar más de un módulo a la vez;
- proporcionan elementos de capacitación recomendados.

III.4.2. Elementos de evaluación

Véase el apéndice I.9.

III.4.3. Apéndices complementarios para los residentes

- Un manual para residentes.
- El coordinador externo puede proporcionar un cuaderno de trabajo de muestra.

- El cuaderno de trabajo se recomienda pero no es obligatorio y no se incluye en el proceso de evaluación. En el caso de que se utilice, el residente deberá mantener actualizado el cuaderno y registrar en él las experiencias de capacitación, con observaciones sobre las dificultades que ha afrontado y los resultados positivos derivados del aprendizaje. El residente decide el formato del registro, que puede ser electrónico o impreso.

III.4.4. Manual para supervisores clínicos

Este manual está destinado a ayudar a los supervisores clínicos a comprender y adoptar las funciones y responsabilidades del puesto.

III. 4.5. Manual de aplicación

El presente apéndice.

APÉNDICE IV
GUÍA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA

INTRODUCCIÓN	43
MÓDULO 1- CONOCIMIENTO CLÍNICO	45
Submódulo 1.1: Anatomía y fisiología esenciales para el físico de medicina nuclear ...	45
Submódulo 1.2: Principios básicos de la radiobiología y la epidemiología	46
Submódulo 1.3: Actividades clínicas y factores que afectan a la atención del paciente.....	47
MÓDULO 2- PROTECCIÓN RADIOLÓGICA	50
Submódulo 2.1: Supervisión de niveles de radiación, incluso monitorización del personal	51
Submódulo 2.2: Exposición a fuentes no selladas y riesgo de contaminación.....	52
Submódulo 2.3: Principio ALARA y precauciones de seguridad radiológica en la medicina nuclear	54
Submódulo 2.4: Evaluación de riesgos y asesoramiento del personal, los pacientes y otros con respecto al riesgo de radiación	56
Submódulo 2.5: Zonas designadas para el uso de materiales radiactivos no sellados....	57
Submódulo 2.6: Consideraciones en materia de blindaje contra la radiación en el diseño de nuevas instalaciones.....	59
Submódulo 2.7: Controles reglamentarios y otras orientaciones para el uso seguro de la radiación ionizante en la medicina nuclear	61
MÓDULO 3- INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ENSEÑANZA.....	64
Submódulo 3.1: Investigación y desarrollo	64
Submódulo 3.2: Enseñanza	66
MÓDULO 4 – DESARROLLO PROFESIONAL Y GESTIÓN.....	68
Submódulo 4.1: Conocimiento profesional	68
Submódulo 4.2: Comunicación.....	70
Submódulo 4.3: Gestión de calidad	72
Submódulo 4.4: Auditoría clínica.....	73
MÓDULO 5 – ADQUISICIÓN DE EQUIPO, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO	75
Submódulo 5.1: Adquisición de equipo de medicina nuclear y ciclo de vida de este equipo.....	75
Submódulo 5.2: Pruebas de aceptación de un calibrador de dosis	78
Submódulo 5.3: Pruebas de aceptación de una sonda de centelleo y un contador de pozo	79
Submódulo 5.4: Pruebas de aceptación y puesta en servicio de cámaras gamma, SPECT y CT	80
Submódulo 5.5: Pruebas de aceptación y puesta en servicio de sistemas PET y CT	82
MÓDULO 6 – MEDICIONES DE RADIATIVIDAD Y DOSIMETRÍA INTERNA	84
Submódulo 6.1: Uso de normas trazables para mediciones de radiactividad.....	84
Submódulo 6.2: Formalismo y aplicación de la dosimetría interna	85
Submódulo 6.3: Dosis de radiación absorbida de radiofármacos diagnósticos de medicina nuclear	87
Submódulo 6.4: Imagenología cuantitativa de medicina nuclear	89

Submódulo 6.5: Dosimetría específica del paciente.....	90
MÓDULO 7 – CONTROL DE CALIDAD DEL EQUIPO DE MEDICINA NUCLEAR	92
Submódulo 7.1: Diseño y supervisión de un programa corriente de CC.....	93
Submódulo 7.2: CC de un calibrador de dosis.....	95
Submódulo 7.3: CC de una sonda de centelleo y un contador de pozo.....	97
Submódulo 7.4: CC de una cámara gamma y SPECT.....	99
Submódulo 7.5: CC de sistemas PET/CT.....	105
Submódulo 7.6: CC de dispositivos de visualización e impresión.....	106
Submódulo 7.7: CC de sistemas DXA.....	109
MÓDULO 8 – TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS UTILIZANDO FUENTES NO SELLADAS.....	110
Submódulo 8.1: Conocimiento de los principios de la terapia con radionucleidos.....	110
Submódulo 8.2: Diseño de la instalación para la terapia con radionucleidos.....	111
Submódulo 8.3: Procedimientos de tratamiento.....	113
Submódulo 8.4: Selección de radiofármacos para la terapia de medicina nuclear.....	115
Submódulo 8.5: Dosimetría para procedimientos terapéuticos con radionucleidos.....	116
Submódulo 8.6: Precauciones de seguridad radiológica para la terapia basada en el uso de fuentes de radionucleidos no selladas.....	118
MÓDULO 9 – INFORMÁTICA Y REDES CLÍNICAS.....	121
Submódulo 9.1: Operación de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen.....	122
Submódulo 9.2: Gestión de la administración del sistema informático.....	123
Submódulo 9.3: Solución de problemas del sistema informático de primera línea.....	126
Submódulo 9.4: Técnicas de procesamiento de imágenes informáticas.....	128
Submódulo 9.5: Análisis de imágenes en un lenguaje de programación de alto nivel (optativo).....	132
Submódulo 9.6: Reconstrucción, registro y fusión de imágenes, y elaboración de modelos cinéticos de trazadores.....	133
Submódulo 9.7: Formatos normalizados de archivos de imágenes utilizados en medicina nuclear.....	138
Submódulo 9.8: Redes informáticas, PACS, RIS y HIS.....	139
Submódulo 9.9: Validación de programas informáticos: simulaciones por computadora, maniqués y datos clínicos.....	143
MÓDULO 10 – APLICACIONES CLÍNICAS.....	146
Submódulo 10.1: Protocolos para procedimientos clínicos habituales.....	146
Submódulo 10.2: Artefactos comunes en imágenes clínicas.....	148
Submódulo 10.3: Análisis de estudios clínicos comunes y fuentes de error.....	151
Submódulo 10.4: Principios y base fisiológica para estudios clínicos comunes.....	153
Submódulo 10.5: Elaboración de protocolos clínicos para la estimación de la dosimetría de pacientes.....	155
Submódulo 10.6: Optimización.....	157
Submódulo 10.7: Base fisiológica de la imagenología PET.....	159
MÓDULO 11 – PREPARACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE RADIOFÁRMACOS.....	161
Submódulo 11.1: Producción y preparación de radiofármacos.....	161
Submódulo 11.2: Control de calidad de los radiofármacos.....	163

INTRODUCCIÓN

Esta Guía de capacitación clínica destinada a físicos médicos especialistas en medicina nuclear, publicada por el OIEA, se divide en once módulos. Cada uno de ellos define un conjunto unificado de conocimientos o experiencia clínicos.

Los once módulos son los siguientes:

Módulo 1: Conocimiento clínico.

Módulo 2: Protección radiológica.

Módulo 3: Investigación, desarrollo y enseñanza.

Módulo 4: Desarrollo profesional y gestión.

Módulo 5: Adquisición de equipo, pruebas de aceptación y puesta en servicio.

Módulo 6: Mediciones de radiactividad y dosimetría interna.

Módulo 7: Control de calidad del equipo de medicina nuclear.

Módulo 8: Terapia con radionucleidos utilizando fuentes no selladas.

Módulo 9: Informática y redes clínicas.

Módulo 10: Aplicaciones clínicas.

Módulo 11: Preparación y control de calidad de radiofármacos.

Los módulos 2 y 5 a 11 (destacados en negritas) se consideran módulos básicos.

Los módulos se dividen, a su vez, en submódulos en los que se abordan competencias concretas. Los submódulos que deben realizarse y el grado de competencia que se debe alcanzar en **cada uno de ellos** han sido establecidos por la autoridad nacional competente o su delegado. Para determinar los niveles requeridos, sírvase consultar el apéndice 5 titulado “*Evaluación de las competencias*”.

Los módulos y submódulos se presentan en forma de cuadros. Para cada módulo, el cuadro incluye los siguientes apartados:

- un objetivo;
- el tiempo previsto de dedicación al módulo (cabe destacar que simplemente se trata de una guía. En algunos módulos, los residentes pueden necesitar más o menos tiempo para alcanzar el nivel de competencia previsto);
- una lista de referencia básica y complementaria.

Para cada submódulo, el cuadro incluye los siguientes apartados:

- un objetivo de ese submódulo;
- una indicación del conocimiento previo requerido (si lo hubiere) para el módulo;
- la competencia o las competencias examinadas en el submódulo;
- los conocimientos básicos;
- elementos de capacitación recomendados;
- fuentes de conocimientos.

Los submódulos abarcan en total 129 competencias: 66 basadas en conocimientos y 63 basadas en aptitudes. El orden de realización de los módulos y los submódulos es indiferente y se puede completar más de un módulo a la vez.

La evaluación de las competencias debería llevarse a cabo con las matrices de evaluación correspondientes a cada submódulo facilitadas en el apéndice antes mencionado.

La guía se ha concebido para que sea aplicable a todas las modalidades independientemente del nivel de complejidad del equipo utilizado en el país. Esto se ha hecho i) para que todos los países que impartan capacitación clínica utilicen una norma nacional uniforme determinada por sus tipos de equipos en particular; y ii) para reducir el efecto de la obsolescencia a medida que cambia la tecnología del equipo. Cuando proceda, el comité directivo nacional debería determinar el “nivel de competencia alcanzado” con respecto a una competencia y el tipo de unidades de tratamiento especificado en una competencia determinada. Además, el comité directivo nacional podrá autorizar las modificaciones de los “elementos de capacitación recomendados” que puedan sugerirse.

MÓDULO 1- CONOCIMIENTO CLÍNICO	
Objetivo	Proporcionar al residente conocimientos y experiencia clínicos relacionados con la medicina nuclear.
Tiempo previsto de dedicación	5 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	1.1 Anatomía y fisiología esenciales para el físico de medicina nuclear. 1.2 Principios básicos de la radiobiología y la epidemiología. 1.3 Actividades clínicas y factores que afectan a la atención del paciente.
Referencias básicas	[1] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging, 2 nd edn, Williams and Wilkins (2002). [2] POWNSER, R.A., POWNSER, E.R., Essentials of Nuclear Medicine Physics, 2 nd edn, Blackwell Science, Malden, Estados Unidos (1998).
Módulo 1 – Conocimiento clínico	
Submódulo 1.1 – Anatomía y fisiología esenciales para el físico de medicina nuclear	
Objetivo	Adquirir suficientes conocimientos de la anatomía y la fisiología para poder comunicarse eficazmente con el personal médico.
Requisito previo	Ninguno.
Competencias abarcadas	Conocimiento de: <ul style="list-style-type: none"> a) anatomía y fisiología visionadas en imágenes de medicina nuclear y en estudios dinámicos; b) conocimiento básico de la anatomía y fisiología visionadas en otros tipos de imágenes médicas. <p>Capacidad para analizar con un especialista en medicina nuclear los elementos importantes de las imágenes de diagnóstico.</p>
Conocimientos básicos	1) Determinar la diferencia en los procesos de formación de imágenes necesarios para producir varias imágenes médicas. 2) Anatomía y fisiología típicas relacionadas con las imágenes de medicina nuclear estáticas, de SPECT, de cuerpo entero y dinámicas, de PET (si se dispone de esta). 3) Anatomía típica en imágenes radiológicas u otras modalidades de imagenología dinámica, por ejemplo, ecocardiografía y flujo sanguíneo en la MRI.

Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar los aspectos anatómicos y fisiológicos de las imágenes de medicina nuclear estáticas, de SPECT, de cuerpo entero y dinámicas con un especialista en medicina nuclear. • Analizar diversos aspectos de anatomía y fisiología en las imágenes médicas con el personal médico, incluidos radiólogos, oncólogos y otros médicos, pero sin limitarse a ellos. • Identificar la anatomía en otras imágenes médicas. • Reproducir correctamente imágenes de medicina nuclear y exámenes dinámicos. • Apreciar la función fisiológica en otras modalidades de imagenología dinámica, p.ej., ecocardiografía y flujo sanguíneo en la MRI.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd edn, Williams and Wilkins (2002).</p> <p>[2] DORLANDS, Diccionario Enciclopédico Ilustrado de Medicina.</p> <p>[3] ELAIN, M., HOEHN, K., Human Anatomy and Physiology, 7th edn (2006).</p> <p>[4] POWNSER, R.A., POWNSER, E.R., Essentials of Nuclear Medicine Physics, 2nd edn, Blackwell Science, Malden, Estados Unidos (1998).</p> <p>[5] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: Reference Values, ICRP Publication 89, Vol 32 N° 3-4, Pergamon Press, Oxford y Nueva York (2002).</p>
Módulo 1 - Conocimiento clínico	
Submódulo 1.2 Principios básicos de radiobiología y epidemiología	
Objetivo	Conocer la radiobiología básica en que se sustenta la imagenología de medicina nuclear.
Requisitos previos	Ninguno.
Competencias abarcadas	Conocimiento de los principios básicos de radiobiología y epidemiología.
Conocimientos básicos	<p>Radiobiología</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biología celular básica. • Estructura de la ruta, LET y dosis absorbida. • RBE y factores de calidad. • Dosis equivalente y factores de ponderación de la radiación. • Dosis efectiva y factores de ponderación del tejido. • Respuestas celulares, reparación de ADN y supervivencia/muerte celular. • Efecto del oxígeno.

	<ul style="list-style-type: none"> • Efectos estocásticos y deterministas. • Respuestas biológicas agudas y tardías. • Modelos de riesgos y riesgos de radiación cuantitativos. • Dosis y riesgos en la medicina nuclear. • LNT e incertidumbres a dosis bajas. • Efectos accidentales (respuestas de personas ajenas al lugar e inestabilidad genómica). • Epidemiología. • Estudios epidemiológicos: control de casos y estudios de cohortes. • Proporción de probabilidades, proporción de riesgos relativos.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Demostrar conocimiento de los factores que afectan al efecto biológico relativo de distintos tipos de radiación. • Demostrar conocimiento de los mecanismos de los daños radioinducidos en la célula. • Demostrar conocimiento de los términos empleados en la epidemiología. • Demostrar conocimiento de diferentes modelos de riesgos de dosis. • Demostrar conocimiento de los términos empleados en la evaluación de riesgos.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] HENNEKENS, C.H., BURING, J.E., MAYRENT, S.L., Epidemiology in Medicine, 1st edn, Lippincott Williams & Wilkins (1987).</p> <p>[2] SAHA, G.B., Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine, 3rd edn, Springer Verlag (2006).</p> <p>[3] HALL, E., GIACCIA, A.J., Radiobiology for the Radiologist, 6th edn, Lippincott Wilkins & Williams, Filadelfia, Estados Unidos (2006).</p>
Módulo 1 Conocimiento clínico	
Submódulo 1.3: Actividades clínicas y factores que afectan a la atención del paciente	
Objetivo	Proporcionar al residente amplias experiencias asociadas a los pacientes y un conocimiento de la función de los profesionales multidisciplinares que participan en servicios de medicina nuclear o piden esos servicios.
Requisito previo	Ninguno.
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de los factores que afectan a la atención del paciente.</p> <p>Capacidad para analizar las actividades clínicas y su relación con la atención del paciente en las siguientes esferas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medicina nuclear. • Radiología. • Radiooncología. • Otras esferas.

<p>Conocimientos básicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de la atención del paciente y la relación con él, la privacidad y la confidencialidad en el curso de experiencias asociadas a los pacientes. • Conducta profesional adecuada y actitudes éticas. • Procedimientos apropiados de higiene y control de infecciones. • Efecto de la imagenología diagnóstica y la radioterapia en la calidad de vida del paciente. • Interacción entre los pacientes y el personal. • Interacción entre los pacientes y los físicos de medicina nuclear. • Interacciones, funciones y responsabilidades de profesionales multidisciplinarios que participan en la gestión de pacientes.
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<p>Medicina nuclear</p> <p>Exposición a las siguientes experiencias clínicas asociadas con los pacientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos de imagenología de medicina nuclear. • Preparación y administración de radiofármacos. • Terapia con radionucleidos. <p>Durante este tiempo, el residente debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer el flujo de trabajo de pacientes para un procedimiento de medicina nuclear. • Asistir a la preparación de radiofármacos. • Asistir a sesiones de presentación de informes de medicina nuclear durante varias semanas en relación con modalidades conexas. • Asistir al menos a dos reuniones clínicas de revisión en relación con cada uno de los diversos sistemas de órganos (revisión de casos). • Asistir a algunos procedimientos diagnósticos habituales de medicina nuclear. • Demostrar conocimiento de la finalidad de los procedimientos típicos. • Señalar las razones del ingreso del paciente y su estado. • Asistir a la administración de radionucleidos con fines de terapia. • Preparar un estudio de casos de pacientes en relación con un procedimiento complejo, como un procedimiento cardíaco. • Estudiar los reglamentos locales y nacionales sobre la confidencialidad y el manejo de información relativa a los pacientes. <p>Radiooncología</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asistir a todas las fases del proceso de radioterapia desde una simulación hasta el tratamiento del paciente. • Considerar las funciones de la imagenología utilizada en este procedimiento anterior (diagnóstico, simulación y tratamiento), se encuentre la modalidad de imagenología en la radiooncología o en otra especialidad. • Explicar las diferencias fundamentales que existen en la aplicación de determinadas modalidades de imagenología en la terapia en comparación con la medicina nuclear.

	<p>Radiología</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observar algunos procedimientos habituales de radiología diagnóstica, incluso procedimientos intervencionistas. • Examinar la función de la CT en la imagenología de medicina nuclear. • Analizar las diferencias entre la imagenología de medicina nuclear y la imagenología de rayos X y las ventajas relativas de ambas. • Explicar las diferencias de dosimetría y protección entre la medicina nuclear y la radiología (pacientes y personal). • Estudiar los procedimientos de CC utilizados en radiología. <p>Ultrasonido</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observar los procedimientos de imagenología de ultrasonido (cuando sea éticamente posible), incluso la imagenología Doppler. • Analizar la diferencia entre el ultrasonido y la medicina nuclear y sus ventajas relativas. <p>MRI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observar los procedimientos de MRI, incluso estudios funcionales. • Analizar la diferencia entre la medicina nuclear y la MRI y sus ventajas relativas. <p>Otros aspectos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Examinar los problemas y restricciones que se afrontan cuando se utiliza la medicina nuclear en el quirófano o en la sala. • Estudiar los reglamentos locales sobre higiene y control de infecciones.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, AAPM Code of Ethics, AAPM, Nueva York (2008). http://www.aapm.org/org/policies/details.asp?id=260&type=PP&current=true.</p> <p>[2] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd edn, Williams and Wilkins (2002).</p> <p>[3] Las publicaciones “Journal of Nuclear Medicine” y “Journal of Nuclear Medicine Technology” publican buenos artículos de examen. Algunos se pueden obtener a título gratuito en su sitio web, al que se puede acceder a través de http://www.snm.org.</p>

MÓDULO 2 - PROTECCIÓN RADIOLÓGICA	
Objetivo	<p>Desarrollar aptitudes fundamentales en la práctica de la protección radiológica en un departamento de medicina nuclear.</p> <p>Cabe señalar que las tareas definidas en este módulo, salvo en los apartados 2.2, 2.3 y 2.6, también pueden llevarse a cabo por un oficial de protección radiológica (OPR). Las circunstancias locales determinarán las disposiciones de trabajo reales.</p>
Tiempo previsto de dedicación	15 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	<p>2.1 Supervisión de niveles de radiación, incluso monitorización del personal.</p> <p>2.2 Exposición a fuentes no selladas y riesgo de contaminación.</p> <p>2.3 Principio ALARA y precauciones de seguridad radiológica en la medicina nuclear.</p> <p>2.4 Evaluación de riesgos y asesoramiento del personal, los pacientes y otros con respecto al riesgo de radiación.</p> <p>2.5 Zonas designadas para el uso de materiales radiactivos no sellados.</p> <p>2.6 Consideraciones en materia de blindaje contra la radiación en el diseño de nuevas instalaciones.</p> <p>2.7 Controles reglamentarios y otras orientaciones para el uso seguro de la radiación ionizante en la medicina nuclear.</p>
Referencias básicas	<p>[1] HENDEE, W.R., IBBOTT, G.S., HENDEE, E.G., Radiation Therapy Physics, 3rd edn, John Wiley & Sons, Inc. (2005).</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine, Colección de Informes de Seguridad N° 40, STI/PUB/1207, OIEA, Viena (2005). http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1207_web.pdf</p> <p>[3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Principios fundamentales de seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° SF-1, OIEA, Viena (2007). http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1273_S_web.pdf</p> <p>[4] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, General Principles for Radiation Protection of Workers, ICRP Publication 75, Annals of the ICRP Volume 27/1, Pergamon Press, Oxford y Nueva York (1997).</p> <p>[5] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, Publicación ICRP 103, Sociedad Española de Protección Radiológica, con la autorización de la ICRP, Senda Editorial S.A., Madrid (2008).</p> <p>[6] MARTIN, A., HARBISON, S.A., An Introduction to Radiation Protection, 5th edn, Oxford University Press (2006).</p> <p>[7] MARTIN, C.J., SUTTON, D.G., Practical Radiation Protection in Healthcare, Oxford University Press, Oxford (2002).</p>

	Módulo 2: Protección radiológica
	Submódulo 2.1: Supervisión de niveles de radiación, incluso monitorización del personal
Objetivo	Poder determinar fuentes de radiación, supervisar los niveles de radiación y analizar los posibles riesgos.
Requisito previo	Ninguno.
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de</p> <ul style="list-style-type: none"> a) principios de funcionamiento del equipo empleado para supervisar los niveles de radiación en medicina nuclear; b) propósito, principios y funcionamiento de un programa de dosimetría del personal. <p>Capacidad para medir los niveles de radiación y realizar mediciones cuantitativas de la contaminación.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar riesgos de radiación externos e internos. • Cuantificar los riesgos de radiación utilizando detectores, monitores de contaminación y pruebas de frotis. • Especificar los radionucleidos por tipo de emisión, energía y período de semidesintegración. • Teoría, principios de funcionamiento, y limitaciones de la monitorización del personal. • Cantidades operacionales básicas y su relación con la dosis efectiva. • Asesoramiento sobre los requisitos para la manipulación y el almacenamiento seguros de materiales radiactivos no sellados.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia recomendada para esta competencia y estar familiarizado razonablemente con ella. • Conocimiento de la directriz reglamentaria local sobre protección radiológica en medicina nuclear. • Preparar un protocolo para un estudio de la contaminación, que incluya: de qué se toman muestras por frotis, los materiales empleados, las zonas objeto de pruebas de frotis, cómo se miden, los límites de acción. • Preparar un protocolo para un estudio externo de exposiciones, que incluya: dónde y cuándo se efectúan las mediciones, qué instrumentos se utilizan, límites de acción. • Llevar a cabo un estudio radiológico de un laboratorio, que incluya: <ul style="list-style-type: none"> ○ inventario de los tipos y cantidades de radioisótopos y radiofármacos que ingresan en el laboratorio y todas las propiedades pertinentes (p.ej., el yodo es volátil); ○ inventario de instrumentos de medición de la radiación disponibles. Señalar las aplicaciones y limitaciones de cada instrumento;

	<ul style="list-style-type: none"> ○ inventario de fuentes selladas, manipulación, almacenamiento y ubicación; ○ uso de monitores personales: tipo, ubicación, frecuencia de reemplazo; ○ manipulación y almacenamiento de fuentes no selladas. <ul style="list-style-type: none"> ● Elaborar un informe escrito sobre el estudio radiológico con recomendaciones apropiadas. Preparar documentación para información del personal.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] DELACROIX, D., GUERRE, J.P., LEBLANC, P., HICKMAN, C., Radionuclide and radiation protection data handbook 2nd edition (2002), Radiat Prot Dosimetry 98 1 (2002) 9-168.</p> <p>[2] DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE Y CONSERVACIÓN (NSW), Radiation Guideline-1, monitoring devices, EPA, http://www.environment.nsw.gov.au/resources/radiation/devices.pdf.</p> <p>[3] TEMPERTON, D.H., GREEN, S., “Personal Monitoring”, Practical Radiation Protection in Healthcare (MARTIN, C.J.SUTTON, D.G., Eds), Oxford University Press, Oxford (2002).</p>
Módulo 2: Protección radiológica	
Submódulo 2.2: Exposición a fuentes no selladas y riesgo de contaminación	
Objetivo	Demostrar conocimiento sobre la reducción de la exposición a fuentes no selladas y cómo manejar los derrames y accidentes.
Requisitos previos	Conocimiento de la directriz reglamentaria local sobre protección radiológica en medicina nuclear. Submódulo 1.1 Conocimiento clínico.
Competencias abarcadas	Conocimiento de métodos destinados a reducir la exposición. Capacidad para: <ul style="list-style-type: none"> a) manipular con seguridad las fuentes radiactivas no selladas; b) manejar accidentes y derrames.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> ● Especificar lugares o prácticas en que la exposición a la radiación podría reducirse razonablemente. ● Estimar tasas de dosis cerca de los pacientes y la influencia de pautas de contacto cercano. ● Aplicar medidas para reducir el contacto no indispensable con pacientes radiactivos y otras fuentes. ● Descontaminar al personal, las máquinas y locales después de un derrame de materiales radiactivos. ● Estimar dosis en órganos después de la contaminación. ● Evaluar el nivel de contaminación remanente después de la descontaminación. ● Aplicar medidas para reducir la exposición debida a la contaminación residual. ● Analizar casos de mala administración, realizar estimaciones de dosis absorbida y proporcionar orientación para mejorar las prácticas. ● Elaborar un informe escrito sobre el incidente.

<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leer documentos de referencia y estar razonablemente familiarizado con ellos. • Formular recomendaciones para la evaluación del personal tras un derrame. • Diseñar la capacitación para el personal de modo que pueda actuar de manera apropiada ante un derrame. • Examinar el flujo de trabajo del departamento desde el punto de vista de la seguridad radiológica. El examen debería comprender lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> ○ recepción, almacenamiento y disposición final del material radiactivo; ○ preparación y entrega de radiofármacos; ○ procedimientos de inyección de los pacientes u otros procedimientos de administración; ○ movimientos de los pacientes antes y después de la inyección; ○ procedimientos de exploración de los pacientes. • Realizar un estudio radiológico de las diversas zonas del departamento (laboratorio caliente, zonas de espera de pacientes, salas de exploración, etc.), observando en particular: <ul style="list-style-type: none"> ○ la disponibilidad y el uso de los blindajes; ○ si la configuración posibilita una distancia adecuada de las fuentes; ○ si los procedimientos de trabajo posibilitan un tiempo mínimo cerca de las fuentes. • Proponer y justificar cambios razonables de los procedimientos, la configuración o el blindaje con miras a reducir la dosis de radiación del personal, los pacientes o los miembros del público. • Preparar instrucciones generales para el personal del departamento con respecto a la contaminación y la descontaminación después de un derrame. Describir tareas suplementarias para evaluar la contaminación residual y formular recomendaciones de medidas correctivas (p.ej., fijar un plástico sobre la superficie del suelo contaminado, sustituir equipo contaminado, etc.). • Examinar publicaciones en relación con los procedimientos utilizados para estimar las dosis en órganos derivadas de la contaminación. • Señalar los radiofármacos para los cuales sería necesario adoptar medidas suplementarias a causa de un período prolongado de semidesintegración, mayor probabilidad de absorción o características biológicas negativas. En cada caso, especificar y justificar las medidas requeridas. • Idear un sistema para mantener una reseña de los incidentes de derrames, incluidos los factores contribuyentes, y las medidas para prevenir otros accidentes. • Preparar un informe hipotético de un incidente en relación con: un derrame importante de yodo en el laboratorio caliente; un derrame poco significativo de galio en una sala de cámaras.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] CEMBER, H., JOHNSON, T.A., Introduction to Health Physics, 4th edn, McGraw-Hill, Nueva York (2008).</p>

	<p>[2] DELACROIX, D., GUERRE, J.P., LEBLANC, P., HICKMAN, C., Radionuclide and radiation protection data handbook 2nd edition (2002), Radiat Prot Dosimetry 98 1 (2002) 9-168.</p> <p>[3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Nuclear Medicine Resources Manual, OIEA, Viena (2006), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1198_web.pdf.</p> <p>[4] Plan de seguridad y protección radiológicas (manual) de la institución del pasante y los reglamentos nacionales de protección radiológica.</p> <p>[5] STABIN, M.G., Radiation Protection and Dosimetry: An Introduction to Health Physics, Springer, Nueva York, NY (2007), http://opac.library.usyd.edu.au/record=3563832.</p>
	Módulo 2: Protección radiológica
	Submódulo 2.3: Principio ALARA y precauciones de seguridad radiológica en la medicina nuclear
Objetivo	Demostrar conocimientos sobre cómo aplicar el principio ALARA y los reglamentos de protección radiológica en la práctica clínica de medicina nuclear.
Requisitos previos	<p>Submódulo 2.1 Supervisión de niveles de radiación, incluso monitorización del personal.</p> <p>Submódulo 2.2 Exposición a fuentes no selladas y riesgo de contaminación.</p>
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de la aplicación del principio ALARA.</p> <p>Capacidad para aplicar los reglamentos de protección radiológica en la práctica clínica de medicina nuclear.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Principio básico de protección radiológica: tiempo, distancia, blindaje. • Demostrar conocimiento de los límites de dosis para las exposiciones ocupacionales y del público y de las dosis de radiación típicas para los trabajadores de atención de la salud y otros en una práctica bien gestionada. • Diseñar el flujo de trabajo y los procedimientos para minimizar la dosis de radiación del personal, los pacientes, los cuidadores en el hogar y los miembros del público. • Determinar situaciones en que puede ser conveniente tomar precauciones adicionales, como en el caso de una paciente que esté lactando o cuando esté embarazada la madre de un paciente pediátrico. • Elaborar medidas de precaución para un nuevo procedimiento. • Preparar rutinas locales y hojas informativas para pacientes/cuidadores en relación con aplicaciones clínicas específicas, que traten sobre cuestiones como períodos de contacto cercano con niños, lactancia e incontinencia urinaria.

<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estar razonablemente familiarizado con la documentación de referencia recomendada para esta competencia. • Examinar las posibles exposiciones del personal a la medicina nuclear diagnóstica en el departamento, incluso del personal del laboratorio caliente, enfermeros, camilleros, tecnólogos y médicos, y en el hospital. Observar también las exposiciones de los miembros del público, entre ellos acompañantes y otros pacientes, incluso durante el traslado al hogar por automóvil o transporte público. • Redactar un informe de observaciones y recomendaciones para reducir la exposición. En el caso de posibles modificaciones que reduzcan la dosis, tener en cuenta los inconvenientes. ¿Se logra la reducción de la dosis por medios “razonables”? • Elegir un procedimiento en que se utilice ^{99m}Tc. Indicar por escrito el flujo de trabajo, con inclusión de la entrega del radiofármaco, la preparación e inyección del paciente, la exploración y los movimientos del paciente. Estimar la tasa de dosis para cada ocasión de exposición. Esto puede hacerse consultando las publicaciones de interés o tomando algunas mediciones. Todos se deben tener en cuenta: pacientes internos, pacientes externos, acompañantes, personal y miembros del público. • Para cada etapa del flujo de trabajo, describir y justificar prácticas razonables para minimizar la dosis de radiación, e indicar a quién se está protegiendo (p.ej., el tecnólogo, el enfermero, el paciente, el acompañante). • Elaborar una hoja informativa para el paciente o los cuidadores con recomendaciones de prácticas para minimizar la dosis de radiación. • Comparar las conclusiones a que se ha llegado con las recomendaciones existentes (p.ej., las incluidas en el plan de seguridad y protección radiológicas del departamento). Comentar las diferencias. • Examinar las recomendaciones de organizaciones internacionales sobre el manejo de mujeres lactantes.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] CORMACK, J., TOWSON, J., FLOWER, M., “Radiation protection and dosimetry in clinical practice”, Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment (ELL, P.GAMBHIR, S., Eds), Churchill Livingstone (2004).</p> <p>[2] INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS EN MEDICINA, Radiation Protection in Nuclear Medicine and Pathology Rep. 63 (1991).</p> <p>[3] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, General Principles for Radiation Protection of Workers, ICRP Publication 75, Annals of the ICRP Volume 27/1, Pergamon Press, Oxford y Nueva York (1997).</p> <p>[4] POCHIN, E., Nuclear Radiation: risks and benefits, Clarendon Press, Oxford (1985).</p>

	Módulo 2: Protección radiológica
	Submódulo 2.4: Evaluación de riesgos y asesoramiento del personal, los pacientes y otros con respecto al riesgo de radiación
Objetivo	Demostrar conocimientos de cómo aplicar los reglamentos de protección radiológica en la práctica clínica de la medicina nuclear.
Requisitos previos	Módulo 1 Conocimiento clínico. Submódulo 2.1 Supervisión de niveles de radiación, incluso monitorización del personal. Submódulo 2.2 Exposición a fuentes no selladas y riesgo de contaminación.
Competencias abarcadas	Conocimiento de: <ul style="list-style-type: none"> a) los métodos para estimar la dosis efectiva del paciente derivada de exploraciones de medicina nuclear diagnóstica; b) los riesgos asociados con la exposición a la radiación; c) los procedimientos para la evaluación de riesgos. Capacidad para comunicar el riesgo o la inexistencia de riesgos en el contexto de la dosis, la justificación y los riesgos no radiológicos pertinentes.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar las exposiciones ocupacionales de medicina nuclear con otros riesgos ocupacionales y con variaciones en el fondo natural. • Evaluar el riesgo y recomendar precauciones para las mujeres que deseen seguir trabajando en la medicina nuclear durante el embarazo. • Determinar los riesgos para los pacientes de cualquier edad derivados de la exposición a la radiación asociada con sus procedimientos de medicina nuclear diagnóstica, y relacionar esos riesgos con otros riesgos clínicos. • Tener la capacidad para comunicar el riesgo o la inexistencia de riesgos en el contexto de la dosis, la justificación y la optimización.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia recomendada para esta competencia y estar familiarizado con ella. • Examinar publicaciones sobre la evaluación de riesgos y la comunicación de riesgos. • Dar una respuesta oficial por escrito a las solicitudes de información que se indican a continuación. En cada caso, presentar una estimación de la dosis efectiva, el riesgo correspondiente, y uno o más ejemplos de una exposición comparable o un riesgo comparable <ul style="list-style-type: none"> ○ para un padre preocupado, cuyo hijo de nueve años ha sido remitido para una exploración renal (dosis al niño); ○ para una madre embarazada, cuyo hijo de 5 años ha sido remitido para una exploración ósea (dosis a la madre/feto); ○ para una residente embarazada que esté preocupada por su trabajo en la sala de pruebas de esfuerzo;

	<ul style="list-style-type: none"> ○ para un ecografista que está preocupado por la exploración que hará a un paciente de medicina nuclear; ○ para una paciente que recibió un procedimiento diagnóstico de medicina nuclear cuando no tenía conocimiento de estar embarazada en ese momento, incluso formular una observación sobre la dosis fetal, cualesquiera probables consecuencias y comparación con los riesgos normales de embarazo.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] CORMACK, J., TOWSON, J., FLOWER, M., “Radiation protection and dosimetry in clinical practice”, Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment (ELL, P.GAMBHIR, S., Eds), Churchill Livingstone (2004).</p> <p>[2] FISCHHOFF, B., Risk perception and communication unplugged: twenty years of process, Risk Anal 15 2 (1995) 137-45.</p> <p>[3] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Recomendaciones de 1990 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, Publicación ICRP 60, Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) - EDICOMPLET, S.A. - Madrid (1995).</p> <p>[4] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals, ICRP Publication 53 - Addendum 5, 6 and 7, Pergamon Press, Oxford y Nueva York (2001).</p> <p>[5] http://www.orau.org/environmental-assessments-health-physics/capabilities/health-physics/hp-resources.aspx#dosimetry.</p>
	Módulo 2: Protección radiológica
	Submódulo 2.5: Zonas designadas para el uso de materiales radiactivos no sellados
Objetivo	Demostrar conocimientos sobre los requisitos generales de diseño del departamento.
Requisito previo	Submódulo 2.1 Supervisión de niveles de radiación, incluso monitorización del personal.
Competencias abarcadas	<p>Familiaridad con:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) la designación de zonas del lugar de trabajo asociadas con la protección contra materiales radiactivos no sellados; b) los diferentes procesos de desintegración de los radionucleidos. <p>Capacidad para gestionar un lugar de almacenamiento de desechos radiactivos para las fuentes empleadas en un departamento de medicina nuclear.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Categorizar una zona de laboratorio según los radionucleidos, la actividad y las operaciones en conformidad con el órgano regulador respectivo.

	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar zonas y especificar requisitos de construcción adecuados para: <ul style="list-style-type: none"> ○ la preparación, la entrega y la administración de radiofármacos; ○ un lugar de almacenamiento de desechos radiactivos; ○ instalaciones de CT conjuntamente con imagenología con radionucleidos. • Conocer la diferencia en los requisitos para las zonas controladas y supervisadas.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Estar familiarizado con la documentación de referencia recomendada para esta competencia. • Categorizar un laboratorio caliente en tres clases: alta, media o baja, a base de las cantidades máximas de radionucleidos y las operaciones realizadas según las disposiciones reglamentarias. Suponer que se utilizarán radiofármacos diagnósticos (incluso algún FDG para PET) y radiofármacos terapéuticos. No se requerirá el marcado de glóbulos. • Preparar un conjunto de especificaciones para el laboratorio caliente, incluso: <ul style="list-style-type: none"> ○ acabados superficiales; ○ contaminación del aire; ○ separación del trabajo con radionucleidos y las tareas administrativas. ○ seguridad de acceso y lugares de almacenamiento; ○ blindaje local; ○ toda otra característica que se considere necesaria. • Estimar el espesor de plomo necesario para las paredes y la puerta de un armario de 1 x 1 x 1m que se utilice para la ropa sucia contaminada con 5 GBq de I-131 como máximo. El armario está inmediatamente detrás de la zona ocupada por el personal de oficina. La puerta conduce a un corredor.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] CEMBER, H., JOHNSON, T.A., Introduction to Health Physics, 4th edn, McGraw-Hill, Nueva York (2008).</p> <p>[2] INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS EN MEDICINA, Radiation Protection in Nuclear Medicine and Pathology Rep. 63 (1991).</p> <p>[3] CONSEJO NACIONAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Structural Shielding Design and Evaluation for Medical Use of X Rays and Gamma Rays of Energies up to 10 MeV, NCRP Rep. 49, Bethesda, MD, Estados Unidos (1976), http://www.ncrppublications.org/Reports/049.</p>

	Módulo 2: Protección radiológica
	Submódulo 2.6: Consideraciones en materia de blindaje contra la radiación en el diseño de nuevas instalaciones
Objetivo	Adquirir conocimientos sobre el diseño de la instalación para la protección radiológica.
Requisitos previos	Submódulo 2.2 Exposición a fuentes no selladas y riesgo de contaminación. Submódulo 2.5 Zonas designadas para el uso de materiales radiactivos no sellados.
Competencias abarcadas	Conocimiento de los principios y requisitos del diseño del blindaje para las energías de radionucleidos que se utilicen para fines diagnósticos de medicina nuclear. Familiaridad con los requisitos de blindaje para las instalaciones PET, SPECT junto con otras modalidades de imagenología (p.ej., CT). Capacidad para diseñar un blindaje satisfactorio contra la radiación para todos los tipos de equipos de medicina nuclear.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Principios <ul style="list-style-type: none"> ○ Unidades de dosis de radiación y parámetros aplicables al diseño del blindaje. ○ Radiación primaria; atenuada y no atenuada. ○ Radiación secundaria; dispersión y fuga. ○ Transmisión de radiación primaria y secundaria a través de pacientes, componentes de imagenología y barreras. • Requisitos y directrices reglamentarios <ul style="list-style-type: none"> ○ Legislación y directrices locales aplicables al diseño de las instalaciones de medicina nuclear. ○ Designación de zonas controladas y supervisadas. ○ Límites de dosis para trabajadores y miembros del público. ○ Restricciones de dosis y objetivos de diseño del blindaje. • Conceptos de blindaje <ul style="list-style-type: none"> ○ Conceptos de barreras primarias y secundarias. ○ Conceptos de volumen de trabajo, incluido el efecto de factores técnicos, el efecto del número de pacientes, el efecto de los cambios futuros en el volumen de trabajo, el diseño del equipo y la utilización, p.ej., traslado de una sala de cámara gamma a una sala de PET/CT que requiere blindaje específico para 511 keV. ○ Conceptos de ocupación y repercusión de la ocupación de zonas circundantes en el diseño del blindaje. ○ Concepto de interferencia entre el equipo y otras perturbaciones de medición debidas a la radiactividad en las salas circundantes.

	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales <ul style="list-style-type: none"> ○ Propiedades de atenuación de los materiales. ○ Materiales de sustitución y repercusión en la eficacia del blindaje. ○ Materiales y técnicas de construcción habituales. • Requisitos de blindaje <ul style="list-style-type: none"> ○ Determinación de la dosis de radiación en la barrera a partir de los datos del volumen de trabajo. ○ Cálculo de transmisión requerida. ○ Especificación de materiales requeridos. • Evaluación del blindaje <ul style="list-style-type: none"> ○ Supervisión visual durante la construcción. ○ Uso de radionucleidos. ○ Medición de rayos X (para SPECT/CT, PET/CT).
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar a cabo una evaluación del volumen de trabajo, teniendo en cuenta tanto la técnica de examen como el número de pacientes. • Determinar la ocupación de las zonas circundantes de una sala PET/CT. • Realizar el cálculo y los supuestos del blindaje para el establecimiento de sistemas PET/CT. Según la situación, un sistema PET/CT podrá requerir blindaje moderado a pesado. El laboratorio caliente y las salas de inyección deberían tener blindaje apropiado. • Evaluar el efecto en las opciones de blindaje de la ubicación y orientación del equipo. • Evaluar la eficacia del blindaje y los errores en las mediciones. • Documentar el efecto de los cambios en el volumen de trabajo, el uso, la orientación o el diseño del equipo en los requisitos de blindaje. • Realizar una evaluación del blindaje; supervisión visual durante la construcción. Elaborar una documentación de hipótesis completas, del diseño y las especificaciones para utilizarla de referencia en el futuro, y en el mantenimiento.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements, AAPM Rep. 108, Nueva York (2006), http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_108.pdf.</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Blindaje, https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/TrainingRadiology/Lectures-es/RPDIR-L12-Shielding-es-WEB.ppt.</p> <p>[3] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation, ICRP Publication 74, Pergamon Press, Oxford y Nueva York (1997).</p> <p>[4] CONSEJO NACIONAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities, NCRP Rep. 147, Bethesda, MD, Estados Unidos (2004), http://www.ncrppublications.org/Reports/147.</p>

	[5] ANDERSON, J.A., MATHEWS, D., Site Planning and Radiation Safety in the PET Facility, http://www.aapm.org/meetings/02AM/pdf/8418-39272.pdf .
	Módulo 2: Protección radiológica
	Submódulo 2.7: Controles reglamentarios y otras orientaciones para el uso seguro de la radiación ionizante en la medicina nuclear
Objetivo	Conocer todos los aspectos del cumplimiento reglamentario y asesorar sobre ellos.
Requisito previos	Submódulo 2.3: Principio ALARA y precauciones de seguridad radiológica en la medicina nuclear.
Competencias abarcadas	Conocimiento de los requisitos reglamentarios locales con respecto a la medicina nuclear. Capacidad para asesorar sobre la legislación local, regional y nacional en materia de protección y seguridad radiológicas.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Controles reglamentarios sobre el uso seguro de la radiación ionizante en la medicina nuclear en el propio lugar del residente. • Crear y mantener registros de radiación para un departamento de medicina nuclear que se ajusten a los requisitos reglamentarios y las normas habituales de la práctica, incluso: <ul style="list-style-type: none"> ○ dosis del personal; ○ licencias y registros de radiación; ○ incidentes de radiación; ○ materiales radiactivos, incluidos desechos. • Aplicar las directrices pertinentes a la medicina nuclear publicadas por la autoridad reguladora local y la organización profesional. • Evaluar el programa de seguridad radiológica de la institución del residente y presentar informes sobre el programa.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia recomendada para esta competencia, y estar razonablemente familiarizado con ella. • Resumir los requisitos legislativos de control radiológico en el lugar en que se encuentre el cursillista, incluso: <ul style="list-style-type: none"> ○ responsabilidades de los empleadores y los empleados, incluso con respecto a la información sobre seguridad radiológica; ○ concesión de licencias y supervisión para cualquiera que trabaje en la medicina nuclear, incluidos médicos, residentes, tecnólogos/cursillistas, ingenieros de mantenimiento, científicos y estudiantes de posgrado; ○ incluir los requisitos relativos al uso de sistemas híbridos de imágenes de CT;

	<ul style="list-style-type: none"> ○ límites de la dosis de radiación debida al trabajo con radiaciones o cerca de radiaciones, o recibida como miembro del público en general; ○ monitorización radiológica de personas que trabajan en la medicina nuclear; ○ monitorización de zonas; ○ calibración de dispositivos de monitorización de la radiación; ○ registro de instalaciones de medicina nuclear, fuentes radiactivas selladas o no selladas, aparatos de rayos X, incluidos sistemas híbridos de CT; ○ compra de materiales radiactivos; ○ disposición final, pérdida o robo de materiales radiactivos; ○ investigación de accidentes de radiación y notificación de tales accidentes. ○ exposición de seres humanos con fines de investigación; ○ contaminación del medio ambiente; ○ mantenimiento o destrucción de registros de radiaciones; ○ descarga de material radiactivo al aire o el alcantarillado; ○ transporte de materiales radiactivos. ● En el departamento en que se trabaja, examinar el sistema actual de mantenimiento de registros relacionado con: <ul style="list-style-type: none"> ○ la dosimetría del personal; ○ la concesión de licencias para el uso de materiales radiactivos; ○ la notificación de incidentes; ○ el control de inventarios y la disposición final de desechos de materiales radiactivos. ● Para cada uno de estos aspectos, considerar posibles mejoras. De ser necesario, diseñar y aplicar un sistema apropiado que facilite la determinación de posibles problemas como pérdida de fuentes, derrames reiterados, dosis excesiva a una persona en particular, etc. ● Redactar un informe sobre el sistema de registro. ● En el hospital en que se trabaja, presentar informes sobre el programa de seguridad radiológica: <ul style="list-style-type: none"> ○ Descripción de los comités que hubiere y las funciones de toda persona que desempeñe tareas de seguridad radiológica. Trazar un diagrama de líneas de gestión y notificación. ○ Cómo se comunican e investigan los accidentes de radiación. ○ Qué sería una lectura “alta” de dosis en un dosímetro personal en la medicina nuclear y qué se haría al respecto. ○ Cómo se informa al personal de las cuestiones de seguridad radiológica. ○ Cómo se redactan y ponen en vigor las reglas de seguridad.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Protección radiológica en medicina nuclear, Parte 9. Aseguramiento de la Calidad, https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/TrainingNuclearMedicine/Lectures-es/RPNM-Parte09-qa-es-web.ppt.</p>

- | | |
|--|---|
| | <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Principios fundamentales de seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° SF-1, OIEA, Viena (2007), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1273_S_web.pdf.</p> <p>[3] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, Publicación ICRP 103, Sociedad Española de Protección Radiológica, con la autorización de la ICRP, Senda Editorial S.A., Madrid (2008).</p> |
|--|---|

MÓDULO 3 – INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ENSEÑANZA	
Objetivo	Desarrollar aptitudes clave en la investigación, el desarrollo y la enseñanza en materia de física médica nuclear.
Tiempo previsto de dedicación	5 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	3.1. Investigación y desarrollo. 3.2. Enseñanza.
Referencias básicas	[1] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, A guide to the teaching of clinical radiological physics to residents in diagnostic and therapeutic radiology, AAPM Rep. 64, Nueva York (1999), http://www.aapm.org/pubs/reports/64/rpt_64.pdf . [2] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Quality assurance for clinical trials: A primer for Physicists. 2004 AAPM Rep. 86, Nueva York (2004), http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_86.pdf . [3] ICH/CPMP, Good Clinical Practice: Consolidated Guidelines, International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use Rep. E6 (R1) (1996).
Módulo 3 – Investigación, desarrollo y enseñanza	
Submódulo 3.1-Investigación y desarrollo	
Objetivo	Desarrollar la capacidad para realizar investigaciones en una esfera de interés para la física médica nuclear individualmente o como miembro de un grupo de investigación multidisciplinario.
Requisitos previos	Ninguno.
Competencias abarcadas	Conocimiento de los procesos de investigación científica, incluso la función del examen ético, el análisis estadístico y el proceso de publicación. Capacidad para llevar a cabo actividades de investigación y desarrollo en materia de física médica nuclear en cooperación con médicos especialistas en medicina nuclear, físicos médicos especialistas en diagnóstico, físicos médicos de radiooncología y otros profesionales.
Conocimientos básicos	1) Conocimiento de <ul style="list-style-type: none"> • la función de la ética en las investigaciones en que se utilizan sujetos humanos y animales, incluidos temas asociados con la radiación;

	<ul style="list-style-type: none"> • la aplicación de estadísticas al diseño experimental, la formulación de hipótesis, y el análisis de datos (incluido el análisis ROC cuando proceda); • el formato de documentos científicos; • el proceso de examen por homólogos de solicitudes de subsidios de investigación y publicaciones científicas. <p>2) Conocimiento de publicaciones internacionales apropiadas de medicina nuclear, física médica y campos de investigación afines.</p>
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<p>Concebir un proyecto de investigación, e incluso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • especificar una esfera de investigación, incluso la cuestión específica que se indaga, en consulta con otros profesionales, como por ejemplo, médicos especialistas en medicina nuclear; • formular hipótesis; • examinar las publicaciones en la esfera con eficacia y sentido crítico, utilizando bases de datos apropiadas, p.ej., Medline, PubMed y Scopus, y presentar los resultados en un informe escrito (incluidos los beneficios clínicos de la actividad de investigación o desarrollo); • supervisar continuamente los adelantos actuales en materia de investigación y desarrollo en la esfera de investigación elegida; • determinar un plan para un proyecto de investigación, incluidos hitos, experimentos necesarios y análisis; • consultar con un estadístico o epidemiólogo, según se requiera; • evaluar las cuestiones éticas implícitas en relación con los criterios nacionales, incluso cuestiones de radiación, y presentar la solicitud necesaria a un comité de ética apropiado (conocido también como comité de estudios humanos (HSC) o junta institucional de examen (IRB)), en caso necesario. • evaluar los recursos necesarios, entre ellos tiempo, personal y equipo. <p>Gestionar un presupuesto para un pequeño proyecto de investigación.</p> <p>Realizar un examen por homólogos de los resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentar y defender los resultados a nivel departamental; • Presentar los resultados en una conferencia nacional o internacional; • Publicar los resultados en una revista examinada por homólogos. <p>Aprovechamiento de las iniciativas de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redactar una solicitud de subsidio de investigación sencilla conjuntamente con médicos especialistas en medicina nuclear u otro personal experimentado, e incluir una respuesta a las observaciones derivadas del proceso de examen. • Participar en un grupo multidisciplinario de investigación aportando conocimientos y aptitudes en materia de física médica, como por ejemplo, prestando apoyo en cuestiones de dosimetría. • Proporcionar cálculos de dosis y estimaciones de riesgos, incluso comparaciones con otros riesgos derivados de la radiación ionizante, para su uso por el comité de ética (HSC o IRB) para un proyecto propuesto relacionado con la dosimetría médica interna en sujetos humanos.

Fuentes de conocimientos	<p>[1] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Quality assurance for clinical trials: A primer for Physicists. 2005 AAPM Rep. 86, Nueva York (2004), http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_86.pdf.</p> <p>[2] ARPANSA, Code of Practice for the Exposure of Humans to Ionizing Radiation for Research Purposes, Radiation Protection Series Rep. 8, ARPANSA, http://www.arpansa.gov.au/pubs/rps/rps8.pdf.</p> <p>[3] ICH/CPMP, Good Clinical Practice: Consolidated Guidelines, International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use Rep. E6 (R1) (1996).</p> <p>[4] ICH/CPMP, Statistical Principles for Clinical Trials, International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use Rep. E9 (1998), http://www.ich.org/fileadmin/Public_Web_Site/ICH_Products/Guidelines/Efficacy/E9/Step4/E9_Guideline.pdf.</p> <p>[5] http://www.nhmrc.gov.au/files_nhmrc/file/health_ethics/hrecs/reference/090609_nhmrc_position_statement.pdf.</p> <p>[6] RAVINDRAN, C., Ethics in Biomedical Research, Calicut Medical Journal 6 2 (2008).</p> <p>[7] WOODWORD, M., Epidemiology: Study Design and Data Analysis, 2nd edn, Chapman & Hall/CRC (2005).</p> <p>[8] WOOLFE, J., How to write a PhD Thesis, http://www.phys.unsw.edu.au/~jw/thesis.html.</p> <p>[9] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Guías Operacionales para Comités de Ética que Evalúan Investigación Biomédica, Ginebra (2000).</p>
	Módulo 3 – Investigación, desarrollo y enseñanza
	Submódulo 3.2 - Enseñanza
Objetivo	Desarrollar las aptitudes necesarias para ser un educador y tutor eficaz en la física médica nuclear.
Requisito previo	Ninguno.
Competencias abarcadas	Conocimiento de los principios generales de una enseñanza eficaz. Capacidad para enseñar los principios y métodos de la física médica nuclear.
Conocimientos básicos	Conocer los principios generales de una enseñanza eficaz, incluso: <ul style="list-style-type: none"> • método y estrategias de enseñanza apropiados para el tamaño, las necesidades y los intereses del grupo y los antecedentes de la audiencia;

	<ul style="list-style-type: none"> • mecanismos de obtención de información de los estudiantes y estrategia de evaluación; • suministro de material educativo necesario para el estudiante; • preparación de material de enseñanza; • examen de los procesos de enseñanza.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Asistir a un curso general sobre cómo enseñar (a menudo disponible en reuniones nacionales o internacionales de medicina nuclear). • Asistir a cursos de actualización en reuniones del SNM, el ARCCNM y la EANM para observar cómo físicos médicos y físicos de medicina nuclear imparten enseñanza sobre diversos temas. • Enseñar física médica, tecnología y temas de radiación (incluso de seguridad radiológica) a distintos públicos. Como ejemplos se sugieren: <ol style="list-style-type: none"> 1) la enseñanza a físicos médicos, jóvenes físicos, u otro tipo de personal de orientación técnica; 2) la enseñanza a personal y residentes de medicina nuclear; 3) la enseñanza sobre seguridad radiológica a enfermeros u otro tipo de personal paramédico (p.ej., secretarios de departamentos); 4) la enseñanza de tecnólogos para llevar a cabo el control de calidad de un equipo de medicina nuclear específico.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, A guide to the teaching of clinical radiological physics to residents in diagnostic and therapeutic radiology, AAPM Rep. 64, Nueva York (1999), http://www.aapm.org/pubs/reports/64/rpt_64.pdf.</p> <p>[2] SAHA GB., Physics and Radiobiology in Nuclear Medicine. 2nd edn, Springer (2001).</p> <p>[3] Recurso de enseñanza de residentes de radiología, http://www.blueskybroadcast.com/Client/AAPM_Annual05/aapm_a74_panel/launch.html.</p> <p>[4] AAPM ONLINE EDUCATIONAL, biblioteca, http://www.aapm.org/education/VL/.</p> <p>[5] AAPM ONLINE EDUCATIONAL, educación permanente, http://aapm.org/education/ce/category.asp. Este recurso está disponible solo para usuarios suscritos.</p>

MÓDULO 4 – DESARROLLO PROFESIONAL Y GESTIÓN	
Objetivo	Desarrollar conocimientos y competencias relacionados con los aspectos profesionales de las funciones y responsabilidades del físico de medicina nuclear.
Tiempo previsto de dedicación	5 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	4.1 Conocimiento profesional. 4.2 Comunicación. 4.3 Gestión de calidad. 4.4 Auditoría clínica.
Referencias básicas	[1] CONSEJO NACIONAL DE SALUD E INVESTIGACIÓN MÉDICA, Communicating with patients: advice for medical practitioners (2004), http://www.nhmrc.gov.au/files/nhmrc/publications/attachments/e58.pdf . [2] VENABLES, J., Communication Skills for Engineers and Scientists, 3 rd edn, Instituto de Ingenieros Químicos (2002).
Módulo 4 – Desarrollo profesional y gestión	
Submódulo 4.1: Conocimiento profesional	
Objetivo	Demostrar entendimiento de las actividades asociadas al conocimiento de la profesión y participar en ellas (si es posible).
Requisito previo	Ninguno.
Competencias abarcadas	Demostrar conocimiento de las cuestiones profesionales. Contribución a las actividades del órgano profesional.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de la estructura de personal del departamento y las oportunidades locales de carrera para los físicos médicos. • Reconocimiento de la estructura y las actividades de la organización profesional local de física médica, y su relación con los órganos máximos internacionales. • Conocimiento de las cuestiones éticas, legales y de propiedad intelectual que afronta el físico médico en el lugar de trabajo. • Conocimiento del concepto DPC (desarrollo profesional continuo) y cómo funciona.
Elementos de capacitación recomendados	Planificación de la carrera <ul style="list-style-type: none"> • Lograr un conocimiento del alcance de la práctica y la estructura de la carrera del físico médico especialista en medicina nuclear. • Lograr un conocimiento de las oportunidades y restricciones en la progresión de la carrera.

- Elaborar un diagrama de árbol en que se resuma la estructura de personal del departamento en que se trabaja, incluido el cargo propio.
- Definir el plan de carrera propio.

Actividades de la organización profesional

- Demostrar conocimiento de la organización profesional a que se pertenece, incluidos sus objetivos, estructura, cargos principales y personal administrativo.
- Asistir a actividades profesionales y participar en ellas.
- Revisar periódicamente los sitios web de organizaciones de física médica de todo el mundo.
- Demostrar conocimiento de las cuestiones de actualidad que afectan a la profesión y a la organización profesional a que se pertenece.
- Demostrar conocimiento de otras organizaciones afines (p.ej., de físicos de medicina nuclear y de tecnólogos de medicina nuclear) y ubicar los sitios web correspondientes.
- Demostrar conocimiento de los organismos internacionales y los órganos profesionales relacionados con la física médica nuclear.
- Demostrar conocimiento de revistas profesionales importantes de física médica nuclear o relacionadas con estas, y leer periódicamente documentos pertinentes.

Cuestiones profesionales

i) Ética

- Demostrar conocimiento de las políticas y los procedimientos de la organización profesional y el hospital en que se trabaja sobre ética profesional y clínica.
- Demostrar conocimiento del código de conducta y la declaración de objetivos de la organización profesional y el hospital a que se pertenece.
- Conocimiento de los requisitos locales o nacionales para la autorización de proyectos de investigación clínica desde el punto de vista ético.
- Conocer los requisitos de privacidad de la información relativa al personal y los pacientes.

ii) Cuestiones legales

- Describir a grandes rasgos los objetivos, la definición y los requisitos de las cuestiones legales de la institución en que se trabaja (p.ej., hospital y universidad si procede) y en el propio estado y país en relación con los físicos médicos especialistas en medicina nuclear. Ello incluiría políticas sobre conflictos de interés y cuestiones legislativas y reglamentarias.
- Reseñar los requisitos locales o nacionales de notificación de incidentes de radiación.
- Conocimiento de la legislación sobre protección de datos.

iii) Propiedad intelectual

- Conocer los tipos de propiedad intelectual.
- Describir someramente los objetivos, la definición y los requisitos respecto de la propiedad intelectual de la institución en que se trabaja (p.ej., hospital y universidad si procede).

	<ul style="list-style-type: none"> • Referirse brevemente a la propiedad de la documentación producida como resultado de la investigación que ha realizado el cursillista en su institución. • Demostrar conocimiento de los requisitos relativos a la propiedad intelectual del proveedor en el lugar de trabajo, incluso la concesión de licencias y garantías de programas informáticos. <p>Desarrollo profesional continuo (DPC)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demostrar conocimiento del objetivo del DPC. • Demostrar conocimiento de la legislación o los requisitos de la organización profesional con respecto al DPC.
	Módulo 4 – Desarrollo profesional y gestión
	Submódulo 4.2: Comunicación
Objetivo	Ser un buen comunicador dentro de un grupo multidisciplinario, con los pacientes y el público en general.
Requisitos previos	Ninguno.
Competencias abarcadas	<p>Demostrar un alto nivel de comunicación oral y escrita y aptitudes de interpretación.</p> <p>Capacidad para comunicarse con los clínicos y aplicar principios físicos a problemas clínicos.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Cómo comunicarse con eficacia dentro de un grupo multidisciplinario, oralmente y por escrito.
Elementos de capacitación recomendados	<p>Aptitudes orales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asistir a un curso sobre: <ul style="list-style-type: none"> ○ competencias de presentación oral; ○ competencias de tutoría; y/o ○ dirección de reuniones profesionales. • Participar activamente en las reuniones del departamento de física (presidir una reunión, de ser posible). • Participar activamente en las reuniones técnicas del departamento. • Presentación científica en una reunión de físicos médicos, profesionales multidisciplinarios o una audiencia integrada por miembros del público en general. • Tutoría de física médica para otros profesionales de la medicina nuclear. Por ejemplo, conferencias sobre seguridad radiológica y tutorías a residentes de medicina nuclear. • Participar activamente en reuniones sobre el progreso del proyecto durante la puesta en servicio del equipo. • Presentación de los resultados de investigaciones en una conferencia/reunión nacional o internacional. • Prestar asesoramiento de física médica clínica exacto y claro en relación con la optimización de los procedimientos de medicina nuclear a otros profesionales de la medicina nuclear.

Aptitudes de redacción

- Demostrar conocimiento de cuestiones profesionales como las consecuencias legales de la información documentada y transmitida por correo electrónico, la confidencialidad, la sensibilidad y el permiso para utilizar los datos.
- Demostrar conocimiento del formato y estilo apropiados de la comunicación escrita profesional, incluso correo electrónico, memorandos y cartas.
- Llevar un cuaderno de trabajo.
- Redactar un ejemplo de carta profesional, correo electrónico y memorando que pudiera enviar el residente a un funcionario directivo clave del departamento de medicina nuclear en relación con una cuestión de física médica.
- Redactar un informe técnico breve sobre la optimización de un procedimiento diagnóstico.
- Redactar un análisis de viabilidad dirigido a la administración para justificar la compra o reemplazo de equipo.
- Redactar o examinar un protocolo (nuevo o revisado) para un proceso de control de calidad en el departamento.
- Redactar un informe de situación o un informe final para la puesta en servicio de un nuevo equipo de medicina nuclear en un departamento de medicina nuclear.

Aptitudes de comprensión

- Participar en reuniones departamentales para examinar publicaciones.
- Presentar un examen de un protocolo técnico internacional al departamento de física.

Comunicación

- Investigar las funciones de otras profesiones médicas y de la salud afines en el sistema de salud y, sobre todo, en los casos en que las profesiones entrañan el uso de la imagenología.
- Conversar con colegas de trabajo para conocer sus puntos de vista y ayudarles a conocer los suyos propios.

Consulta y apoyo

- Comunicarse con el clínico en términos que pueda comprender en su especialidad.
- Escuchar un problema de medicina nuclear planteado por un colega clínico.
- Utilizar los antecedentes de física general que se posean para resolver problemas.
- Pensar lateralmente, incluso fuera del contexto de la medicina nuclear.
- Investigar un problema y proponer una solución, teniendo presentes los límites propios de conocimientos y capacidad.
- Conseguir la ayuda de otros que posean las aptitudes pertinentes.

	Módulo 4 – Desarrollo profesional y gestión
	Submódulo 4.3: Gestión de calidad
Objetivo	Proporcionar al residente conocimientos de la organización y la aplicación de un sistema general de gestión de calidad.
Requisito previo	Módulo 4.1: Conocimiento profesional
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de la estructura de un sistema de calidad.</p> <p>Capacidad para aplicar y mantener los aspectos de física del sistema de calidad.</p>
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Conocimiento básico de las normas de gestión de calidad. 2) Conocimiento de los términos empleados como: garantía de calidad, control de calidad, auditoría de calidad, gestión de riesgos, gestión de recursos humanos. 3) Conocimiento de los reglamentos nacionales. 4) Conocimiento de todos los elementos que se requieren en un sistema de calidad. 5) Conocimientos básicos de cómo un sistema de calidad se adapta a la práctica de la medicina nuclear. 6) Conocimiento básico del mantenimiento de un sistema de calidad.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar una norma adecuada sobre gestión de calidad. • Explicar el significado de términos pertinentes como: garantía de calidad, control de calidad, auditoría de calidad, gestión de riesgos, gestión de recursos humanos y trazabilidad. • Describir la función de todos los profesionales en el sistema de calidad. • Analizar qué partes de la norma se han aplicado en el departamento de medicina nuclear. • Formular recomendaciones sobre cómo puede mejorarse el sistema de calidad del departamento de medicina nuclear. • Describir la función del físico médico en el sistema de calidad. • Comprobar si los documentos sobre calidad existentes están debidamente actualizados. • Comprobar si los documentos sobre calidad existentes se utilizan en la práctica clínica. • Estudiar un procedimiento completo aplicado a un paciente y describir cómo las distintas partes del sistema de calidad influyen en la calidad del procedimiento. <p>Describir qué función desempeña el sistema de calidad durante el “ciclo de vida” de un equipo de medicina nuclear.</p>

Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Management Audits in Nuclear Medicine Practices, OIEA, Viena (2008), http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1371_web.pdf</p> <p>[2] COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración, ISO/IEC -17025:2005, Ginebra (2005).</p> <p>[3] ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN, ISO 9000/ ISO 14000, Quality management principles. ISO, http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/management_standards/iso_9000_iso_14000/qmp.htm.</p> <p>[4] ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN, Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos, ISO 9001 (2008), http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0042135.</p> <p>[5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Protección radiológica en medicina nuclear, Parte 9. Aseguramiento de la Calidad, https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/TrainingNuclearMedicine/Lectures-es/RPNM-Parte09-qa-es-web.ppt.</p>
Módulo 4 – Desarrollo profesional y gestión	
Submódulo 4.4: Auditoría clínica	
Objetivo	Demostrar conocimiento del propósito, la ejecución y el análisis de una auditoría clínica.
Requisito previo	
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de la naturaleza, la finalidad y la importancia de la auditoría clínica en el contexto de la medicina nuclear.</p> <p>Capacidad para contribuir eficazmente como miembro de un grupo multidisciplinario a una auditoría clínica de medicina nuclear.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Finalidad de la auditoría clínica en la medicina nuclear. • Función del físico en la auditoría clínica. • Familiaridad con los requisitos legislativos locales de las auditorías clínicas.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir un conocimiento de la finalidad de la auditoría clínica y qué implica en relación con las fuentes de conocimientos aportadas. • Familiarizarse con los requisitos legislativos locales para la auditoría clínica. • Especificar ejemplos prácticos de auditoría clínica en la medicina nuclear. • Consultar documentos de auditoría de interés y otras fuentes para cerciorarse de las normas aceptables para la física médica en un departamento de medicina nuclear.

	<ul style="list-style-type: none"> • Demostrar capacidad para reunir información departamental sobre actividades de física médica en un departamento (p.ej., documentación sobre GC y calibración) antes del comienzo de la visita de auditoría. • Demostrar los aspectos prácticos de las actividades de física médica de un departamento (p.ej., en GC y calibración) a petición de un miembro del grupo de auditoría durante una visita de auditoría. • Responder a las sugerencias para modificar la práctica de trabajo como resultado de una visita de auditoría.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] Proceedings of International Symposium on Practical Implementation of Clinical Audit for Exposure to Radiation in Medical Practices, Tampere, Finlandia, 24 a 27 de mayo (2003), http://www.docstoc.com/docs/18599709/Proceedings2003-Implementation-of-Clinical-Audit-for-Exposure-to-radiation-in-medical-practices.</p> <p>[2] COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, European Commission Guidelines on Clinical Audit for Medical Radiological Practices (Diagnostic Radiology, Nuclear Medicine, and Radiotherapy), Comisión Europea, Luxemburgo (2009), http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/doc/publication/159.pdf.</p> <p>[3] FULLBROOK, A., WRIGHT, L., HALLAND, J., MORTON, R., Clinical Audit: Useful or a waste of time? Nuclear Medicine Communications 26 3 (2005) 294-295.</p> <p>[4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Management Audits in Nuclear Medicine Practices, OIEA, Viena (2008), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1371_web.pdf.</p> <p>[5] OFICINA DE EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN, CONSEJO MÉDICO DE IRLANDA, Criteria for Clinical Audit, (2004).</p> <p>[6] PETERS, A.M., Clinical audit in nuclear medicine, Nucl Med Commun 25 2 (2004) 97-103.</p>

MÓDULO 5 – ADQUISICIÓN DE EQUIPO, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO	
Objetivo	Familiarizar al residente con procedimientos destinados a la adquisición, la aceptación, las pruebas de referencia y la puesta en servicio del nuevo equipo.
Tiempo previsto de dedicación	10 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	5.1 Adquisición de equipo de medicina nuclear y ciclo de vida de este equipo. 5.2 Pruebas de aceptación de un calibrador de dosis. 5.3 Pruebas de aceptación de una sonda de centelleo y un contador de pozo. 5.4 Pruebas de aceptación y puesta en servicio de cámaras gamma, SPECTy CT. 5.5 Pruebas de aceptación y puesta en servicio de sistemas PET y CT.
Referencias básicas	[1] GRAY, J.E., MORIN, R.L., Purchasing medical imaging equipment, Radiology 171 1 (1989) 9-16. [2] EARLY, P.J., SODEE, D.B., Principles and Practice of Nuclear Medicine, 2 nd edn, Mosby (1994). [3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Nuclear Medicine Resources Manual, OIEA, Viena (2006), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1198_web.pdf .
Módulo 5 – Adquisición de equipo, pruebas de aceptación y puesta en servicio	
Submódulo 5.1: –Adquisición de equipo de medicina nuclear y ciclo de vida de este equipo	
Objetivo	Desarrollar la competencia necesaria para preparar especificaciones del nuevo equipo y ayudar en la gestión del equipo de medicina nuclear.
Requisitos previos	Submódulo 2.5: Zonas designadas para el uso de materiales radiactivos no sellados. Submódulo 2.6: Consideraciones en materia de blindaje contra la radiación en el diseño de nuevas instalaciones.
Competencias abarcadas	Conocer los procedimientos para las pruebas de aceptación y el mantenimiento del equipo, así como para la verificación del rendimiento del equipo después de su mantenimiento. Capacidad para presentar solicitudes presupuestarias, preparar las especificaciones y adquirir equipo adecuado mediante un proceso de licitación.

<p>Conocimientos básicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de cuestiones asociadas a la selección del equipo (p.ej., tecnología del equipo, funcionalidad, rendimiento, compatibilidad, capacitación, servicio de mantenimiento, construcción y servicios de construcción, entrega e instalación, y procedimientos locales de compra). • Familiaridad con los productos actuales; diferencias fundamentales en las tecnologías disponibles. • Preparar un proyecto y una propuesta de presupuesto. • Principios de planificación del equipo: <ul style="list-style-type: none"> a) Creación del plan comercial. b) Examen desde el punto de vista clínico. c) Aspectos técnicos, incluido el suministro de energía y la puesta a tierra. d) Planificación del mantenimiento. e) Limitaciones del equipo. f) Flujo de trabajo y limitaciones. g) Configuración de la sala. h) Volumen de trabajo y blindaje contra la radiación. • Principios de adquisición del equipo: <ul style="list-style-type: none"> a) Especificación. b) Licitación. c) Selección de proveedores. • Principios de instalación del equipo, pruebas de aceptación y puesta en servicio: <ul style="list-style-type: none"> a) Necesidad de supervisión del proceso de instalación. b) Función de las pruebas de aceptación. c) Función de la puesta en servicio. • Principios de supervisión del equipo: <ul style="list-style-type: none"> a) Programas de control de calidad. b) Servicio y mantenimiento del equipo. • Principios de disposición final del equipo. • Concepto del ciclo de vida del equipo.
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Demostrar conocimiento del proceso relacionado con el pedido y la adquisición del equipo. • Analizar y comunicar las necesidades del departamento sobre: <ul style="list-style-type: none"> ○ tecnología del equipo; ○ funcionalidad; ○ rendimiento; ○ compatibilidad; ○ capacitación; ○ servicio de mantenimiento; ○ construcción y servicios de construcción; ○ entrega e instalación. • Realizar: <ul style="list-style-type: none"> ○ una investigación de mercado sobre tecnología del equipo; ○ una evaluación de la tecnología; ○ el examen de la documentación de compra.

- Presentar la propuesta del proyecto y la solicitud de presupuesto.
- Preparar/realizar dentro de un grupo multidisciplinario:
 - la especificación de la licitación;
 - la evaluación de la licitación;
 - la recomendación de la licitación.
- Plan comercial del equipo y proyecto de un documento de licitación.
- Planificación del equipo:
 - elaboración de la configuración de la sala;
 - determinación del volumen de trabajo y los requisitos de blindaje contra la radiación.
- Adquisición de equipo:
 - elaboración de especificaciones basadas en el análisis de las necesidades;
 - selección de proveedores principales;
 - selección del proveedor final;
 - negociación con proveedores para optimizar el equipo y el precio.
- Supervisar y dar tutoría al personal técnico para concluir con éxito un proyecto según el calendario fijado.
- Asistir a un curso sobre:
 - gestión del tiempo;
 - solución de conflictos;
 - gestión del rendimiento.
- Supervisión del mantenimiento del equipo.
- Supervisar el mantenimiento del equipo de medicina nuclear, por ejemplo:
 - participar en la búsqueda y corrección de fallos de equipo durante un período determinado;
 - asumir la responsabilidad por los distintos equipos durante un período, incluso actuar como punto de contacto para los fallos del equipo y el enlace con los ingenieros;
 - redactar un informe y/o presentar al departamento de física estudios de casos en que se señale el fallo del equipo, su causa y las mediciones de verificación requeridas para asegurar una administración de dosis exacta.
- Conocer las diferencias entre las unidades de distintos fabricantes.
 - Realizar pruebas apropiadas después del mantenimiento, la calibración y las mejoras de los programas informáticos para garantizar la calidad de la imagen y la seguridad de los pacientes.
- Principios de disposición final del equipo
 - Ayudar en la planificación para la sustitución y disposición final del equipo.
 - Negociar para concertar arreglos ventajosos con respecto a la retirada del equipo.
- Asegurar una disposición final apropiada teniendo en cuenta materiales peligrosos presentes en el equipo.

Fuentes de conocimientos	<p>[1] GRAY, J.E., MORIN, R.L., Purchasing medical imaging equipment, Radiology 171 1 (1989) 9-16.</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Assurance for Radioactivity Measurement in Nuclear Medicine, Colección de Informes de Seguridad N° 454, OIEA, Viena (2006). http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS454_web.pdf.</p>
Módulo 5 – Adquisición de equipo, pruebas de aceptación y puesta en servicio	
Submódulo 5.2 – Pruebas de aceptación de un calibrador de dosis	
Objetivo	Familiarizarse con el procedimiento de las pruebas de aceptación de un nuevo calibrador de dosis.
Requisitos previos	<p>Submódulo 5.1: Adquisición del equipo de medicina nuclear y ciclo de vida de este equipo.</p> <p>Familiaridad con los principios básicos de las funciones del calibrador de dosis y su funcionamiento.</p> <p>Familiaridad con los procedimientos del laboratorio caliente y las medidas de seguridad radiológica requeridas para manipular las fuentes asociadas al trabajo experimental.</p>
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento del procedimiento para la aceptación inicial de un calibrador de dosis.</p> <p>Capacidad para realizar pruebas de aceptación del calibrador de dosis.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Principios de funcionamiento del calibrador de dosis. • Factores que afectan a la exactitud del calibrador de dosis: <ul style="list-style-type: none"> ○ Actividad del fondo. ○ Geometría de la fuente. ○ Posición de la fuente. ○ Actividad de la muestra. ○ Isótopo medido. • Uso de fuentes radiactivas certificadas. • “Precisión” y “exactitud”. • Criterios para un rendimiento aceptable. • Medidas apropiadas si el equipo no supera las pruebas de aceptación. • Conocer la prueba de referencia como parte del CC.
Elementos de capacitación recomendados	<p>Realizar las siguientes pruebas en un calibrador de dosis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección física. • Precisión y exactitud. • Linealidad de la respuesta a la actividad. • Prueba del fondo. • Prueba de geometría del calibrador de dosis.

Fuentes de conocimientos	<p>[1] EARLY, P.J., SODEE, D.B., Principles and Practice of Nuclear Medicine, 2nd edn, Mosby (1994).</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Assurance for Radioactivity Measurement in Nuclear Medicine, Colección de Informes de Seguridad N° 454, OIEA, Viena (2006), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS454_web.pdf.</p> <p>[3] VALLEY, J.F., BULLING, S., LERESCHE, M., WASTIEL, C., Determination of the efficiency of commercially available dose calibrators for beta-emitters, J Nucl Med Technol 31 1 (2003) 27-32.</p> <p>[4] Manual del calibrador de dosis.</p>
Notas	Este módulo requiere manejar una gran cantidad de actividad. Es preciso cerciorarse de que se siguen los procedimientos correctos de seguridad radiológica para minimizar la dosis para sí mismo y otros miembros del personal. Tal vez sea útil portar un dosímetro electrónico personal para obtener una lectura inmediata de la dosis recibida.
Módulo 5 – Adquisición de equipo, pruebas de aceptación y puesta en servicio	
Submódulo 5.3 – Pruebas de aceptación de una sonda de centelleo y un contador de pozo	
Objetivo	Familiarizarse con el procedimiento de las pruebas de aceptación de una nueva sonda de centelleo o un contador de pozo.
Requisitos previos	<p>Familiaridad con los principios básicos relativos a las funciones de una sonda de centelleo o un contador de pozo y su operación.</p> <p>Familiaridad con los procedimientos del laboratorio caliente y las medidas de seguridad radiológica requeridas para manipular las fuentes asociadas con el trabajo experimental.</p>
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento del procedimiento aplicado para las pruebas iniciales de aceptación de una sonda de centelleo o un contador de pozo.</p> <p>Capacidad para realizar pruebas de aceptación de una sonda de centelleo o un contador de pozo.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Componentes y principios de funcionamiento del: <ul style="list-style-type: none"> ○ sistema de sonda de centelleo; ○ contador de pozo. • Prueba de chi cuadrado. • Pruebas de aceptación recomendadas. • Entender la prueba de referencia como parte del CC.

Elementos de capacitación recomendados	<p>Realizar las siguientes pruebas en los sistemas de sondas de centelleo y contadores de pozo como pruebas de aceptación y con carácter anual como pruebas de referencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección física. • Prueba de la función del desmultiplicador de impulsos – temporizador/velocímetro. • Prueba de calibración de energía. • Prueba de resolución de energía (% FWHM). • Prueba de sensibilidad. • Prueba de precisión del recuento (prueba de chi cuadrado). • Prueba de linealidad de la respuesta energética. • Prueba de tasa de recuento integral del fondo. • Prueba de linealidad de la respuesta a la actividad. • Prueba de ajustes preestablecidos del analizador.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Nuclear Medicine Resources Manual, OIEA, Viena (2006), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1198_web.pdf.</p> <p>[2] KNOLL, G.F., Radiation Detection and Measurement, 3rd edn, John Wiley & Sons, Nueva York (1999).</p> <p>[3] Manual para sonda de centelleo y contador de pozo.</p>
Módulo 5 – Adquisición de equipo, pruebas de aceptación y puesta en servicio	
Submódulo 5.4 - Pruebas de aceptación y puesta en servicio de cámaras gamma, SPECTy CT	
Objetivo	<p>Ser capaz de demostrar familiaridad con los procesos que entrañan pruebas de aceptación de cámaras gamma/SPECT y CT.</p>
Requisitos previos	<p>Familiaridad con todos los aspectos del diseño y rendimiento de las cámaras gamma/SPECT y CT, tanto con respecto a los equipos como a los programas informáticos.</p> <p>Familiaridad con los procedimientos del laboratorio caliente y los requisitos de seguridad radiológica del laboratorio caliente para manipular las fuentes necesarias para las pruebas de aceptación.</p>
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento del procedimiento para la prueba de aceptación de los sistemas de cámaras gamma/SPECT y CT.</p> <p>Capacidad para realizar pruebas de aceptación de los sistemas de cámaras gamma/SPECT.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Normas para las pruebas de aceptación de cámaras gamma/SPECT. • Especificaciones del fabricante del rendimiento del sistema. • Interpretación de los resultados de las pruebas de aceptación.

	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios sobre un rendimiento aceptable. • Medidas apropiadas si el equipo no supera las pruebas de aceptación. • Conocimiento básico de la prueba de aceptación del sistema CT. • Conocer la prueba de referencia como parte del CC.
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia recomendada para esta competencia, y estar razonablemente familiarizado con ella. • Diseñar un conjunto de pruebas de aceptación que se deberán realizar en un sistema de cámaras gamma después de su puesta en servicio para determinar si la cámara cumple las especificaciones de rendimiento requeridas. • Realizar pruebas de aceptación en un sistema SPECT <ul style="list-style-type: none"> ○ Inspección mecánica. ○ Tamaño de píxel. ○ Centro de rotación (COR). ○ Uniformidad tomográfica. ○ Resolución tomográfica (aire). ○ Resolución tomográfica (dispersión). ○ Espesor del corte. ○ Uniformidad de la sensibilidad rotacional. ○ Estudio de rendimiento total. • Elaborar un informe que indique los resultados de las pruebas de aceptación, y señalar las no conformidades (a base de las especificaciones mínimas originales de rendimiento que se posean) e indicar si el sistema debe aceptarse para imagenología clínica normal. • Obtener las especificaciones pertinentes de los proveedores de las cámaras gamma y SPECT disponibles actualmente, y compararlas con el documento de especificaciones. • Preparar un documento en que se detallen las pruebas de aceptación que se habrán de realizar en un sistema de cámara gamma capaz de realizar SPECT. • Redactar un informe en que se expliquen de manera pormenorizada los resultados de las pruebas de aceptación. Señalar las no conformidades (a base de los criterios que se tengan de la medida anterior) e indicar si el sistema debe aceptarse para imagenología clínica normal. • Analizar si la cámara cumple las normas nacionales locales con respecto al rendimiento de la cámara gamma (si existen). • Realizar la prueba de referencia anualmente. Comparar los resultados con la prueba de aceptación para determinar cambios o deterioros. • Observar la prueba de aceptación del sistema CT.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Rotating Scintillation Camera SPECT Acceptance Testing and Quality Control, AAPM Rep. 22, Nueva York (1987), http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_22.pdf.</p> <p>[2] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Quantitation of SPECT Performance, Report of AAPM Nuclear Medicine Committee Task Group 4, AAPM Rep. 52, Nueva York (1995), http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_52.pdf.</p>

	<p>[3] BABICHEVA, R., BENNIE, N., COLLINS, L., GRUENEWALD, S., Parallel hole collimator acceptance tests for SPECT and planar studies, Australas Phys Eng Sci Med 20 4 (1997) 242-7.</p> <p>[4] BLOKLAND, J.A., CAMPS, J.A., PAUWELS, E.K., Aspects of performance assessment of whole body imaging systems, Eur J Nucl Med 24 10 (1997) 1273-83.</p> <p>[5] MURPHY, P.H., Acceptance testing and quality control of gamma cameras, including SPECT, J Nucl Med 28 7 (1987) 1221-7.</p> <p>[6] ASOCIACIÓN NACIONAL DE MANUFACTUREROS DE ENSERES ELÉCTRICOS, NEMA Standards Publication NU 1-2001, Performance Measurements of Scintillation Cameras (2001).</p> <p>[7] Folletos y hojas de especificaciones del proveedor de cámaras gamma.</p>
	Módulo 5 – Adquisición de equipo, pruebas de aceptación y puesta en servicio
	Submódulo 5.5 – Pruebas de aceptación y puesta en servicio de sistemas PET y CT
Objetivo	Ser capaz de demostrar familiaridad con los procesos que entrañan las pruebas de aceptación de los sistemas PET/CT.
Requisito previo	Familiaridad con el principio básico de la función y operación de los sistemas PET/CT.
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de los procedimientos de la NEMA para las pruebas de aceptación de los sistemas PET.</p> <p>Capacidad para realizar:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Pruebas de aceptación y puesta en servicio del sistema PET. b) Calibración del SUV y comprobación de la exactitud de calibración del SUV.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Normas para las pruebas de aceptación del sistema PET como la NU 2-2007 de la NEMA. • Especificaciones del fabricante acerca del rendimiento del sistema. • Interpretación de los resultados de la prueba de aceptación. • Criterios sobre un rendimiento aceptable. • Medidas apropiadas si el equipo no supera las pruebas de aceptación. • Conocimiento básico de la prueba de aceptación del sistema CT.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Preparar un informe con el fin de comparar las diversas tecnologías empleadas en la imagenología de sistemas de coincidencia PET para estudios PET del cuerpo entero. <ul style="list-style-type: none"> • En la comparación deberían incluirse las siguientes tecnologías: <ul style="list-style-type: none"> ○ Sistema de coincidencia basado en cámaras gamma. ○ Sistemas GSO, LySO PET (p.j., Philips Gemini).

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sistemas basados en BGO (p.ej., GE Discovery Series). ○ LSO (p.ej., Siemens Biograph). ○ Escáneres PET frente a escáneres híbridos PET/CT. ● Realizar una prueba de aceptación de PET con arreglo a la NU-2 2007 de la NEMA. ● Deberían abarcarse los siguientes aspectos de rendimiento: <ul style="list-style-type: none"> ○ Rendimiento de la tasa de recuento. ○ Resolución espacial. ○ Correcciones aplicadas y exactitud cuantitativa. ○ Adquisiciones 3D frente a 2D en función de la sensibilidad, la actividad inyectada y el efecto de la actividad fuera del campo de visión. ○ Ventajas relativas de la corrección de la atenuación basada o no en la CT. ○ Norma apropiada de la NEMA para evaluar el rendimiento de los estudios del cuerpo entero (NEMA 2001). ○ Actividad inyectada en el paciente y período de absorción. ○ Rendimiento de los estudios y costo relativo de los sistemas. ● Observar la prueba de aceptación del sistema CT. ● El SUV es un índice cuantitativo y, por tanto, exige calcular la concentración de actividad en el paciente en términos absolutos con la exploración PET: <ul style="list-style-type: none"> ○ Describir cada una de las correcciones y calibraciones que tienen que efectuarse para lograr valores cuantitativos. ○ Cómo esto repercute en el CC habitual del escáner PET. ○ Diseñar y describir un experimento para verificar que el escáner PET proporciona valores de concentración de actividad exactos y que se aplican adecuadamente todas las correcciones y calibraciones.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] FAHEY, F.H., Data acquisition in PET imaging, J Nucl Med Technol 30 2 (2002) 39-49.</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Assurance for PET and PET/CT Systems, Colección de Salud Humana N° 1, OIEA, Viena (2009), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1393_web.pdf.</p> <p>[3] ASOCIACIÓN NACIONAL DE MANUFACTUREROS DE ENSERES ELÉCTRICOS, NEMA Standards Publication NU-2-2007 Performance Measurements of Positron Emission Tomographs (2007).</p> <p>[4] VALK, P.E., BAILEY, D.L., TOWNSEND, D.W., MAISEY, M.N., Positron Emission Tomography. Basic Science and Clinical Practice, Springer (2003).</p> <p>[5] Página web de ImPACT (www.impactscan.org).</p>

MÓDULO 6 – MEDICIONES DE RADIATIVIDAD Y DOSIMETRÍA INTERNA	
Objetivo	Proporcionar al residente conocimientos y aptitudes clínicos para medir la radiactividad y realizar cálculos de dosimetría interna.
Tiempo previsto de dedicación	10 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	6.1 Uso de normas trazables para mediciones de radiactividad. 6.2 Formalismo y aplicación de la dosimetría interna. 6.3 Dosis de radiación absorbida de radiofármacos diagnósticos de medicina nuclear. 6.4 Imágenes cuantitativas de medicina nuclear. 6.5 Dosimetría específica del paciente.
Referencias básicas	[1] CHERRY, S.R., SORENSON, J.A., PHELPS, M.E., Physics in Nuclear Medicine, 3rd edn, WB Saunders, Filadelfia (2003). [2] KNOLL, G.F., Radiation Detection and Measurement, 3 rd edn, John Wiley & Sons, Nueva York (1999). [3] COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Absorbed-dose specification in Nuclear Medicine, ICRU Rep. 67, Bethesda, MD (2002). [4] Folletos sobre la MIRD, http://interactive.snm.org/index.cfm?PageID=2199&RPID=969 . [5] SJOGREEN, K., LJUNGBERG, M., WINGARDH, K., MINARIK, D., STRAND, S.E., The LundADose Method for Planar Image Activity Quantification and Absorbed-Dose Assessment in Radionuclide Therapy, Cancer Biother Radiopharm 20 1 (2005) 92-97.
Módulo 6 – Mediciones de radiactividad y dosimetría interna	
Submódulo 6.1: Uso de normas trazables para mediciones de radiactividad	
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para poder aplicar y comprender los principios de garantía de calidad para la medición de radiactividad en la medicina nuclear.
Requisitos previos	Submódulo 7.2: CC de un calibrador de dosis. Submódulo 7.3: CC de una sonda de centelleo y un contador de pozo.
Competencias abarcadas	Conocimiento de la cadena de trazabilidad para las mediciones de la actividad de los radionucleidos en el contexto de la medicina nuclear. Capacidad para aplicar principios de garantía de calidad y estimar las incertidumbres implícitas en las mediciones de radiactividad en el contexto clínico.

Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Trazabilidad de las normas primarias. • Incertidumbres implícitas al medir los frascos clínicos en relación con la fuente o las fuentes normalizadas. • Métodos de calibraciones cruzadas. • Intercomparaciones.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar correcciones de la desintegración con respecto al tiempo de referencia. • Investigar la dependencia del volumen para las mediciones de los contadores de actividad. • Examinar las pruebas de constancia establecidas para los contadores de actividad con mediciones repetidas de la fuente de comprobación y registrar los resultados corregidos de la desintegración en un gráfico de constancia. Observar las desviaciones o tendencias. • Preparar un análisis de incertidumbres para medir la actividad de radionucleidos utilizados en la clínica. • Realizar calibraciones cruzadas con los instrumentos de que se dispone en la clínica, p.ej., contadores gamma de pozo, sondas gamma, detectores de estado sólido. Analizar las incertidumbres en cada medición. • Participar en la intercomparación de fuentes corrientes con otros institutos. • Examinar o establecer un programa de garantía de calidad apropiado para mediciones de radiactividad.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Assurance for Radioactivity Measurement in Nuclear Medicine, Colección de Informes de Seguridad N° 454, OIEA, Viena (2006), http://www-ub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS454_web.pdf.</p> <p>[2] KNOLL, G.F., Radiation Detection and Measurement, 3rd edn, John Wiley & Sons, Nueva York (1999).</p> <p>[3] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: Referente Values, ICRP Publication 89, Vol 32 No 3-4, Pergamon Press, Oxford y Nueva York (2002).</p> <p>[4] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations Rep. 107, Ann. ICRP 38(3) (2008).</p>
Módulo 6 – Mediciones de radiactividad y dosimetría interna	
Submódulo 6.2: Formalismo y aplicación de la dosimetría interna	
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para aplicar los formalismos establecidos para los cálculos de dosimetría interna.

Requisito previo	Submódulo 1.2: Principios básicos de radiobiología y epidemiología.
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento del formalismo establecido para los cálculos de dosis internas, incluidas sus limitaciones.</p> <p>Capacidad para calcular la dosis absorbida en los órganos según el formalismo de la MIRD, así como para deducir la dosis efectiva.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar los parámetros físicos y biológicos para el cálculo de la dosis absorbida. • Elegir los métodos correctos de recogida de datos. • Determinar los factores que afectan a la dosis absorbida en órganos específicos. • Conocer el análisis biocinético y la elaboración de modelos biocinéticos y los elementos fundamentales del análisis compartimentado. • Conocer el formalismo de la MIRD de modo que pueda efectuarse el cálculo de la dosis absorbida y la dosis efectiva para distintas investigaciones clínicas. • Conocer las incertidumbres que entrañan las diversas etapas. • Estimar la dosis absorbida en el feto. • Conocimiento fundamental de la dosimetría celular (optativo).
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Examinar las definiciones de dosis absorbida, dosis equivalente y dosis efectiva. • Elegir varios procedimientos de medicina nuclear, incluso procedimientos pediátricos. Describir las mediciones requeridas para calcular la actividad acumulativa en los órganos para este procedimiento. Describir cómo estas mediciones pueden realizarse utilizando el equipo disponible en el departamento del residente. Describir las incertidumbres conexas. • Empleando datos cinéticos medidos o publicados, calcular la actividad acumulativa para los órganos origen importantes en el procedimiento elegido. Comparar los resultados con la información sobre la dosis suministrada por la empresa distribuidora del radiofármaco. • Buscar en las publicaciones ejemplos de trabajos en que se haya realizado dosimetría individual. Observar los métodos aplicables a la adquisición de datos. • Evaluar cómo pueden diseñarse exámenes clínicos con una cámara de centelleo para que constituyan la base de la estimación de dosis absorbida. ¿Qué datos son necesarios y cuántas mediciones deben efectuarse? ¿Qué otras fuentes pueden ser útiles para apoyar los datos adquiridos? • Estudiar las publicaciones disponibles sobre estimaciones de la dosis fetal recibida de diversos radiofármacos a base de modelos cinéticos normalizados. Investigar concretamente la justificación de una dosis de tiroides fetal después de la administración de yodo radiactivo (I-131) a una mujer en un período de gestación diferente. Buscar también publicaciones para estudiar cómo la evaluación de la dosis anterior cambia en pacientes de hipertiroidismo o atiroidismo.

Fuentes de conocimientos	<p>[1] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Radiolabelled Antibody Tumor Dosimetry (Reprinted from Medical Physics, Vol. 20, Issue 2), AAPM Rep. 40, Nueva York (1993), http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_40.pdf.</p> <p>[2] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, A Primer for Radioimmunotherapy and Radionuclide Therapy, AAPM Rep. 71, Nueva York (2001), http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_71.pdf.</p> <p>[3] CHERRY, S.R., SORENSON, J.A., PHELPS, M.E., Physics in Nuclear Medicine, 3rd edn, WB Saunders, Filadelfia (2003).</p> <p>[4] LOEVINGER, R., BUDINGER, T.F., WATSON, E.E., MIRD Primer for Absorbed Dose Calculations, Revised, The Society of Nuclear Medicine (1991).</p> <p>[5] SGOUROS, G., Dosimetry of internal emitters, J Nucl Med 46 Suppl 1 (2005) 18S-27S.</p> <p>[6] STABIN, M.G., Radiation Protection and Dosimetry: An Introduction to Health Physics, Springer (2007).</p> <p>[7] STABIN, M.G., BRILL, A.B., State of the art in nuclear medicine dose assessment, Semin Nucl Med 38 5 (2008) 308-20.</p> <p>[8] RUSSELL, J.R., STABIN, M.G., SPARKS, R.B., WATSON, E.E., Radiation Absorbed Dose to the Embryo/Foetus from Radiopharmaceuticals, Health Physics 73 3 (1997) 756-769.</p> <p>[9] STABIN, M.G., WATSON, E.E., MARCUS, C.S., SALK, R.D., Radiation dosimetry for the adult female and foetus from iodine-131 administration in hyperthyroidism, J Nucl Med 32 (1991) 808-813.</p>
	Módulo 6 – Mediciones de radioactividad y dosimetría interna
	Submódulo 6.3: Dosis de radiación absorbida de radiofármacos diagnósticos de medicina nuclear
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para utilizar tablas de referencia con el fin de estimar la dosis absorbida y la dosis efectiva a base de procedimientos diagnósticos de medicina nuclear.
Requisito previo	Submódulo 6.2: Formalismo y aplicación de la dosimetría interna.
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de los métodos en que se basan las tablas derivadas disponibles para las estimaciones de dosis internas, incluso las incertidumbres previstas para diferentes pacientes.</p> <p>Capacidad para utilizar las tablas derivadas para estimar la dosis absorbida y la dosis efectiva en el paciente.</p>
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Cantidades y unidades <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los conceptos de dosis absorbida, dosis equivalente y dosis efectiva enumerados en la CRU60, la ICRP60 y la ICRP103. • Conocer las aplicaciones apropiadas de las distintas cantidades

	<p>(p.ej., dosis equivalente para órganos completos, dosis efectiva solo para efectos estocásticos de dosis bajas).</p> <p>2) Estimaciones de dosis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importancia de datos biocinéticos apropiados para determinar la dosis interna. • Variaciones en los datos biocinéticos con la edad, el género y la fisiología/patología, y reconocer cómo esto afecta a la dosis interna. • Fuentes fiables de datos de dosimetría radiofarmacéutica genérica.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia recomendada para esta competencia y estar familiarizado razonablemente con ella. • Estimar la dosis absorbida efectiva, y la dosis equivalente en órganos y tejidos específicos para tres de los procedimientos utilizados normalmente en la práctica o en la institución en que trabaja el residente. • Para uno de los procedimientos, comentar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> - Cambios en la dosis absorbida con el peso y la edad del paciente. - La dosis en el embrión/feto en pacientes embarazadas en función de la etapa de gestación. - El efecto de fisiología atípica, como la depuración renal deficiente en la dosis absorbida recibida. - Las dosis estimadas con los niveles de dosis de referencia y las dosis consignadas en el prospecto incluido en el envase del radiofármaco utilizado. • Preparar un informe de dosimetría básica para el procedimiento elegido.
Lista de referencias	<p>[1] MEDICAL INTERNAL RADIATION DOSE (MIRD), folletos, http://interactive.snm.org/index.cfm?PageID=2199&RPID=9691.</p> <p>[2] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals, Vol 18 nos. 1- 4, ICRP Publication 53, Pergamon Press, Oxford y Nueva York (1988).</p> <p>[3] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals, ICRP Publication 80 - Addendum 2 to ICRP Publication 53, Pergamon Press, Oxford y Nueva York (1998).</p> <p>[4] LOEVINGER, R., BUDINGER, T.F., WATSON, E.E., MIRD Primer for Absorbed Dose Calculations, Revised, The Society of Nuclear Medicine (1991).</p> <p>[5] RADIATION INTERNAL DOSE INFORMATION CENTRE (RIDIC), various compendium, http://www.biores.org/dir/Medicine_Specialties/Nuclear_Medicine/.</p>

	Módulo 6 – Mediciones de radiactividad y dosimetría interna
	Submódulo 6.4: Imágenes cuantitativas de medicina nuclear
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para poder obtener información cuantitativa a partir de imágenes de medicina nuclear.
Requisitos previos	Submódulos 5.2, 5.3, 5.4, 7.1, 7.4, (Calibrador de dosis, sonda de centelleo y contador de pozo, cámara gamma y SPECT, operación de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen, técnicas de procesamiento de imágenes informáticas)
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de los principales factores que afectan a las mediciones cuantitativas en la medicina nuclear.</p> <p>Capacidad para adquirir medidas cuantitativas de estudios planares, SPECT y PET.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Nociones fundamentales del análisis de imágenes. • Factores físicos, técnicos y relativos al paciente que afectan a la cuantificación exacta de la actividad: anatómicos, fisiológicos, temporales, de instrumentación y de procesamiento de imágenes. • Estimación de la actividad a base de imágenes planares. • Enfoques habituales para estudios cuantitativos SPECT. • Cuantificación SPECT y factor de actividad/calibración cruzada.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Validación de métodos para la estimación de la actividad a partir de imágenes planares. El trabajo podría incluir: <ul style="list-style-type: none"> • el examen de métodos expuestos en las publicaciones y la selección del método apropiado; • la validación del método empleando un maniquí que simule la actividad en los pulmones y en el hígado, incluida la simulación de la menor densidad de los pulmones. 2) Realizar la calibración y evaluación del sistema SPECT de cuantificación de la actividad: <ul style="list-style-type: none"> • Examinar los métodos SPECT de cuantificación de la actividad y seleccionar el método que pueda aplicarse con el equipo que se posee en el departamento. • Con un maniquí uniforme, calibrar el sistema SPECT para obtener un factor de calibración que pueda transformar los recuentos SPECT por vóxel en actividad por mL (p.ej., kBq/mL). • Con un maniquí uniforme que sea diferente del maniquí de calibración y que contenga una concentración de actividad conocida, validar el método que se haya concebido para la estimación absoluta de la actividad con el sistema SPECT. 3) Investigar el efecto de los parámetros de adquisición (p.ej., tiempo por proyección, tamaño de matriz, número de proyecciones) en el factor de calibración de la actividad.

	4) Concebir y realizar un experimento con maniquí que demuestre el efecto del volumen parcial en la cuantificación de la actividad (puede demostrarse por estudios planares o SPECT).
Fuentes de conocimientos	<p>[1] MIRD Pamphlet N° 16: Techniques for quantitative radiopharmaceutical biodistribution data acquisition and analysis for use in human radiation dose estimates, J Nucl Med 40 (1999) 37S-61S.</p> <p>[2] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Rotating Scintillation Camera SPECT Acceptance Testing and Quality Control, AAPM Rep. 22, Nueva York (1987), http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_22.pdf.</p> <p>[3] BARNES, W.E., “In vivo quantitation of activity by planar imaging”, Nuclear Medicine (HENKIN, R.E., y otros. Eds), Mosby-Elsevier, Filadelfia, PA (2006).</p> <p>[4] PARKER, J.A., Quantitative SPECT: basic theoretical considerations, Sem Nucl Med 19 (1989) 3-12.</p> <p>[5] ROSENTHAL, M.S., y otros. Quantitative SPECT imaging: a review and recommendations by the Focus Committee of the Society of Nuclear Medicine Computer and Instrumentation Council, J Nucl Med 36 8 (1995) 1489-513.</p>
Módulo 6 – Mediciones de radiactividad y dosimetría interna	
Submódulo 6.5 – Dosimetría específica del paciente	
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para comprender cuándo se requiere la dosimetría específica del paciente y cómo realizarla.
Requisitos previos	Submódulos 6.2, 6.4. (Formalismo y aplicación de la dosimetría interna, imágenes cuantitativas de medicina nuclear).
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de los instrumentos y requisitos necesarios para realizar la dosimetría interna específica del paciente.</p> <p>Capacidad para calcular la dosimetría específica del paciente a base de imágenes repetidas y mediciones de la absorción.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Situaciones en que es necesaria la dosimetría específica del paciente. • Instrumentos disponibles para la dosimetría individual. • Incertidumbres implícitas y métodos disponibles para reducirlas (estudios con trazadores, imágenes repetidas, muestreo, etc.). • Proceso mediante el cual se evalúan y aprueban las propuestas de investigaciones. • Comparación de la dosis absorbida a base de procedimientos diagnósticos novedosos y establecidos con las restricciones de dosis para las exposiciones con fines de investigación. • Conocer cómo sugerir recomendaciones sobre la remisión a la autoridad reguladora o el examen por un físico médico independiente, según proceda.

<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Practicar el asesoramiento sobre los procedimientos terapéuticos y realizar la dosimetría interna para los procedimientos terapéuticos. • Determinar la dosis de los pacientes que intervienen en proyectos de investigación sobre radionucleidos como parte del proceso de aprobación ética de la investigación (ARPANSA, 2004/2005). • Verificar de manera independiente y documentar una estimación de la dosis de radiación de un sujeto, en un estudio investigativo a base de procedimientos radiofarmacéuticos diagnósticos establecidos, incluidas las imágenes de doble modalidad. • Otros procedimientos de imagenología radiológica en el estudio (preferiblemente consultando al físico médico especialista en radiodiagnóstico). • Procedimientos radiofarmacéuticos novedosos de diagnóstico o terapia. • Preparar informes de dosimetría para pacientes embarazadas. • Leer una de las publicaciones sobre dosimetría específica de pacientes a partir de la lista de referencias sugerida y preparar un breve resumen de la metodología utilizada para estimar la dosis absorbida.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] MEDICAL INTERNAL RADIATION DOSE (MIRD), folletos, http://interactive.snm.org/index.cfm?PageID=2199&RPID=9691.</p> <p>[2] DEWARAJA, Y.K., y otros. Accurate dosimetry in 131I radionuclide therapy using patient-specific, 3-dimensional methods for SPECT reconstruction and absorbed dose calculation, J Nucl Med 46 5 (2005) 840-9.</p> <p>[3] COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Absorbed-dose specification in Nuclear Medicine, ICRU Rep. 67, Bethesda, MD (2002).</p> <p>[4] SGOUROS, G., y otros. Patient-specific dosimetry for 131I thyroid cancer therapy using 124I PET and 3-dimensional-internal dosimetry (3D-ID) software, J Nucl Med 45 8 (2004) 1366-72.</p> <p>[5] SGOUROS, G., y otros. Patient-specific, 3-dimensional dosimetry in non-Hodgkin's lymphoma patients treated with 131I-anti-B1 antibody: assessment of tumor dose-response, J Nucl Med 44 2 (2003) 260-8.</p> <p>[6] YORIYAZ, H., STABIN, M.G., DOS SANTOS, A., Monte Carlo MCNP-4B-based absorbed dose distribution estimates for patient-specific dosimetry, J Nucl Med 42 4 (2001) 662-9.</p>

MÓDULO 7 – CONTROL DE CALIDAD DEL EQUIPO DE MEDICINA NUCLEAR	
Objetivo	Familiarizar al residente con los procedimientos de control de calidad del equipo de medicina nuclear.
Tiempo previsto de dedicación	15 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	7.1 Diseño y supervisión de un programa corriente de CC. 7.2 Calibrador de dosis. 7.3 Sonda de centelleo y contador de pozo. 7.4 Cámara gamma y SPECT. 7.5 PET. 7.6 Dispositivos de visualización e impresión. 7.7 BMD.
Referencias básicas	<p>[1] COLEGIO AMERICANO DE RADIOLOGÍA, ACR technical standard for medical nuclear physics performance monitoring of gamma cameras (2008).</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Assurance for PET and PET/CT Systems, Colección de Salud Humana N° 1, OIEA, Viena (2009), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1393_web.pdf.</p> <p>[3] ZANZONICO, P., Routine quality control of clinical nuclear medicine instrumentation: a brief review, J Nucl Med 49 7 (2008) 1114-31.</p> <p>[4] SOCIEDAD AUSTRALIANA Y NEOZELANDESA DE MEDICINA NUCLEAR, Minimum quality control requirements for nuclear medicine equipment, Technical Standards Subcommittee (1999).</p> <p>[5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Control Atlas for Scintillation Camera Systems, OIEA, Viena (2003), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1141_web.pdf.</p> <p>[6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Nuclear Medicine Resources Manual, OIEA, Viena (2006), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1198_web.pdf.</p> <p>[7] ASOCIACIÓN NACIONAL DE MANUFACTUREROS DE ENSERES ELÉCTRICOS, NEMA Standards Publication NU 1-2001, Performance Measurements of Scintillation Cameras (2001).</p> <p>[8] ASOCIACIÓN NACIONAL DE MANUFACTUREROS DE ENSERES ELÉCTRICOS, NEMA Standards Publication NU-2-2007 Performance Measurements of Positron Emission Tomographs (2007).</p>

	Módulo 7 – Control de calidad del equipo de medicina nuclear
	Submódulo 7.1 – Diseño y supervisión de un programa corriente de CC
Objetivo	Conocer y gestionar todos los aspectos de un programa corriente de control de calidad de medicina nuclear.
Requisito previo	Submódulo 4.2: Comunicación.
Competencias abarcadas	Conocimiento de los métodos para la aplicación y supervisión clínicas de un programa de control de calidad. Capacidad para gestionar un programa de CC, incluido el uso apropiado de instrumentación, la selección de pruebas y la frecuencia de las pruebas.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Principios de control de calidad • Requisitos reglamentarios: <ul style="list-style-type: none"> ○ Funciones y responsabilidades del personal que participa en el programa de CC. ○ Qué grupos de personal deben realizar los distintos tipos de pruebas. ○ Requisitos de supervisión. ○ Necesidades de capacitación, y actividades en esta esfera. ○ Notificación y mantenimiento de registros. • Pruebas de control de calidad: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tipos de pruebas. ○ Complejidad de distintas pruebas. ○ Aplicabilidad de las pruebas. ○ Frecuencias apropiadas para la ejecución de distintas pruebas. ○ Uso de gráficos de control, incluso niveles operacionales y límites de control superiores e inferiores.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Participación en la capacitación del personal para la realización de las pruebas de CC. • Establecimiento de: <ul style="list-style-type: none"> ○ niveles operacionales; ○ límites de control; ○ gráficos de control; ○ mantenimiento de registros. • Aplicar un programa de CC que incluya: <ul style="list-style-type: none"> ○ Calibrador de dosis. ○ Sonda de centelleo y contador de pozo. ○ Cámara gamma. ○ Cámara SPECT. ○ Escáner PET. ○ Escáner CT.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ BMD. ○ Gráficos de control de calidad apropiados. • Llevar a cabo un examen periódico del programa de control de calidad con otros miembros del personal: <ul style="list-style-type: none"> ○ Realizar pruebas de control de calidad a nivel del físico médico. ○ Elaborar un programa de control de calidad. ○ Supervisar las pruebas de control de calidad del tecnólogo.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] COLEGIO AMERICANO DE RADIOLOGÍA, Nuclear medicine guidelines, http://www.acr.org/secondarymainmenucategories/quality_safety/guidelines.aspx.</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Assurance for PET and PET/CT Systems, Colección de Salud Humana N° 1, OIEA, Viena (2009), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1393_web.pdf.</p> <p>[3] ZANZONICO, P., Routine quality control of clinical nuclear medicine instrumentation: a brief review, J Nucl Med 49 7 (2008) 1114-31.</p> <p>[4] CHERRY, S.R., SORENSON, J.A., PHELPS, M.E., Physics in Nuclear Medicine, 3rd edn, WB Saunders, Filadelfia (2003).</p> <p>[5] CHRISTIAN, P., WATERSTRAM-RICH, K., Nuclear Medicine and PET/CT Technology and Technique, 6th edn, Mosby, St. Louis (2007).</p> <p>[6] CLASSE, J.M., y otros. Prospective comparison of 3 gamma-probes for sentinel lymph node detection in 200 breast cancer patients, J Nucl Med 46 3 (2005) 395-9.</p> <p>[7] GRANTHAM, V., Nuclear Medicine Instrumentation and Quality Control: A Review, in eradimaging (2007), http://www.eradimaging.com/site/article.cfm?ID=88.</p> <p>[8] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Assurance for Radioactivity Measurement in Nuclear Medicine, Colección de Informes de Seguridad N° 454, OIEA, Viena (2006), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS454_web.pdf.</p> <p>[9] NICHOLS, K.J., y otros. Instrumentation quality assurance and performance, J Nucl Cardiol 13 6 (2006) e25-41.</p> <p>[10] SOCIEDAD DE MEDICINA NUCLEAR, Performance and responsibility guidelines for NMT: revision 2003. Society of Nuclear Medicine Procedure Guidelines Manual (2003), http://interactive.snm.org/docs/pg_ch16_0803.pdf.</p> <p>[11] STEVES, A.M., WELLS, P.C., Review of Nuclear Medicine Technology: Preparation for Certification Examinations, 3rd edn, Sociedad de Medicina Nuclear, Reston, VA (2004), http://www.snm.org/index.cfm?PageID=10575.</p> <p>[12] COMISIÓN INTERSOCIEDADES PARA LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE MEDICINA NUCLEAR, Standards for nuclear cardiology, nuclear medicine and PET accreditation.</p> <p>[13] COMISIÓN REGULADORA NUCLEAR DE LOS ESTADOS UNIDOS, Regulatory guide 10.8 - guide for the preparation of applications for medical use programs (1987), http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/reg-guides/general/rg/10-008/.</p>

	[14] VOTAW, J.R., The AAPM/RSNA physics tutorial for residents. Physics of PET, Radiographics 15 5 (1995) 1179-90.
	Módulo 7 – Control de calidad del equipo de medicina nuclear
	Submódulo 7.2 – CC de un calibrador de dosis
Objetivo	Tener competencia en todos los procedimientos de control de calidad de calibradores de dosis necesarios para garantizar mediciones exactas de la radiactividad.
Requisito previo	Submódulo 5.2: Pruebas de aceptación de un calibrador de dosis.
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento del efecto de la geometría, la energía y el tipo de emisiones en las mediciones de la radiactividad.</p> <p>Capacidad para realizar el CC básico de calibradores de dosis, incluso comprobaciones de constancia, fondo, linealidad y exactitud, y establecer niveles de acción apropiados.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Significado de los términos linealidad de la respuesta, constancia, exactitud, dependencia geométrica. • Cómo realizar las siguientes comprobaciones de CC: <ul style="list-style-type: none"> ○ Inspección física. ○ Comprobación de inspección visual de alto voltaje. ○ Comprobación y ajuste del cero. ○ Comprobación del fondo. ○ Constancia. ○ Dependencia geométrica. ○ Precisión y exactitud. ○ Linealidad de la respuesta a la actividad. • Límites de aceptabilidad. • Establecimiento de niveles de acción. • Frecuencia de comprobaciones recomendada. • Importancia del mantenimiento de registros. • Creación de un gráfico de control.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia recomendada para esta competencia y estar razonablemente familiarizado con ella. • Examinar críticamente los procedimientos y niveles de acción de CC de un calibrador de dosis del departamento. • Realizar una comprobación del fondo y el cero. • Realizar una comprobación de constancia (derivación a largo plazo). • Efectuar una comprobación de linealidad (véanse las notas <i>infra</i>). • Investigar el efecto de la geometría en las lecturas de la actividad. • Comparar la actividad medida en los frascos de vidrio y jeringuillas. Utilizar para ello un radionucleido puro emisor gamma (p.ej., ^{99m}Tc) y

	<p>también un emisor gamma con rayos X característicos (p.ej., ^{201}Tl).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprobar la reproducibilidad de las mediciones en distintos equipos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Examinar y señalar los estudios de calibradores de dosis realizados por el Subcomité de Normas Técnicas de la Sociedad Australiana y Neozelandesa de Medicina Nuclear (véase http://www.anzsnm.org.au). • Analizar problemas con la medición de los emisores beta puros (p.ej., ^{90}Y, ^{89}Sr) y los emisores beta con emisiones de rayos gamma no insignificantes (p.ej., ^{153}Sm) en calibradores estándar.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] SOCIEDAD AUSTRALIANA Y NEOZELANDESA DE MEDICINA NUCLEAR, Minimum quality control requirements for nuclear medicine equipment, Technical Standards Subcommittee (1999).</p> <p>[2] SOCIEDAD AUSTRALIANA Y NEOZELANDESA DE MEDICINA NUCLEAR, Measurement of I-123 Activity in Dose Calibrators, Technical Standards Subcommittee (1999), http://www.anzsnm.org.au/servlet/NM?page=47&name=Technical_Standards#documents.</p> <p>[3] ZANZONICO, P., Routine quality control of clinical nuclear medicine instrumentation: a brief review, J Nucl Med 49 7 (2008) 1114-31.</p> <p>[4] EARLY, P.J., SODEE, D.B., Principles and Practice of Nuclear Medicine, 2nd edn, Mosby (1994).</p> <p>[5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Assurance for Radioactivity Measurement in Nuclear Medicine, Colección de Informes de Seguridad N° 454, OIEA, Viena (2006), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS454_web.pdf.</p> <p>[6] VALLEY, J.F., BULLING, S., LERESCHE, M., WASTIEL, C., Determination of the efficiency of commercially available dose calibrators for beta-emitters, J Nucl Med Technol 31 1 (2003) 27-32.</p> <p>[7] Manual para el calibrador de dosis utilizado en el departamento del participante.</p>
<p>Notas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Este módulo requiere manejar una gran cantidad de actividad. Es preciso asegurarse de que se siguen los procedimientos correctos de seguridad radiológica para minimizar la dosis para uno mismo y otros miembros del personal. Tal vez sea útil portar un dosímetro electrónico personal para obtener una lectura inmediata de la dosis recibida. • El cursillista los ajustes del calibrador de dosis. Después deberá cerciorarse de que se han vuelto a fijar los valores anteriores al trabajo que ha realizado para que se utilicen graduaciones adecuadas en la calibración ulterior de las dosis clínicas. • Debería haber en el departamento una fuente de calibración de un período de semidesintegración prolongado como el ^{57}Co o el ^{137}Cs para realizar la comprobación de constancia. De ser posible, examinar los datos ya recopilados como parte del CC normal del calibrador de dosis con la fuente de calibración de período de semidesintegración prolongado. Si no se dispone de una fuente, realizar un análisis con el supervisor clínico.

	<ul style="list-style-type: none"> • La comprobación de linealidad es muy importante al medir el generador de actividad alta de ^{99m}Tc, así como las dosis clínicas. La elución más caliente del generador debe medirse a intervalos regulares hasta que la radiactividad mida $\sim 10 \text{ MBq}$ (~ 3 días). Trazar un gráfico en papel semilogarítmico de la lectura de la actividad contra el tiempo. El gráfico debe ser lineal: <ul style="list-style-type: none"> ○ Habrá que analizar la posibilidad de obtener una fuente de actividad suficientemente alta para la medición de linealidad sin que se afecte a la actividad disponible para los estudios clínicos. Si el generador se entrega al menos un día antes de su uso clínico (p.ej., el generador que se utilizará el lunes se entrega el viernes), este podrá eluirse tan pronto llegue a proveer una fuente de actividad alta que pueda medirse en los 3 días siguientes a medida que se desintegra. El residente debe analizar con el tutor si hay problemas para obtener una fuente para esta prueba. ○ Si no se dispone de una fuente de actividad alta, debería utilizarse para la prueba de linealidad una fuente con una actividad no menor de 2 a 3 veces la actividad máxima utilizada clínicamente. ○ Debería calcularse la subestimación de la actividad en el nivel máximo de actividad debida a la no linealidad, y señalarse si el calibrador de dosis es adecuado para la gama de actividades utilizadas en el departamento. ○ Comprobar en el gráfico las discontinuidades que puedan indicar cambios en cuanto al aumento/lectura a medida que el calibrador de dosis cambia entre distintos márgenes de lectura de actividad. ○ Para esta prueba se utiliza una actividad alta. El residente tendrá que asegurarse que se siguen los procedimientos apropiados de protección radiológica, incluso blindaje, manipulación a distancia, etc. Si existen dudas, debe comprobarlo con el oficial de seguridad radiológica local. ○ Algunas de estas mediciones tal vez deban efectuarse en otros horarios o el fin de semana. El residente tendrá que cerciorarse de que se cumplen las directrices del departamento con respecto a la manipulación de actividad en otros horarios.
	Módulo 7 – Control de calidad del equipo de medicina nuclear
	Submódulo 7.3 – CC de una sonda de centelleo y un contador de pozo
Objetivo	Lograr competencia en los procedimientos de control de calidad de la sonda de centelleo y el contador de pozo.
Requisito previo	Familiaridad con los procedimientos del laboratorio caliente y las medidas de seguridad radiológica para la manipulación segura de fuentes radiactivas.

Competencias abarcadas	Conocimiento de los principios de funcionamiento de una sonda de centelleo y un contador de pozo y de los procedimientos de CC pertinentes. Capacidad para aplicar procedimientos básicos de CC para sistemas de centelleo no imagenológicos.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Familiaridad con los principios básicos de las sondas de centelleo y los contadores de pozo. • Cómo realizar las siguientes comprobaciones de control de calidad: <ul style="list-style-type: none"> ○ Inspección física. ○ Función del desmultiplicador de impulsos-temporizador/velocímetro. ○ Calibración de energía. ○ Resolución de energía (% FWHM). ○ Sensibilidad. ○ Precisión de recuento (prueba de chi cuadrado). ○ Linealidad de la respuesta energética. ○ Tasa de recuento integral del fondo. ○ Linealidad de la respuesta a la actividad. ○ Ajustes preestablecidos del analizador. • Límites de aceptabilidad. • Establecimiento de niveles de acción. • Frecuencia de comprobaciones recomendada. • Importancia del mantenimiento de registros. • Creación de un gráfico de control.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia recomendada para esta competencia y estar familiarizado con ella. • Examinar críticamente los procedimientos de CC del departamento con respecto a la sonda de centelleo y el contador de pozo. • Realizar las siguientes pruebas de CC con referencia al documento IAEA TECDOC 602: <ul style="list-style-type: none"> ○ Inspección física. ○ Función del desmultiplicador de impulsos-temporizador/velocímetro. ○ Calibración de energía. ○ Resolución de energía (% FWHM). ○ Sensibilidad. ○ Precisión del recuento (prueba de chi cuadrado). ○ Linealidad de la respuesta energética. ○ Tasa de recuento integral del fondo. ○ Linealidad de la respuesta a la actividad. ○ Ajustes preestablecidos del analizador. • Analizar los datos obtenidos en las pruebas anteriores y determinar si los resultados se ajustan a límites aceptables. • Proponer medidas correctivas apropiadas si no son satisfactorios los resultados de la prueba. • Registrar los resultados. • Crear un gráfico de control

Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality control of nuclear medicine instruments, IAEA-TECDOC-602, OIEA, Viena (1991), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_602_web.pdf.</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Assurance for Radioactivity Measurement in Nuclear Medicine, Colección de Informes de Seguridad N° 454, OIEA, Viena (2006), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS454_web.pdf.</p> <p>[3] ZANZONICO, P., Routine quality control of clinical nuclear medicine instrumentation: a brief review, J Nucl Med 49 7 (2008) 1114-31.</p> <p>[4] Véanse también las referencias del apartado 5.1.</p>
Módulo 7 – Control de calidad del equipo de medicina nuclear	
Submódulo 7.4 – CC de una cámara gamma y SPECT	
Objetivo	Lograr competencia para aplicar y evaluar procedimientos de CC de sistemas SPECT.
Requisito previsto	<ul style="list-style-type: none"> • Familiaridad con los principios básicos del diseño de las cámaras gamma y los principios de la adquisición y reconstrucción de imágenes SPECT. • Familiaridad con el sistema de cámara gamma/computadora utilizado en el departamento del residente y capacidad para adquirir y reconstruir estudios SPECT. • Familiaridad con los procedimientos del laboratorio caliente y los requisitos de seguridad radiológica para manipular las fuentes necesarias para los experimentos.
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de los procedimientos de CC de los dispositivos planares y SPECT.</p> <p>Capacidad para realizar y evaluar procedimientos típicos</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Planares de CC, incluso: resolución espacial y uniformidad (integral y diferencial); b) De CC de sistemas SPECT, incluso: COR, resolución espacial, uniformidad SPECT y calidad de la imagen tomográfica.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para establecer y llevar a cabo los experimentos requeridos. • Capacidad para elaborar un informe, incluso la descripción y presentación del diseño experimental, los resultados y las conclusiones derivadas de los resultados. • Conocimiento de la necesidad y las limitaciones de los procedimientos de CC. • Conocimiento de los principios físicos subyacentes responsables de las observaciones experimentales.

<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia recomendada para esta competencia y estar razonablemente familiarizado con ella. • Examinar críticamente los protocolos de CC de la cámara gamma del departamento con respecto a las recomendaciones formuladas en un documento nacional de recomendaciones como el documento del Subcomité de Normas Técnicas de la Sociedad Australiana y Neozelandesa de Medicina Nuclear (ANZSNM) “Minimum quality control requirements for nuclear medicine equipment”: <ul style="list-style-type: none"> ○ Redactar un informe sobre las conclusiones a que se haya llegado, incluso recomendaciones necesarias para lograr el cumplimiento de los requisitos mínimos de CC recomendados. • Realizar las pruebas de CC planares que se indican a continuación, y redactar un informe sobre ellas, empleando las recomendaciones nacionales locales o el documento del Subcomité de Normas Técnicas de la ANZSNM: <ul style="list-style-type: none"> ○ Uniformidad cuantitativa de recuento alto: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Examinar los efectos de los recuentos totales y el tamaño de la matriz en la uniformidad diferencial e integral. ○ Resolución espacial intrínseca. ○ Utilizar un maniquí de barra y una fuente puntual de ^{99m}Tc. A partir de la medición se debe realizar una estimación de la resolución en función de la anchura a media altura que presenta un determinado máximo (FWHM). ○ Como alternativa del uso de un maniquí de barra, si se dispone de un maniquí de ranura, la FWHM de la resolución intrínseca puede medirse con el maniquí de ranura. • Realizar las pruebas de CC de sistemas SPECT que se indican a continuación y redactar un informe sobre ellas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Medición del centro de rotación especificado por el fabricante. ○ Resolución espacial SPECT en función del radio de rotación (ROR). <ul style="list-style-type: none"> ◆ Realizar dos adquisiciones SPECT de una fuente lineal al ROR mínimo y en un ROR de 20 cm. ◆ Recopilar vistas planares en cada ROR. ◆ Reconstruir las adquisiciones SPECT y calcular la resolución espacial SPECT en función del ROR. ◆ Comparar la resolución SPECT con la resolución estática para cada ROR. • Uniformidad SPECT: <ul style="list-style-type: none"> ○ Realizar una adquisición SPECT de un maniquí uniforme relleno con ^{99m}Tc. ○ Reconstruir los datos con corrección de la atenuación. ○ Evaluar la uniformidad del maniquí reconstruido. Describir los artefactos observados y proporcionar estimaciones cuantitativas de las no uniformidades de los cortes reconstruidos. • Calidad de la imagen tomográfica: <ul style="list-style-type: none"> ○ Realizar una adquisición SPECT de un maniquí Jaszczak relleno con ^{99m}Tc.
--	--

- Comparar las imágenes reconstruidas con estudios anteriores del mismo maniquí para comprobar que el sistema ha mantenido su capacidad para la imagenología clínica en función de la uniformidad tomográfica, el contraste y la resolución espacial.

Informes

- Se deben redactar informes oficiales para cada una de las tareas realizadas como parte de esta competencia. Los informes deben estructurarse correctamente y deben contener como mínimo:
 - Una sección sobre métodos en que se describa el diseño experimental utilizado, incluso los detalles de los maniqués, la actividad empleada, la configuración de la cámara, los parámetros de recogida, etc. Cuando proceda, se debe presentar una justificación del método experimental aplicado (p.ej., por qué se seleccionó un tamaño en particular de matriz/píxel, un maniquí no estándar, etc.). También se alienta a presentar dibujos o diagramas del diseño experimental utilizado.
 - Métodos de procesamiento de imágenes y análisis de datos aplicados, incluso justificaciones para un tipo de filtro de reconstrucción, un suavizado, etc.
 - Presentación de los resultados del experimento. Los resultados deben compilarse y resumirse correctamente a fin de conocer el rendimiento de la cámara gamma para esta prueba.
 - Los resultados de los experimentos realizados deben analizarse plenamente, incluso compararse con resultados de pruebas anteriores si se dispone de ellos (p.ej., resultados de pruebas de aceptación), el efecto de no seguir exactamente, p.ej., el protocolo de la NEMA, el efecto de distintas condiciones imagenológicas en los resultados (p.ej., el radio de rotación en la resolución SPECT), las limitaciones del diseño experimental utilizado, etc. El análisis debe fundamentarse en referencias apropiadas. También deben extraerse conclusiones respecto de la idoneidad de la cámara gamma para usos clínicos sobre la base de las mediciones realizadas.
 - Es importante que el residente en su informe transmita su comprensión de la finalidad, los principios subyacentes y las limitaciones de las pruebas para demostrar su competencia.
 - Se recomienda utilizar un cuaderno para registrar los detalles y resultados experimentales con miras a utilizarlos posteriormente al redactar el informe.
 - Aunque se espera que el cursillista realice investigaciones y conciba una metodología apropiada para los experimentos, es conveniente que compruebe los métodos experimentales que proponga con su supervisor, en particular para las pruebas con las que no esté familiarizado.
- Elementos específicos que debe abordar el cursillista en sus informes:

Examen de los procedimientos de CC:

- Podría haber diferencias válidas entre los procedimientos aplicados en el departamento del cursillista y las recomendaciones nacionales, y de

hecho las pruebas realizadas incluso podrían ser más apropiadas para el equipo en particular del residente. Si las pruebas difieren de las recomendaciones nacionales locales o del TSSC, pero se consideran apropiadas, ello se indicaría y se explicarían las razones por las cuales no deberían modificarse las pruebas y los procedimientos vigentes.

Uniformidad cuantitativa de recuento alto:

- Sobre la base de los resultados de los efectos de los recuentos totales y el tamaño de la matriz en la uniformidad, examinar si el procedimiento que se aplica se basa en un tamaño de matriz y en recuentos totales apropiados. En caso contrario, señalar qué modificaciones se requieren.

Resolución espacial intrínseca:

- Analizar si la resolución medida es aceptable para este tipo de cámara gamma.
- Si se utiliza un maniquí de barra para estimar la resolución, analizar las limitaciones de este método para estimar la FWHM.

Pruebas de CC de sistemas SPECT:

- Indicar si las mediciones del centro de rotación están fuera de los límites especificados por el fabricante para esta cámara.
- Indicar qué es una degradación aceptable de la resolución entre las mediciones SPECT y planares a la misma distancia/ROR. Examinar si la medición que se ha realizado indica que la cámara cumple este requisito. De no ser así, qué podría causar la mayor degradación de la resolución vista con la SPECT.

Uniformidad SPECT:

- ¿Se esperaría que la recogida de imágenes SPECT del maniquí uniforme de recuento alto esté completamente exenta de artefactos de uniformidad?
- ¿Qué nivel de no uniformidades sería aceptable?
- Analizar el efecto del ruido en los artefactos de no uniformidad con respecto a los estudios del maniquí de recuento alto que se hayan realizado en comparación con los estudios clínicos de ruido alto y recuento más bajo.
- Utilizar la información consignada en la documentación de referencia y los manuales de la cámara gamma que se posea como guías para planificar y realizar las mediciones.

Maniqués y fuentes

- A menos que se especifique lo contrario, debería utilizarse ^{99m}Tc para todas las mediciones.
- La cantidad de actividad empleada debería ser apropiada para la prueba. Las orientaciones para la actividad que se utilice y las tasas de recuento para las pruebas pueden encontrarse en la documentación de referencia.
- Deberán seguirse procedimientos correctos de seguridad radiológica para evitar la contaminación del personal y el equipo:
 - Colocar los maniqués/fuentes sobre cubiertas protectoras (p.ej.,

almohadillas de incontinencia) para evitar la contaminación del equipo.

- Cerciorarse de que los maniqués no gotean: ¡comprobar primero con líquido no radiactivo!
- Asegurarse de que se conocen y cumplen las directrices locales de seguridad radiológica.
- Almacenar los maniqués/fuentes en zonas debidamente blindadas hasta que se desintegren.
- Si en el departamento no hay maniqués, como un maniqué de barra o maniqués de ranura, tal vez sea posible pedirlos prestados a otros departamentos. Comprobar esto con el supervisor.
- Tal vez se requiera alguna improvisación si no se dispone de maniqués apropiados:
 - Para la uniformidad SPECT sería adecuada una botella plástica cilíndrica con una tapa de rosca.
 - Para la resolución SPECT, puede utilizarse cualquier tubo de diámetro interno pequeño (< 2mm), siempre que se pueda rellenar y sellar.
Ejemplos:
 - Pipetas de 1 mL desechables o tubos de hematocrito rellenos y sellados en ambos lados con plasticina.
 - Tubo de extensión delgado precintado a una regla.

Uniformidad cuantitativa

- Examinar la especificación de la NEMA para la medición de la uniformidad integral y diferencial.
- Examinar los manuales de la cámara a fin de comprobar si se provee un programa informático para realizar evaluaciones cuantitativas de la uniformidad del campo de inundación:
 - Si existe, ¿se hace la evaluación utilizando metodología de la NEMA?
 - La NEMA especifica un tamaño de píxel en particular y un recuento mínimo en el píxel central para la prueba de uniformidad. Como parte de este ejercicio también se deben investigar los efectos del tamaño de la matriz y los recuentos totales en el valor de uniformidad medido:
 - ◆ Analizar si el programa informático será adecuado para investigar la variación de la uniformidad con el tamaño de la matriz (por ejemplo, algunos programas informáticos no analizan un tamaño arbitrario de matriz de imagen, o siempre contraen la matriz de la imagen a un tamaño de píxel de 64x64 antes del análisis).
 - ◆ Si no se dispone de un programa informático o no se puede efectuar el tipo de medición requerido, existen extensiones ImageJ para el CC que pueden analizar imágenes para determinar su uniformidad. Para obtener más información pueden consultarse las notas sobre las extensiones en el sitio web de ImageJ (<http://rsbweb.nih.gov/ij/>).

	<p>Uniformidad SPECT</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deben recogerse suficientes recuentos para evitar el enmascaramiento de no uniformidades por el ruido: consultar la documentación de referencia para conocer la actividad apropiada en el maniquí y los tiempos de recogida. • Los datos deben reconstruirse con corrección de la atenuación; podrá suponerse una atenuación uniforme dentro del maniquí. Debe haber corrección de la atenuación en todos los sistemas clínicos SPECT; si no se dispone de ella en el sistema, consultar con el supervisor. • Se requerirá alguna experimentación con filtros de reconstrucción para lograr un mejor equilibrio entre el ruido y la detección de no uniformidades. Se sugiere que no se utilicen para este experimento filtros con una reducción brusca y filtros de recuperación de la resolución (p.ej., filtro Butterworth de alto orden). Sería conveniente un filtro Hann. <p>Resolución espacial SPECT</p> <ul style="list-style-type: none"> • Examinar los efectos de los parámetros de adquisición, como el tamaño del píxel y el número de pasos en la resolución espacial de las imágenes reconstruidas. Planear los consiguientes parámetros de adquisición (la resolución espacial probablemente tenga una FWHM de 6 a 8 mm para los colimadores de alta resolución y baja energía en el radio de rotación mínimo). • La resolución SPECT debe medirse sin dispersión. Así, la fuente lineal debe suspenderse en el aire y no colocarse en la cama del paciente utilizada para la SPECT. Esto puede conseguirse precintando la fuente lineal al extremo o al soporte de cabeza de la cama. • Alinear la fuente lineal con el eje de rotación. • Examinar los principios de reconstrucción de la imagen SPECT utilizando una retroproyección filtrada y considerar la posibilidad de utilizar el filtro de reconstrucción más apropiado para evaluar la resolución espacial. • La resolución espacial de las imágenes de fuentes lineales y puntuales puede evaluarse midiendo la FWHM de un perfil obtenido a través de la imagen. Consúltense la cámara para comprobar si existen instrumentos de medición de la FWHM. Si no existen, las extensiones ImageJ para el CC proporcionan un instrumento de medición de la FWHM que puede resultar útil; para obtener información, consúltense las notas sobre las extensiones en el sitio web de ImageJ (http://rsbweb.nih.gov/ij/). <p>Calidad de la imagen tomográfica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparar la uniformidad, el contraste y la resolución espacial del estudio con un estudio semejante adquirido con anterioridad (si es posible, en el momento de instalación del escáner). • Comentar las diferencias en estos parámetros.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] SOCIEDAD AUSTRALIANA Y NEOZELANDESA DE MEDICINA NUCLEAR, Minimum quality control requirements for nuclear medicine equipment, Technical Standards Subcommittee (1999).</p>

	<p>[2] FAHEY, F.H., Data acquisition in PET imaging, J Nucl Med Technol 30 2 (2002) 39-49.</p> <p>[3] GRAHAM, L.S., “Scintillation camera performance and quality control”, Nuclear Medicine (HENKIN, R.E., y otros. Eds), Mosby (2006).</p> <p>[4] ZANZONICO, P., Routine quality control of clinical nuclear medicine instrumentation: a brief review, J Nucl Med 49 7 (2008) 1114-31.</p> <p>[5] GROCH, M.W., ERWIN, W.D., Single-photon emission computed tomography in the year 2001: instrumentation and quality control, J Nucl Med Technol 29 1 (2001) 12-8.</p> <p>[6] HINES, H., y otros. Recommendations for implementing SPECT instrumentation quality control. Sección de Medicina Nuclear-Asociación Nacional de Manufactureros de Enseres Eléctricos (NEMA), Eur J Nucl Med 26 5 (1999) 527-32.</p> <p>[7] ASOCIACIÓN NACIONAL DE MANUFACTUREROS DE ENSERES ELÉCTRICOS, NEMA Standards Publication NU 1-2001, Performance Measurements of Scintillation Cameras (2001).</p> <p>[8] Manual de usuarios del fabricante para la cámara gamma que se utiliza.</p> <p>[9] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Assurance for SPECT Systems, Colección de Salud Humana N° 6, OIEA, Viena (2009), http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1394_web.pdf.</p>
Notas	Este módulo requiere manejar una gran cantidad de actividad. Es preciso asegurarse de que se siguen los procedimientos correctos de seguridad radiológica para minimizar la dosis para uno mismo y otros miembros del personal. Tal vez sea útil portar un dosímetro electrónico personal para obtener una lectura inmediata de la dosis recibida.
	Módulo 7 – Control de calidad del equipo de medicina nuclear
	Submódulo 7.5 – CC de sistemas PET/CT
Objetivo	Lograr competencia en los procedimientos habituales de control de calidad de los sistemas PET/CT.
Requisito previo	Submódulo 2.2 Exposición a fuentes no selladas y riesgo de contaminación. Submódulo 9.1 Operación de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen. Submódulo 9.6 Reconstrucción, registro y fusión de imágenes, y elaboración de modelos cinéticos de trazadores.
Competencias abarcadas	Familiaridad con los procedimientos habituales de CC de PET/CT. Capacidad para realizar procedimientos habituales de CC en un sistema PET/CT y para aplicar medidas correctivas apropiadas cuando los resultados del CC revelen problemas con el rendimiento del sistema PET/CT.

Conocimientos básicos	Conocimiento de los procedimientos de CC necesarios para mantener un sistema PET/CT en condiciones óptimas de funcionamiento.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia recomendada y familiarizarse razonablemente con ella. • Resumir por escrito los procedimientos establecidos en el departamento del cursillista para el control de calidad habitual de PET/CT. • Comentar por escrito las diferencias entre estos procedimientos y los especificados en el documento del OIEA titulado “Quality Assurance for PET and PET/CT Systems”. • Realizar todos los procedimientos habituales de CC de PET/CT programados en el departamento durante al menos dos semanas, bajo supervisión. Redactar un informe que contenga, para cada procedimiento: <ul style="list-style-type: none"> ○ La finalidad del procedimiento. ○ Las medidas relacionadas con la aplicación del procedimiento, incluso mención de los maniqués y cómo se colocan. ○ Qué parámetros se evalúan y cómo. ○ La frecuencia con que se realiza. ○ Dónde se almacenan los resultados y cómo puede accederse a ellos para su examen. ○ Qué resultados se obtuvieron durante el período. ○ Cómo se interpretan los resultados. ○ Qué valores se especifican como aceptables por el fabricante. ○ Qué medidas deben adoptarse cuando los resultados no se encuentran en el margen aceptable.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Assurance for PET and PET/CT Systems, Colección de Salud Humana N° 1, OIEA, Viena (2009), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1393_web.pdf.</p> <p>[2] ZANZONICO, P., Routine quality control of clinical nuclear medicine instrumentation: a brief review, J Nucl Med 49 7 (2008) 1114-31.</p> <p>[3] Manual de usuarios del fabricante del sistema PET, sobre todo las secciones relativas a los procedimientos habituales de CC.</p> <p>[4] Documentación para usuarios finales en el sitio PET en que se describen los procedimientos locales habituales de CC de PET.</p>
Módulo 7 – Control de calidad del equipo de medicina nuclear	
Submódulo 7.6 – CC de dispositivos de visualización e impresión	
Objetivo	Conocer los factores que afectan a la calidad de la imagen en los monitores de visualización y dispositivos de impresión.
Requisito previo	Ninguno.

Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> a) Conocimiento de los procedimientos de control de calidad de los dispositivos de visualización e impresión. b) Conocimiento de las propiedades de las películas y otras impresiones y calibración. <p>Capacidad para realizar el CC de dispositivos de visualización e impresión.</p>
Conocimientos básicos	<p>Familiaridad con los factores que afectan a la calidad de la imagen en los monitores de visualización y dispositivos de impresión, incluso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • propiedades de la película y otras impresiones y calibración; • calibración de la pantalla; • patrones de prueba utilizados para la comprobación y la impresión, y la calibración de la pantalla y la impresión; • efectos de los ajustes de la ventana de visualización y los mapas de escala de grises en la pantalla de imágenes.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia recomendada para esta competencia, y estar razonablemente familiarizado con ella. • En cada estación de trabajo de medicina nuclear del departamento mostrar un patrón de prueba de monitor adecuado (como un patrón de prueba SMTPE o TG18-QC) y <ul style="list-style-type: none"> ○ aplicar las medidas recomendadas en el recurso 6 “Garantía de calidad de los monitores de visualización” para evaluar el rendimiento del monitor. Elaborar una hoja de registro adecuada para cada monitor evaluado con el fin de resumir los resultados; ○ si se dispone de un densitómetro, imprimir el patrón de prueba y medir las densidades ópticas de los cuadrados de la escala de grises en la copia impresa del patrón de prueba. Comentar la linealidad de la densidad óptica frente a la intensidad conocida; ○ si se producen normalmente impresiones o películas en que se utilice una impresora fotográfica láser, comentar sobre: ○ pérdida de niveles de la escala de grises y rango en la copia impresa en comparación con la imagen visualizada; ○ diferencias de color (si se utiliza impresora en colores) entre la copia impresa y la visualización en pantalla; ○ experimentar con los ajustes del controlador de la impresora: ¿puede mejorarse la copia impresa modificando los ajustes de la impresora? (Nota: registrar los ajustes iniciales de la impresora antes de efectuar cambios de modo que los ajustes iniciales puedan restaurarse fácilmente después de haberse finalizado esta tarea). • En una estación de trabajo clínica de medicina nuclear: <ul style="list-style-type: none"> ○ investigar el efecto de elegir mapas de escalas de grises diferentes (p.ej., lineales, exponenciales, logarítmicos, distintos factores gamma) y de alterar los ajustes de las ventanas de visualización (nivel de ventana inferior, nivel de ventana superior) en una imagen de patrón de prueba de monitor y en una diversidad de imágenes clínicas; ○ elegir un estudio clínico visualizado normalmente en colores (p.ej., cardiaco o cerebral) y mostrar las imágenes con el mapa de colores que utilice normalmente el departamento. Investigar

	<p>el efecto de utilizar distintos mapas de colores (incluso escala de grises) en la apariencia de la imagen;</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ redactar un breve informe sobre las conclusiones a que se haya llegado. <ul style="list-style-type: none"> ● Utilizando la información, las imágenes y los instrumentos facilitados en el sitio web que se indican en el recurso 4, llevar a cabo los procedimientos descritos para instalar el monitor en una computadora a la que se tenga acceso (Nota: NO hacer esto en una estación de trabajo de cámaras gamma basada en una computadora). Preferiblemente descargar el programa informático QuickGamma y utilizarlo para investigar la interacción entre su ajuste gamma y el ajuste de nivel negro en el monitor: <ul style="list-style-type: none"> ○ Redactar un breve informe sobre las experiencias adquiridas, incluso una estimación de valor gamma para el monitor. <p>Informes</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Los informes que se redacten para cada una de las tareas en esta competencia podrán ser menos formales que los requeridos en otras competencias. La inclusión de hojas de trabajo para resumir el rendimiento del monitor, de resúmenes en forma sucinta sobre los efectos de las correcciones gamma en la imagen, etc., es aceptable. Sin embargo, en la documentación escrita deben indicarse explícitamente las tareas realizadas y demostrar que se conocen los aspectos que abarca esta competencia.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Assessment of display performance for medical imaging systems, AAPM On-line Report 03, AAPM, College Park (2005), http://www.aapm.org/pubs/reports/OR_03.pdf. Archivos complementarios disponibles en http://www.aapm.org/pubs/reports/OR_03_Supplemental.</p> <p>[2] SOCIEDAD AUSTRALIANA Y NEOZELANDESA DE MEDICINA NUCLEAR, Minimum quality control requirements for nuclear medicine equipment, Technical Standards Subcommittee (1999).</p> <p>[3] CURRY, T., DOWDEY, J., MURRY, R., Christensen's Physics of Diagnostic Radiology, 4th edn, Lippincott Williams & Wilkins (1990).</p> <p>[4] KORAN, N., Making fine prints in your digital darkroom - Monitor calibration and gamma (2004), http://www.normankoren.com/makingfineprints1A.html.</p> <p>[5] NAWFEL, R.D., CHAN, K.H., WAGENAAR, D.J., JUDY, P.F., Evaluation of video grey-scale display, Med Phys 19 3 (1992) 561-7</p> <p>[6] Display_Monitor_Quality_Assurance, http://www.acpsem.org.au/index.php/radiologydocuments/doc_download/36-image-display-systems.html.</p> <p>[7] SMPTE Test Pattern or TG18-QC test pattern. Los patrones pueden consultarse en http://brighamrad.harvard.edu/research/topics/vispercep/tutorial.html. El patrón TG18 en http://deckard.mc.duke.edu/~samei/tg18</p>

	Módulo 7 – Control de calidad del equipo de medicina nuclear
	Submódulo 7.7 – CC de sistemas DXA
Objetivo	Adquirir conocimientos y aptitudes para poder realizar pruebas de CC en unidades de absorciometría de rayos X de doble energía (DXA)
Requisito previo	Ninguno.
Competencias abarcadas	Conocimiento de la teoría y el funcionamiento del equipo DXA y la importancia del CC y la calibración en el uso exacto de márgenes normales. Capacidad para realizar el CC del equipo de DXA.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Principios de radiografía general. • Principios de absorciometría de rayos X de doble energía. • Conceptos de densitometría mineral ósea. • Componentes del equipo de DXA. • Introducción básica a la osteoporosis, la fisiología ósea y los factores de riesgo. • Seguridad radiológica – blindaje y dosis del paciente. • Modos de adquisición de la exploración. • Calibración del maniquí. • Margen normal, precisión y reproducibilidad. • Procedimientos para columna vertebral AP, Fémur/Doble fémur, cuerpo total, antebrazo y LVA/columna vertebral lateral.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer las fuentes de conocimientos pertinentes y estar razonablemente familiarizado con los elementos de los conocimientos básicos. • Realizar un estudio radiológico de una unidad de DXA. • Realizar un CC corriente de un densitómetro de medición de la densidad mineral ósea. • Realizar la calibración de un densitómetro de medición de la densidad mineral ósea.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] Bone Densitometry: What is the Fundamental Basis - Tissue Interaction?</p> <p>[2] BLAKE, G.M., WAHNER, H.W., FOGELMAN, I., The evaluation of osteoporosis: dual energy x-ray absorptiometry and ultrasound in clinical practice, 2nd edn, Martin Dunitz, Londres (1999).</p> <p>[3] BONNICK, S.L., LEWIS, L.A., Bone Densitometry for Technologists 2nd edn, Human Press, NJ, Estados Unidos (2006).</p> <p>[4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Guidelines for the use of DXA in measuring bone density and soft tissue body composition: A Handbook Rep. TBA, OIEA, Viena (2010).</p>

MÓDULO 8 - TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS UTILIZANDO FUENTES NO SELLADAS	
Objetivo	Desarrollar aptitudes en las cuestiones prácticas del tratamiento individual con radiofármacos y los requisitos de seguridad radiológica apropiados, según el radionucleido utilizado en la terapia.
Tiempo previsto de dedicación	10 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	8.1 Conocimiento de los principios de la terapia con radionucleidos. 8.2 Diseño de la instalación para la terapia con radionucleidos. 8.3 Procedimientos de tratamiento. 8.4 Selección de radiofármacos para la terapia de medicina nuclear. 8.5 Dosimetría para el procedimiento terapéutico con radionucleidos. 8.6 Precauciones de seguridad radiológica para la terapia utilizando fuentes de radionucleidos no selladas.
Referencias básicas	[1] EMERALD CONSORTIUM, European Medical Radiation Learning Development (EMERALD), Student Training Workbook, Module 2, Physics of Nuclear Medicine (2001), http://emitdictionary.co.uk/Emerald2/emit/Emerald2/nm_mod/workbook/nm_cover2.pdf . [2] LELE, R.D., Principles And Practice Of Nuclear Medicine And Correlative Medical Imaging, Jaypee brothers Medical Publishers Ltd, Nueva Delhi (2009). [3] MARTIN, A., HARBISON, S.A., An Introduction to Radiation Protection, 5 th edn, Oxford University Press (2006).
Módulo 8 – Terapia con radionucleidos utilizando fuentes no selladas	
Submódulo 8.1: Conocimiento de los principios de la terapia con radionucleidos	
Objetivo	Adquirir conocimientos de los principios de la terapia con radionucleidos.
Requisitos previos	Módulo 2 Protección radiológica.
Competencias abarcadas	Conocimiento de los principios de la terapia con radionucleidos.
Conocimientos básicos	a) Principios <ul style="list-style-type: none"> ○ Absorción y retención de radiofármacos ○ Cantidad de radiofármacos. ○ Retención de radiofármacos. ○ Consideración del período de semieliminación física. ○ Factores tisulares que afectan a la absorción de radiofármacos. b) Radionucleidos para la terapia <ul style="list-style-type: none"> ○ Emisor alfa.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Emisor beta. ○ Procesos de emisión de electrones de Auger y Coster-Kronig. <p>c) Requisitos reglamentarios y directrices</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Legislación y directrices locales que se han de aplicar para la terapia con radionucleidos.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Enumerar los efectos secundarios del tratamiento con yodo radiactivo de enfermedades tiroideas. • Clasificar en grupos los radionucleidos utilizados para la terapia sobre la base del margen de radiación principal emitido. • Estudiar la legislación y las directrices locales y compararlas con las recomendaciones sobre la CIPR, y la MIRD para la terapia con radionucleidos. • Describir las características físicas (beneficios e inconvenientes) de electrones de un emisor alfa, un emisor beta y un radionucleido emisor de electrones Auger utilizados para aplicaciones terapéuticas.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] HARBERT, J.C., ECKELMAN, W.C., NEUMANN, R.D. (Eds), Nuclear Medicine: Diagnosis and therapy, Thieme Medical Publishers, Inc., Nueva York (1996).</p> <p>[2] LELE, R.D., Principles And Practice Of Nuclear Medicine And Correlative Medical Imaging, Jaypee brothers Medical Publishers Ltd, Nueva Delhi (2009).</p>
Módulo 8 – Terapia con radionucleidos utilizando fuentes no selladas	
Submódulo 8.2: Diseño de la instalación para la terapia con radionucleidos	
Objetivo	Adquirir conocimientos sobre el diseño de la instalación para la terapia con el empleo de fuentes no selladas.
Requisitos previos	Módulo 1 Conocimiento clínico. Module 2 Protección radiológica.
Competencias abarcadas	Conocimiento de los principios del diseño del blindaje para las distintas energías de radionucleidos utilizadas para fines terapéuticos. Capacidad para diseñar un blindaje satisfactorio contra la radiación para las distintas energías de radionucleidos utilizadas con fines terapéuticos.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Principios <ul style="list-style-type: none"> ○ Período de semidesintegración efectivo previsto. ○ Principio básico de protección radiológica: tiempo, distancia, blindaje. • Requisitos reglamentarios y directrices <ul style="list-style-type: none"> ○ Legislación y directrices locales que se han de aplicar al diseño de las instalaciones de terapia con radionucleidos. • Diseño físico <ul style="list-style-type: none"> ○ Ubicación, es decir, la instalación debería estar alejada de la zona

	<p>pública y el uso de una pared externa puede reducir los requisitos de blindaje contra la radiación.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Duración prevista de permanencia en el hospital del paciente y tasa de dosis de radiación prevista del paciente. ○ Rutas excretoras de los radionucleidos que se habrán de utilizar. ○ Dosis objetivo de diseño en zonas accesibles (p.ej., necesidad de una ducha o aseo dedicado para cada sala y de un lugar de almacenamiento de desechos). ○ Restricciones de dosis y objetivos de diseño del blindaje, p.ej., una restricción de 0,2 se utiliza a menudo para los trabajadores médicos que emplean radiaciones. ○ Atenuación de posibles materiales de blindaje con respecto al radionucleido utilizado. <ul style="list-style-type: none"> ● Gestión de desechos <ul style="list-style-type: none"> ○ Gestión de desechos del paciente mediante el método de “demora y desintegración”, p.ej., los desechos radiactivos se mantienen en almacenamiento hasta que haya tenido lugar suficiente desintegración radiactiva que haga posible la descarga segura en el medio ambiente en general. ○ Descarga de desechos del hospital al alcantarillado en un lugar en que la actividad específica sea aceptable para la autoridad reguladora.
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Determinar la ocupación de los alrededores de una sala de terapia con radionucleidos. ● Especificar las barreras de protección, es decir, paredes, ventanas, puertas, pisos, techos, pantallas protectoras y blindajes para la terapia con radionucleidos. ● Especificar los requisitos de blindaje para otras penetraciones, p.ej., fontanería, enchufes eléctricos. ● Especificar las señales de alerta correctas en lugares apropiados. ● Documentar la gestión de un paciente de terapia. ● Determinar la actividad máxima prevista, p.ej., el número máximo previsto de pacientes por año en la sala de tratamiento. ● Documentar todos los supuestos, el diseño y las especificaciones para utilizarlos como referencia en el futuro.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] DELACROIX, D., GUERRE, J.P., LEBLANC, P., HICKMAN, C., Radionuclide and radiation protection data handbook 2nd edition (2002), Radiat Prot Dosimetry 98 1 (2002) 9-168.</p> <p>[2] DRIVER, I., PACKER, S., Radioactive waste discharge quantities for patients undergoing radioactive iodine therapy for thyroid carcinoma, Nucl Med Commun 22 10 (2001) 1129-32.</p> <p>[3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality control of nuclear medicine instruments, IAEA-TECDOC-602, OIEA, Viena (1991), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_602_web.pdf.</p> <p>[4] LEUNG, P.M., NIKOLIC, M., Disposal of therapeutic ¹³¹I waste using a multiple holding tank system, Health Phys 75 3 (1998) 315-21.</p>

Módulo 8 – Terapia con radionucleidos utilizando fuentes selladas	
Submódulo 8.3: Procedimientos de tratamiento	
Objetivo	Conocer los protocolos de tratamiento y la fundamentación de la terapia.
Requisitos previos	Módulo 1 Conocimiento clínico. Módulo 2 Protección radiológica. Módulo 6 Mediciones de radiactividad y dosimetría interna.
Competencias abarcadas	Conocimiento de la finalidad, los principios y los procedimientos operacionales de la terapia con radionucleidos. Capacidad para gestionar a los pacientes debidamente desde una perspectiva de seguridad radiológica tanto antes como después de la administración del radionucleido.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Principios <ul style="list-style-type: none"> ○ Mecanismos de distintos tipos de absorción de radiofármacos utilizados en la terapia. ○ Biodistribución del radiofármaco. ○ Diferentes tipos de tratamientos con radionucleidos y características de radiofármacos específicos para la terapia con radionucleidos. ○ Características físicas del radionucleido. ○ Conocer los conceptos de dosis absorbida, dosis equivalente, dosis acumulativa absorbida y dosis efectiva. ○ Principios de protección radiológica (justificación, optimización y limitación). • Procedimientos que deben adoptarse antes del tratamiento <ul style="list-style-type: none"> ○ Asesorar al paciente y a sus acompañantes sobre las medidas que se deben tomar antes del tratamiento, durante el tratamiento en el hogar o en el hospital y al ser dado de alta. ○ Determinar si el tratamiento puede darse a los pacientes en régimen interno o externo, dónde debe administrarse la dosis y evaluar qué salas son adecuadas para el ingreso de pacientes para cada tipo de tratamiento disponible. ○ Asegurar que se pida el radiofármaco y la actividad correctos para el paciente específico. ○ Adoptar las disposiciones necesarias para que se faciliten el equipo, los instrumentos de exploración, la protección personal y los dosímetros apropiados para la finalidad del tratamiento. ○ Ayudar al médico especialista en medicina nuclear a preparar información sobre los beneficios y riesgos del procedimiento para que el paciente dé su consentimiento informado. • Procedimientos de tratamiento <ul style="list-style-type: none"> ○ Gestión previa al tratamiento. ○ Protocolos y procedimientos.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Forma de radionucleido que se debe administrar al paciente para su terapia. ○ Preparación y administración de la dosis del paciente. ○ Planificación de la dosis para el tratamiento. ○ Cálculo de dosis del radionucleido apropiado que se ha de administrar al paciente para su terapia. ○ Terapia con radionucleidos de metástasis distantes. ○ Gestión posoperatoria de la terapia con radionucleidos. ○ Preparar una lista de verificación de todo el procedimiento. ● Descarga <ul style="list-style-type: none"> ○ Seguridad de los familiares después del alta del paciente. ○ Determinación del tiempo en que el paciente puede regresar al trabajo y desplazarse en el medio público. ○ Alta del paciente a un medio distinto del hogar. ● Asesoramiento a largo plazo <ul style="list-style-type: none"> ○ Sobre un futuro embarazo. ○ Carcinogénesis, p.ej., las cuestiones relativas al seguimiento y la atención con posterioridad al tratamiento del paciente. ○ Otras probables complicaciones o sucesos/síntomas que deben conocerse y sobre los que hay que estar atentos.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> ● Leer la documentación de referencia recomendada para esta competencia, y estar razonablemente familiarizado con ella. Si ya existen localmente instrucciones, información y protocolos para las tareas que se indican a continuación, se deben examinar críticamente en comparación con las recomendaciones nacionales e internacionales. ● Elaborar una lista de terapias con radionucleidos que se realizan habitualmente en el departamento. Resumir brevemente tres ejemplos de terapia: por administración oral, por infusión intravenosa y por inyección intra-articular. Exponer la fundamentación de la terapia, la biodistribución del radiofármaco, las propiedades del radionucleido, la eficacia terapéutica y posibles efectos negativos. ● Preparar un protocolo para que el personal de medicina nuclear desembale, dispense, etiquete y administre una dosis de terapia a un paciente que vaya a recibir terapia en la institución en que se trabaja. ● Preparar instrucciones para el personal de enfermería que atienda a un paciente anciano que reciba tratamiento con I-131 para tirotoxicosis como paciente interno en una habitación individual de una sala geriátrica. Incluir observaciones, medicación, higiene del paciente, gestión de la ropa de cama, comidas, desechos, acceso de los visitantes y otro tipo de personal hospitalario, solicitudes de pruebas médicas, derrames o episodios de incontinencia, uso de un dosímetro personal electrónico e importancia de las lecturas del dosímetro. ● En consulta con un médico especialista en medicina nuclear, preparar un folleto de información para los pacientes que reciban terapia con I-131 para el cáncer de tiroides. Incluir la preparación para el ingreso, qué hacer en el hospital y qué precauciones observar después que se reciba el alta, incluso el regreso al trabajo o la planificación de un embarazo.

Fuentes de conocimientos	<p>[1] CORMACK, J., TOWSON, J., FLOWER, M., “Radiation protection and dosimetry in clinical practice”, Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment (ELL, P.GAMBHIR, S., Eds), Churchill Livingstone (2004).</p> <p>[2] COMISIÓN EUROPEA, Protección radiológica 97, Protección radiológica después de una terapia con yodo 131 (exposición debida al contacto con pacientes ambulatorios o dados de alta) (1998), http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/097_es.pdf.</p> <p>[3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality control of nuclear medicine instruments, IAEA-TECDOC-602, OIEA, Viena (1991), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_602_web.pdf.</p> <p>[4] Repasar las instrucciones locales, los folletos de información y los protocolos utilizados en la terapia con radionucleidos.</p>
Módulo 8 – Terapia con radionucleidos utilizando fuentes no selladas	
Submódulo 8.4: Selección de radiofármacos para la terapia de medicina de nuclear	
Objetivo	Adquirir conocimientos sobre los principios fundamentales del tratamiento individual con radiofármacos.
Requisitos previos	Módulo 2 Protección radiológica. Módulo 6 Mediciones de radiactividad y dosimetría interna.
Competencias abarcadas	<p>a) Conocimiento de las indicaciones habituales y los radiofármacos utilizados para la terapia de medicina nuclear.</p> <p>b) Familiaridad con la amplia gama de enfermedades en que se utiliza la terapia con radionucleidos y la selección del radionucleido apropiado para un paciente determinado.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Principios <ul style="list-style-type: none"> ○ Principios generales de la terapia con radionucleidos. ○ Período de semidesintegración física, período de semieliminación biológica (eliminación). ○ Cantidades y unidades de radiación. ○ Dosis efectiva, dosis equivalente, tasa de dosis absorbida. • Selección de un radionucleido terapéutico para terapia <ul style="list-style-type: none"> ○ Período de semidesintegración. ○ Radiaciones localmente absorbidas. ○ Actividad específica y forma química. • Concepto de la terapia con radionucleidos <ul style="list-style-type: none"> ○ Optimización de la dosis de radiación y la tasa de dosis para la terapia de ablación. ○ Criterios para la administración terapéutica de un radionucleido.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cálculo de dosis de ablación. • Selección de un radionucleido terapéutico para distintos tipos de enfermedades <ul style="list-style-type: none"> ○ Terapia de cáncer del tiroides con I-131. ○ Terapia de tirotoxicosis con I-131. ○ Terapia con MIBG I-131. ○ Terapia con lipiodol I-131. ○ Microesferas de Y-90. ○ Terapia con P-32 para trastornos mieloproliferativos. ○ Terapia con radionucleidos para metástasis óseas dolorosas. ○ Sinovectomía por irradiación de la rodilla con silicato de Y-90. ○ Terapia con octreotida In-111. ○ Terapia con anticuerpos monoclonales. ○ Otros procedimientos terapéuticos.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el resumen clínico de cada procedimiento terapéutico. • Examinar los aspectos técnicos de la preparación y gestión del paciente. • Evaluar la administración de dosis para distintos tipos de terapia con radionucleidos. • Determinar los beneficios y efectos secundarios de la terapia. • Determinar los riesgos asociados con la terapia con radionucleidos tomando en consideración los efectos de la radiación.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] CORMACK, J., TOWSON, J., FLOWER, M., “Radiation protection and dosimetry in clinical practice”, Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment (ELL, P.GAMBHIR, S., Eds), Churchill Livingstone (2004).</p> <p>[2] COMISIÓN EUROPEA, Protección radiológica 97, Protección radiológica después de una terapia con yodo 131 (exposición debida al contacto con pacientes ambulatorios o dados de alta) (1998), http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/097_es.pdf</p> <p>[3] LELE, R.D., Principles And Practice Of Nuclear Medicine And Correlative Medical Imaging, Jaypee brothers Medical Publishers Ltd, Nueva Delhi (2009).</p>
Módulo 8 – Terapia con radionucleidos utilizando fuentes no selladas	
Submódulo 8.5: Dosimetría para procedimientos terapéuticos con radionucleidos	
Objetivo	Adquirir conocimientos sobre la estimación de las dosis absorbidas de radiación para procedimientos terapéuticos en que se utilizan radionucleidos.
Requisitos previos	Módulo 1 Conocimiento clínico. Módulo 2 Protección radiológica. Módulo 6 Mediciones de radiactividad y dosimetría interna.

Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de los principios de la dosimetría interna.</p> <p>Capacidad para calcular la actividad de la dosis administrada para la terapia en la medicina nuclear.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos generales de la biocinética y la dosimetría <ul style="list-style-type: none"> ○ Selección de radionucleidos. ○ Selección de órganos y tejidos para el cálculo de la dosis. • Otros aspectos <ul style="list-style-type: none"> ○ Dosis máxima administrada con seguridad. ○ Dosis fija estándar. ○ Dosis de ablación. ○ Terapia y embarazo, p.ej., la paciente debe recibir seguridades tanto con respecto al efecto de la terapia en el feto como al efecto del embarazo en el curso de las enfermedades que padezca.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia recomendada para esta competencia y estar razonablemente familiarizado con ella. • Calcular la actividad de ^{131}I que se ha de administrar en el tiroides utilizando los datos sobre la absorción del tiroides (para el paciente en particular) y los datos clínicos disponibles. • Describir paso a paso los procedimientos aplicados a un paciente que recibe tratamiento para el hipertiroidismo. • Determinar la ocupación de los alrededores de una instalación de terapia con radionucleidos. • Realizar cálculos para los pacientes que deben ser tratados tomando en consideración la absorción y el período de semieliminación biológica.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] BERMAN, M., BRAVERMAN, L.E., BURKE, J., Summary of current radiation dose estimates to humans from I-123, I-124, I-125, I-126, I-130, I-131, and I-132 as sodium iodide, <i>J Nucl Med</i> 16 (1975) 857.</p> <p>[2] CORMACK, J., TOWSON, J., FLOWER, M., “Radiation protection and dosimetry in clinical practice”, <i>Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment</i> (ELL, P.GAMBHIR, S., Eds), Churchill Livingstone (2004).</p> <p>[3] HERBERT, J.C., ECKELMAN, W.C., NEUMANN, R.D. (Eds), <i>Nuclear Medicine: Diagnosis and therapy</i>, Thieme Medical Publishers, Inc, Nueva York (1996).</p> <p>[4] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, <i>Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals</i>, Vol 18 nos. 1- 4, ICRP Publication 53, Pergamon Press, Oxford y Nueva York (1988).</p>

	Módulo 8 – Terapia con radionucleidos utilizando fuentes no selladas
	Submódulo 8.6: Precauciones de seguridad radiológica para la terapia basada en el uso de fuentes de radionucleidos no selladas
Objetivo	Ser capaz de realizar una verificación de la seguridad radiológica de las fuentes de radionucleidos no selladas utilizadas en la terapia.
Requisito previo	Módulo 1 Conocimiento clínico. Módulo 2 Protección radiológica. Módulo 6 Mediciones de radiactividad y dosimetría interna.
Competencias abarcadas	Familiaridad con: <ul style="list-style-type: none"> a) todas las legislaciones, directrices y mejores prácticas internacionales para garantizar la seguridad radiológica antes, durante y después de la administración de la terapia con radionucleidos; b) las formas químicas de los radiofármacos terapéuticos y cómo esto afectaría a su distribución en el medio ambiente al excretarse por el paciente o derramarse de un contenedor. Capacidad para: <ul style="list-style-type: none"> a) aplicar los reglamentos de protección radiológica al personal, los pacientes y los miembros del público asociados a la terapia con radionucleidos; b) comunicarse con el paciente, el personal y el público en relación con los riesgos asociados a la manipulación de fuentes no selladas de actividad alta.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Principios <ul style="list-style-type: none"> ○ Nociones fundamentales de los principios de seguridad. • Requisitos reglamentarios y directrices <ul style="list-style-type: none"> ○ Legislación y directrices locales aplicadas para la terapia con radionucleidos. • Seguridad radiológica para la terapia con radionucleidos <ul style="list-style-type: none"> ○ Asesorar al paciente acerca de las medidas que deben tomarse antes del tratamiento, durante el tratamiento en el hogar o en el hospital y al ser dado de alta. ○ Monitorización radiológica y precauciones de seguridad radiológica. ○ Dar instrucciones al personal de la sala sobre la monitorización del paciente, la gestión de la ropa de cama contaminada, los residuos de alimentos y otros artículos y sobre la respuesta a emergencias médicas. ○ Explicar al personal de la sala las precauciones que se deben observar para su propia seguridad personal y la seguridad de otros empleados de atención de la salud y de los visitantes.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Dar instrucciones al personal del comedor, al personal de limpieza y a los técnicos de mantenimiento que prestan servicio en los dormitorios y baños de terapia. ○ Dispensar el radiofármaco hasta un límite de $\pm 10\%$ de la actividad estipulada y supervisar su administración segura al paciente por el médico o tecnólogo. ○ Determinar cuándo el paciente puede ser dado de alta del hospital con respecto a la radiactividad que queda en su cuerpo. ○ Protección radiológica para los trabajadores y miembros del público. ○ Límites de dosis para trabajadores y miembros del público. ○ Monitorización radiológica y documentación relacionada con el procedimiento. ○ Capacidad para gestionar fuentes en desuso y desechos. ○ Control del inventario y gestión de desechos de materiales radiactivos.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Leer la documentación de referencia recomendada para esta competencia y estar razonablemente familiarizado con ella. 2) Documentar las cuestiones de seguridad y las precauciones para los pacientes, el personal y el público. 3) Elaborar una lista de enfermedades del tiroides que podrían tratarse con ^{131}I y una lista de otros radionucleidos que podrían utilizarse para la terapia con radionucleidos como ^{89}Sr, ^{32}P, ^{90}Y. 4) Elaborar un manual de seguridad radiológica sobre los procedimientos anteriores. 5) Preparar un protocolo destinado al personal de medicina nuclear para desembalar, dispensar, etiquetar y administrar una dosis terapéutica a un paciente con vista a una terapia en la institución en que se trabaja. 6) Indicar las diferencias en las exposiciones ocupacionales de distintas aplicaciones terapéuticas de radionucleidos. 7) Evaluar el riesgo y recomendar precauciones para las mujeres embarazadas, los niños y el personal que atenderá al paciente. 8) Evaluar el riesgo de radiación de pacientes que reciben terapia con radionucleidos para los miembros del público. 9) Enviar por escrito una respuesta oficial a las solicitudes de información (respecto de la terapia con I-131) que se indican a continuación. En cada caso, proporcionar una estimación de la dosis efectiva, el riesgo correspondiente, y uno o más ejemplos de una exposición y/o un riesgo comparable: <ul style="list-style-type: none"> ○ para uno de los padres de un niño de cinco años que reciba terapia con radionucleidos. ○ para una madre embarazada que tenga que recibir terapia (dosis a la madre y el feto). ○ para una residente de sala que esté embarazada y le preocupe su trabajo con pacientes de terapia. ○ para un enfermero que atienda a un paciente que reciba terapia con radionucleidos.

<p>Lista de referencias</p>	<p>[1] CORMACK, J., TOWSON, J., FLOWER, M., “Radiation protection and dosimetry in clinical practice”, Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment (ELL, P.GAMBHIR, S., Eds), Churchill Livingstone (2004).</p> <p>[2] COMISIÓN EUROPEA, Protección radiológica 97, Protección radiológica después de una terapia con yodo 131 (exposición debida al contacto con pacientes ambulatorios o dados de alta) (1998), http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/097_es.pdf.</p> <p>[3] INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS EN MEDICINA, Radiation Protection in Nuclear Medicine and Pathology Rep. 63 (1991).</p> <p>[4] MOULD, R.F., Radiation Protection in Hospitals, IOP Institute of Physics (1985).</p> <p>[5] CHERRY, S.R., SORENSON, J.A., PHELPS, M.E., Physics in Nuclear Medicine, 3rd edn, WB Saunders, Filadelfia (2003).</p> <p>[6] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Recomendaciones de 1990 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, Publicación ICRP 60, Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) - EDICOMPLET, S.A. - Madrid (1995).</p> <p>[7] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Embarazo e irradiación médica, Publicación ICRP 84, Sociedad Española de Protección Radiológica y Sociedad Argentina de Radioprotección, Senda Editorial, S.A., Madrid (2000),</p> <p>[8] http://www.orau.org/ptp/infores.htm#dosimetry.</p>
------------------------------------	---

MÓDULO 9 – INFORMÁTICA Y REDES CLÍNICAS	
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para operar, mejorar y mantener un sistema informático clínico, incluso redes, y manipular, analizar y procesar eficazmente los datos de imágenes médicas en distintos formatos.
Tiempo previsto de dedicación	10 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	9.1. Operación de una adquisición clínica y una estación de trabajo de procesamiento y examen. 9.2. Gestión de la administración del sistema informático. 9.3. Solución de problemas del sistema informático de primera línea. 9.4. Técnicas de procesamiento de imágenes informáticas. 9.5. Análisis de imágenes en un lenguaje de programación de alto nivel (optativo). 9.6. Reconstrucción, registro y fusión de imágenes, y elaboración de modelos cinéticos de trazadores. 9.7. Formatos normalizados de archivos de imágenes utilizados en medicina nuclear. 9.8. Redes informáticas, PACS, RIS y HIS. 9.9. Validación de programas informáticos: simulaciones por computadora, maniqués y datos clínicos.
Referencias básicas	[1] BARRET, H.H., SWINDELL, W.E., Radiological imaging, Wiley, Nueva York (1980). [2] BURGER, W., BURGE, M.J., Digital Image Processing: An Algorithmic Introduction using Java, Springer (2008). [3] BURGESS, M., Principles of Network and System Administration, 2 nd edn, J. Wiley & Sons (2000). http://digilib.umm.ac.id/files/disk1/338/jiptummpp-gdl-book-2009-markburges-16860-WILEY.PDF [4] GELFAND, M.J., THOMAS, S.R., Effective Use of Computers in Nuclear Medicine, McGraw-Hill, Nueva York (1988). [5] GONZALEZ, R.C., WOODS, R.E., Digital Image Processing, 3 rd edn, Prentice Hall (2007). [6] HUANG, H.K., PACS: Basic Principles and Applications, Wiley-Liss (1998). [7] KAK, A.C., SLANEY, M., Principles of computerized tomographic imaging, IEEE Press, Nueva York (1988). [8] LJUNGBERG M, S.S., KING MA, Monte-Carlo calculations in nuclear medicine, IOP Publishing, Bristol, Filadelfia (1998). [9] NATTERER, N., The mathematics of computerized tomography, Wiley, Nueva York (1986).

Módulo 9 – Informática y redes clínicas	
Submódulo 9.1 – Operación de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen	
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para operar una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen.
Requisitos previos	<ul style="list-style-type: none"> Familiaridad básica con los componentes y la arquitectura de los programas informáticos, los principios subyacentes del diseño, los elementos funcionales y la aplicación de un sistema informático operativo moderno. Conocer la función de un sistema informático para la adquisición de datos y el procesamiento/examen de datos en un servicio de medicina nuclear.
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de las características básicas de los sistemas operativos de las estaciones de trabajo y los programas informáticos clínicos para la adquisición y el procesamiento de las imágenes.</p> <p>Capacidad para emplear eficazmente un sistema operativo de estación de trabajo y un programa informático clínico de medicina nuclear para realizar tareas simples de visualización de imágenes, definir los protocolos de exploración, adquirir distintos tipos de exploraciones, realizar la manipulación, el análisis y el procesamiento básicos de los tipos comunes de datos clínicos, transferir y archivar datos clínicos.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento de los componentes esenciales del equipo informático de una estación de trabajo y el uso eficaz del ratón, el teclado, las ventanas, los menús, los atajos, las utilidades y los recursos de ayuda. Conocimiento operacional de los sistemas operativos disponibles (p.ej., Windows, Unix, Linux, Mac OS): cuestiones de diseño y aplicación, trabajo con archivos y directorios, particiones, iniciación del sistema, análisis de un proceso, multiprocesamiento, subprocesamiento múltiple, técnicas de gestión de la memoria, programación del proceso. Conocimiento de los principios subyacentes necesarios para diseñar protocolos de imagenología clínica: imágenes estáticas, dinámicas, de ventanas de energía múltiples y de doble isótopo, sincronizadas, WB, SPECT, PET. Conocimiento de las tareas básicas de visualización y manipulación de imágenes: ajuste de brillantez y contraste, diseño de la configuración, elección del cuadro de colores, interpolación, cambio de tamaño, recorte, relleno, desplazamiento, anotación, congelación de la imagen, etc. Conocimientos operacionales y aptitudes prácticas para el análisis y procesamiento de imágenes: definición y manipulación de la región de interés (ROI), trazado y análisis de curvas, filtrado espacial y temporal general, transformaciones geométricas (operadores), reconstrucción de

	<p>imágenes tomográficas con la selección apropiada de parámetros: elementos esenciales de la estación de trabajo de procesamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos básicos relacionados con la transferencia de datos y el archivo de datos de imágenes a corto y medio plazos.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia en el sistema operativo de la estación de trabajo, las instrucciones para usuarios, los manuales, las orientaciones u otra documentación adjunta a las estaciones de trabajo disponibles. • Acostumbrarse a las variables de visualización de imágenes y los modos de alterarlas. • Familiarizarse con distintos protocolos de adquisición y procesamiento de imágenes y obtener un conocimiento adecuado del significado de distintos parámetros de adquisición que pueden ajustarse mediante la interfaz gráfica de usuario (GUI). • Elaborar un diagrama de árbol de la interfaz del menú de la estación de trabajo para obtener un resumen de la capacidad de la estación de trabajo. • Estudiar y ejercitar la transferencia y el archivo de datos clínicos. • Trabajar en todas las tareas enumeradas en el apartado anterior relativo a las competencias, y remitirse a manuales y/o usuarios experimentados, según proceda, hasta que pueda demostrarse que se está familiarizado con cada tarea.
Fuentes de conocimientos	<p>Específicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Manuales de instrucciones para usuarios y orientaciones suministrados por el proveedor. 2) Libros de texto y manuales sobre sistemas operativos. 3) Instrucciones para usuarios y protocolos elaborados en la institución. <p>Libros de texto y referencias generales:</p> <ol style="list-style-type: none"> [1] ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds), Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, 3rd edn, Vol. Section 8, chapter 131, Churchill Livingstone (2004). [2] GELFAND, M.J., THOMAS, S.R., Effective Use of Computers in Nuclear Medicine, McGraw-Hill, Nueva York (1988). [3] HENKIN, R.E., y otros. (Eds), Nuclear Medicine, Mosby-Elsevier, Filadelfia, PA (2006). [4] LEE, K.H., Computers in Nuclear Medicine: A Practical Approach (2005)
	Módulo 9 – Informática y redes clínicas
	Submódulo 9.2 – Gestión de la administración del sistema informático
Objetivo	Lograr competencia en el desarrollo de las tareas necesarias de administración del sistema de interés para el funcionamiento fiable de los sistemas informáticos clínicos de medicina nuclear.
Requisito previo	Submódulo 9.1: Operación de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen.

<p>Competencias abarcadas</p>	<p>Conocimiento de las responsabilidades de administración del sistema informático y los mandos esenciales, las herramientas y las utilidades importantes para garantizar un funcionamiento ininterrumpido de los sistemas informáticos clínicos.</p> <p>Capacidad para realizar las tareas necesarias de administración del sistema, como planificación, instalación, apoyo y mantenimiento del equipo informático, sistemas operativos, programas informáticos clínicos y redes.</p>
<p>Conocimientos básicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de los componentes del equipo informático del sistema y conocimiento avanzado de su funcionamiento y el papel que desempeñan: tipo de procesador y especificación, placa base, tarjetas de entrada y salida, puertos, RAM, discos y particiones de discos, periféricos, suministro eléctrico, etc. • Conocimiento práctico de distintos tipos y versiones de programas informáticos: sistema operativo, programa informático clínico y cuestiones relacionadas con la red. Documentación de la configuración del sistema. • Instalación correcta y adaptación del sistema operativo, procedimiento correcto de arranque y parada, determinación de la CPU y utilización de la memoria de procesos independientes, comprobación del espacio disponible del disco, comprobación de error en el disco, limpieza y desfragmentación. • Conocimiento y empleo eficaz de privilegios de administrador, adición o edición de usuarios/grupos, propiedad y conceptos de permisos y preferencias de usuario. • Determinación efectiva del espacio ocupado por determinados archivos y carpetas, determinación de archivos recientemente creados o modificados, compresión y descompresión de archivos y carpetas. • Conocimiento de los procedimientos para comprobar la conectividad básica a la red. • Instalación, ajuste y solución de problemas de una impresora. • Realización de copias de respaldo y recuperación del sistema, recuperación y restauración de datos de imágenes. • Creación de copias impresas.
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia esencial sobre la administración del sistema informático aplicable al sistema informático disponible. • Obtener detalles sobre la configuración del equipo y el programa informático del sistema y preparar el informe con una descripción estructurada. • Analizar con el administrador del sistema cada una de las tareas que se indican a continuación, leer la documentación de referencia conexas y después de la ejecución independiente o supervisada de las tareas, preparar un documento breve en relación con tres (3) tareas seleccionadas de las que se señalan a continuación: i) arranque y parada del sistema informático; ii) instalación y actualización del sistema operativo o su ajuste para cumplir los requisitos de programas informáticos clínicos específicos; iii) conocimiento sobre la creación/eliminación y mantenimiento de cuentas/grupos; iv)

	<p>recuperación y reparación del sistema de estudio; v) sistema de acceso y documentación de la institución; vi) privilegios de administrador del sistema de acceso y privilegios de un usuario miembro de un grupo determinado; vii) estudio de la instalación/eliminación de dispositivos periféricos; viii) conocimiento de los parámetros de configuración de una impresora; ix) copias de respaldo y recuperación del sistema de estudio; ix) instalación/configuración/actualización de programas informáticos de protección contra virus.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar los recursos anteriores (o al administrador del sistema si no puede obtenerse información) para informarse de cada una de las tareas consignadas en la lista. Realizar tareas y documentar el procedimiento aplicado en cada caso: i) comprobar el espacio disponible en el disco y efectuar la limpieza (desfragmentación, contracción); ii) determinar el espacio ocupado por archivos y carpetas; iii) determinar archivos creados o modificados recientemente; iv) determinar la CPU y la utilización de la memoria de procesos por separado; v) conocer e interpretar los archivos de registro de un sistema; vi) conectarse desde una computadora a distancia; vii) estudiar el procedimiento para comprobar la conectividad básica a la red y los medios para diagnosticar la red (p.ej., Ping, Traceroute). • Preparar un breve informe en que se resuma el alcance de las funciones de un administrador de sistema en una organización determinada (servicio, sección o departamento de medicina nuclear) y en que se demarquen las funciones de su representante y las vinculadas a un administrador de red o de seguridad (analista/especialista) y las tareas del administrador de la base de datos. • Preparar un documento técnico en que se describan los procedimientos aplicados para las copias de seguridad y recuperación de sistemas informáticos en el departamento de medicina nuclear del cursillista. • Analizar las ventajas y limitaciones de los procedimientos anteriores de creación de copias de reserva del sistema, con referencia a procedimientos sustitutivos y tecnologías que puedan ofrecer ventajas desde el punto de vista de su conveniencia, eficiencia o costo en relación con los procedimientos existentes. • Preparar un informe en que se indique el conocimiento de un lenguaje de programación disponible y se describa el sistema operativo elegido y el lenguaje de programación, los usos típicos de los sistemas de símbolos, las reglas sintácticas y léxicas, los argumentos de líneas de mando, las variables, las sustituciones de mandos, la adopción de decisiones y los elementos del bucle, y los guiones de programación.
--	---

Fuentes de conocimientos	<p>Específicas: Documentación para usuarios suministrada por el proveedor (incluso manuales en línea), documentación del equipo informático y documentación para administradores de sistemas.</p> <p>Libros de texto y referencias generales:</p> <p>[1] BURGESS, M., Principles of Network and System Administration, 2nd edn, J. Wiley & Sons (2000), http://digilib.umm.ac.id/files/disk1/338/jiptummpp-gdl-book-2009-markburgess-16860-WILEY.PDF.</p> <p>[2] FRISCH, Æ., Essential Systems Administration, 3rd edn, O'Reilly (2001).</p> <p>[3] HUNT, C., TCP/IP Network Administration, O'Reilly and Associates (2002).</p> <p>[4] LIMONCELLI, T.A., HOGAN, C., CHALUP, S.R., The Practice of System and Network Administration, 2nd edn, Addison-Wesley (2007).</p> <p>[5] MUELLER, S., Upgrading and Repairing PCs, 18th edn (2007).</p> <p>Referencias de Internet:</p> <p>[1] Copias de reserva y recuperación ante desastres, The PC Guide, http://www.pcguides.com/care/bu/index.htm.</p> <p>[2] Recursos de antivirus, cortafuegos y sobre programas espía. Elementos esenciales de seguridad informática para todos, http://www.antivirus-firewall-spyware.com/computer-virus-resources.html.</p> <p>[3] Información sobre tecnologías de equipos informáticos (http://www.pctechguide.com). e.g. disk technology http://www.pctechguide.com/04disks.htm.</p> <p>[4] BURGESS, M., Principles of Network and System Administration, 2nd edn, J. Wiley & Sons (2000). http://www.iu.hio.no/~mark/syadmin/SystemAdmin.html.</p>
	Módulo 9 – Informática y redes clínicas
	Submódulo 9.3: Solución de problemas del sistema informático de primera línea
Objetivo	Ampliar el conocimiento adquirido sobre los elementos informáticos básicos y las tareas de administración del sistema con una capacidad para eliminar con éxito los problemas informáticos comunes.
Requisito previo	Submódulo 9.1: Operación de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen. Submódulo 9.2: Gestión de la administración del sistema informático.
Competencias abarcadas	Conocimiento de las causas posibles del mal funcionamiento de un sistema informático.

	<p>Capacidad para:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) reconocer rápidamente y solucionar problemas comunes asociados a equipos informáticos, programas informáticos y redes; b) diseñar, programar y aplicar el mantenimiento preventivo del sistema informático.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento y aprobación de medidas de mantenimiento importantes para el sistema operativo y los datos, el programa informático clínico y el equipo informático. • Determinación coherente de las categorías de problemas informáticos antes señaladas y diferenciación entre ellas. • Reconocimiento de señales que indican problemas en el equipo informático. • Cumplimiento de instrucciones apropiadas y protocolos para diagnosticar y resolver cada una de las clases anteriores de problemas, en que intervengan otros miembros del personal y proveedores de servicios externos, según proceda. • Familiaridad con las deficiencias y ventajas de los sistemas operativos y los programas informáticos corrientes de aplicaciones. • Acceso a los archivos de registro del sistema e interpretación de estos archivos, y mensajes de error para ayudar en el diagnóstico. • Uso de la documentación incluida en la aplicación y de las herramientas de diagnóstico y utilidades. • Utilización de los recursos de apoyo de Internet para acceder a informes de errores y obtener e instalar parches y actualizaciones de programas informáticos. • Obtener información actualizada sobre virus informáticos y emplear esta información para aplicar medidas apropiadas de protección contra virus, y responder eficazmente a nuevos virus.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicar las fuentes de documentación y servicios de ayuda (en línea, manuales, guías, fuentes basadas en la web, copias impresas, etc.) para los diversos sistemas informáticos del departamento y preparar una lista de estas fuentes, incluidos las URL para las fuentes basadas en la web. • Investigar, utilizando la documentación de referencia anterior y otras fuentes de información, o preguntando al supervisor, los posibles métodos de diagnóstico y contrarrestar los problemas siguientes en cada una de las plataformas informáticas del departamento: (i) errores del disco duro; ii) computadora de funcionamiento lento o congelada; iii) incapacidad para comenzar una aplicación; iv) comportamiento insólito del programa informático; v) errores de la red, problemas con la conectividad y respuesta lenta.
Fuentes de conocimientos	<p>Específicas:</p> <p>[1] Documentación para usuarios suministrada por el proveedor (incluso manuales en línea), documentación del equipo informático y documentación para los administradores de sistemas.</p>

	<p>Libros de texto y referencias generales:</p> <p>[1] ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds), Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, 3rd edn, Vol. Section 8, chapter 131, Churchill Livingstone (2004).</p> <p>[2] HENKIN, R.E., y otros. (Eds), Nuclear Medicine, Mosby-Elsevier, Filadelfia, PA (2006).</p> <p>[3] HUNT, C., TCP/IP Network Administration, O'Reilly and Associates (2002).</p> <p>[4] Guía de solución de problemas y reparación, The PC Guide, (http://www.pcguides.com/ts/index.htm).</p> <p>Recursos de Internet:</p> <p>[1] Recursos de antivirus, cortafuegos y sobre programas espía. Elementos esenciales de seguridad informática para todos, http://www.antivirus-firewall-spyware.com/computer-virus-resources.html.</p> <p>[2] Computer Virus Resources, Cert Coordination Centre, Frequently Asked Questions about Computer Viruses, http://www.cert.org/other_sources/viruses.html.</p> <p>[3] Información sobre tecnologías de equipos informáticos, (http://www.pctechguide.com). p.ej., tecnología de discos http://www.pctechguide.com/04disks.html.</p> <p>[4] BURGESS, M., Principles of Network and System Administration, 2nd edn, J. Wiley & Sons (2000), http://digilib.umm.ac.id/files/disk1/338/jiptummpp-gdl-book-2009-markburgess-16860-WILEY_.PDF.</p>
	Módulo 9 – Informática y redes clínicas
	Submódulo 9.4 - Técnicas de procesamiento de imágenes informáticas
Objetivo	Conocer los principios subyacentes de las técnicas de procesamiento de imágenes aplicados a las imágenes de medicina nuclear y poder redactar y probar las rutinas de procesamiento de imágenes en un entorno de programación interactivo y aplicarlas con eficacia a problemas clínicos seleccionados.
Requisito previo	Submódulo 9.1: Operación de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen. Submódulo 9.2: Gestión de la administración del sistema informático.
Competencias abarcadas	Conocimiento de los algoritmos subyacentes y el lenguaje de programación obligatorio para elaborar programas simples de análisis/procesamiento de imágenes en un entorno de programación interactivo. Capacidad para elaborar, probar y documentar rutinas/aplicaciones de procesamiento de imágenes eficientes en un entorno de programación de

	<p>alto nivel y utilizar macrorrutinas en los sistemas informáticos (entornos) suministrados por el proveedor para tareas clínicas seleccionadas.</p>
<p>Conocimientos básicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento exhaustivo de formatos de datos, constantes, variables, conjunto y estructura, funciones, subrutinas, declaraciones, decisiones sobre programas y bucles empleados en el entorno de programación de alto nivel disponible. (<i>Nota: Un entorno de programación de alto nivel, como IDL, Matlab y Mathematica en contraposición a un lenguaje de programación de alto nivel, se refiere en este caso a los paquetes o entornos informáticos destinados al análisis de datos, la visualización y el desarrollo de multiaplicaciones/plataformas que tienen una ventaja importante de compactación y gran flexibilidad.</i>) • Redacción y comprobación del código del programa para tareas de procesamiento de datos de imágenes estáticas y dinámicas 2D utilizando el margen existente de funciones/subrutinas disponibles que son específicas del entorno de programación elegido: lectura/escritura de datos, visualización, normalización, cuadros de colores, operadores puntuales, operadores vecinos, operadores geométricos, operaciones de dominio Fourier, rutinas de trazado de curvas y superficies. • Conocimiento integral de las funciones básicas de <i>mejora de imágenes</i> que suelen aplicarse en la imagenología de medicina nuclear: mejora del contraste, supresión de ruido, filtrado general lineal y no lineal y sus propiedades. • Conocimiento de un concepto de <i>recuperación de imágenes</i> y aplicación de filtros corrientes como Metz y Wiener. • Creación de la ROI, manipulación y estadística, corrección del movimiento, creación y análisis de la curva de actividad en el tiempo, suavizado de la curva, interpolación, adaptación de funciones. • Conocimiento del entorno en que el código debe elaborarse: comienzo y final del macroprograma, ventanas, mandos, sintaxis de macrolenguaje, operadores, tipos de datos, variables, ejecución del programa. • Conocimiento básico de las declaraciones en macrolenguaje para manipular los datos de imágenes y curvas: declaraciones para abrir/cerrar, cargar, guardar, nuevos datos, trazar/mostrar.
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia recomendada para esta competencia y estar razonablemente familiarizado con ella. • Familiarizarse con un conjunto de rutinas corrientes de análisis y procesamiento de imágenes descritas y aplicadas en entornos de programación como MATLAB, IDL, Mathematica o aplicaciones como ImageJ (Java). • Elaborar un programa para inicializar conjuntos necesarios, abrir y mostrar imágenes, realizar una suma, sustracción o multiplicación simple con una constante, y mostrar el resultado final de la operación. • Explorar códigos informáticos para la interpolación y elaborar un código para realizar la interpolación de la imagen abierta y

	<p>visualizada (p.ej., 64 x 64) a 128 x128 píxeles; investigar diferentes propiedades de los esquemas de interpolación (p.ej., vecino más cercano, lineal (bilineal), cúbico (bicúbico), B-spline, interpolación por convolución).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leer las publicaciones y familiarizarse razonablemente con distintas técnicas de mejora de formas de contraste; p.ej., estudiar la ecualización histográfica, diseñar el algoritmo, elaborar el programa en el entorno elegido y probarlo con imágenes que tengan niveles de contraste diferentes. • Diseñar un diagrama generalizado para realizar el filtrado de paso bajo en el dominio espacial; probar la dimensión variable de un núcleo de filtrado simétrico; aplicar diversas formas de manejar el contorno de la imagen (p.ej., relleno de la imagen: valores constantes, valor de píxel más cercano, valores compartidos, repetición periódica de envoltura). • Determinar en las publicaciones los métodos para medir la MTF del sistema de cámaras gamma. Hallar qué expresiones analíticas para la MTF se han utilizado para la construcción de un filtro Metz. • Buscar en las publicaciones la descripción de los distintos algoritmos de adaptación de curvas lineales y no lineales; elaborar un breve programa para adaptar la curva de actividad en el tiempo facilitada que represente el lavado de la actividad a base de: i) un estudio dinámico de ventilación pulmonar o, ii) el lavado de un riñón tras la administración de Lasix; describir distintas técnicas de ponderación de los puntos de datos y estimar las incertidumbres de los parámetros adaptados. • Utilizar una macroutilidad con objeto de crear el procedimiento para abrir imágenes/archivos (p.ej., matrices de corrección de inundación, fuente lineal para estimar la resolución espacial), adaptar la visualización de la pantalla, la barra y los controles de color, la ventana de reposición y cambio de tamaño, definir las ROI, calcular parámetros de ROI, crear perfiles y guardar resultados numéricos y perfiles en un archivo recién abierto. Aprender los procedimientos para crear, elaborar, ejecutar y depurar la macro.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>Libros de texto y referencias generales:</p> <p>[1] BEVINGTON, P., ROBINSON, D.K., Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences, McGraw-Hill (2002).</p> <p>[2] BURGER, W., BURGE, M.J., Digital Image Processing: An Algorithmic Introduction using Java, Springer (2008).</p> <p>[3] FISHER, R., DAWSON-HOWE, K., FITZGIBBON, A., ROBERTSON, C., TRUCCO, E., Dictionary of Computer Vision and Image Processing (2005).</p> <p>[4] GONZALEZ, R.C., WOODS, R.E., Digital Image Processing, 3rd edn, Prentice Hall (2007).</p> <p>[5] GONZALEZ, R.C., WOODS, R.E., EDDINS, S.L., Digital Image Processing Using MATLAB, 2nd edn, Gatesmark Publishing (2009).</p> <p>[6] PRINCE, J.L., LINKS, J.M., Medical Imaging Signals and Systems, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ (2006).</p>

Recursos de Internet:

<http://www.mathworks.com/products/matlab/>

MATLAB es un lenguaje de alto nivel y un entorno interactivo que posibilita realizar tareas intensivas de cálculo con mayor rapidez que los lenguajes de programación tradicionales como C, C++, y Fortran.

<http://www.itvis.com/ProductServices/IDL.aspx>

El IDL es la solución para el análisis de datos, la visualización de datos, y el desarrollo de aplicaciones informáticas.

<http://www.wolfram.com/products/mathematica/index.html>.

Mathematica- para cálculo, elaboración de modelos, simulación, visualización, desarrollo, documentación y despliegue.

<http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/> Recursos de aprendizaje sobre procesamiento de imágenes.

http://tnw.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/TNW/Over_de_faculteit/Afdeling_en/Imaging_Science_and_Technology/Research/Research_Groups/Quantitative_Imaging/Education/doc/FIP2_3.pdf.

<http://rsbweb.nih.gov/ij/> ImageJ, procesamiento de imágenes y análisis en Java. Image Processing and Analysis in Java

Módulo 9 – Informática y redes clínicas	
Submódulo 9.5 – Análisis de imágenes en un lenguaje de programación de alto nivel (optativo).	
Objetivo	Lograr competencia en la elaboración de programas informáticos simples para la manipulación de datos numéricos y curvas, el análisis y el procesamiento de imágenes en un lenguaje de alto nivel.
Requisito previo	Submódulos 9.1, 9.2 y 9.4. (Operación de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen, Gestión de la administración del sistema informático, Técnicas de procesamiento de imágenes informáticas).
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de los gráficos de flujo de programación y el pseudocódigo, y la transición de este enfoque conceptual a un desarrollo de programas reales en un lenguaje de alto nivel.</p> <p>Capacidad para elaborar programas simples legibles y eficientes en un lenguaje de alto nivel (procesal), para probar nuevos programas informáticos y documentar debidamente el código.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Familiaridad con un concepto de las herramientas utilizadas normalmente que ayudan a elaborar y documentar la fundamentación del programa: gráficos de flujo y pseudocódigo. • Conocimiento y uso eficiente de un lenguaje de programación elegido: código de escritura, compilación y ejecución, medidas para lograr la legibilidad del código, ejecución de lotes, diseño de funciones y procedimientos, control del programa, componentes del lenguaje, depuración y control de errores, creación de la GUI.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Elegir un lenguaje de programación de alto nivel disponible en el departamento. • Leer la documentación de referencia, y estar particularmente familiarizado con ella, con respecto a: tipos de datos, variables, constantes, operadores: aritméticos, lógicos; comparación, concatenación, etc., subrutina y funciones, declaraciones de control de programas, manejo de errores, conjuntos y colecciones, acceso a elementos de conjuntos, clasificación, secuencias, adopción de decisiones, bucles, entrada y salida básica de los datos, todos relacionados con el lenguaje elegido. • Desarrollar un algoritmo básico y los pasos necesarios de entrada y salida de datos en forma ilustrativa para realizar i) una interpolación spline cúbica de un conjunto determinado de datos 1D o ii) una integración de una función por cuadraturas de Gauss o la regla de Simpson. Aplicar el algoritmo anterior en el lenguaje elegido, elaborar un programa de origen, compilarlo y ejecutarlo. • Ejecutar pruebas y comprobar los resultados con datos de entrada alterados y parámetros que puedan ajustarse.

	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un programa en el lenguaje elegido que haga la lectura en una imagen de medicina nuclear de un archivo (p.ej., datos binarios brutos), haga una transposición de una matriz que represente la imagen, extraiga y muestre una submatriz y almacene las sumas de todas las filas y todas las columnas en conjuntos unidimensionales separados. Con este programa también se deberían hallar los valores de píxeles máximos y mínimos, el número total de recuentos en la imagen y la desviación media y estándar. Considerar la posibilidad de definir y extraer el perfil de una línea de ancho variable de la imagen. Posibilitar la escritura de los datos (estadística de imágenes y datos de perfiles) en un archivo que pueda abrirse y procesarse después mediante un programa de cálculo. (No todas las funciones deben aplicarse y probarse). Comentar y comparar su aplicación reducida con las herramientas típicas de medicina nuclear de los programas comerciales para el análisis de datos de imágenes. • Elaborar un programa que abra una imagen de inundación y haga el cálculo de la uniformidad integral y diferencial común en conformidad con las especificaciones de la NEMA. Tomar en consideración las definiciones del UFOV y el CFOV, el suavizado de 9 puntos y la representación en histograma de una distribución del parámetro de no uniformidad diferencial.
Fuentes de conocimientos	<p>Libros de texto:</p> <p>[1] SHARP, J., Microsoft Visual C# 2008 Step by Step, Microsoft press, Redmond, WA (2008).</p> <p>[2] STROUSTRUP, B., The C++ Programming Language, Addison Wesley (1997).</p> <p>[3] Libros electrónicos gratuitos en C# http://www.onlinecomputerbooks.com/free-csharp-books.php</p> <p>[4] Libros electrónicos gratuitos en C++ http://www.freeprogrammingebooks.net/free_ebook_c++_free_ebooks_c++/index.php.</p> <p>Recursos de Internet: http://www.rff.com/flowchart_shapes.htm conceptos del flujo lógico del proceso http://3d2f.com/programs/30-890-fchart-flow-chart-programming-download.shtml. El lenguaje de programación visual del gráfico de flujo permite ejecutar algoritmos básicos en forma visual.</p>
Módulo 9 – Informática y redes clínicas	
Submódulo 9.6 – Reconstrucción, registro y fusión de imágenes, y elaboración de modelos cinéticos de trazadores	
Objetivo	<p>Conocer y poder aplicar técnicas complejas de procesamiento de imágenes de medicina nuclear, incluso la reconstrucción, el registro y fusión de imágenes, la compensación de diferentes factores físicos que degradan la calidad de la imagen reconstruida, y nociones fundamentales de la elaboración de modelos cinéticos de trazadores.</p>

Requisito previo	Submódulos 6.2, 9.1, 9.4 (Formalismo y aplicación de la dosimetría interna, Operación de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen. Técnicas de procesamiento de imágenes informáticas).
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de los algoritmos aplicados en los programas informáticos que se utilizan de ordinario en el departamento del residente para efectuar la reconstrucción, el registro y la fusión de imágenes y diversos mecanismos de compensación de factores físicos que afectan a la calidad de las imágenes SPECT y PET.</p> <p>Capacidad para:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) realizar la reconstrucción y el registro de imágenes en estudios clínicos y proponer, diseñar y optimizar/evaluar los nuevos enfoques de reconstrucción y mecanismos de compensación de diferentes factores de degradación de imágenes; b) aplicar modelos para el análisis de la cinética de trazadores.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los conceptos básicos, términos y definiciones relacionados con las reconstrucciones <i>analíticas e iterativas</i>: transformada de Radon, teorema del corte central, principio de frecuencia-distancia, rederivación de Fourier, reconstrucción de máxima probabilidad-maximización de expectativas (ML-EM), OSEM y otros diagramas de aceleración en reconstrucciones estadísticas iterativas, regularización, etc. • Conocimiento de las diferencias, ventajas e inconvenientes de las técnicas de reconstrucción analíticas e iterativas (estadísticas/algebraicas). • Conocimiento de diversos diagramas de corrección de resolución según la dispersión, la atenuación y la profundidad aplicables a las técnicas de reconstrucción analíticas e iterativas, su repercusión en la calidad de la imagen reconstruida y su importancia y limitaciones en las mediciones del volumen cuantitativo y la actividad. • Conocimiento de la aplicación práctica de programas informáticos para la fusión de imágenes anatómicas y funcionales: algoritmos informáticos para el registro de imágenes (basados en características y volumen), validación de la exactitud de las imágenes registradas (marcadores externos, marcos estereotáticos, registro de imágenes SPECT basado en el volumen con respecto al registro de las imágenes CT, desajuste deliberado y reajuste), técnicas de visualización y aplicaciones clínicas. • Familiaridad con una mezcla típica de técnicas de visualización de fusión-mezcla de colores o alfa, examen conjunto de las imágenes originales con cursores sincronizados, visualización de píxeles entrelazados, visualización de datos 3D fusionados, obtención de volumen y superficie, imágenes de volumen 3D y planos 2D ortogonales u oblicuos superpuestos para indicar la información funcional. • Conocimiento de modelos compartimentales simples y múltiples, adaptación de modelos cinéticos, gráficos de Patlak y Logan.

	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento del concepto de los valores del SUV y de los factores que influyen en esos valores (efecto de volumen parcial, nivel de glucosa, elección de la ROI, etc.).
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leer documentos y otras fuentes de documentación en que se describen estos algoritmos en detalle, y estar razonablemente familiarizados con ellos. • Redactar un informe en que se describan los algoritmos (p.ej., retroproyección filtrada (FBP), máxima probabilidad-maximización de expectativas (ML-EM, OSEM), incluso suficiente detalle para demostrar una comprensión clara de los algoritmos, los supuestos subyacentes y sus ventajas y deficiencias en comparación con otros algoritmos disponibles. • Estudiar el algoritmo de FBP (p.ej., su aplicación en la biblioteca DONNER) y, a base del código informático FORTRAN, traducir y probar el código en el entorno/lenguaje de alto nivel elegido. • Estudiar las propiedades y parámetros de la función incluida de radon/iradon para la transformada de Radon en MATLAB y probar su comportamiento con el maniquí Shep-Logan suministrado: estudiar la influencia del número de proyecciones, el tamaño de matriz, el núcleo del filtro, los diagramas de interpolación y la adición de ruido en la calidad de las imágenes reconstruidas; elaborar el modelo del maniquí 2D propio del residente con la imagen del maniquí de cabeza disponible y probar la función radon/iradon. • Utilizando la documentación, elaborar algorítmicamente el diagrama de atenuación de Chang o el diagrama de corrección de atenuación de Sorenson y analizar cómo puede aplicarse en el programa de reconstrucción de FBP elaborado anteriormente en el entorno IDL, Matlab o Mathematica. • Estudiar los diagramas de corrección de dispersión SPECT aplicados con más frecuencia; elegir un diagrama (p.ej., ventana de energía triple, ventana de energía doble); investigar distintas posibilidades de adquisición con los sistemas de cámaras disponibles y tratar de diseñar un programa en IDL, Matlab o Mathematica que reconstruya analíticamente los datos de dispersión corregidos. Señalar distintos enfoques aplicados en los diagramas de corrección de dispersión empleados en las técnicas de reconstrucción analíticas y estadísticas. • En el entorno de programación elegido, considerar la posibilidad de elaborar y probar un programa que realice la mezcla alfa de una imagen de fondo con una imagen en primer plano. • Estudiar la elaboración de modelos de trazadores y cálculos del flujo de sangre miocárdica y/o cerebral en estudios PET para trazadores diferentes, como O-15, Rb-82, NH3-N-13.

<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>Libros de texto y referencias generales:</p> <p>[1] BARRET, H.H., SWINDELL, W.E., Radiological imaging, Wiley, Nueva York (1980).</p> <p>[2] BRACEWELL, R.N., Two-dimensional imaging, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ (1995).</p> <p>[3] DEANS, S.R., The radon transform and some of its applications, Wiley, Nueva York (1983).</p> <p>[4] HERMAN, G.T., Image reconstruction from projections: the fundamentals of computerized tomography, Academic Press, Nueva York (1980).</p> <p>[5] KAK, A.C., SLANEY, M., Principles of computerized tomographic imaging, IEEE Press, Nueva York (1988).</p> <p>[6] NATTERER, N., The mathematics of computerized tomography, Wiley, Nueva York (1986).</p> <p>Documentos e informes:</p> <p>[1] BENTOURKIA, M., ZAIDI, H., Tracer kinetic modelling in PET, PET Clinics 2 2 (2007) 267-277.</p> <p>[2] BROOKS, R.A., DI CHIRO, G., Principles of computer assisted tomography (CAT) in radiographic and radioisotopic imaging, Phys Med Biol 21 5 (1976) 689-732.</p> <p>[3] BRUYANT, P.P., Analytic and iterative reconstruction algorithms in SPECT, J Nucl Med 43 10 (2002) 1343-58.</p> <p>[4] FAHEY, F.H., Data acquisition in PET imaging, J Nucl Med Technol 30 2 (2002) 39-49.</p> <p>[5] HUDSON, H.M., LARKIN, R.S., Accelerated image reconstruction using ordered subsets of projection data, IEEE Trans Med Imaging 13 4 (1994) 601-9.</p> <p>[6] KING, M.A., SCHWINGER, R.B., DOHERTY, P.W., PENNEY, B.C., Two-dimensional filtering of SPECT images using the Metz and Wiener filters, J Nucl Med 25 11 (1984) 1234-40.</p> <p>[7] LANGE, K., CARSON, R., EM reconstruction algorithms for emission and transmission tomography, J Comput Assist Tomogr 8 2 (1984) 306-16.</p> <p>[8] LARSSON, S.A., Gamma camera emission tomography. Development and properties of a multi-sectional emission computed tomography system, Acta Radiol Suppl 363 (1980) 1-75.</p> <p>[9] O'CONNOR, M.K., y otros. A multicenter evaluation of commercial attenuation compensation techniques in cardiac SPECT using phantom models, J. Nucl. Cardiol. 9 (2002) 361-376.</p> <p>[10] RAHMIM, A., ZAIDI, H., PET versus SPECT: strengths, limitations and challenges, Nucl Med Commun 29 3 (2008) 193-207.</p> <p>[11] READER, A.J., ZAIDI, H., Advances in PET image reconstruction, PET Clinics 2 2 (2007) 173-90.</p> <p>[12] TOWNSEND, D.W., CARNEY, J.P., YAP, J.T., HALL, N.C., PET/CT today and tomorrow, J Nucl Med 45 Suppl 1 (2004) 4S-14S.</p> <p>[13] TURKINGTON, T.G., Introduction to PET Instrumentation, J Nucl Med Technol 29 (2001) 1-8.</p>
--	--

[14] VANDENBERGHEA, S., y otros. Iterative reconstruction algorithms in nuclear medicine, Computerized Medical Imaging and Graphics **25** (2001) 105-111.

[15] ZENG, G.L., Image reconstruction-a tutorial, Comput Med Imaging Graph **25** 2 (2001) 97-103.

Corrección de atenuación y dispersión:

[1] BEEKMAN, F.J., DE JONG, H.W.A.M., VAN GELOVEN, S., Efficient fully 3D iterative. SPECT reconstruction with Monte Carlo based scatter compensation, IEEE Trans. Med. Im. **21** (2002) 867-877.

[2] BEEKMAN, F.J., KAMPHUIS, C., FREY, E.C., Scatter compensation methods in 3D iterative SPECT reconstruction: a simulation study, Phys Med Biol **42** 8 (1997) 1619-32.

[3] BUVAT, I., RODRIGUEZ-VILLAFUERTE, M., TODD-POKROPEK, A., BENALI, H., DI PAOLA, R., Comparative assessment of nine scatter correction methods based on spectral analysis using Monte Carlo simulations, J Nucl Med **36** 8 (1995) 1476-88.

[4] EL FAKHRI, G., BUVAT, I., BENALI, H., TODD-POKROPEK, A., DI PAOLA, R., Relative impact of scatter, collimator response, attenuation, and finite spatial resolution corrections in cardiac SPECT, J Nucl Med **41** 8 (2000) 1400-8.

[5] FLOYD, C.E., JR., JASZCZAK, R.J., GREER, K.L., COLEMAN, R.E., Deconvolution of Compton scatter in SPECT, J Nucl Med **26** 4 (1985) 403-8.

Programas informáticos:

<http://www.eecs.umich.edu/~fessler/code/index.html>.

Caja de herramientas de reconstrucción en que se recogen algoritmos de fuente abierta para la reconstrucción de imágenes en lenguaje Matlab. Algoritmos iterativos y no iterativos para imágenes tomográficas (PET, SPECT, CT de rayos X). Herramientas de recuperación de imágenes iterativas.

<http://homepage.ntlworld.com/jfarrell/javactapp/index.html>.

Conocimiento intuitivo de la reconstrucción de imágenes. Características: los objetos de maniqués generan datos de proyección que pueden retroproyectarse; selección de filtros, ángulos de visión, grupos de datos por clases, campo de visión de reconstrucción, retroproyección animada; re proyectar imágenes de 8 o 16 bits; guardar y cargar datos de proyecciones; controles de ventanas de imágenes; mostrar datos de proyección y sinogramas.

<http://www.mathworks.com/products/matlab/>.

MATLAB es un lenguaje de alto nivel y entorno interactivo que hace posible realizar tareas intensivas desde el punto de vista informático con mayor rapidez que los lenguajes de programación tradicionales, como C, C++, y Fortran.

<http://www.itvis.com/ProductServices/IDL.aspx>.

El IDL es la solución para el análisis de datos, la visualización de datos y el desarrollo de aplicaciones de programas informáticos.

<http://www.wolfram.com/products/mathematica/index.html>.

	<p>Mathematica - Para cálculo, elaboración de modelos, simulación, visualización, desarrollo, documentación y despliegue. ftp://cfi.lbl.gov/pub/reclbl/. reconstrucción de imágenes de proyecciones ftp://cfi.lbl.gov/pub/rfit_4.4/.RFIT. Programa para adaptación Compartmental Models to Region-of-Interest Dynamic Emission Tomography Data Coxson PG, Salmeron EM, Huesman RH, Mazoyer BM. Simulation of compartmental models for kinetic data from a positron emission tomograph. <i>Comput Methods Progr Biomed.</i> 1992; 37:205-214. COMKAT Muzic Jr RF, Cornelius S. COMKAT: Compartment model kinetic analysis tool. <i>J Nucl Med.</i> 2001; 42:636-645. SPAMALIZE http://psyphz.psych.wisc.edu/~oakes/spam/help_BrainMaker.pdf. Munich Heart Cardiac Analysis Package http://www.munichheart.de. PMOD: Programa informático Java para la cuantificación de imágenes y la elaboración de modelos cinéticos http://www.pmd.com. Receptor Parametric Mapping (RPM) http://www.irsl.org/resources/rpm.shtml.</p>
	Módulo 9 – Informática y redes clínicas
	Submódulo 9.7 – Formatos normalizados de archivos de imágenes utilizados en medicina nuclear
Objetivo	Poder utilizar y manipular habitualmente los datos de imágenes clínicas en una diversidad de formatos de imagen y demostrar conocimiento de las ventajas e inconvenientes relativos de los distintos formatos de imagen para aplicaciones específicas.
Requisito previo	Submódulos 9.1, 9.2 (Operación de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen, Gestión de la administración del sistema informático).
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de la estructura y las propiedades de los formatos de archivos de imágenes normalmente utilizados en la medicina nuclear.</p> <p>Capacidad para leer, mostrar y manipular datos de imágenes médicas facilitados en formatos de uso ordinario (Interfile 3.3, DICOM 3.0).</p>
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Conocimiento de la importancia de las opciones de formatos de almacenamiento para tipos de datos integer, float, textuales y otros. 2) Estructura y características de los formatos de archivos de imágenes utilizados regularmente en la medicina nuclear. 3) Definición y características de algunos formatos de archivos de imágenes estándar en mapas de bits, sus ventajas y deficiencias.

	4) Conocimiento de las técnicas de compresión de imágenes digitales utilizadas con más frecuencia. JPEG, compresión de imagen fractal, compresión mediante ondículas.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia recomendada para esta competencia y estar razonablemente familiarizado con ella. • Estudiar exhaustivamente las principales características de un formato DICOM e Interfile 3.3; estudiar los módulos/programas disponibles para la conversión del formato de una imagen en otro (IDL, MATLAB, Mathematica) • Redactar un informe en que se demuestre conocimiento de formatos de archivos corrientes e incluir una descripción detallada de los formatos más comunes utilizados en la imagenología médica; contrastar sus características principales, ventajas e inconvenientes.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] CLUNIE, D.A., DICOM Structured Reporting, Pixel Med Publishing, Bangor, PA (2001), http://www.pixelmed.com/.</p> <p>[2] OOSTERWIJK, H., GIHRING, P.T., DICOM Basics. OTech, Inc. (2002). http://www.otechimg.com/books.cfm?menu=pubs.</p> <p>[3] PIANYKH, O.S., Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) - A Practical Introduction and Survival Guide, Springer (2008). http://www.springer.com/medicine/radiology/book/978-3-642-10849-5. http://medical.nema.org/. http://www.med.harvard.edu/JPNM/DisplayFreeware/.</p> <p>Visores DICOM, servidores/clientes, recursos e imágenes.</p> <p>Documentos:</p> <p>[1] PECK, D., Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): A Practical Introduction and Survival Guide, J Nucl Med 50 1384 (2009).</p> <p>[2] TODD-POKROPEK, A., CRADDUCK, T.D., DECONINCK, F., A file format for the exchange of nuclear medicine image data: a specification of Interfile version 3.3, Nucl Med Commun 13 9 (1992) 673-99.</p>
	Módulo 9 – Informática y redes clínicas
	Submódulo 9.8 – Redes informáticas, PACS, RIS y HIS
Objetivo	Familiarizarse con el concepto básico del sistema PACS, sus componentes, arquitectura y ejecución en un entorno de medicina nuclear y conocer los elementos fundamentales de un sistema de información radiológica (RIS) y un sistema integrado de información hospitalaria (HIS) para almacenar, manipular y distribuir datos e imágenes de pacientes.

Requisito previo	Submódulos 9.1, 9.2, 9.3 (Operación de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen, Gestión de la administración del sistema informático, Solución de problemas del sistema informático de primera línea)
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de la tecnología PACS y los procedimientos de pruebas de aceptación, así como de los elementos fundamentales de los sistemas RIS y el HIS.</p> <p>Capacidad para:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) participar en el mantenimiento de equipos y programas informáticos que comprenden una red informática, incluso uso, configuración y supervisión del equipo activo de la red; b) contribuir a la toma de decisiones competentes en relación con la selección del PACS que responda mejor a las necesidades del departamento de medicina nuclear sobre la base de sus características y elementos clave; c) capacidad para utilizar eficazmente las estaciones de trabajo de medicina nuclear, los servidores y el PACS enlazado al RIS o HIS local y los enlazados a un sistema PACS externo. <p><i>(Las condiciones locales y el esquema organizativo de la entidad determinarán la profundidad de conocimientos que ha de adquirir el residente con este submódulo. Algunas instituciones de capacitación pueden tener varios profesionales diferentes que se ocupen de la creación de redes y la administración de la base de datos del sistema mientras que, en otras, estas tareas se comparten o ejecutan casi exclusivamente por un físico médico).</i></p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los conceptos esenciales de la red: capas, modelos y arquitecturas, tipos y tamaños de redes, cuestiones y conceptos de rendimiento, normas de la red. • Componentes de equipo esenciales de la red: medios físicos de conectividad-cableado, concentradores, interruptores, puentes, enrutadores, pasarelas, repetidores, protección con cortafuegos. • Aprendizaje de las características de las redes: uso compartido de archivos e impresoras, servicios de aplicación, acceso a distancia, correo electrónico, seguridad de redes. • Conocimiento del modelo de redes OSI de siete capas y cómo viajan los datos a través de las capas. • Conocimiento de los protocolos de comunicación en red: paquetes TCP, UDP, TCP/IP, IP y direcciones IP, subdivisión de redes, máscaras de subredes. • Otras aplicaciones en red habituales de capas de aplicación a nivel de los usuarios: DHCP, DNS, HTTP, Mail, FTP, Telnet, SMTP, NFS etc. • Conocimiento de seguridad de la red: seguridad de las cuentas, permisos, amenazas externas, virus y programas informáticos malintencionados. • Utilización de redes clínicas para prestar apoyo con miras a la entrega rápida y eficiente del informe clínico al médico referente y a otros usuarios autorizados que participan en la atención de los pacientes,

	<p>teniendo en cuenta la confidencialidad de los datos del paciente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buen conocimiento de la infraestructura PACS importante para la conectividad, fiabilidad y seguridad. • Conocimiento de los componentes físicos esenciales de la cadena PACS en el departamento de medicina nuclear como los sistemas/cámaras de adquisición, la red, las computadoras intermedias, los servidores de bases de datos y archivos. • Suficiente conocimiento para adaptar el sistema de archivo a las necesidades y especificaciones de un servicio determinado de medicina nuclear (volumen procesal, datos por tipo de estudio, capacidad, rendimiento y costo). • Pruebas de aceptación del PACS: operación, instalación y configuración de la red, funcionalidad bajo carga, calidad de la imagen y tolerancia a fallos. • Familiaridad básica con los requisitos para la distribución de imágenes de diagnóstico a través de la empresa de salud: sustitución de películas, rendimiento de la sincronización, escalabilidad y eficacia en función de los costos, calidad de la imagen, integración del historial médico electrónico y seguridad. • Conocimiento de los elementos del RIS como: i) control de acceso de usuarios; ii) consentimiento del paciente; iii) demografía de los pacientes, actualización y relación con el HIS; iv) reservación y programación, v) listas y carpetas de trabajo; vi) presentación de informes; vii) integración del RIS, integración entre el RIS y las modalidades de medicina nuclear, el RIS y el PACS; el RIS y las estaciones de trabajo. • Conocimiento de los requisitos funcionales que el RIS/HIS deben poseer para garantizar la funcionalidad y conectividad a las modalidades de medicina nuclear.
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicar la documentación de referencia apropiada y leer la documentación para poder señalar brevemente por escrito los elementos básicos de cada uno de los componentes del equipo informático y los protocolos enumerados anteriormente para esta competencia. Leer también sobre la gestión de las redes y su seguridad. • Redactar un informe sobre las formas en que la red de un departamento específico de medicina nuclear utiliza estos componentes de equipos informáticos y protocolos, y explicar la gestión de la red y las cuestiones/vulnerabilidades de seguridad de la red. • Basándose en la documentación estudiada y la asistencia prestada por los especialistas de IT locales y los físicos médicos, determinar la estructura actual de la red, efectuar una evaluación de las futuras necesidades de la red suponiendo un posible crecimiento del servicio (p.ej., un nuevo sistema SPECT-CT o 1 a 2 cámaras gamma dedicadas) y describirlo en un informe. • Estudiar el sistema PACS en el departamento de medicina nuclear y preparar una documentación técnica en que se expliquen sus principales componentes y elementos.

	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre la base de la documentación disponible, concebir una breve orientación que pueda servir de documento de referencia para realizar pruebas de aceptación del PACS – reconocer requisitos específicos y asignar funciones a distintos profesionales. • Familiarizarse con el PACS disponible en el departamento de medicina nuclear, preparar una breve descripción sobre la conexión entre el RIS y el PACS y especificar el tipo de modalidad de integración RIS-HIS. <ul style="list-style-type: none"> • Estudiar en un breve informe qué sistemas de información y bases de datos complementarios están enlazados al RIS/HIS y qué datos importantes se transfieren hacia o desde este.
Fuentes de conocimientos	<p>Libros de texto y referencias generales:</p> <p>[1] PERLMAN, R., Interconnections: Bridges, Routers, Switches, and Internetworking Protocols, 2nd edn, Professional Computing, Addison-Wesley (1999).</p> <p>[2] HUANG, H.K., PACS: Basic Principles and Applications, Wiley-Liss (1998).</p> <p>[3] COLEGIO REAL DE RADIÓLOGOS, Radiology Information Systems (2008). http://www.rcr.ac.uk/docs/radiology/pdf/IT_guidance_RISApr08.pdf.</p> <p>Documentos y resúmenes:</p> <p>[1] HORII, S.C., BIDGOOD, W.D., JR., PACS mini refresher course. Network and ACR-NEMA protocols, Radiographics 12 3 (1992) 537-48.</p> <p>[2] STEWART, B.K., PACS mini refresher course. Local area network topologies, media, and routing, Radiographics 12 3 (1992) 549-66.</p> <p>[3] BADANO, A., AAPM/RSNA tutorial on equipment selection: PACS equipment overview: display systems, Radiographics 24 3 (2004) 879-89.</p> <p>[4] BROWN, P.H., KRISHNAMURTHY, G.T., Design and operation of a nuclear medicine picture archiving and communication system, Semin Nucl Med 20 3 (1990) 205-24.</p> <p>[5] CHOPLIN, R.H., BOEHME, J.M., 2ND, MAYNARD, C.D., Picture archiving and communication systems: an overview, Radiographics 12 1 (1992) 127-9.</p> <p>[6] MILLER, T.R., JOST, R.G., SAMPATHKUMARAN, K.S., BLAINE, G.J., Hospital-wide distribution of nuclear medicine studies through a broadband digital network, Semin Nucl Med 20 3 (1990) 270-5.</p> <p>[7] ROSSET, A., RATIB, O., GEISSBUHLER, A., VALLEE, J.P., Integration of a multimedia teaching and reference database in a PACS environment, Radiographics 22 6 (2002) 1567-77.</p> <p>[8] SAMEI, E., y otros. AAPM/RSNA tutorial on equipment selection: PACS equipment overview: general guidelines for purchasing and acceptance testing of PACS equipment, Radiographics 24 1 (2004) 313-34.</p> <p>Libros en la Web: http://www.tcpipguide.com/free/t_toc.htm. The TCP/IP Guide</p>

	http://learnat.sait.ab.ca/ict/txt_information/Intro2dcRev2/index.html Introduction to Data Communications
	Módulo 9- Informática y redes clínicas
	Submódulo 9.9 – Validación de programas informáticos: simulaciones por computadora, maniqués y datos clínicos
Objetivo	Familiarizarse con los principios subyacentes de las simulaciones de MC, el uso de paquetes de simulación Monte Carlo genéricos y específicos de medicina nuclear para producir datos de imágenes simulados, y comprender la importancia de su comparación con las mediciones de maniqués físicos y su valor para mejorar los estudios de imagenología clínica.
Requisito previo	Submódulos 9.1, 9.2, 9.4 (Operación de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen, Gestión de la administración del sistema informático, Técnicas de procesamiento de imágenes informáticas)
Competencias abarcadas	Conocimiento de los componentes de un método de simulación Monte Carlo: maniqués generados por computadora, modelos del proceso de imagenología, métodos de cálculo rápidos, y uso de maniqués físicos y métodos de validación clínica. Capacidad para: <ul style="list-style-type: none"> a) realizar simulaciones Monte Carlo con uno de los programas de simulación asociados a la medicina nuclear e interpretar correctamente los resultados; b) ayudar a concebir un estudio clínico de validación destinado a mejorar considerablemente la calidad de la imagen, la exactitud cuantitativa y la confianza del lector de la imagen.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los conceptos relacionados con las simulaciones Monte Carlo: generadores de números aleatorios, muestreo, distribuciones de probabilidades, historiales de fotones, elaboración de modelos del objeto (formas analíticas y geometrías vocalizadas) que contiene el radionucleido, colimadores, detección de fotones en el cristal, agrupación, formación de la proyección, técnicas de reducción de la varianza. • Métodos de validación-comparación de un simulador con las mediciones del maniquí físico. • Conocimiento de la diversidad de maniqués matemáticos disponibles, su complejidad, limitaciones, ventajas e inconvenientes: Zubal, Cristy/Eckerman, Hoffman, VIP-Man, MCAT, NCAT y capacidad para utilizar maniqués con el fin de evaluar la calidad de la imagen para algoritmos de reconstrucción SPECT y pruebas de diagramas de compensación de factores físicos. • Familiaridad con maniqués físicos corrientes utilizados para la validación de programas informáticos y algoritmos: maniquí del

	<p>cerebro en 3D de Hoffman, maniquí no uniforme del tórax, maniqués dinámicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valor de las simulaciones por computadora y las mediciones de maniqués físicos para mejorar la calidad de la imagen en la medicina nuclear. • Conocimiento de la comprobación de la fusión de imágenes con maniqués y programas informáticos. La aplicación se emplea para fusionar los datos SPECT y CT en sistemas SPECT/CT y también los datos PET y CT para sistemas PET/CT, aunque también puede utilizarse para fusionar datos SPECT o PET con la MRI. Además, la aplicación de la fusión puede utilizarse para adaptar correctamente los estudios más antiguos a los estudios actuales.
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia esencial, y estar familiarizado con ella. • Utilizar un programa de simulación MC ya instalado o instalar y establecer uno de los programas MC de libre acceso (p.ej., Simind, SimSET). • Estudiar una de las publicaciones suministradas en la lista de referencias y preparar un breve informe en que se describan las técnicas empleadas para la validación del simulador; evaluar la exhaustividad de la validación y la serie de parámetros medidos. • Someter a prueba el programa seleccionado con tutorías para crear imágenes simples de fuentes puntuales de Tc-99m en un maniquí de agua; estudiar los espectros de energía obtenidos con diversos diámetros del maniquí, ventanas de energía modificadas y distintos niveles de complejidad que entraña una simulación. • Someter a prueba el programa seleccionado para crear proyecciones SPECT simuladas de maniqués disponibles. Comprobar la corrección de dispersión y atenuación simple con conjuntos simulados; importar datos de proyección en una estación de trabajo clínica para utilizar las rutinas de reconstrucción y procesamiento de imágenes disponibles. Describir los resultados. • Buscar en la documentación y encontrar un documento científico en que se describa, por ejemplo, un algoritmo de reconstrucción novedoso o un diagrama de aceleración de reconstrucción, un diagrama de corrección de factores físicos, o un método de imagenología de emisión/transmisión simultánea; describir las simulaciones por computadora y las mediciones de maniqués físicos, los parámetros e índices utilizados para la validación y evaluación de la exactitud y los criterios metrológicos generales de calidad (p.ej., perfiles, contraste, error cuadrático medio (MSE), MSE normalizado (NMSE), NSD, etc.). • Hallar una publicación en que se utilizó el análisis ROC para efectuar un análisis o una comparación de elementos, p.ej., de imágenes SPECT clínicas con diferentes propiedades derivadas de diagramas de corrección de factores físicos alterados, un método de filtrado diferente o una técnica de aceleración de reconstrucción. Analizarla y redactar un informe breve que demuestre que se poseen

	<p>conocimientos de la metodología ROC con un examen sobre las limitaciones y los resultados.</p>
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] BUVAT, I., CASTIGLIONI, I., Monte Carlo simulations in SPECT and PET, Q J Nucl Med 46 1 (2002) 48-61.</p> <p>[2] LJUNGBERG, M., STRAND, S.E., KING, M.A., Monte-Carlo calculations in nuclear medicine, IOP Publishing, Bristol, Filadelfia (1998).</p> <p>[3] ZAIDI, H., Relevance of accurate Monte Carlo modelling in nuclear medical imaging, Med Phys 26 4 (1999) 574-608.</p> <p>Códigos específicos de medicina nuclear: http://depts.washington.edu/simset/html/simset_main.html. SIMSET University of Washington, División de Medicina Nuclear, SimSET, página principal: http://www.radfys.lu.se/simind/. SIMIND. Radiofísica médica, Departamento de Ciencias Clínicas, Lund, Lund University, SE-221 85 Lund, SUECIA. http://opengatecollaboration.healthgrid.org/. GATE</p> <p>Paquetes de códigos de propósitos generales/simulación: http://www.irs.inms.nrc.ca/EGSnrc/EGSnrc.html. Sitio de distribución EGSnrc, Consejo Nacional de Investigación del Canadá. http://mcnp-green.lal.gov/. MCNP – A General Monte Carlo N-Particle Transport Code. http://geant4.web.cern.ch/geant4/. Geant4 es un conjunto de herramientas para la simulación del paso de las partículas a través del material.</p> <p>Publicaciones-maniqués: 1) IG Zubal, CR Harrell, EO Smith, Z Rattner, G Gindi and PB Hoffer, Computerized 3-Dimensional Segmented Human Anatomy Med. Phys. 21(2): 299-302, 1994. 2) http://dmip1.rad.jhmi.edu/xcat/. Medical Imaging Simulation Techniques and Computer Phantoms.</p> <p>Publicaciones-validación: 1) De Vries DJ, Moore SC, Zimmerman RE, Mueller SP, Friedland B, Lanza RC. Development and validation of a Monte Carlo Simulation of photon transport in an Anger camera. IEEE Trans Med Imaging 1990;9:430-8. 2) Narita Y, Eberl S, Iida H, Hutton B, Braun M, Nakamura T y otros. Monte Carlo and experimental evaluation of accuracy and noise properties of two scatter correction methods for SPECT. Phys Med Biol 1996;41:2481-96. 3) Yanch JC, Dobrzeniecki AB. Monte Carlo simulation in SPECT: complete 3D modelling of source, collimator and tomographic data acquisition. IEEE Trans Nucl Sci 1993;40:198-203. 4) Moore SC, El Fakhri G. Realistic Monte Carlo simulation of Ga- 67 SPECT imaging. IEEE Trans Nucl Sci 2001;48:720-4.</p> <p>Análisis ROC: 1) Metz CE Basic principles of ROC analysis. Seminars in Nuclear Medicine, 8, 283-298, 1978. 2) http://www-radiology.uchicago.edu/krl/rocstudy.htm. ROC Analysis in Medical Imaging.</p>

MÓDULO 10 – APLICACIONES CLÍNICAS	
Objetivos	Desarrollar el conocimiento de los procedimientos clínicos habituales en la medicina nuclear y familiarizarse con ellos.
Tiempo previsto de dedicación	10 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	10.1 Protocolos para procedimientos clínicos habituales. 10.2 Artefactos comunes en imágenes clínicas. 10.3 Análisis de estudios clínicos comunes y fuentes de error. 10.4 Principios y base fisiológica para estudios clínicos comunes. 10.5 Elaboración de protocolos clínicos para la estimación de la dosimetría de pacientes. 10.6 Optimización. 10.7 Base fisiológica de la imagenología PET.
Referencias básicas	[1] BERNIER, D.R., CHRISTIAN, P., LANGAN, J.K. (Eds), Nuclear Medicine, Technology and Techniques, Mosby (2003). [2] EARLY, P.J., SODEE, D.B., Principles and Practice of Nuclear Medicine, 2 nd edn, Mosby (1994). [3] ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds), Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, 3 rd edn, Vol. Section 8, chapter 131, Churchill Livingstone (2004). [4] HENKIN, R.E., y otros. (Eds), Nuclear Medicine, Mosby-Elsevier, Filadelfia, PA (2006). [5] SANDLER, M.P., COLEMAN, R.E., Diagnostic Nuclear Medicine, 4 th edn, Lippincott Williams and Wilkins, Filadelfia (2003).
Módulo 10: Aplicaciones clínicas	
Submódulo 10.1: Protocolos para procedimientos clínicos habituales	
Objetivo	Ser capaz de comprender y justificar los factores técnicos de los procedimientos clínicos utilizados en el departamento de medicina nuclear.
Requisito previo	Familiaridad con los principios de funcionamiento y uso de la cámara gamma y los sistemas SPECT en el departamento del cursillista.
Competencias abarcadas	Familiaridad con el efecto de los factores técnicos y el protocolo de adquisición en el resultado final de un procedimiento clínico.

Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Factores técnicos que influyen en la adquisición, el procesamiento y la visualización de la información clínica requerida. • Modos de optimizar los parámetros de adquisición para maximizar la información clínica. • Modos de optimizar los parámetros de procesamiento para maximizar la información clínica. • Capacidad para diseñar y aplicar un nuevo procedimiento clínico basado en las técnicas publicadas.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia esencial recomendada para esta competencia y estar razonablemente familiarizado con ella (el residente puede ser examinado oralmente sobre los aspectos de esta cuestión en una etapa posterior). • Definir los factores técnicos que influyen en la adquisición, el procesamiento y la visualización de la información clínica requerida. • Optimizar los parámetros de adquisición para maximizar la información clínica. • Optimizar los parámetros de procesamiento para maximizar la información clínica. • Diseñar y aplicar un nuevo procedimiento clínico basado en las técnicas publicadas. • Realizar las siguientes tareas: <ul style="list-style-type: none"> 1) Elegir cinco estudios diferentes de: SPECT óseo, pulmonar, cerebral, de ventriculografía isotópica, de flujo de sangre renal y función, de infección/tumor, y de gastroenterología, endocrinología y terapia posterior. Los cinco estudios deben incluir imágenes de cuerpo entero, dinámicas y SPECT, y se deben utilizar al menos tres radionucleidos diferentes. Para cada estudio, describir el protocolo clínico del departamento y comparar este protocolo con el protocolo correspondiente recomendado por la Sociedad de Medicina Nuclear. En el informe, incluir detalles y la justificación de: <ul style="list-style-type: none"> ○ indicaciones clínicas; ○ preparación del paciente; ○ elección de radiofármacos; ○ (internamente) preparación y CC de radiofármacos; ○ actividad administrada y método de administración; ○ tipo de cámara (de uno o dos cabezales, tamaño de FoV; ángulo entre cabezales) y colimadores; ○ ventanas de energía; ○ imágenes que se han de adquirir (estática, de cuerpo entero, dinámica, SPECT, sincronizada); ○ colocación del paciente; ○ sincronización de las imágenes (cuánto tiempo después de la administración, parámetros de fases si se trata de imágenes dinámicas); ○ parámetros de adquisición (tamaño de matriz, duración o recuentos en la imagen, etc.);

	<ul style="list-style-type: none"> ○ para SPECT, número de imágenes, tiempo por imagen, apunte y disparo o disparo continuo; ○ procesamiento de imágenes requerido para la visualización final. <p>2) En asociación con el supervisor, seleccionar un estudio que no se realice actualmente en el departamento y, utilizando los recursos que se indican más adelante o artículos científicos recientes, diseñar un protocolo clínico para utilizarlo en el departamento. El nuevo protocolo debe incluir la lista anterior de factores técnicos.</p>
Fuentes de conocimientos	<p>Esenciales</p> <p>[1] ASOCIACIÓN EUROPEA DE MEDICINA NUCLEAR. Procedure Guidelines, http://www.eanm.org/publications/guidelines/index.php?navId=3.</p> <p>[2] SOCIEDAD DE MEDICINA NUCLEAR, Procedure Guidelines, http://interactive.snm.org/index.cfm?PageID=772.</p> <p>[3] Manual de procedimientos local del departamento.</p> <p>Referencia</p> <p>[1] BERNIER, D.R., CHRISTIAN, P., LANGAN, J.K. (Eds), Nuclear Medicine, Technology and Techniques, Mosby (2003).</p> <p>[2] DISTANT ASSISTED TRAINING PROGRAMME, Distance assisted training for nuclear medicine technologists. Module 1 Unit 3A, http://www.datnmt.org.</p> <p>[3] EARLY, P.J., SODEE, D.B., Principles and Practice of Nuclear Medicine, 2nd edn, Mosby (1994).</p> <p>[4] ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds), Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, 3rd edn, Vol. Section 8, chapter 131, Churchill Livingstone (2004).</p> <p>[5] HENKIN, R.E., y otros. (Eds), Nuclear Medicine, Mosby-Elsevier, Filadelfia, PA (2006).</p> <p>[6] SANDLER, M.P., COLEMAN, R.E., Diagnostic Nuclear Medicine, 4th edn, Lippincott Williams and Wilkins, Filadelfia (2003).</p> <p>[6] Manual de procedimientos local del departamento.</p>
Módulo 10: Aplicaciones clínicas	
Submódulo 10.2: Artefactos comunes en imágenes clínicas	
Objetivo	Poder definir correctamente artefactos comunes en imágenes de medicina nuclear y recomendar medidas preventivas y correctivas apropiadas.
Requisitos previos	Familiaridad con los principios de funcionamiento y uso de los sistemas de cámaras gamma y SPECT en el departamento del residente.
Competencias abarcadas	Familiaridad con artefactos comunes de imágenes, sus causas y cómo tratarlos. Capacidad para definir artefactos en imágenes de medicina nuclear, determinar sus causas probables y adoptar medidas correctivas.
Conocimientos básicos	Artefactos comunes de imágenes, sus causas, y medidas correctivas.

<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia recomendada para este submódulo y estar razonablemente familiarizado con ella. • Definir artefactos en imágenes de medicina nuclear. • Determinar probables causas de estos artefactos. • Adoptar medidas correctivas para corregir el problema que origina el artefacto. • Optimizar los procedimientos de adquisición de datos para prevenir que ocurran los artefactos. • Realizar las siguientes tareas: <ol style="list-style-type: none"> 1) Influencia del movimiento del paciente en los estudios SPECT. Utilizar un conjunto de datos de adquisición (proyección) de un paciente del que se conoce que no haya habido movimiento alguno (utilizar el sinograma y el SPECT cine para confirmarlo). Mover manualmente ciertas imágenes en el conjunto de datos y reconstruir los datos. Utilizar herramientas de programas informáticos disponibles, así como una comparación visual, para definir artefactos en las imágenes reconstruidas. Experimentar por separado con el movimiento en los planos x e y. Se sugiere que se examinen estudios cerebrales y/o miocárdicos SPECT. Presentar un informe y señalar las conclusiones a que se ha llegado. 2) Influencia de una selección inapropiada del colimador en el contraste de la imagen. <ol style="list-style-type: none"> a) Utilizar las imágenes suministradas de un maniquí de contraste (una exposición en varios tiempos de metacrilato) expuestas en una solución de ^{67}Ga y adquiridas utilizando colimadores MEAP y LEHR. Comparar el contraste medido en las distintas imágenes. b) Utilizar asimismo las imágenes suministradas de una fuente lineal rellena con ^{67}Ga y adquirida con los diferentes colimadores. Medir la FWHM y la FWTM de la LSF y comparar. c) Utilizar las imágenes suministradas de una fuente puntual de ^{131}I adquiridas utilizando colimadores LEAP, LEHR, MEAP y HEAP. Comentar las diferencias. d) Utilizar las imágenes suministradas del maniquí de contraste de la parte a, que hayan sido adquiridas utilizando $^{99\text{m}}\text{Tc}$ en lugar de ^{67}Ga y utilizando una ventana de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ con los colimadores LEAP, LEHR, MEAP y HEAP. Registrar el contraste medido. Con los cuatro colimadores se obtuvo una imagen de una placa de Petri que contenía una solución de $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Utilizar las imágenes suministradas para calcular la sensibilidad relativa de los colimadores para el $^{99\text{m}}\text{Tc}$. ¿Cuándo podría emplearse un colimador MEAP para obtener una imagen de $^{99\text{m}}\text{Tc}$? 3) Influencia de ajustes inapropiados de ventanas. <ol style="list-style-type: none"> a) Utilizar las imágenes del maniquí de contraste de ^{67}Ga suministradas y adquiridas utilizando ventanas de energía 2 y 3 y una imagen tomada con una ventana de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ y comparar las imágenes. b) Utilizar las imágenes de inundación suministradas de una fuente de metal de ^{57}Co. Se adquirieron imágenes 4M de inundación de
--	---

	<p>recuentos con una ventana al 15 % que se centró inicialmente en el máximo fotoeléctrico y luego se colocó por encima y por debajo del máximo en incrementos de 3 keV. Determinar la uniformidad integral y diferencial en cada una de las imágenes establecidas y examinar visualmente las imágenes. Señalar los cambios observados.</p> <p>4) Influencia de la no uniformidad del colimador en la uniformidad SPECT reconstruida</p> <p>a) Utilizar una fuente de metal de ^{57}Co o una cisterna de inundación de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ para adquirir una imagen 4M de inundación de recuentos con un colimador LEHR y calcular la uniformidad integral y diferencial.</p> <p>b) Rellenar un maniquí cilíndrico como un maniquí Jaszczak con una solución bien mezclada de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (300 a 400 MBq) y adquirir un estudio SPECT. Utilizar el protocolo de adquisición recomendado por la AAPM (ref. 1). Evaluar la uniformidad reconstruida visual y cuantitativamente utilizando el método de la AAPM (protocolo 3 de ref. 1).</p> <p>c) Adherir firmemente a la superficie del colimador un disco (aprox. de 2 cm de diámetro) de un material que atenúe los fotones de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ en no más del 2 %, y repetir los pasos a) y b). La “no uniformidad” debería situarse inicialmente cerca del centro del FOV y después a distancias crecientes de 5 cm del centro.</p> <p>d) Señalar los cambios observados.</p> <p>5) Artefactos clínicos Examinar una serie de imágenes (tanto clínicas como de CC) y sugerir posibles causas de los artefactos observados. Comparar las sugerencias que se han hecho con las respuestas recibidas del supervisor.</p>
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Quantitation of SPECT Performance, Report of AAPM Nuclear Medicine Committee Task Group 4, AAPM Rep. 52, Nueva York (1995), http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_52.pdf.</p> <p>[2] DWAMENA, B.A., “Artefacts “, Nuclear Medicine Imaging: A Teaching File (HABIBIAN, M.R., DELBEKE, D., MARTIN, W.H.SANDLER, M.P., Eds), Lippincott Williams & Wilkins, Filadelfia, PA (1999), http://jnm.snmjournals.org/cgi/content/full/42/1/176.</p> <p>[3] HOWARTH, D.M., FORSTROM, L.A., O’CONNOR, M.K., THOMAS, P.A., CARDEW, A.P.S.E., Patient-related Pitfalls and Artefacts in Radionuclide Imaging, Seminars in Nuclear Medicine 26 4 (1996).</p> <p>[4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, , Quality Control Atlas for Scintillation Camera Systems, OIEA, Viena (2003), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1141_web.pdf.</p>

	Módulo 10: Aplicaciones clínicas
	Submódulo 10.3: Análisis de estudios clínicos comunes y fuentes de error
Objetivo	Analizar una diversidad de estudios clínicos comunes utilizando programas informáticos suministrados por el fabricante/proveedor de cámaras gamma, o mediante programas internos.
Requisito previo	Familiaridad con los tipos de estudios y métodos empleados para analizar estos estudios en el departamento del residente.
Competencias abarcadas	Familiaridad con las fuentes de error de los procedimientos clínicos, su repercusión en el paciente y cómo validar los procedimientos clínicos.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para determinar si los análisis clínicos en particular se han validado en el ámbito clínico, y limitaciones de los estudios de validación. • Familiaridad con las fuentes de error que pueden surgir durante el análisis de estudios de medicina nuclear. • Conocimiento del efecto del resultado de la exploración en la gestión del paciente y consecuencias de un resultado de exploración inexacto.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia esencial recomendada para esta competencia y estar razonablemente familiarizado con ella. • Para una serie de tipos de estudios: <ul style="list-style-type: none"> ○ determinar si el estudio ha sido validado en el campo clínico, y las limitaciones del estudio de validación; ○ investigar el efecto del resultado de la exploración en la gestión del paciente; ○ evaluar las consecuencias de un resultado de exploración inexacto. • Realizar las siguientes tareas: Seleccionar un estudio adquirido para cada uno de los tres tipos de exploración siguientes: SPECT miocárdico, ventriculografía isotópica, y exploración de flujo de sangre renal y función. Para cada estudio, incluir lo siguiente en el informe: <ol style="list-style-type: none"> 1) Descripción del protocolo clínico del departamento: <ol style="list-style-type: none"> a) Indicaciones clínicas para el estudio. b) Precauciones y contraindicaciones. c) Preparación del paciente. 2) Elección de radiofármacos: <ol style="list-style-type: none"> a) Ejercicio físico. b) Estrés farmacológico (examinar agentes disponibles)

	<p>3) Elección de radiofármacos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Agentes de ^{201}Tl frente a agentes de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ para SPECT miocárdico. b) Marcado de sangre in vivo frente a in vivo modificado frente a in vitro para GBPS. c) El DTPA frente al MAG3 para los estudios renales. d) Absorción/eliminación/dosimetría de las radiaciones de radiofármacos. <p>4) Estudiar la evaluación de la validación:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) ¿Ha sido validado el estudio en el contexto clínico? b) Describir la regla de oro utilizada para la validación. c) Cuál fue el resultado de la validación: incluir sensibilidad/especificidad pertinente, coeficiente de correlación, análisis ROC. d) Analizar las limitaciones de la validación. <p>5) Analizar el estudio adquirido y comentar sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Filtro de frecuencias utilizado para la gated-SPECT cardiaca. b) Ocho cuadros frente a 16 cuadros frente a 32 cuadros para GBPS. c) ROI automatizada frente a semiautomática frente a manual para la LVEF y evaluación de la función renal. <p>6) Resultados de la gestión del paciente:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Explicar la pertinencia clínica del estudio. b) Consecuencias de un resultado inexacto.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>Esenciales</p> <ul style="list-style-type: none"> [1] SOCIEDAD DE MEDICINA NUCLEAR , Procedure Guidelines, http://interactive.snm.org/index.cfm?PageID=772. [2] Manual de procedimientos del departamento del residente. [3] Manuales de referencia y clínicos del proveedor. <p>Referencias</p> <ul style="list-style-type: none"> [1] ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds), Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, 3rd edn, Vol. Section 8, chapter 131, Churchill Livingstone (2004). [2] SANDLER, M.P., COLEMAN, R.E., Diagnostic Nuclear Medicine, 4th edn, Lippincott Williams and Wilkins, Filadelfia (2003). [3] Motor de búsqueda Medline/Pubmed de la Biblioteca Nacional de Medicina. Véase: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?dbC=PubMed.

	Módulo 10: Aplicaciones clínicas
	Submódulo 10.4: Principios y base fisiológica para estudios clínicos comunes.
Objetivo	Ser capaz de explicar los principios y la base fisiológica de investigaciones clínicas comunes, y poder traducir estos conocimientos para el desarrollo de nuevas investigaciones.
Requisitos previos	<p>Conocimiento de la biología humana básica, la bioquímica y la función celular.</p> <p>Conocimiento de la anatomía humana básica y alguna terminología médica. Capacidad para definir los principales sistemas de órganos del cuerpo y los huesos principales.</p> <p>Si el residente no tiene enseñanza formal en las esferas anteriores, se recomienda que realice un curso universitario adecuado. También la mayoría de las bibliotecas médicas tienen buenos textos introductorios que abarcan estas esferas. El programa de capacitación asistida a distancia del OIEA tiene un módulo sobre la introducción a la biología humana, que incluye un libro de texto.</p>
Competencias abarcadas	Conocer la fisiología de los sistemas de los órganos principales del cuerpo, y cómo la medicina nuclear puede emplearse para obtener información sobre la función de estos sistemas orgánicos.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Biología humana básica, bioquímica y función celular. • Efecto de la enfermedad y la fisiología alterada en los parámetros cuantitativos medidos utilizando técnicas de medicina nuclear. • Base fisiológica para las investigaciones realizadas en la esfera que se ha elegido, y conocimiento de los factores que afectan a la calidad y exactitud del estudio. • Uso de fármacos para la mejora y el bloqueo de la absorción en ciertos protocolos de imagenología. • Razones habituales para que los pacientes sean remitidos a investigaciones clínicas.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Examinar todas las principales esferas de aplicación clínica en la institución propia. Trazarse como objetivo la elaboración de una reseña de los conocimientos que se espera que se tengan para comprender las investigaciones clínicas y cumplir las anteriores especificaciones de competencias. Este es un momento oportuno para procurar la aportación del médico a la elaboración de los requisitos de capacitación del residente. 2) A partir de este examen, prepararse un programa de estudio sobre fisiología y patologías relacionadas con la medicina nuclear. Centrar la atención en aspectos tradicionalmente sólidos (como la exploración

	<p>cardiaca), pero incluir conocimientos que puedan denotar tendencias que el residente observe en el desarrollo de la medicina nuclear (cuestiones de actualidad).</p> <ol style="list-style-type: none"> 3) A base del examen, y con el programa de estudio preparado, elegir un aspecto de la investigación clínica que se quisiera estudiar más. Este debería ser un aspecto de actualidad y preferiblemente uno en que participe el departamento. 4) Analizar el programa preparado en relación con el aspecto elegido con el asesor. El residente debe convenir en el contenido del programa de estudio y si este abarca el aspecto con suficiente detalle. A base de los recursos examinados anteriormente y los recursos disponibles en el departamento, preparar un programa de referencia dirigido al aspecto que se ha elegido. 5) Para el aspecto clínico elegido, preparar un portafolio de cinco estudios de casos. Tratar de elegir estudios de casos que reflejen distintos aspectos de la fisiología y la disfunción, junto con evaluaciones cuantitativas que se hayan realizado. 6) Para cada estudio, detallar la indicación para el procedimiento; el procedimiento de imagenología aplicado (incluso la base para el radiofármaco elegido y su comportamiento biológico); métodos de análisis y márgenes normales para los parámetros cuantitativos; y base fisiológica probable para cualquier función anormal. Recordar que se trata de un ejercicio de capacitación. Elegir casos difíciles que ayuden a conocer los diversos aspectos del programa de estudio personal. <p>De ser posible, adoptar disposiciones para asistir a sesiones de presentación de informes con el médico especialista en medicina nuclear/radiólogo. Esta puede ser una oportunidad importante para adquirir más conocimientos asociados a la utilización clínica de los resultados de medicina nuclear, y probar los conocimientos adquiridos acerca de los procedimientos clínicos y las medidas cuantitativas.</p>
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] DISTANT ASSISTED TRAINING PROGRAMME, Distance assisted training for nuclear medicine technologists. Module 1 Unit 3A, http://www.datnmt.org.</p> <p>[2] ELGAZZAR, A.H., The Pathophysiologic Basis of Nuclear Medicine, 2nd edn, Springer, Berlín (2006).</p> <p>El programa de capacitación asistida a distancia tiene un módulo sobre introducción a la biología humana, que incluye un libro de texto.</p> <p>Se recomienda que los residentes consideren la posibilidad de realizar un curso universitario sobre fisiología general.</p> <p>Revistas</p> <p>Las secciones introductorias de los artículos de revistas a menudo contienen una introducción concisa a las investigaciones clínicas. Vale la pena revisarlas en relación con el aspecto que se elija como tema principal. Las publicaciones “The Journal of Nuclear Medicine” y “Journal of</p>

	<p>Nuclear Medicine Technology” publican buenos artículos de examen. Algunos de estos pueden obtenerse gratuitamente en su sitio web. Se puede acceder a estas publicaciones en la dirección http://www.snm.org.</p> <p>Internet</p> <p>La Internet contiene una variedad de recursos para conocer la patofisiología. Por ejemplo, acceder a la dirección http://freebooks4doctors.com y a la dirección http://www.merck.com/mmpe/index.html del “Merck Manual of Diagnosis and Therapy”.</p>
	Módulo 10: Aplicaciones clínicas
	Submódulo 10.5: Elaboración de protocolos clínicos para la estimación de la dosimetría de pacientes
Objetivo	<p>Ser capaz de elaborar y validar un protocolo para la estimación de la dosis de radiación absorbida en los órganos críticos después de la administración de un nuevo radiofármaco diagnóstico.</p>
Requisito previo	<p>Módulo 6.2: Familiaridad con los principios de cuantificación de la actividad utilizando imágenes planares y tomográficas y con el sistema de dosimetría interna MIRD.</p> <p>Mencionar que se requiere un programa para finalizar este módulo.</p>
Competencias abarcadas	<p>Capacidad para estimar la dosis del paciente asociada con una nueva investigación de medicina nuclear.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para seleccionar los métodos de imagenología y los tiempos de muestreo apropiados a fin de medir adecuadamente la actividad acumulativa para los órganos y excretas y determinar la biodistribución y la dosimetría de las radiaciones de un nuevo radiofármaco. • Capacidad para seleccionar y emplear los métodos de análisis de datos apropiados. • Capacidad para utilizar el método MIRD para calcular las dosis en órganos y la dosis efectiva. • Conocer las limitaciones del método MIRD de dosimetría interna.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia esencial recomendada para esta competencia y estar razonablemente familiarizado con ella (el residente puede ser examinado oralmente sobre los aspectos de esta cuestión en una etapa posterior). • Realizar las tareas siguientes: Utilizar los datos que figuran a continuación, obtenidos con el empleo de ^{99m}Tc-XYZ en ratas, para diseñar los protocolos de adquisición

con vista a un estudio de dosimetría de fase 1 en seres humanos en relación con este nuevo agente. Ello debe incluir un método de corrección de atenuación. Preparar hojas de trabajo detalladas para el personal que realiza los estudios.

Se inyectó $^{99m}\text{Tc-XYZ}$ por vía intravenosa en ratas hembra y se sacrificaron grupos de animales en los siguientes tiempos: 10 min, 30 min, 1, 2, 4, 8, 16, 24 horas. Se determinó la actividad urinaria total en los mismos tiempos. Los resultados obtenidos se corrigieron para tener en cuenta la desintegración física y, al extrapolarse al hombre, se indican a continuación como porcentaje de la dosis administrada.

	10 min	30 min	1 hr	2 hr	4 hr	8 hr	16 hr	24 hr
Sangre	40	15	7	3	2	1	0,5	0,25
Hígado	6	4	3	3	2	2	1	0,5
Pulmón	2	1,8	1,5	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Riñones	5	4	4	3	3,5	2,5	2	1
Hueso	7	18	25	30	32	31	33	35
Intestino delgado	0,5	0,8	1,2	1,5	0,8	0,5	0,3	0,1
Intestino grueso	0,4	0,3	0,4	0,6	1,5	2,5	2,3	3,5
Excreta urinaria	4	20	28	32	35	40	45	48
Resto del cuerpo	35,1	36,1	29,9	25,9	22,4	19,9	15,5	11,5

Realizar experimentos con maniqués físicos utilizando un maniquí antropomórfico para determinar los posibles errores en la cuantificación de la actividad y cómo estos repercutirían en las estimaciones de la dosis absorbida. Ello incluiría la estimación de la actividad por separado de los estudios planares y tomográficos. La evaluación de los errores comprendería un examen de errores de registro CT/SPECT y errores de definición de volumen 3D.

Fuentes de conocimientos	Esenciales [1] ADMINISTRACIÓN DE ALIMENTOS Y MEDICAMENTOS, FDA Guidance for Industry: Medical Imaging Drug and Biological Products, Part 1: Conducting Safety Assessments (2004). [2] SIEGEL, J.A., y otros. MIRD pamphlet no. 16: Techniques for quantitative radiopharmaceutical biodistribution data acquisition and analysis for use in human radiation dose estimates, J Nucl Med 40 2 (1999) 37S-61S. [3] STABIN, M.G., MIRDOSE: personal computer software for internal dose assessment in nuclear medicine, J Nucl Med 37 3 (1996) 538-46. [4] STABIN, M.G., SIEGEL, J.A., Physical models and dose factors for use in internal dose assessment, Health Phys 85 (2003) 294-310. [5] MIRDOSE 3.1 or OLINDA/EXM Referencia [1] COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Absorbed-dose specification in Nuclear Medicine, ICRU Rep. 67, Bethesda, MD (2002).
	Módulo 10: Aplicaciones clínicas
	Submódulo 10.6: Optimización
Objetivo	Conocer los principios de optimización de los procedimientos de medicina nuclear.
Requisito previo	Ninguno.
Competencias abarcadas	Conocimiento de los procedimientos empleados para la evaluación de riesgos/beneficios de los procedimientos diagnósticos y terapéuticos de medicina nuclear. Ser capaz de evaluar: <ol style="list-style-type: none"> a) procedimientos diagnósticos de medicina nuclear e información diagnóstica con respecto a la dosis absorbida del paciente; b) procedimientos de radioterapia con radionucleidos con respecto a la posibilidad de curar y riesgo de complicaciones.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de la compensación entre la dosis absorbida del paciente y la información diagnóstica en los procedimientos diagnósticos de medicina nuclear. • Evaluación de la compensación entre la probabilidad de cura y el riesgo de complicaciones en la terapia con radionucleidos. • Definición y uso apropiado de niveles de referencia diagnósticos (DRL). • Cómo los DRL afectan a las prácticas en el contexto clínico.

Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la documentación de referencia relacionada con los DRL en la medicina nuclear y estar razonablemente familiarizado con ella. • Conocer por qué la reducción de la dosis administrada puede afectar a la calidad de la imagen. • Examinar procedimientos de examen y explicar si la reducción de la dosis administrada puede todavía producir una calidad adecuada de la imagen o si debería recomendarse un aumento en la dosis administrada. • Determinar algunas fuentes de referencia para DRL con respecto a procedimientos de medicina nuclear comunes. • Desarrollar un conocimiento de cómo el DRL está previsto que guíe la selección de la cantidad de radiactividad que se ha de administrar para un procedimiento diagnóstico de medicina nuclear determinado, y circunstancias en que podría ser apropiado superar el DRL recomendado. • Desarrollar un conocimiento de cuándo es apropiado emplear una técnica de reducción de dosis, como el uso de otras investigaciones, el aumento de la absorción de fluidos, la reducción de dosis y el aumento del tiempo de exploración, y el uso de agentes de bloqueo del tiroides. • Estar familiarizado con aspectos especiales relacionados con niños y jóvenes. • Examinar un procedimiento de terapia con radionucleidos y analizar la probabilidad de cura y el riesgo de complicaciones.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] COMITÉ ASESOR DE LA ADMINISTRACIÓN DE SUSTANCIAS RADIATIVAS, Notes for Guidance on the Clinical Administration of Radiopharmaceuticals and Use of Sealed Radioactive Sources (2006), http://www.arsac.org.uk/notes_for_guidance/index.htm.</p> <p>[2] DIAZ, M.P., APARICIO, E.E., RIZO, O.D., DÍAZ, R.R., RODRÍGUEZ, C.H., Administered activity optimization in 99mTc-MAG3 renography for adults, J Nucl Med Technol 31 4 (2003) 216-21.</p> <p>[3] COMISIÓN EUROPEA, Protección Radiológica 109, Guía sobre los niveles de referencia para diagnóstico (NRD) en las exposiciones médicas (1999), http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/109_es.pdf.</p> <p>[4] HEIKKINEN, J., AHONEN, A., KUIKKA, J.T., RAUTIO, P., Quality of myocardial perfusion single-photon emission tomography imaging: multicentre evaluation with a cardiac phantom, Eur J Nucl Med 26 10 (1999) 1289-97.</p> <p>[5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine, Colección de Informes de Seguridad N° 40, STI/PUB/1207, OIEA, Viena (2005), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1207_web.pdf.</p> <p>[6] MATTSSON, S., JACOBSSON, L., VESTERGRÉN, E., The basic principles in assessment and selection of reference doses: considerations in nuclear medicine, Rad Prot Dosim 80 1 (1998) 23-27.</p>

	[7] MOONEN, M., JACOBSSON, L., Effect of administered activity on precision in the assessment of renal function using gamma camera renography, Nucl Med Commun 18 4 (1997) 346-51.
	Módulo 10: Aplicaciones clínicas
	Submódulo 10.7: Base fisiológica de la imagenología PET
Objetivo	Adquirir un conocimiento de los principios y la base fisiológica de estudios clínicos PET y PET/CT comunes.
Requisito previo	Conocer los principios de la PET/CT, incluso la instrumentación, la producción de FDG y la adquisición/reconstrucción de imágenes.
Competencias abarcadas	Conocer los principios y la base fisiológica de los estudios clínicos PET y PET/CT comunes. Capacidad para reconocer apariencias normales en estudios del cerebro, el corazón y el cuerpo entero, así como apariencias anormales y artefactos comunes.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mecanismos de absorción de FDG en tejidos normales y tumores. ○ Hipótesis principales del método SUV y explicar su relación con el método de FDG autorradiográfico. ○ Protocolos clínicos para imagenología FDG del cerebro, el corazón y el cuerpo entero en estudios oncológicos. ○ Función y parámetros típicos de la CT en los estudios clínicos PET/CT. ○ Seguridad radiológica y dosimetría de pacientes en relación con estudios PET/CT.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> ● Documentar los mecanismos de absorción de FDG en tejidos normales y tumores y su eliminación de la sangre, y señalar los distintos mecanismos en el cerebro, el corazón y otros órganos principales. También analizar cómo estos mecanismos se ven afectados por los niveles séricos de glucosa, la ansiedad y otros factores. ● Formular la ecuación para el método FDG autorradiográfico y, simplificando los supuestos, mostrar cómo puede conducir a la ecuación que describa el método SUV. Enumerar los principales supuestos y considerar su validez. ● Documentar cada uno de los protocolos clínicos PET comunes, incluso el empleo de la CT cuando se disponga de ella (y explicar su utilidad clínica). Analizar asimismo las cuestiones de seguridad radiológica y la dosimetría de pacientes en relación con la PET/CT clínica. ● Exponer en detalle las apariencias normales y anormales comunes (incluso artefactos) para uno de los protocolos clínicos anteriores, utilizando ejemplos clínicos para ilustrar las cuestiones principales.

	<ul style="list-style-type: none"> • El residente debería dedicar al menos dos horas a la PET clínica en un departamento.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] BAILEY, D.L., TOWNSEND, D.W., VALK, P.E., MAISEY, M.N. (Eds), Positron Emission Tomography: Basic Sciences, Springer-Verlag, Londres (2005).</p> <p>[2] SEMMLER, W., SCHWAIGER, M. (Eds), Molecular Imaging 1, Handbook of Experimental Pharmacology, Springer-Verlag, Berlín (2008).</p> <p>[3] THIE, J.A., Understanding the standardized uptake value, its methods, and implications for usage, J Nucl Med 45 9 (2004) 1431-4.</p> <p>[4] Examinar artículos en publicaciones de medicina nuclear.</p>

MÓDULO 11 – PREPARACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE RADIOFÁRMACOS	
Objetivo	Familiarizarse con la prueba de control de calidad asociada con la preparación de radiofármacos.
Tiempo previsto de dedicación	5 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	11.1 Producción y preparación de radiofármacos. 11.2 Control de calidad de los radiofármacos.
Referencias básicas	[1] EARLY, P.J., SODEE, D.B., Principles and Practice of Nuclear Medicine, 2 nd edn, Mosby (1994). [2] SAHA, G.B., Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine, 3 rd edn, Springer Verlag (2006).
Módulo 11 – Preparación y control de calidad de radiofármacos	
Submódulo 11.1-Producción y preparación de radiofármacos	
Objetivo	Conocer los principios de la producción y preparación de radiofármacos para la imagenología clínica de medicina nuclear.
Requisitos previos	Submódulo 2.1 Supervisión de niveles de radiación, incluso monitorización del personal. Submódulo 2.2 Exposición a fuentes no selladas y riesgo de contaminación. Submódulo 2.5 Zonas designadas para el uso de materiales radiactivos no sellados.
Competencias abarcadas	Familiaridad con las instalaciones necesarias para la producción de radionucleidos y radiofármacos. Capacidad para aplicar protocolos apropiados a efectos de preparar radiofármacos marcados con Tc-99m.
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Principios para la producción de radionucleidos. • Protocolo para preparaciones de radiofármacos.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar los métodos para la producción de radionucleidos, incluso: <ul style="list-style-type: none"> ○ Reactor nuclear y ciclotrón. ○ Producción del radionucleido. ○ Química del tecnecio. • Observar los procedimientos para la preparación de radiofármacos, incluso: <ul style="list-style-type: none"> ○ Generador de radionucleidos.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Técnica de laboratorio. ○ Preparación de radiofármacos. • Realizar la medición de radionucleidos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Actividad total del eluido utilizando un calibrador de radionucleidos. ○ Calcular la concentración de actividad. • Estudiar el radionucleido y los requisitos sobre los radiofármacos para la imagenología clínica: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tc-99m –MDP para imágenes de los huesos. ○ Tc-99m –DTPA, DMSA y MAG-3 para imágenes del riñón. ○ Tc-99m – DISIDA para imágenes hepatobiliarias. ○ Tc-99m-Sn-RBC para imágenes cardiacas y estudios funcionales. ○ Etc.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] DISTANT ASSISTED TRAINING PROGRAMME, Distance assisted training for nuclear medicine technologists. Module 1 Unit 3A, www.datnm.org.</p> <p>[2] EMERALD CONSORTIUM, European Medical Radiation Learning Development (EMERALD), Student Training Workbook, Module 2, Physics of Nuclear Medicine (2001), http://emitdictionary.co.uk/Emerald2/emit/Emerald2/nm_mod/workbook/nm_cover2.pdf.</p> <p>[3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Technetium-99m Radiopharmaceuticals: Manufacture of Kits, Colección de Informes Técnicos N° 466, OIEA, Viena (2008), http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/trs466_web.pdf.</p> <p>[4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Nuclear Medicine Resources Manual, OIEA, Viena (2006), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1198_web.pdf.</p> <p>[5] MILLAR, A.M., “Documentation, labelling, packaging and transportation”, Textbook of radio pharmacy: theory and practice (SAMPSON, C.B., Ed.), Gordon and Breach, Nueva York (1999) 195–204.</p> <p>[6] THEOBALD, A.E., “Quality control of radiopharmaceuticals”, Textbook of radiopharmacy: theory and practice (SAMPSON, C.B., Ed.), Gordon and Breach, Nueva York (1999) 145–185.</p>

	Módulo 11 – Preparación y control de calidad de radiofármacos
	Submódulo 11.2 – Control de calidad de los radiofármacos
Objetivo	Conocer el control de calidad de los radiofármacos.
Requisitos previos	Submódulo 11.1: Producción y preparación de radiofármacos.
Competencias abarcadas	<p>Conocimiento de los procedimientos de control de calidad y su importancia para los radiofármacos.</p> <p>Ser capaz de realizar pruebas básicas de CC de radiofármacos.</p>
Conocimientos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Principios del control de calidad e importancia de la prueba para la calidad de los exámenes. • Conocimiento de las pruebas de control de calidad, incluso: <ul style="list-style-type: none"> ○ Características físicas. ○ Pureza del radionucleido. ○ Pureza radioquímica. ○ Pureza química. • Procedimientos de una práctica aséptica en las preparaciones radiofarmacéuticas diarias. <ul style="list-style-type: none"> ○ Control de calidad biológico. ○ Mecanismo de pureza radiofarmacéutica.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar los principios de control de calidad de los radiofármacos. • Examinar la documentación y los resultados de los procedimientos de control de calidad, sugerir nuevas medidas. • Observar los procedimientos de CC, incluso el control de calidad biológico: <ul style="list-style-type: none"> ○ Esterilidad. ○ Prueba de pirógenos. • Realizar el CC de los radiofármacos, incluso: <ul style="list-style-type: none"> ○ Pureza química utilizando métodos cromatográficos. ○ Clasificar las impurezas. ○ Preparación de ITLC-SG(cromatografía instantánea en capa delgada-gel de sílice). ○ Cálculo de la actividad porcentual del pertecnetato libre y el tecnecio reducido e hidrolizado. ○ Resultados típicos con criterios de aprobación. ○ Determinar la penetración del molibdeno utilizando el método de la vasija de plomo y la contaminación por alúmina aplicando el procedimiento de la prueba de la gota. • Describir la pertinencia de cada CC con respecto a la calidad del examen y la seguridad de los pacientes.

<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] DISTANT ASSISTED TRAINING PROGRAMME, Distance assisted training for nuclear medicine technologists. Module 1 Unit 3A, www.datnm.org.</p> <p>[2] EMERALD CONSORTIUM, European Medical Radiation Learning Development (EMERALD), Student Training Workbook, Module 2, Physics of Nuclear Medicine (2001), http://emitdictionary.co.uk/Emerald2/emit/Emerald2/nm_mod/workbook/nm_cover2.pdf.</p> <p>[3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Technetium-99m Radiopharmaceuticals: Manufacture of Kits, Colección de Informes Técnicos N° 466, OIEA, Viena (2008). http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/trs466_web.pdf.</p> <p>[4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Nuclear Medicine Resources Manual, OIEA, Viena (2006), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1198_web.pdf.</p> <p>[5] MILLAR, A.M., “Documentation, labelling, packaging and transportation”, Textbook of radio pharmacy: theory and practice (SAMPSON, C.B., Ed.), Gordon and Breach, Nueva York (1999) 195–204.</p> <p>[6] THEOBALD, A.E., “Quality control of radiopharmaceuticals”, Textbook of radiopharmacy: theory and practice (SAMPSON, C.B., Ed.), Gordon and Breach, Nueva York (1999) 145–185.</p>
--	--

APÉNDICE V

EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS

FORMULARIO DE EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS	169
EXPLICACIÓN DEL PROCESO DE EVALUACIÓN	170
NOTAS IMPORTANTES.....	170
CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	171
EJEMPLO DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN DE UN SUBMÓDULO	172
RESUMEN DE LA EVALUACIÓN.....	174
Módulo 1: Conocimiento clínico	174
Módulo 2: Protección radiológica.....	174
Módulo 3: Investigación, desarrollo y enseñanza.....	175
Módulo 4: Desarrollo profesional y gestión	175
Módulo 5: Adquisición de equipo, pruebas de aceptación y puesta en servicio	176
Módulo 6: Mediciones de radiactividad y dosimetría interna	176
Módulo 7: Control de calidad del equipo de medicina nuclear	177
Módulo 8: Terapia con radionucleidos utilizando fuentes no selladas.....	177
Módulo 9: Informática y redes clínicas	178
Módulo 10: Aplicaciones clínicas.....	179
Módulo 11: Preparación y control de calidad de radiofármacos	180
MÓDULO 1: CONOCIMIENTO CLÍNICO	181
Submódulo 1.1: Anatomía y fisiología esenciales para el físico de medicina nuclear.....	181
Submódulo 1.2: Principios básicos de la radiobiología y la epidemiología.....	182
Submódulo 1.3: Actividades clínicas y factores que afectan a la atención del paciente	183
MÓDULO 2: PROTECCIÓN RADIOLÓGICA	184
Submódulo 2.1: Supervisión de niveles de radiación, incluso monitorización del personal.....	184
Submódulo 2.2: Exposición a fuentes no selladas y riesgo de contaminación	186
Submódulo 2.3: Principio ALARA y precauciones de seguridad radiológica en la medicina nuclear	187
Submódulo 2.4: Evaluación de riesgos y asesoramiento del personal, los pacientes y otros con respecto al riesgo de radiación	188
Submódulo 2.5: Zonas designadas para el uso de materiales radiactivos no sellados	190
Submódulo 2.6: Consideraciones en materia de blindaje contra la radiación en el diseño de nuevas instalaciones	192

Submódulo 2.7:	Controles reglamentarios y otras orientaciones para el uso seguro de la radiación ionizante en la medicina nuclear	193
MÓDULO 3:	INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ENSEÑANZA	194
Submódulo 3.1:	Investigación y desarrollo.....	194
Submódulo 3.2:	Enseñanza	195
MÓDULO 4:	DESARROLLO PROFESIONAL Y GESTIÓN	196
Submódulo 4.1:	Conocimiento profesional.....	196
Submódulo 4.2:	Comunicación	197
Submódulo 4.3:	Gestión de calidad.....	198
Submódulo 4.4:	Auditoría clínica	199
MÓDULO 5:	ADQUISICIÓN DE EQUIPO, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO.....	200
Submódulo 5.1:	Adquisición de equipo de medicina nuclear y ciclo de vida de este equipo	200
Submódulo 5.2:	Pruebas de aceptación de un calibrador de dosis.....	201
Submódulo 5.3:	Pruebas de aceptación de una sonda de centelleo y un contador de pozo.....	202
Submódulo 5.4:	Pruebas de aceptación y puesta en servicio de cámaras gamma, SPECT y CT	204
Submódulo 5.5:	Pruebas de aceptación y puesta en servicio de sistemas PET y CT	205
MÓDULO 6:	MEDICIONES DE RADIATIVIDAD Y DOSIMETRÍA INTERNA ..	206
Submódulo 6.1:	Uso de normas trazables para mediciones de radiactividad	206
Submódulo 6.2:	Formalismo y aplicación de la dosimetría interna.....	207
Submódulo 6.3:	Dosis de radiación absorbida de radiofármacos diagnósticos de medicina nuclear	208
Submódulo 6.4:	Imagenología cuantitativa de medicina nuclear	209
Submódulo 6.5:	Dosimetría específica de pacientes.....	210
MÓDULO 7:	CONTROL DE CALIDAD DEL EQUIPO DE MEDICINA NUCLEAR	211
Submódulo 7.1:	Diseño y supervisión de un programa corriente de CC	211
Submódulo 7.2:	CC de un calibrador de dosis	212
Submódulo 7.3:	CC de una sonda de centelleo y un contador de pozo	213
Submódulo 7.4:	CC de una cámara gamma y SPECT	214
Submódulo 7.5:	CC de sistemas PET/CT	216
Submódulo 7.6:	CC de dispositivos de visualización e impresión	217
Submódulo 7.7:	CC de sistemas DXA	218
MÓDULO 8:	TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS UTILIZANDO FUENTES NO SELLADAS	219
Submódulo 8.1:	Conocimiento de los principios de la terapia con radionucleidos.....	219
Submódulo 8.2:	Diseño de la instalación para la terapia con radionucleidos	220
Submódulo 8.3:	Procedimientos de tratamiento.	221
Submódulo 8.4:	Selección de radiofármacos para la terapia de medicina nuclear.....	222

Submódulo 8.5:	Dosimetría para procedimientos terapéuticos con radionucleidos.....	223
Submódulo 8.6:	Precauciones de seguridad radiológica para la terapia basada en el uso de fuentes de radionucleidos no selladas	224
MÓDULO 9:	INFORMÁTICA Y REDES CLÍNICAS.....	226
Submódulo 9.1:	Operación de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen	226
Submódulo 9.2:	Gestión de la administración del sistema informático	228
Submódulo 9.3:	Solución de problemas del sistema informático de primera línea	229
Submódulo 9.4:	Técnicas de procesamiento de imágenes informáticas	231
Submódulo 9.5:	Análisis de imágenes en un lenguaje de programación de alto nivel (optativo).....	232
Submódulo 9.6:	Reconstrucción, registro y fusión de imágenes, y elaboración de modelos cinéticos de trazadores.....	234
Submódulo 9.7:	Formatos normalizados de archivos de imágenes utilizados en medicina nuclear	235
Submódulo 9.8:	Redes informáticas, PACS, RIS y HIS.....	236
Submódulo 9.9:	Validación de programas informáticos: simulaciones por computadora, maniqués y datos clínicos	239
MÓDULO 10:	APLICACIONES CLÍNICAS	241
Submódulo 10.1:	Protocolos para procedimientos clínicos habituales	241
Submódulo 10.2:	Artefactos comunes en imágenes clínicas	241
Submódulo 10.3:	Análisis de estudios clínicos comunes y fuentes de error.....	243
Submódulo 10.4:	Principios y base fisiológica para estudios clínicos comunes.	243
Submódulo 10.5:	Elaboración de protocolos clínicos para la estimación de la dosimetría de pacientes.....	244
Submódulo 10.6:	Optimización.....	245
Submódulo 10.7:	Base fisiológica de la imagenología PET	246
MÓDULO 11:	PREPARACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE RADIOFÁRMACOS.....	247
Submódulo 11.1:	Producción y preparación de radiofármacos.....	247
Submódulo 11.2:	Control de calidad de los radiofármacos.....	248

**EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS
DE LOS RESIDENTES MATRICULADOS EN EL
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA
DE FÍSICOS ESPECIALISTAS EN MEDICINA NUCLEAR**

Nombre del residente: _____

Nombre del supervisor clínico: _____

(Nota: Remítase al apéndice IV *Guía de capacitación clínica* para consultar los elementos de capacitación recomendados en cada submódulo).

EXPLICACIÓN DEL PROCESO DE EVALUACIÓN

El proceso de evaluación entraña la evaluación tanto de los conocimientos como de las competencias prácticas asociadas con los submódulos. Cuando haya más de un conocimiento o una competencia práctica por submódulo, la competencia se marca a, b, etc.; por ejemplo, el submódulo 5.10 tiene dos competencias en cuanto a conocimientos, a y b, y dos competencias prácticas, a y b.

Para evaluar los conocimientos de un residente se deben tener en cuenta dos niveles. La evaluación al nivel 2 indica los conocimientos básicos mientras que el nivel 1 es el nivel de conocimientos que se espera de un físico médico especialista en radiodiagnóstico.

Para evaluar las competencias prácticas se deben tomar en consideración tres niveles. Los niveles tienen indicadores descriptivos para ayudar a mantener un enfoque coherente con respecto a la evaluación de las competencias. El indicador descriptivo de un nivel debe considerarse en relación con el indicador de los niveles más bajos de competencia. Por ejemplo, al considerar la evaluación al nivel 1 es preciso asegurar que el residente haya demostrado los niveles de competencia indicados por los niveles 3 y 2.

Un residente podrá progresar más de un nivel en el momento de una evaluación. Asimismo, podría ser evaluado a cualquier nivel en la primera evaluación de su competencia en un submódulo en particular. También es posible que retroceda de una evaluación a la siguiente, es decir, ser evaluado al nivel 2 y en una fecha posterior al nivel 3. Más adelante se presenta una evaluación hipotética de un submódulo.

Como demuestran los criterios, la evaluación de las competencias no solo consiste en examinar la capacidad técnica, sino también las cualidades profesionales, como las aptitudes en las prácticas de seguridad y de comunicación que se prevé que posea un físico médico especialista en medicina nuclear cualificado.

NOTAS IMPORTANTES:

El residente debe conservar el presente documento durante el tiempo en que curse su programa de capacitación clínica. El documento podrá ser examinado por el coordinador nacional del programa u otra persona responsable en cualquier momento. También debe ponerse a disposición del coordinador nacional del programa justo antes del examen oral final.

Se recomienda que se haga una copia de este documento a intervalos regulares y que esa copia la conserve el supervisor clínico. En caso de que el residente pierda su copia, la que posea el supervisor clínico constituirá un registro razonablemente actualizado de la evaluación de las competencias.

CRITERIOS DE *EVALUACIÓN*

El proceso de evaluación tiene dos objetivos principales:

- 1) Determinar si el residente posee los conocimientos, experiencia y aptitudes para superar satisfactoriamente las cuestiones de la labor de física médica nuclear que pueden suscitarse en la práctica clínica.
- 2) Dar satisfacción al órgano profesional competente o a la autoridad nacional competente¹¹ en el sentido de que el residente puede trabajar de manera competente y segura como físico clínicamente cualificado en medicina nuclear.

Ello exige una evaluación de la capacidad del residente durante la capacitación evidenciada en los procesos descritos en el presente documento. En este proceso de evaluación se aplican como criterios los siguientes indicadores de competencias:

- 1) Un enfoque cuidadoso, lógico y concienzudo respecto de la labor realizada.
- 2) Confianza en sí mismo y reconocimiento de las propias limitaciones de conocimientos y pericia.
- 3) Un amplio conocimiento de las tareas o los temas.
- 4) Conocimientos teóricos adecuados en relación con la física médica nuclear.
- 5) Capacidad para descubrir y definir un problema y posteriormente formular estrategias para encarar ese problema.
- 6) Aptitudes prácticas para ejecutar las tareas y darles fin oportunamente.
- 7) Un claro conocimiento de los varios procedimientos inherentes a la ejecución de las tareas desarrolladas durante su capacitación y en sus exámenes.
- 8) Conocimiento de las normas pertinentes y en la mayoría de los casos del tipo de resultados que cabe prever en relación con las tareas acometidas.
- 9) Capacidad para interpretar correctamente los datos, incluso datos novedosos o no corrientes.
- 10) Reconocimiento de la importancia de los resultados obtenidos en una tarea y su aplicabilidad en un departamento de medicina nuclear.
- 11) Capacidad para evaluar críticamente los procesos y resultados, y hacer juicios de valor respecto de determinadas situaciones.
- 12) Capacidad para comunicar la información científica con claridad, lógica y exactitud, incluso para explicar la labor a medida que se realiza.
- 13) Asumir la responsabilidad del trabajo realizado.

¹¹ Véase el apéndice III.1.1.

EJEMPLO DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN DE UN SUBMÓDULO

Submódulo 5.1: Adquisición de equipo de medicina nuclear y ciclo de vida de este equipo

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocer los procedimientos para las pruebas de aceptación y el mantenimiento del equipo, así como la verificación del rendimiento del equipo después del mantenimiento.	Demuestra un conocimiento básico de los elementos genéricos del ciclo de vida del equipo de medicina nuclear, entre ellos , planificación, compra, aceptación y puesta en servicio, mantenimiento y verificación del rendimiento del equipo después del mantenimiento.	Demuestra un buen conocimiento de los elementos del ciclo de vida del equipo de medicina nuclear.
Fecha de consecución	3 de marzo de 2010	6 de junio de 2010
Iniciales del supervisor	<i>MMcL</i>	<i>MMcL</i>

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para hacer solicitudes presupuestarias, preparar especificaciones y adquirir equipo adecuado mediante un proceso de licitación.	Capaz de contribuir a la elaboración de solicitudes presupuestarias, preparar especificaciones y adquirir equipo mediante un proceso de licitación. Requiere asistencia en relación con los conceptos implícitos.	Capaz de aportar la contribución de la “física” a las solicitudes presupuestarias, la preparación de especificaciones y la adquisición de equipo mediante un proceso de licitación. Requiere solo asistencia mínima para asegurar que se incluyan todos los elementos necesarios. Las omisiones son insignificantes.	Capaz de aportar de manera independiente la contribución de la “física” a las solicitudes presupuestarias, la preparación de especificaciones y la adquisición de equipo mediante un proceso de licitación.
Fecha de consecución	6 de junio de 2010		19 de diciembre de 2010
Iniciales del supervisor	<i>MMcL</i>		<i>MMcL</i>

Fecha	Observaciones del supervisor
3 de marzo de 2010	Necesita conocer más detalles de los principios que hay que tener en cuenta.
6 de junio de 2010	Ha realizado buenos progresos en la adquisición de esta competencia.
19 de diciembre de 2010	Este residente es capaz de aportar información de este departamento a un proceso de licitación.

RESUMEN DE EVALUACIÓN

MÓDULO 1: CONOCIMIENTO CLÍNICO

	Nivel de competencia alcanzado (Fecha)					
	Conocimientos			Aptitudes prácticas		
	2	1		3	2	1
1.1 Anatomía y fisiología esenciales para el físico de medicina nuclear.	a)					
	b)					
1.2 Principios básicos de la radiología y la epidemiología.						
1.3 Actividades clínicas y factores que afectan a la atención del paciente <ul style="list-style-type: none"> ◦ Medicina nuclear ◦ Radiología ◦ Radiooncología ◦ Otras esferas 						

MÓDULO 2: PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

	Nivel de competencia alcanzado (Fecha)					
	Conocimientos			Aptitudes prácticas		
	2	1		3	2	1
2.1 Supervisión de niveles de radiación, incluso monitorización del personal.	a)					
	b)					
2.2 Exposición a fuentes no selladas y riesgo de contaminación.			a)			
			b)			
2.3 Principio ALARA y precauciones de seguridad radiológica en la medicina nuclear.						
2.4 Evaluación de riesgos y asesoramiento del personal, los pacientes y otros con respecto al riesgo de radiación.	a)					
	b)					
	c)					

2.5 Zonas designadas para el uso de materiales radiactivos no sellados.					
2.6 Consideraciones en materia de blindaje contra la radiación en el diseño de nuevas instalaciones.	a) b) c)				
2.7 Controles reglamentarios y otras orientaciones para el uso seguro de la radiación ionizante en la medicina nuclear.	a) b) c)				

MÓDULO 3: INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ENSEÑANZA

	Nivel de competencia alcanzado (Fecha)				
	Conocimientos			Aptitudes prácticas	
	2	1		3	2
3.1 Investigación y desarrollo.					
3.2 Enseñanza.					

MÓDULO 4: DESARROLLO PROFESIONAL Y GESTIÓN

	Nivel de competencia alcanzado (Fecha)				
	Conocimientos			Aptitudes prácticas	
	2	1		3	2
4.1 Conocimiento profesional.					
4.2 Comunicación.					
4.3 Gestión de calidad.					
4.4 Auditoría clínica.					

MÓDULO 5: ADQUISICIÓN DE EQUIPO, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO

	Nivel de competencia alcanzado (Fecha)					
	Conocimientos			Aptitudes prácticas		
	2	1		3	2	1
5.1 Adquisición de equipo de medicina nuclear y ciclo de vida de este equipo.						
5.2 Pruebas de aceptación de un calibrador de dosis.						
5.3 Pruebas de aceptación de una sonda de centelleo y un contador de pozo.						
5.4 Pruebas de aceptación y puesta en servicio de cámaras gamma, SPECT y CT.						
5.5 Pruebas de aceptación y puesta en servicio de sistemas PET y CT.			a) b)			

MÓDULO 6: MEDICIONES DE RADIATIVIDAD Y DOSIMETRÍA INTERNA

	Nivel de competencia alcanzado (Fecha)					
	Conocimientos			Aptitudes prácticas		
	2	1		3	2	1
6.1 Uso de normas trazables para mediciones de radiactividad.						
6.2 Formalismo y aplicación de la dosimetría interna.						
6.3 Dosis de radiación absorbida de radiofármacos diagnósticos de medicina nuclear.						

6.4 Imagenología cuantitativa de medicina nuclear.					
6.5 Dosimetría específica de pacientes.					

MÓDULO 7: CONTROL DE CALIDAD DEL EQUIPO DE MEDICINA NUCLEAR

	Nivel de competencia alcanzado (Fecha)					
	Conocimientos			Aptitudes prácticas		
	2	1		3	2	1
7.1 Diseño y supervisión de un programa corriente de CC.						
7.2 CC de un calibrador de dosis.						
7.3 CC de una sonda de centelleo y un contador de pozo.						
7.4 CC de una cámara gamma y SPECT.			a) b)			
7.5 CC de sistemas PET/CT.						
7.6 CC de dispositivos de visualización e impresión.	a) b)					
7.7 CC de sistemas DXA.						

MÓDULO 8: TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS UTILIZANDO FUENTES NO SELLADAS

	Nivel de competencia alcanzado (Fecha)					
	Conocimientos			Aptitudes prácticas		
	2	1		3	2	1
8.1 Conocimiento de los principios de la terapia con radionucleidos.						
8.2 Diseño de la instalación para la terapia con radionucleidos.						

8.3 Procedimientos de tratamiento.					
8.4 Selección de radiofármacos para la terapia de medicina nuclear.	a) b)				
8.5 Dosimetría para procedimientos terapéuticos con radionucleidos.					
8.6 Precauciones de seguridad radiológica para la terapia basada en el uso de fuentes de radionucleidos no selladas.	a) b)		a) b)		

MÓDULO 9: INFORMÁTICA Y REDES CLÍNICAS

	Nivel de competencia alcanzado (Fecha)				
	Conocimientos			Aptitudes prácticas	
	2	1		3	2
9.1 Operación de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen.					
9.2 Gestión de la administración del sistema informático.					
9.3 Solución de problemas del sistema informático de primera línea.			a) b)		
9.4 Técnicas de procesamiento de imágenes informáticas.					
9.5 Análisis de imágenes en un lenguaje de programación de alto nivel (optativo).					
9.6 Reconstrucción, registro y fusión de imágenes, y elaboración de modelos cinéticos de trazadores.			a) b)		

9.7 Formatos normalizados de archivos de imágenes utilizados en medicina nuclear.					
9.8 Redes informáticas, PACS, RIS y HIS.			a) b) c)		
9.9 Validación de programas informáticos: simulaciones por computadora, maniqués y datos clínicos.			a) b)		

MÓDULO 10: APLICACIONES CLÍNICAS

	Nivel de competencia alcanzado (Fecha)				
	Conocimientos		Aptitudes prácticas		
	2	1	3	2	1
10.1 Protocolos para procedimientos clínicos habituales.					
10.2 Artefactos comunes en imágenes clínicas.					
10.3 Análisis de estudios clínicos comunes y fuentes de error.					
10.4 Principios y base fisiológica para estudios clínicos comunes.					
10.5 Elaboración de protocolos clínicos para la estimación de la dosimetría de pacientes.					
10.6 Optimización.			a) b)		
10.7 Base fisiológica de la imagenología PET.					

MÓDULO 11: PREPARACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE RADIOFÁRMACOS

	Nivel de competencia alcanzado (Fecha)				
	Conocimientos			Aptitudes prácticas	
	2	1		3	2
11.1 Producción y preparación de radiofármacos					
11.2 Control de calidad de los radiofármacos					

MÓDULO 1: CONOCIMIENTO CLÍNICO

- 1.1 Anatomía y fisiología esenciales para el físico de medicina nuclear.
- 1.2 Principios básicos de la radiobiología y la epidemiología.
- 1.3 Actividades clínicas y factores que afectan a la atención del paciente.

Submódulo 1.1: Anatomía y fisiología esenciales para el físico de medicina nuclear

Base de conocimientos (a)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la anatomía y fisiología visionadas en imágenes de medicina nuclear y en estudios dinámicos.	Demuestra un conocimiento básico de la anatomía y fisiología visionadas en imágenes estáticas y dinámicas de medicina nuclear.	Demuestra un buen conocimiento de la anatomía y fisiología visionadas en imágenes estáticas y dinámicas de medicina nuclear.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		
Base de conocimientos (b)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento básico de la anatomía y fisiología visionadas en otros tipos de imágenes médicas.	Demuestra un conocimiento básico de la anatomía y fisiología visionadas en dos de los siguientes tipos de imágenes médicas: radiografías, CT, MRI, US.	Demuestra un conocimiento básico de la anatomía y fisiología visionadas en los siguientes tipos de imágenes médicas: radiografías, CT, MRI, US.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para analizar con un especialista en medicina nuclear los elementos importantes de las imágenes diagnósticas.	Posee solo capacidad limitada para analizar los elementos importantes de las imágenes diagnósticas de medicina nuclear con especialistas médicos.	Buen conocimiento de los elementos importantes de las imágenes diagnósticas de medicina nuclear. No obstante, aun no es capaz de hacer una aportación independiente a un análisis con especialistas médicos.	Capaz de analizar de manera independiente los elementos importantes de las imágenes diagnósticas de medicina nuclear con especialistas médicos.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 1.2: Principios básicos de la radiobiología y la epidemiología

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los principios básicos de la radiobiología y la epidemiología.	Demuestra un conocimiento básico de la mayoría de los aspectos de la radiobiología y la epidemiología de interés para la imagenología de medicina nuclear.	Demuestra un buen conocimiento de todos los aspectos de la radiobiología y la epidemiología de interés para la imagenología de medicina nuclear.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 1.3: Actividades clínicas y factores que afectan a la atención del paciente

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los factores que afectan a la atención del paciente.	Demuestra un conocimiento básico de las actividades clínicas y su relación con la atención del paciente.	Demuestra un buen conocimiento de las actividades clínicas y su relación con la atención del paciente.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Capacidad para analizar las actividades clínicas y su relación con la atención del paciente en las esferas siguientes.	Demuestra una capacidad limitada para contribuir a un análisis de los elementos importantes de las actividades clínicas y su relación con la atención del paciente.	Capaz de realizar una aportación independiente y bien informada a un análisis de los elementos importantes de las actividades clínicas y su relación con la atención del paciente.
Fecha de consecución – Medicina nuclear		
Iniciales del supervisor		
Fecha de consecución – Radiología		
Iniciales del supervisor		

Fecha de consecución – Radiooncología		
Iniciales del supervisor		
Fecha de consecución – Otras esferas		
Iniciales del supervisor		

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 2: PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

- 2.1 Supervisión de niveles de radiación, incluso monitorización del personal.
- 2.2 Exposición a fuentes no selladas y riesgo de contaminación.
- 2.3 Principio ALARA y precauciones de seguridad radiológica en la medicina nuclear.
- 2.4 Evaluación de riesgos y asesoramiento del personal, los pacientes y otros con respecto al riesgo de radiación.
- 2.5 Zonas designadas para el uso de materiales radiactivos no sellados.
- 2.6 Consideraciones en materia de blindaje contra la radiación en el diseño de nuevas instalaciones.
- 2.7 Controles reglamentarios y otras orientaciones para el uso seguro de la radiación ionizante en la medicina nuclear.

Submódulo 2.1: Supervisión de niveles de radiación, incluso monitorización del personal

Base de conocimientos (a)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los principios de funcionamiento de los equipos empleados para supervisar los niveles de radiación en la medicina nuclear.	Demuestra un conocimiento básico de los principios de funcionamiento y las limitaciones de una variedad de equipos empleados para monitorizar los niveles de radiación.	Demuestra un buen conocimiento de los principios de funcionamiento y las limitaciones de los equipos empleados para monitorizar los niveles de radiación.

Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		
Base de conocimientos (b)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la finalidad, los principios y el funcionamiento de un programa de dosimetría personal.	Demuestra un conocimiento básico de los principios de funcionamiento y las limitaciones de una variedad de dosímetros de personal.	Demuestra un buen conocimiento de los principios de funcionamiento y las limitaciones de la mayoría de los dosímetros de personal de interés para la medicina nuclear.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para medir los niveles de radiación y efectuar la medición cuantitativa de la contaminación.	Capaz de medir los niveles de radiación y efectuar la medición cuantitativa de la contaminación. Requiere supervisión.	Capaz de medir los niveles de radiación y efectuar la medición cuantitativa de la contaminación. Requiere solo asistencia limitada.	Capaz de medir los niveles de radiación y efectuar de manera independiente la medición cuantitativa de la contaminación. .
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 2.2: Exposición a fuentes no selladas y riesgo de contaminación

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los métodos para reducir la exposición.	Posee un conocimiento básico de los métodos utilizados para reducir la exposición.	Posee un buen conocimiento de los métodos utilizados para reducir la exposición.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas (a)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para manipular con seguridad las fuentes radiactivas no selladas.	Requiere una atenta supervisión al manipular las fuentes radiactivas no selladas para garantizar la práctica segura.	Requiere solo supervisión limitada al manipular las fuentes radiactivas no selladas para garantizar la práctica segura.	Capaz de manipular con seguridad las fuentes radiactivas no selladas.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
Aptitudes prácticas (b)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para manejar accidentes y derrames.	Capaz de prestar asistencia en la respuesta relacionada con accidentes y derrames. Requiere atenta supervisión.	Requiere solo asistencia limitada para responder a accidentes y derrames. Requiere solo una supervisión flexible.	Capaz de responder de manera independiente a los accidentes y derrames.

Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 2.3: Principio ALARA y precauciones de seguridad radiológica en la medicina nuclear

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la aplicación del principio ALARA.	Demuestra un conocimiento básico de la necesidad de mantener las dosis al nivel más bajo que pueda razonablemente alcanzarse y de asegurar el cumplimiento de las normas.	Demuestra un buen conocimiento de la necesidad de mantener las dosis al nivel más bajo que pueda razonablemente alcanzarse y de asegurar el cumplimiento de las normas.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para aplicar los reglamentos de protección radiológica en la práctica de medicina nuclear.	Capaz de aplicar los reglamentos de protección radiológica bajo supervisión. Necesita asistencia para determinar y aplicar medidas correctivas.	Capaz de aplicar reglamentos de protección radiológica solo con supervisión limitada. Capaz de determinar y aplicar la mayoría de las medidas correctivas.	Capaz de aplicar los reglamentos de protección radiológica de manera independiente y capaz de determinar y aplicar de manera independiente las medidas correctivas y aplicarlas.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 2.4: Evaluación de riesgos y asesoramiento del personal, los pacientes y otros con respecto al riesgo de radiación

Base de conocimientos (a)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los métodos para estimar la dosis efectiva en el paciente a base de exploraciones diagnósticas de medicina nuclear.	Posee un conocimiento básico de los métodos para estimar la dosis efectiva en el paciente a base de exploraciones diagnósticas de medicina nuclear.	Posee un buen conocimiento de los métodos para estimar la dosis efectiva en el paciente a base de exploraciones diagnósticas de medicina nuclear.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Base de conocimientos (b)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los riesgos asociados con la exposición a la radiación.	Demuestra un conocimiento básico de los requisitos reglamentarios y los principios de evaluación de riesgos y los mecanismos de control. Requiere asistencia en el conocimiento de los aspectos más difíciles .	Demuestra un buen conocimiento de todos los aspectos de la evaluación de riesgos y los mecanismos de control y capaz de dar instrucciones a otros.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		
Base de conocimientos (c)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los procedimientos para la evaluación de riesgos.	Posee un conocimiento básico de los procedimientos para la evaluación de riesgos. Requiere orientación para asegurar que se definan todos los riesgos .	Posee un buen conocimiento de los procedimientos para la evaluación de riesgos.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para comunicar el riesgo o la inexistencia de riesgos en el contexto de la justificación de la dosis y los riesgos no radiológicos pertinentes.	Posee solo una capacidad limitada para asesorar a otros sobre los aspectos prácticos correctos para reducir la dosis y limitar los riesgos no radiológicos.	Capaz de asesorar a otros sobre los aspectos prácticos para reducir la dosis y limitar los riesgos no radiológicos. Requiere supervisión para asegurar que no se preste un asesoramiento incorrecto .	Capaz de asesorar de manera independiente a otros sobre los aspectos prácticos para reducir la dosis y limitar los riesgos no radiológicos. El asesoramiento prestado es en todo momento correcto y apropiado .
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 2.5: Zonas designadas para el uso de materiales radiactivos no sellados

Base de conocimientos (a)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Familiaridad con la designación de zonas del lugar de trabajo asociadas a la protección contra materiales radiactivos no sellados.	Posee una familiaridad básica con la designación de zonas del lugar de trabajo asociadas a la protección contra materiales radiactivos no sellados.	Posee una buena familiaridad con la designación de zonas del lugar de trabajo asociadas a la protección contra materiales radiactivos no sellados.
Fecha de consecución		

Iniciales del supervisor		
Base de conocimientos (b)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Familiaridad con los distintos procesos de desintegración de los radionucleidos.	Posee un conocimiento limitado de los procesos de desintegración de los radionucleidos.	Posee un conocimiento muy bueno de los procesos de desintegración de los radionucleidos.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para gestionar un lugar de almacenamiento de desechos radiactivos para las fuentes empleadas en un departamento de medicina nuclear.	Capaz de prestar asistencia en la gestión de un lugar de almacenamiento de desechos radiactivos. Requiere supervisión para garantizar una práctica segura.	Capaz de gestionar un lugar de almacenamiento de desechos radiactivos. Requiere solo supervisión limitada para garantizar una práctica segura.	Capaz de gestionar de manera independiente un lugar de almacenamiento de desechos radiactivos aplicando la mejor práctica.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 2.6: Consideraciones en materia de blindaje contra la radiación en el diseño de nuevas instalaciones

Base de conocimientos (a)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los principios y requisitos del diseño del blindaje para energías de radionucleidos utilizadas con fines diagnósticos de medicina nuclear.	Demuestra un conocimiento básico del diseño del blindaje para energías de radionucleidos utilizadas con fines diagnósticos de medicina nuclear.	Demuestra un buen conocimiento del diseño del blindaje para energías de radionucleidos utilizadas con fines diagnósticos de medicina nuclear.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		
Base de conocimientos (b)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Familiaridad con los requisitos de blindaje para instalaciones PET, SPECT junto con otras modalidades de imagenología (p.ej., CT).	Demuestra un conocimiento básico de los requisitos de blindaje para instalaciones PET, SPECT junto con otras modalidades de imagenología (p.ej., CT).	Demuestra un buen conocimiento de los requisitos de blindaje para instalaciones PET, SPECT junto con otras modalidades de imagenología (p.ej., CT).
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para diseñar un blindaje satisfactorio contra la radiación para todos los tipos de equipos de medicina nuclear.	Capaz de contribuir al diseño del blindaje contra la radiación de equipos simples de medicina nuclear. Requiere asistencia importante para asegurar la exactitud del diseño.	Capaz de diseñar el blindaje contra la radiación de la mayoría de los equipos de medicina nuclear. Requiere solo asistencia limitada para asegurar la exactitud del diseño.	Capaz de diseñar de manera independiente el blindaje contra la radiación de todos los equipos de medicina nuclear a un nivel aceptable .
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 2.7: Controles reglamentarios y otras orientaciones para el uso seguro de la radiación ionizante en la medicina nuclear

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los requisitos reglamentarios locales para la medicina nuclear.	Demuestra un conocimiento básico de los requisitos reglamentarios locales para la medicina nuclear y de los principios de la evaluación de riesgos y los mecanismos de control . Requiere asistencia en el conocimiento de los aspectos más difíciles .	Demuestra un buen conocimiento de los requisitos reglamentarios locales para la medicina nuclear y todos los aspectos de la evaluación de riesgos y los mecanismos de control.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para asesorar sobre protección radiológica y legislación en materia de seguridad a nivel local, regional y nacional.	Posee solo una capacidad limitada para asesorar a otros sobre protección radiológica y legislación en materia de seguridad a nivel local, regional y nacional.	Capaz de asesorar a otros sobre protección radiológica y legislación en materia de seguridad a nivel local, regional y nacional. Requiere supervisión para asegurar que no se preste asesoramiento incorrecto .	Capaz de asesorar de manera independiente a otros sobre protección radiológica y legislación en materia de seguridad a nivel local, regional y nacional. El asesoramiento prestado es en todo momento correcto y apropiado.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 3: INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ENSEÑANZA

3.1 Investigación y desarrollo.

3.2 Enseñanza.

Submódulo 3.1: Investigación y desarrollo

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los procesos de investigación científica, incluso la función del examen ético, el análisis estadístico y el proceso de publicación.	Demuestra un conocimiento básico de los varios aspectos de la investigación científica.	Demuestra una buena apreciación de los varios aspectos de la investigación científica.

Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para llevar a cabo actividades de investigación y desarrollo en física médica nuclear en cooperación con médicos especialistas en medicina nuclear, físicos médicos especialistas en diagnóstico, físicos médicos especialistas en radiooncología y otros profesionales.	Capaz de contribuir a un proyecto de I+D. Requiere orientación importante.	Capaz de contribuir a un proyecto de I+D sin supervisión directa.	Demuestra una buena capacidad para la investigación independiente.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 3.2: Enseñanza

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los principios generales de una enseñanza eficaz.	Demuestra un conocimiento básico de las estrategias de aprendizaje y evaluación, así como de elaboración de material educativo.	Demuestra un buen conocimiento de las estrategias de aprendizaje y evaluación, así como de elaboración de material educativo. Presta especial atención a las necesidades y los antecedentes de la audiencia.

Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para enseñar los principios y métodos de física médica nuclear.	Demuestra una capacidad limitada para preparar e impartir cursos cortos (1 a 2 horas). Requiere orientación.	Demuestra una buena capacidad para preparar e impartir cursos cortos apropiados sin orientación importante.	Demuestra la capacidad para decidir acerca del contenido, preparar e impartir un curso integral sobre los principios y métodos de la física médica nuclear.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 4: DESARROLLO PROFESIONAL Y GESTIÓN

- 4.1 Sensibilización profesional.
- 4.2 Comunicación.
- 4.3 Gestión de calidad.
- 4.4 Auditoría clínica.

Submódulo 4.1: Conocimiento profesional

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento demostrado de las cuestiones profesionales.	Demuestra solo un conocimiento limitado de las cuestiones profesionales pertinentes.	Demuestra un buen conocimiento de la mayoría de las cuestiones profesionales pertinentes.

Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Contribución a las actividades del órgano profesional.	Participa ocasionalmente en las actividades del órgano profesional.	Participa frecuentemente en las actividades del órgano profesional.	Contribuye a las actividades del órgano profesional.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 4.2: Comunicación

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Demostrar un alto nivel de comunicación oral y escrita y aptitudes de interpretación.	Demuestra generalmente una expresión clara y concisa oralmente y por escrito.	Demuestra invariablemente una expresión clara y concisa oralmente y por escrito. Capaz de presentar un seminario científico y preparar un manuscrito científico.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para comunicarse con clínicos y aplicar principios físicos a problemas clínicos.	Capaz de comunicarse con clínicos a un nivel básico .	Posee una buena capacidad para comunicarse con clínicos y para aplicar (explicar) principios físicos aplicados a problemas clínicos . Requiere ocasionalmente asistencia en estas explicaciones.	Capaz de comunicarse de manera independiente con clínicos en relación con principios físicos de problemas clínicos .
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 4.3: Gestión de calidad

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la estructura de un sistema de calidad.	Demuestra un conocimiento básico de los elementos clave y de la función de un sistema de gestión de calidad en la medicina nuclear.	Demuestra un buen conocimiento de los elementos clave y la función de un sistema de gestión de calidad en la medicina nuclear.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para aplicar y mantener los aspectos físicos del sistema de calidad.	Capaz de contribuir, con orientación importante , a la puesta en práctica y el mantenimiento de los aspectos físicos del sistema de calidad.	Capaz de contribuir, sin supervisión directa , a la puesta en práctica y el mantenimiento de los aspectos físicos del sistema de calidad.	Capaz de poner en práctica y mantener, de manera independiente , los aspectos físicos del sistema de calidad.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 4.4: Auditoría clínica

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocer la naturaleza y finalidad de la auditoría clínica en el contexto de la medicina nuclear.	Demuestra un conocimiento limitado de la naturaleza y finalidad de la auditoría clínica, incluso de los requisitos legislativos locales .	Demuestra un buen conocimiento de la naturaleza y finalidad de la auditoría clínica, incluso de los requisitos legislativos locales.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para contribuir eficazmente como miembro de un grupo multidisciplinario a un departamento de medicina nuclear.	Capaz de contribuir a una auditoría clínica. Requiere orientación importante.	Capaz de contribuir a una auditoría clínica sin supervisión directa.	Capaz de dirigir de manera independiente los aspectos físicos de una auditoría clínica a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 5: ADQUISICIÓN DE EQUIPO, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO

- 5.1 Adquisición de equipo de medicina nuclear y ciclo de vida de este equipo.
- 5.2 Pruebas de aceptación de un calibrador de dosis.
- 5.3 Pruebas de aceptación de una sonda de centelleo y un contador de pozo.
- 5.4 Pruebas de aceptación y puesta en servicio de cámaras gamma, SPECT y CT.
- 5.5 Pruebas de aceptación y puesta en servicio de sistemas PET y CT.

Submódulo 5.1: Adquisición de equipo de medicina nuclear y ciclo de vida de este equipo

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocer los procedimientos para las pruebas de aceptación y el mantenimiento del equipo, así como para la verificación del rendimiento del equipo después del mantenimiento.	Demuestra un conocimiento básico de los elementos genéricos del ciclo de vida del equipo de medicina nuclear, entre ellos planificación, compra, aceptación y puesta en servicio, mantenimiento y verificación del rendimiento del equipo después del mantenimiento.	Demuestra un buen conocimiento de los elementos del ciclo de vida del equipo de medicina nuclear.

Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para elaborar solicitudes presupuestarias, preparar las especificaciones y adquirir equipo adecuado mediante un proceso de licitación.	Capaz de contribuir a la elaboración de solicitudes presupuestarias, preparar especificaciones y adquirir equipo mediante un proceso de licitación. Requiere asistencia en los conceptos implícitos.	Capaz de aportar la contribución de la “física” a las solicitudes presupuestarias, la preparación de especificaciones y la adquisición de equipo mediante un proceso de licitación. Requiere solo asistencia mínima para asegurar que se incluyan todos los elementos necesarios. Las omisiones son insignificantes.	Capaz de aportar de manera independiente la contribución de la “física” a las solicitudes presupuestarias, la preparación de especificaciones y la adquisición del equipo mediante un proceso de licitación.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.2: Pruebas de aceptación de un calibrador de dosis

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento del procedimiento para la aceptación inicial de un calibrador de dosis.	Demuestra un conocimiento limitado de los principios de funcionamiento de un calibrador de dosis y las pruebas de aceptación recomendadas .	Demuestra un conocimiento a fondo de los principios de funcionamiento de un calibrador de dosis y las pruebas de aceptación recomendadas.

Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar pruebas de aceptación de un calibrador de dosis.	Capaz de contribuir a las pruebas de aceptación de un calibrador de dosis, incluso inspección física, precisión y exactitud, linealidad de la respuesta a la actividad y prueba del fondo. Requiere asistencia para asegurar que no haya errores en el proceso.	Capaz de realizar pruebas de aceptación de un calibrador de dosis. Requiere solo asistencia mínima . Comete errores ocasionales insignificantes .	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de aceptación de un calibrador de dosis a un nivel clínico aceptable .
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.3: Pruebas de aceptación de una sonda de centelleo y un contador de pozo.

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento del procedimiento para las pruebas de aceptación iniciales de una sonda de centelleo o un contador de pozo.	Demuestra un conocimiento limitado de los principios de funcionamiento de una sonda de centelleo o un contador de pozo y las pruebas de aceptación recomendadas .	Demuestra un conocimiento a fondo de los principios de funcionamiento de una sonda de centelleo o un contador de pozo y los procedimientos para las pruebas de aceptación.

Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar pruebas de aceptación de una sonda de centelleo o un contador de pozo.	<p>Capaz de contribuir a pruebas de aceptación de una sonda de centelleo o un contador de pozo, incluso inspección física, calibración de energía y resolución, sensibilidad, precisión y exactitud, linealidad de la respuesta a la actividad y prueba del fondo.</p> <p>Requiere asistencia para asegurar que no haya errores en el proceso.</p>	<p>Capaz de realizar pruebas de aceptación de una sonda de centelleo o un contador de pozo. Requiere solo asistencia mínima. Comete errores ocasionales insignificantes.</p>	<p>Capaz de realizar de manera independiente pruebas de aceptación de una sonda de centelleo o un contador de pozo a un nivel clínico aceptable.</p>
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.4: Pruebas de aceptación y puesta en servicio de cámaras gamma, SPECT y CT

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento del procedimiento para las pruebas de aceptación de sistemas de cámaras gamma/SPECT y CT.	Demuestra un conocimiento limitado de las normas para las pruebas de aceptación de los sistemas de cámaras/SPECT y CT y la interpretación de los resultados.	Demuestra un buen conocimiento de las normas para las pruebas de aceptación de sistemas de cámaras gamma/SPECT y la interpretación de los resultados.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar pruebas de aceptación de sistemas de cámaras gamma/SPECT.	Capaz de contribuir a las pruebas de aceptación de sistemas de cámaras gamma/SPECT. Requiere asistencia para asegurar que no haya errores en el proceso.	Capaz de realizar pruebas de aceptación de sistemas de cámaras gamma/SPECT. Requiere solo asistencia mínima. Comete errores ocasionales insignificantes.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de aceptación de sistemas de cámaras gamma/SPECT a un nivel clínico aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.5: Pruebas de aceptación y puesta en servicio de sistemas PET y CT

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de procedimientos de la NEMA para las pruebas de aceptación de sistemas PET.	Demuestra un conocimiento limitado de los procedimientos de la NEMA para las pruebas de aceptación de sistemas PET y la interpretación de los resultados .	Demuestra un buen conocimiento de los procedimientos de la NEMA para las pruebas de aceptación de sistemas PET y la interpretación de los resultados .
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas (a)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar pruebas de aceptación de sistemas PET y la puesta en servicio.	<p>Capaz de contribuir a las pruebas de aceptación de sistemas PET.</p> <p>Requiere asistencia para asegurar que no haya errores en el proceso.</p>	<p>Capaz de realizar pruebas de aceptación de sistemas PET. Requiere solo asistencia mínima. Comete errores ocasionales insignificantes.</p>	<p>Capaz de realizar de manera independiente pruebas de aceptación de sistemas PET a un nivel clínico aceptable.</p>
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Aptitudes prácticas (b)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar la calibración del SUV y comprobar su exactitud.	<p>Capaz de contribuir a la calibración del SUV y a las comprobaciones de su exactitud. Requiere asistencia para asegurar que no haya errores en el proceso.</p>	<p>Capaz de realizar la calibración del SUV y las comprobaciones de su exactitud. Requiere solo asistencia mínima. Comete errores ocasionales insignificantes.</p>	<p>Capaz de realizar de manera independiente la calibración del SUV y las comprobaciones de su exactitud a un nivel clínico aceptable.</p>

Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 6: MEDICIONES DE RADIATIVIDAD Y DOSIMETRÍA INTERNA

- 6.1 Uso de normas trazables para mediciones de radiactividad.
- 6.2 Formalismo y aplicación de la dosimetría interna.
- 6.3 Dosis de radiación absorbida de radiofármacos diagnósticos de medicina nuclear.
- 6.4 Imagenología cuantitativa de medicina nuclear.
- 6.5 Dosimetría específica de pacientes.

Submódulo 6.1: Uso de normas trazables para mediciones de radiactividad

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la cadena de trazabilidad para las mediciones de la actividad de radionucleidos en el contexto de la medicina nuclear.	Demuestra un conocimiento limitado de la cadena de trazabilidad para las mediciones de la actividad de radionucleidos.	Demuestra un buen conocimiento de la cadena de trazabilidad para las mediciones de la actividad de radionucleidos.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para aplicar los principios de garantía de calidad y estimar las incertidumbres relacionadas con las mediciones de radiactividad en el contexto clínico.	Capaz de aplicar los principios de garantía de calidad y estimar las incertidumbres relacionadas con las mediciones de radiactividad. El trabajo requiere un atento escrutinio para asegurar que no haya errores en el proceso.	Capaz de aplicar los principios de garantía de calidad y estimar las incertidumbres relacionadas con las mediciones de radiactividad. Requiere solo asistencia mínima . Comete errores ocasionales insignificantes .	Capaz de aplicar de manera independiente los principios de garantía de calidad y estimar las incertidumbres relacionadas con las mediciones de radiactividad sin errores .
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 6.2: Formalismo y aplicación de la dosimetría interna

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento del formalismo establecido para los cálculos de la dosis interna, incluso sus limitaciones.	Demuestra un conocimiento limitado del formalismo establecido para los cálculos de la dosis interna, incluso sus limitaciones.	Demuestra un buen conocimiento del formalismo establecido para los cálculos de la dosis interna, incluso sus limitaciones.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para calcular la dosis absorbida en los órganos según el formalismo de la MIRD, así como para deducir la dosis efectiva.	Capaz de calcular la dosis absorbida en los órganos según el formalismo de la MIRD, así como para deducir la dosis efectiva. Los resultados requieren una comprobación cuidadosa.	Capaz de calcular la dosis absorbida en los órganos según el formalismo de la MIRD, así como para deducir la dosis efectiva. Requiere solo asistencia de menor importancia.	Capaz de calcular de manera independiente la dosis absorbida en los órganos según el formalismo de la MIRD, así como para deducir la dosis efectiva. Los resultados están exentos de errores.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 6.3: Dosis de radiación absorbida de radiofármacos diagnósticos de medicina nuclear.

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los métodos subyacentes de las tablas derivadas de que se dispone para las estimaciones de la dosis interna, incluso las incertidumbres previstas para distintos pacientes.	Demuestra un conocimiento limitado de los métodos subyacentes de las tablas derivadas de que se dispone para las estimaciones de la dosis interna, incluso las incertidumbres previstas para distintos pacientes.	Demuestra un buen conocimiento de los métodos subyacentes de las tablas derivadas de que se dispone para las estimaciones de la dosis interna, incluso las incertidumbres previstas para distintos pacientes.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para utilizar las tablas establecidas para estimar la dosis absorbida y la dosis efectiva en el paciente.	Capaz de utilizar las tablas establecidas para estimar la dosis absorbida y la dosis efectiva en el paciente. Los cálculos requieren una comprobación cuidadosa.	Capaz de utilizar las tablas establecidas para estimar la dosis absorbida y la dosis efectiva en el paciente. Requiere solo asistencia de menor importancia.	Capaz de utilizar las tablas establecidas para estimar la dosis absorbida y la dosis efectiva en el paciente sin asistencia. Los resultados están exentos de errores.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 6.4: Imagenología cuantitativa de medicina nuclear

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los principales factores que afectan a las mediciones cuantitativas en la medicina nuclear.	Posee un conocimiento básico de los principales factores que afectan a las mediciones cuantitativas en la medicina nuclear.	Posee un buen conocimiento de los principales factores que afectan a las mediciones cuantitativas de imágenes planares, SPECT y PET.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para adquirir medidas cuantitativas de estudios planares, SPECT y PET.	Capaz de adquirir medidas cuantitativas de estudios planares, SPECT y PET. Requiere atenta supervisión.	Capaz de adquirir medidas cuantitativas de estudios planares, SPECT y PET. Requiere solo asistencia limitada.	Capaz de adquirir de manera independiente medidas cuantitativas de estudios planares, SPECT y PET a un nivel clínico aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 6.5: Dosimetría específica de pacientes

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los instrumentos y requisitos necesarios para realizar la dosimetría específica de pacientes.	Posee un conocimiento básico de los instrumentos y requisitos necesarios para realizar la dosimetría específica de pacientes.	Un buen conocimiento de los instrumentos y requisitos necesarios para realizar la dosimetría específica de pacientes.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para calcular la dosimetría específica de pacientes de imágenes repetidas y mediciones de absorción.	Capaz de calcular la dosimetría específica de pacientes de imágenes repetidas y mediciones de absorción. Los resultados exigen una comprobación cuidadosa.	Capaz de calcular la dosimetría específica de pacientes de imágenes repetidas y mediciones de absorción. Requiere solo asistencia de poca importancia.	Capaz de calcular de manera independiente, sin error , la dosimetría específica de pacientes de imágenes repetidas y mediciones de absorción.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 7: CONTROL DE CALIDAD DEL EQUIPO DE MEDICINA NUCLEAR

- 7.1 Diseño y supervisión de un programa corriente de CC.
- 7.2 CC de un calibrador de dosis.
- 7.3 CC de una sonda de centelleo y un contador de pozo.
- 7.4 CC de una cámara gamma y SPECT.
- 7.5 CC de sistemas PET/CT.
- 7.6 CC de dispositivos de visualización e impresión.
- 7.7 CC de sistemas DXA.

Submódulo 7.1: Diseño y supervisión de un programa corriente de CC

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los métodos para la aplicación clínica y supervisión de un programa de control de calidad.	Demuestra un conocimiento básico de los aspectos genéricos de un programa clínico de CC.	Demuestra un buen conocimiento de los métodos de un programa clínico de CC.

Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para gestionar un programa de CC, incluso el uso apropiado de instrumentación, la selección de las pruebas y su frecuencia.	Capaz de gestionar un programa de CC, incluso la selección y el uso de equipo apropiado, la selección de las pruebas y su frecuencia. Requiere asistencia para asegurar que no haya errores en el proceso.	Capaz de gestionar un programa de CC. Requiere solo supervisión mínima. Comete errores ocasionales insignificantes.	Capaz de gestionar de manera independiente un programa de CC a un nivel clínico aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 7.2: CC de un calibrador de dosis

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento del efecto de la geometría, la energía y el tipo de emisiones en las mediciones de radiactividad.	Posee un conocimiento básico de los requisitos de CC de un calibrador de dosis , incluso los efectos de la geometría, la energía y el tipo de emisiones en las mediciones de radiactividad.	Posee un buen conocimiento de los requisitos de CC de un calibrador de dosis , incluso los efectos de la geometría, la energía y el tipo de emisiones en las mediciones de radiactividad

Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar el CC básico de un calibrador de dosis, incluso comprobaciones de constancia, fondo, linealidad y exactitud, y para establecer niveles de acción apropiados.	Capaz de prestar asistencia en el programa de CC para un calibrador de dosis.	Capaz de realizar la mayor parte de un programa de CC para un calibrador de dosis. Requiere supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente el programa de CC para un calibrador de dosis a un nivel clínico aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 7.3: CC de una sonda de centelleo y un contador de pozo

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los principios de funcionamiento de una sonda de centelleo y un contador de pozo y de los procedimientos de CC pertinentes.	Posee un conocimiento básico de los principios de funcionamiento de una sonda de centelleo y un contador de pozo y de los procedimientos de CC pertinentes.	Posee un buen conocimiento de los principios de funcionamiento de una sonda de centelleo y un contador de pozo y de los procedimientos de CC pertinentes.

Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar procedimientos básicos de CC para sistemas de centelleo no imagenológicos.	Capaz de prestar asistencia en el programa de CC para sistemas de centelleo no imagenológicos.	Capaz de realizar la mayor parte del programa de CC para sistemas de centelleo no imagenológicos. Requiere supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente el programa de CC para sistemas de centelleo no imagenológicos a un nivel clínico aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 7.4: CC de una cámara gamma y SPECT

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los procedimientos de CC para dispositivos planares y SPECT.	Posee un conocimiento básico de los procedimientos de CC pertinentes para dispositivos planares y SPECT.	Posee un buen conocimiento de los procedimientos de CC pertinentes para dispositivos planares y SPECT.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas (a)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar y evaluar los procedimientos planares típicos de CC, incluso: resolución espacial y uniformidad (integral y diferencial).	Capaz de prestar asistencia en el programa de CC de una cámara de imágenes planares.	Capaz de realizar la mayor parte del programa de CC de una cámara de imágenes planares. Requiere supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente el programa de CC de una cámara de imágenes planares a un nivel clínico aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
Aptitudes prácticas (b)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar y evaluar procedimientos típicos de CC de SPECT, incluso resolución espacial, uniformidad (integral y diferencial), COR, resolución espacial, uniformidad SPECT y calidad de la imagen tomográfica.	Capaz de prestar asistencia en el programa de CC de una cámara SPECT.	Capaz de realizar la mayor parte del programa de CC de una cámara SPECT. Requiere supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente el programa de CC de una cámara SPECT a un nivel clínico aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 7.5: CC de sistemas PET/CT

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Familiaridad con los procedimientos habituales de CC de sistemas PET/CT.	Posee un conocimiento básico de los procedimientos de CC pertinentes de sistemas PET/CT.	Posee un buen conocimiento de los procedimientos de CC pertinentes de sistemas PET/CT.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar procedimientos habituales de CC en un sistema PET/CT e iniciar medidas correctivas apropiadas cuando los resultados del CC revelan problemas con el rendimiento del sistema PET/CT.	Capaz de prestar asistencia en el programa de CC de sistemas PET/CT.	Capaz de realizar la mayor parte del programa de CC de sistemas PET/CT. Requiere supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente el programa de CC de sistemas PET/CT a un nivel clínico aceptable.
Fecha de consecución			

Iniciales del supervisor			
---------------------------------	--	--	--

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 7.6: CC de dispositivos de visualización e impresión

Base de conocimientos (a)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los procedimientos de control de calidad de los dispositivos de visualización e impresión.	Posee un conocimiento básico de los procedimientos de CC pertinentes de los dispositivos de visualización e impresión.	Posee un buen conocimiento de los procedimientos de CC pertinentes de los dispositivos de visualización e impresión.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		
Base de conocimientos (b)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de las propiedades de películas y otras copias impresas y su calibración.	Posee un conocimiento básico de las propiedades de películas y otros registros de copias impresas y su calibración.	Posee un buen conocimiento de las propiedades de películas y otros registros de copias impresas y su calibración.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar el CC de dispositivos de visualización e impresión.	Capaz de prestar asistencia en el programa de CC de dispositivos de visualización e impresión.	Capaz de realizar la mayor parte del programa de CC de dispositivos de visualización e impresión. Requiere supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente el programa de CC de dispositivos de visualización e impresión a un nivel clínico aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 7.7: CC de sistemas DXA

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la teoría y el funcionamiento del equipo DXA y la importancia del CC y la calibración en el uso exacto de márgenes normales.	Posee un conocimiento básico de la teoría y el funcionamiento del equipo DXA y la importancia del CC y la calibración en el uso exacto de márgenes normales.	Posee un buen conocimiento de la teoría y el funcionamiento del equipo DXA y la importancia del CC y la calibración en el uso exacto de márgenes normales
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar el CC de equipo DXA.	Capaz de prestar asistencia en el programa de CC del equipo DXA.	Capaz de realizar la mayor parte del programa de CC del equipo DXA. Requiere supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente el programa de CC del equipo DXA a un nivel clínico aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 8: TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS UTILIZANDO FUENTES NO SELLADAS

- 8.1 Conocimiento de los principios de la terapia con radionucleidos.
- 8.2 Diseño de la instalación para la terapia con radionucleidos.
- 8.3 Procedimientos de tratamiento.
- 8.4 Selección de radiofármacos para la terapia de medicina nuclear.
- 8.5 Dosimetría para el procedimiento terapéutico con radionucleidos.
- 8.6 Precauciones de seguridad radiológica para la terapia basada en el uso de fuentes de radionucleidos no selladas.

Submódulo 8.1: Conocimiento de los principios de la terapia con radionucleidos

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los principios de la terapia con radionucleidos.	Posee un conocimiento básico de los principios de la terapia con radionucleidos.	Posee un buen conocimiento de los principios de la terapia con radionucleidos.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 8.2: Diseño de la instalación para la terapia con radionucleidos

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los principios del diseño del blindaje para las distintas energías de radionucleidos utilizadas con fines terapéuticos.	Demuestra un conocimiento básico del diseño del blindaje para energías de radionucleidos utilizadas en la medicina nuclear terapéutica.	Demuestra un buen conocimiento del diseño del blindaje para energías de radionucleidos utilizadas en la medicina nuclear terapéutica.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para diseñar un blindaje contra la radiación satisfactorio para las distintas energías de radionucleidos utilizadas con fines terapéuticos.	Capaz de contribuir al diseño del blindaje contra la radiación para las distintas energías de radionucleidos utilizadas con fines terapéuticos. Requiere asistencia importante para asegurar la exactitud del diseño.	Capaz de diseñar un blindaje contra la radiación para las distintas energías de radionucleidos utilizadas con fines terapéuticos. Requiere solo asistencia limitada para asegurar la exactitud del diseño	Capaz de diseñar de manera independiente el blindaje contra la radiación para las distintas energías de radionucleidos utilizadas con fines terapéuticos a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 8.3: Procedimientos de tratamiento

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la finalidad, los principios y los procedimientos operacionales de la terapia con radionucleidos.	Posee un conocimiento básico de la finalidad, los principios y los procedimientos operacionales de la terapia con radionucleidos.	Posee un buen conocimiento de la finalidad, los principios y los procedimientos operacionales de la terapia con radionucleidos.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para la gestión apropiada de los pacientes desde una perspectiva de seguridad radiológica antes y después de la administración del radionucleido.	Capaz de prestar asistencia en la gestión apropiada de los pacientes desde una perspectiva de seguridad radiológica antes y después de la administración del radionucleido.	Requiere solo supervisión limitada en la gestión apropiada y segura de los pacientes desde una perspectiva de seguridad radiológica antes y después de la administración del radionucleido.	Capaz de realizar de manera independiente la gestión apropiada y segura de los pacientes desde una perspectiva de seguridad radiológica antes y después de la administración del radionucleido.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 8.4: Selección de radiofármacos para la terapia de medicina nuclear

Base de conocimientos (a)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de las indicaciones comunes y los radiofármacos empleados para la terapia de medicina nuclear.	Posee un conocimiento básico de las indicaciones comunes y los radiofármacos empleados para la terapia de medicina nuclear.	Posee un buen conocimiento de las indicaciones comunes y los radiofármacos empleados para la terapia de medicina nuclear.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		
Base de conocimientos (b)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Familiaridad con la amplia diversidad de enfermedades en que se aplica la terapia con radionucleidos y la selección del radiofármaco apropiado para el paciente específico.	Posee un conocimiento básico de la diversidad de enfermedades para las que se aplica la terapia con radionucleidos y la selección del radiofármaco apropiado para el paciente específico.	Posee un buen conocimiento de la diversidad de enfermedades para las que se aplica la terapia con radionucleidos y la selección del radiofármaco apropiado para el paciente específico.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 8.5: Dosimetría para procedimientos terapéuticos con radionucleidos

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los principios de la dosimetría interna.	Posee un conocimiento básico de los principios de la dosimetría interna.	Posee un buen conocimiento de los principios de la dosimetría interna.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para calcular la actividad de la dosis administrada para la terapia de medicina nuclear.	Capaz de calcular la actividad de la dosis administrada para la terapia de medicina nuclear. Los resultados requieren una comprobación cuidadosa.	Requiere solo asistencia limitada para calcular la actividad de la dosis administrada para la terapia de medicina nuclear.	Capaz de calcular de manera independiente la actividad de la dosis administrada para la terapia de medicina nuclear.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 8.6: Precauciones de seguridad radiológica para la terapia basada en el uso de fuentes de radionucleidos no selladas

Base de conocimientos (a)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Familiaridad con todas las legislaciones, directrices y mejores prácticas internacionales para garantizar la seguridad radiológica antes de la administración de la terapia con radionucleidos, durante la administración y después.	Demuestra un conocimiento básico de las legislaciones, directrices y mejores prácticas internacionales y de los principios de evaluación de riesgos y los mecanismos de control para garantizar la seguridad radiológica antes de la administración de la terapia con radionucleidos, durante la administración y después. Requiere asistencia en el conocimiento de los aspectos más difíciles .	Demuestra un buen conocimiento de todas las legislaciones, directrices y mejores prácticas internacionales y de los principios de evaluación de riesgos y los mecanismos de control para garantizar la seguridad radiológica antes de la administración de la terapia con radionucleidos, durante la administración y después.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		
Base de conocimientos (b)	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Familiaridad con las formas químicas de los radiofármacos terapéuticos y cómo esto afectaría a su distribución en el medio ambiente al ser excretados por el paciente o derramarse de un contenedor.	Demuestra un conocimiento básico de las formas químicas de los radiofármacos terapéuticos y cómo esto afectaría a su distribución en el medio ambiente al ser excretados por el paciente o derramarse de un contenedor. Requiere asistencia en el conocimiento de los aspectos más difíciles .	Demuestra un buen conocimiento de las formas químicas de los radiofármacos terapéuticos y cómo esto afectaría a su distribución en el medio ambiente al ser excretados por el paciente o derramarse de un contenedor.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas (a)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para aplicar los reglamentos de protección radiológica al personal, los pacientes y los miembros del público asociados a la terapia con radionucleidos.	Posee solo una capacidad limitada para aplicar los reglamentos de protección radiológica al personal, los pacientes y los miembros del público asociados a la terapia con radionucleidos. Requiere atenta supervisión.	Requiere solo asistencia limitada para aplicar los reglamentos de protección radiológica al personal, los pacientes y los miembros del público asociados a la terapia con radionucleidos.	Capaz de aplicar de manera independiente los reglamentos de protección radiológica al personal, los pacientes y los miembros del público asociados a la terapia con radionucleidos.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
Aptitudes prácticas (b)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para comunicarse con el paciente, el personal y el público en relación con los riesgos asociados a la manipulación de fuentes no selladas de actividad alta.	Posee solo una capacidad limitada para asesorar a otros sobre los riesgos asociados a la manipulación de fuentes no selladas de actividad alta y corregir aspectos prácticos para reducir la dosis.	Capaz de asesorar a otros sobre los riesgos asociados a la manipulación de fuentes no selladas de actividad alta y corregir aspectos prácticos para reducir la dosis. Requiere supervisión para asegurar que no se preste un asesoramiento incorrecto.	Capaz de asesorar de manera independiente a otros sobre los riesgos asociados a la manipulación de fuentes no selladas de actividad alta y corregir aspectos prácticos para reducir la dosis. El asesoramiento prestado es en todo momento correcto y apropiado.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 9: INFORMÁTICA Y REDES CLÍNICAS

- 9.1 Funcionamiento de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen.
- 9.2 Gestión de la administración del sistema informático.
- 9.3 Solución de problemas del sistema informático de primera línea.
- 9.4 Técnicas de procesamiento de imágenes informáticas.
- 9.5 Análisis de imágenes en un lenguaje de programación de alto nivel (optativo).
- 9.6 Reconstrucción, registro y fusión de imágenes, y elaboración de modelos cinéticos de trazadores.
- 9.7 Formatos normalizados de archivos de imágenes utilizados en medicina nuclear.
- 9.8 Redes informáticas, PACS, RIS y HIS.
- 9.9 Validación de programas informáticos: simulaciones por computadora, maniqués y datos clínicos.

Submódulo 9.1: Operación de una estación de trabajo clínica de adquisición y procesamiento/examen

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de las características básicas de los sistemas operativos de la estación de trabajo y los programas informáticos clínicos para la adquisición y el procesamiento de imágenes.	Demuestra un conocimiento limitado de las características básicas de los sistemas operativos de la estación de trabajo y los programas informáticos clínicos para la adquisición y el procesamiento de imágenes.	Demuestra un buen conocimiento de las características básicas de los sistemas operativos de la estación de trabajo y los programas informáticos clínicos para la adquisición y el procesamiento de imágenes.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para utilizar con eficacia un sistema operativo de estación de trabajo y programas informáticos clínicos de medicina nuclear.	<p>Capaz de utilizar un sistema operativo de estación de trabajo y programas informáticos clínicos para la mayor parte de las tareas simples asociadas con la adquisición, visualización, manipulación y análisis de imágenes, así como con la transferencia y el archivo de datos.</p> <p>Requiere asistencia en las tareas más complejas.</p>	<p>Capaz de utilizar un sistema operativo de estación de trabajo y programas informáticos clínicos para tareas más complejas asociadas con la adquisición, visualización, manipulación y análisis de imágenes, así como con la transferencia y el archivo de datos.</p> <p>Requiere solo asistencia mínima.</p>	<p>Capaz de utilizar de manera independiente un sistema operativo de estación de trabajo y programas informáticos clínicos para todas las tareas asociadas con la adquisición, visualización, manipulación y análisis de imágenes, así como con la transferencia y el archivo de datos.</p>
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 9.2: Gestión de la administración del sistema informático

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de las responsabilidades de administración del sistema informático y los mandos, herramientas y utilidades esenciales que son importantes para asegurar un funcionamiento constante de los sistemas informáticos clínicos.	Demuestra un conocimiento limitado de las responsabilidades de administración del sistema informático y los mandos, herramientas y utilidades esenciales que son importantes para asegurar un funcionamiento constante de los sistemas informáticos clínicos.	Demuestra un buen conocimiento de las responsabilidades de administración del sistema informático y los mandos, herramientas y utilidades esenciales que son importantes para asegurar un funcionamiento constante de los sistemas informáticos clínicos.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar las tareas necesarias de administración del sistema.	<p>Capaz de realizar muchas tareas básicas de administración del sistema, incluso planificación, instalación, apoyo y mantenimiento del equipo informático, los sistemas operativos, los programas informáticos clínicos y las redes.</p> <p>Requiere asistencia en las tareas más complejas.</p>	<p>Capaz de realizar todas las tareas básicas de administración del sistema, incluso planificación, instalación, apoyo y mantenimiento del equipo informático, los sistemas operativos, los programas informáticos clínicos y las redes.</p> <p>Requiere solo asistencia mínima en las tareas más complejas.</p>	<p>Capaz de realizar de manera independiente todas las tareas básicas de administración del sistema, incluso planificación, instalación, apoyo y mantenimiento del equipo informático, los sistemas operativos, los programas informáticos clínicos y las redes.</p>

Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 9.3: Solución de problemas del sistema informático de primera línea

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de las posibles causas de un mal funcionamiento del sistema informático.	Demuestra un conocimiento limitado de las posibles causas de un mal funcionamiento del sistema informático.	Demuestra un buen conocimiento de las posibles causas de un mal funcionamiento del sistema informático.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas (a)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para reconocer y solucionar rápidamente los problemas comunes del equipo informático, los programas informáticos y los problemas asociados a la red.	Capaz de reconocer y solucionar muchos problemas comunes del equipo informático, los programas informáticos y los problemas asociados a la red. Requiere asistencia en problemas más complejos.	Capaz de reconocer y solucionar la mayoría de los problemas comunes del equipo informático, los programas informáticos y los problemas asociados a la red. Requiere solo asistencia mínima en los problemas más complejos.	Capaz de reconocer y solucionar de manera independiente todos los problemas comunes del equipo informático, los programas informáticos y los problemas asociados a la red, y solucionarlos.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
Aptitudes prácticas (b)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para diseñar, programar y aplicar el mantenimiento preventivo del sistema informático.	Capaz de realizar aspectos básicos del diseño, programación y aplicación del mantenimiento preventivo de un sistema informático. Requiere asistencia en aspectos más complejos.	Capaz de realizar todos los aspectos del diseño, programación y aplicación del mantenimiento preventivo de un sistema informático. Requiere solo asistencia mínima en los aspectos más complejos.	Capaz de realizar de manera independiente todos los aspectos del diseño, programación y aplicación del mantenimiento preventivo de un sistema informático.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 9.4: Técnicas de procesamiento de imágenes informáticas

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los algoritmos y el lenguaje de programación subyacentes que son obligatorios para elaborar programas simples de análisis/procesamiento de imágenes en un entorno de programación interactivo.	Demuestra un conocimiento limitado de los algoritmos y el lenguaje de programación subyacentes que son obligatorios para elaborar programas simples de análisis/procesamiento de imágenes en un entorno de programación interactivo.	Demuestra un buen conocimiento de los algoritmos y el lenguaje de programación subyacentes que son obligatorios para elaborar programas simples de análisis/procesamiento de imágenes en un entorno de programación interactivo.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para elaborar, probar y documentar rutinas/aplicaciones de procesamiento de imágenes eficientes en un entorno de programación de alto nivel y utilizar macrorrutinas en la macroutilidad del proveedor, para tareas clínicas seleccionadas.	Requiere asistencia considerable para elaborar, probar y documentar rutinas/aplicaciones de procesamiento de imágenes eficientes en un entorno de programación de alto nivel y utilizar macrorrutinas en la macroutilidad del proveedor, para tareas clínicas seleccionadas.	Requiere solo asistencia mínima para elaborar, probar y documentar rutinas/aplicaciones de procesamiento de imágenes eficientes en un entorno de programación de alto nivel y utilizar macrorrutinas en la macroutilidad del proveedor, para tareas clínicas seleccionadas.	Capaz de elaborar, probar y documentar de manera independiente rutinas/aplicaciones de procesamiento de imágenes eficientes en un entorno de programación de alto nivel y utilizar macrorrutinas en la macroutilidad del proveedor, para tareas clínicas seleccionadas.

Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 9.5: Análisis de imágenes en un lenguaje de programación de alto nivel (optativo)

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los gráficos de flujo y el pseudocódigo de programación, y de la transición de este enfoque conceptual a la creación de programas reales en un lenguaje de alto nivel.	Posee un buen conocimiento de los gráficos de flujo y el pseudocódigo de programación, y un conocimiento básico de la transición de este enfoque conceptual a la creación de programas reales en un lenguaje de alto nivel.	Posee un buen conocimiento de los gráficos de flujo y el pseudocódigo de programación, y de la transición de este enfoque conceptual a la creación de programas reales en un lenguaje de alto nivel.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para elaborar programas simples, legibles y eficientes en un lenguaje de alto nivel (procesal) para probar nuevos programas informáticos y documentar correctamente el código.	Capaz de elaborar programas básicos eficientes en un lenguaje de alto nivel (procesal), incluso verificar y documentar nuevos programas informáticos. Requiere asistencia en programas más complejos.	Capaz de elaborar programas eficientes complejos en un lenguaje de alto nivel (procesal), incluso verificar y documentar nuevos programas informáticos. Requiere solo asistencia mínima.	Capaz de elaborar de manera independiente programas eficientes en un lenguaje de alto nivel (procesal), incluso verificar y documentar nuevos programas informáticos.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 9.6: Reconstrucción, registro y fusión de imágenes, y elaboración de modelos cinéticos de trazadores

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los algoritmos aplicados en los programas informáticos empleados de ordinario en el departamento del residente para la reconstrucción, el registro y fusión de imágenes y varios diagramas de compensación de factores físicos que afectan a la calidad de las imágenes SPECT y PET.	Posee un conocimiento básico de los algoritmos aplicados en los programas informáticos empleados de ordinario en el departamento del residente para la reconstrucción, el registro y fusión de imágenes y varios diagramas de compensación de factores físicos que afectan a la calidad de las imágenes SPECT y PET.	Posee un buen conocimiento de los algoritmos aplicados en los programas informáticos empleados de ordinario en el departamento del residente para la reconstrucción, el registro y fusión de imágenes y varios diagramas de compensación de factores físicos que afectan a la calidad de las imágenes SPECT y PET.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas (a)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar la reconstrucción y el registro de imágenes en estudios clínicos, y para proponer, diseñar y optimizar/evaluar nuevos enfoques de reconstrucción y diagramas de compensación de diferentes factores de degradación de la imagen.	Capaz de realizar la reconstrucción y el registro básicos de imágenes en estudios clínicos y de proponer, diseñar y optimizar/evaluar nuevos enfoques de reconstrucción y diagramas de compensación para diferentes factores de degradación de la imagen. Requiere asistencia en aspectos más complejos.	Capaz de realizar toda la reconstrucción y el registro de imágenes en estudios clínicos y de proponer, diseñar y optimizar/evaluar nuevos enfoques de reconstrucción y diagramas de compensación para diferentes factores de degradación de la imagen. Requiere solo asistencia mínima en aspectos más complejos.	Capaz de realizar de manera independiente todos los aspectos de la reconstrucción y el registro de imágenes en estudios clínicos y de proponer, diseñar y optimizar/evaluar nuevos enfoques de reconstrucción y diagramas de compensación para diferentes factores de degradación de la imagen.

Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
Aptitudes prácticas (b)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para aplicar modelos para el análisis de la cinética de los trazadores.	Capaz de aplicar modelos simples para el análisis de la cinética de los trazadores. Requiere asistencia importante en modelos más complejos.	Capaz de aplicar modelos simples y complejos para el análisis de la cinética de los trazadores. Requiere solo asistencia limitada.	Capaz de aplicar de manera independiente modelos simples y complejos para el análisis de la cinética de los trazadores.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 9.7: Formatos normalizados de archivos de imágenes utilizados en medicina nuclear

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la estructura y las propiedades de los formatos de archivos de imágenes utilizados habitualmente en la medicina nuclear.	Demuestra un conocimiento limitado de la estructura y las propiedades de los formatos de archivos de imágenes utilizados habitualmente en la medicina nuclear.	Demuestra un buen conocimiento de la estructura y las propiedades de los formatos de archivos de imágenes utilizados habitualmente en la medicina nuclear.

Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para leer, mostrar y manipular los datos de imágenes médicas suministrados en formatos empleados habitualmente (Interfile 3.3, DICOM 3.0).	Capaz de leer, mostrar y manipular los datos de imágenes médicas suministrados en formatos empleados habitualmente. Requiere asistencia considerable en aspectos más complejos.	Capaz de leer, mostrar y manipular los datos de imágenes médicas suministrados en formatos empleados habitualmente. Requiere solo asistencia limitada en aspectos más complejos.	Capaz de leer, mostrar y manipular de manera independiente los datos de imágenes médicas suministrados en formatos empleados habitualmente, incluidos los aspectos más complejos.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 9.8: Redes informáticas, PACS, RIS y HIS

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la tecnología PACS y de los procedimientos de las pruebas de aceptación, así como de los elementos esenciales de los sistemas RIS y HIS.	Demuestra un conocimiento básico de la tecnología PACS y de los procedimientos de las pruebas de aceptación, así como de los elementos esenciales de los sistemas RIS y HIS.	Demuestra un buen conocimiento de la tecnología PACS y de los procedimientos de las pruebas de aceptación, así como de los elementos esenciales de los sistemas RIS y HIS. También posee un buen conocimiento de los requisitos para asegurar que el sistema cumpla los requisitos técnicos, funcionales y de seguridad del usuario.

Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas (a)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para participar en el mantenimiento de los equipos y programas informáticos que comprenden una red informática, incluso el uso, configuración y supervisión del equipo activo de la red.	Posee una capacidad limitada para participar en el mantenimiento de los equipos y programas informáticos que comprenden una red informática, incluso el uso, configuración y supervisión del equipo activo de la red. Requiere asistencia importante .	Posee una buena capacidad para participar en el mantenimiento de los equipos y programas informáticos que comprenden una red informática, incluso el uso, configuración y supervisión del equipo activo de la red. Requiere solo asistencia limitada .	Capaz de contribuir de manera independiente al mantenimiento de los equipos y programas informáticos que comprenden una red informática, incluso el uso, configuración y supervisión del equipo activo de la red.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
Aptitudes prácticas (b)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para contribuir a decisiones competentes asociadas a la selección del sistema PACS que atienda mejor a las necesidades del departamento de medicina nuclear sobre la base de sus características y elementos fundamentales.	Capaz de contribuir a las decisiones asociadas a la selección del sistema PACS sobre la base de sus características y elementos fundamentales. Requiere asistencia importante en algunos de los conceptos implícitos.	Capaz de contribuir a las decisiones asociadas a la selección de un sistema PACS sobre la base de sus características y elementos fundamentales. Requiere solo asistencia limitada en algunos de los conceptos implícitos.	Capaz de aportar de manera independiente la contribución de la “física” a las decisiones asociadas a la selección de un sistema PACS sobre la base de sus características y elementos fundamentales.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Aptitudes prácticas (c)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capaz de emplear con eficacia las estaciones de trabajo de medicina nuclear, los servidores y PACS enlazados a los sistemas RICS o HIS locales y los enlazados a un sistema PACS externo.	Capaz de realizar la mayoría de las tareas simples asociadas con la recuperación y el almacenamiento de datos utilizando una estación de trabajo, servidor y PACS enlazados al sistema RIS o HIS local y los enlazados a un sistema PACS externo. Requiere asistencia en tareas más complejas.	Capaz de realizar todas las tareas necesarias asociadas con la recuperación y el almacenamiento de datos utilizando una estación de trabajo, servidor y PACS enlazados al RIS o HIS local y los enlazados a un sistema PACS externo. Requiere solo asistencia mínima.	Capaz de realizar de manera independiente todas las tareas necesarias asociadas con la recuperación y el almacenamiento de datos utilizando una estación de trabajo, servidor y PACS enlazados al sistema RIS o HIS local y los enlazados a un sistema PACS externo.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 9.9: Validación de programas informáticos: simulaciones por computadora, maniqués y datos clínicos

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los componentes de un método de simulación Monte Carlo: maniqués generados por computadora, modelos del proceso de imagenología, métodos de cálculo rápidos, y del uso de maniqués físicos y métodos de validación clínica.	Posee un conocimiento básico de métodos de simulación Monte Carlo, maniqués generados por computadora, modelos del proceso de imagenología, métodos de cálculo rápidos, y del uso de maniqués físicos y métodos de validación clínica.	Posee un buen conocimiento de métodos de simulación Monte Carlo, maniqués generados por computadora, modelos del proceso de imagenología, métodos de cálculo rápidos, y del uso de maniqués físicos y métodos de validación clínica.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas (a)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para efectuar simulaciones Montecarlo con uno de los programas de simulación asociados a la medicina nuclear e interpretar correctamente los resultados.	Posee una capacidad limitada para efectuar simulaciones Montecarlo con uno de los programas de simulación asociados a la medicina nuclear. Requiere asistencia importante para asegurar la eficacia de los resultados.	Posee una buena capacidad para efectuar simulaciones Montecarlo con uno de los programas de simulación asociados a la medicina nuclear e interpretar correctamente los resultados . Requiere solo asistencia limitada para asegurar la eficacia de los resultados.	Capaz de efectuar de manera independiente simulaciones Montecarlo con uno de los programas de simulación asociados a la medicina nuclear e interpretar correctamente los resultados.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Aptitudes prácticas (b)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para ayudar en el diseño de un estudio clínico de validación con objeto de lograr una mejora apreciable en la calidad de la imagen, la exactitud cuantitativa y la confianza del lector de la imagen.	Posee una capacidad limitada para ayudar en el diseño de un estudio clínico de validación. Requiere asistencia importante .	Posee una buena capacidad para ayudar en el diseño de un estudio clínico de validación. Requiere solo asistencia limitada .	Capaz de ayudar de manera independiente en el diseño de un estudio clínico de validación.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 10: APLICACIONES CLÍNICAS

- 10.1 Protocolos para procedimientos clínicos habituales.
- 10.2 Artefactos comunes en imágenes clínicas.
- 10.3 Análisis de estudios clínicos comunes y fuentes de error.
- 10.4 Principios y base fisiológica para estudios clínicos comunes.
- 10.5 Elaboración de protocolos clínicos para la estimación de la dosimetría de pacientes.
- 10.6 Optimización.
- 10.7 Base fisiológica de la imagenología PET.

Submódulo 10.1: Protocolos para procedimientos clínicos habituales

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Familiaridad con el efecto de los factores técnicos y el protocolo de adquisición en el resultado final de un procedimiento clínico.	Posee un conocimiento básico del efecto de los factores técnicos y el protocolo de adquisición en el resultado final de un procedimiento clínico.	Posee un buen conocimiento del efecto de los factores técnicos y el protocolo de adquisición en el resultado final de un procedimiento clínico.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 10.2: Artefactos comunes en imágenes clínicas

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Familiaridad con los artefactos comunes de las imágenes, sus causas y cómo tratarlos.	Posee un conocimiento básico de los artefactos comunes de las imágenes y sus causas. Todavía debe conocer cómo tratarlos.	Posee un buen conocimiento de los artefactos comunes de las imágenes, sus causas y cómo tratarlos.

Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para definir artefactos en las imágenes de medicina nuclear, determinar sus probables causas y adoptar medidas correctivas.	Capaz de definir muchos de los artefactos en las imágenes de medicina nuclear y sus probables causas. Requiere asistencia para proponer las medidas correctivas que deberán adoptarse.	Capaz de definir la mayoría de los artefactos en las imágenes de medicina nuclear, sus causas probables y aplicar medidas correctivas solo con asistencia limitada.	Capaz de definir de manera independiente los artefactos en las imágenes de medicina nuclear, sus causas probables y aplicar medidas correctivas.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 10.3: Análisis de estudios clínicos comunes y fuentes de error

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Familiaridad con las fuentes de error en procedimientos clínicos, su repercusión en el paciente y cómo validar los procedimientos clínicos.	Posee un conocimiento básico de las fuentes de error en los procedimientos clínicos, su repercusión en el paciente y cómo validar los procedimientos clínicos.	Posee un buen conocimiento de las fuentes de error en los procedimientos clínicos, su repercusión en el paciente y cómo validar los procedimientos clínicos.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 10.4: Principios y base fisiológica para estudios clínicos comunes

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la fisiología de los principales sistemas de órganos del cuerpo, y cómo puede utilizarse la medicina nuclear para dilucidar la información sobre la función de estos sistemas de órganos.	Posee un conocimiento básico de la fisiología normal y anormal de los principales sistemas de órganos del cuerpo, y cómo puede utilizarse la medicina nuclear para dilucidar la información sobre la función de estos sistemas de órganos.	Posee un buen conocimiento de la fisiología normal y anormal de los principales sistemas de órganos del cuerpo, y cómo puede utilizarse la medicina nuclear para dilucidar la información sobre la función de estos sistemas de órganos.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 10.5: Elaboración de protocolos clínicos para la estimación de la dosimetría de pacientes

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para estimar la dosis del paciente asociada a una nueva investigación de medicina nuclear.	Capaz de calcular la dosis del paciente asociada a una nueva investigación de medicina nuclear. Los resultados requieren una cuidadosa comprobación.	Capaz de calcular la dosis del paciente asociada a una nueva investigación de medicina nuclear. Solo requiere poca asistencia para asegurar resultados exentos de errores.	Capaz de calcular de manera independiente, sin errores , la dosis del paciente asociada a una nueva investigación de medicina nuclear.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 10.6: Optimización

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los procedimientos empleados para evaluar los riesgos/beneficios de los procedimientos diagnósticos y terapéuticos de medicina nuclear.	Posee un conocimiento básico de los procedimientos empleados para evaluar los riesgos/beneficios de los procedimientos diagnósticos y terapéuticos de medicina nuclear.	Posee un buen conocimiento de los procedimientos empleados para evaluar los riesgos/beneficios de los procedimientos diagnósticos y terapéuticos de medicina nuclear.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas (a)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para evaluar los procedimientos diagnósticos de medicina nuclear y la información diagnóstica con respecto a la dosis absorbida del paciente.	Requiere asistencia importante para evaluar los procedimientos diagnósticos de medicina nuclear y la información diagnóstica con respecto a la dosis absorbida del paciente.	Requiere solo asistencia limitada para evaluar los procedimientos diagnósticos de medicina nuclear y la información diagnóstica con respecto a la dosis absorbida del paciente.	Capaz de evaluar de manera independiente los procedimientos diagnósticos de medicina nuclear y la información diagnóstica con respecto a la dosis absorbida del paciente.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Aptitudes prácticas (b)	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para evaluar los procedimientos de terapia con radionucleidos con respecto a la posibilidad de cura y el riesgo de complicaciones.	Requiere asistencia importante para evaluar los procedimientos de terapia con radionucleidos con respecto a la posibilidad de cura y el riesgo de complicaciones.	Requiere solo asistencia limitada para evaluar los procedimientos de terapia con radionucleidos con respecto a la posibilidad de cura y el riesgo de complicaciones.	Capaz de evaluar de manera independiente los procedimientos de terapia con radionucleidos con respecto a la posibilidad de cura y el riesgo de complicaciones.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 10.7: Base fisiológica de la imagenología PET

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los principios y la base fisiológica de los estudios clínicos PET y PET/CT.	Demuestra un conocimiento básico de los principios y la base fisiológica de los estudios clínicos PET y PET/CT.	Demuestra un buen conocimiento de los principios y la base fisiológica de los estudios clínicos PET y PET/CT.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para reconocer las apariencias normales en los estudios del cerebro, el corazón y el cuerpo entero así como las apariencias anormales y los artefactos comunes.	Requiere asistencia para reconocer las apariencias normales en los estudios del cerebro, el corazón y el cuerpo entero. Tiene dificultad para diferenciar las apariencias normales de las apariencias anormales y los artefactos.	Capaz de reconocer las apariencias normales en los estudios del cerebro, el corazón y el cuerpo entero y de diferenciar la mayoría de las apariencias anormales y los artefactos de las apariencias normales.	Capaz de reconocer las apariencias normales en los estudios del cerebro, el corazón y el cuerpo entero y de diferenciar las apariencias anormales y los artefactos de las apariencias normales.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 11: PREPARACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE RADIOFÁRMACOS

11.1: Producción y preparación de radiofármacos.

11.2: Control de calidad de los radiofármacos.

Submódulo 11.1: Producción y preparación de radiofármacos

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Familiaridad con las instalaciones necesarias para la producción de radionucleidos y radiofármacos.	Posee un conocimiento básico de las instalaciones necesarias para la producción de radionucleidos y radiofármacos.	Posee un buen conocimiento de las instalaciones necesarias para la producción de radionucleidos y radiofármacos.

Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para aplicar protocolos apropiados con el fin de preparar radiofármacos marcados con Tc-99m.	Capaz de preparar radiofármacos marcados con Tc-99m que entrañan la aplicación de protocolos simples. Requiere atenta supervisión.	Capaz de preparar radiofármacos marcados con Tc-99m que entrañan la aplicación de protocolos complejos. Requiere supervisión.	Capaz de preparar de manera independiente radiofármacos marcados con Tc-99m.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 11.2: Control de calidad de los radiofármacos

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los procedimientos de control de calidad y su importancia para los radiofármacos.	Posee un conocimiento básico de los procedimientos de CC para los radiofármacos.	Posee un buen conocimiento de los procedimientos de CC para los radiofármacos.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar pruebas básicas de CC de radiofármacos.	Capaz de realizar pruebas básicas de CC de algunos radiofármacos bajo atenta supervisión.	Capaz de realizar pruebas básicas de CC de radiofármacos. Requiere solo supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas básicas de CC de radiofármacos.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

APÉNDICE VI
FORMULARIOS Y DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS

SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN COMO RESIDENTE DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA DE FÍSICOS MÉDICOS ESPECIALISTAS EN MEDICINA NUCLEAR.....	253
LISTA DE VERIFICACIÓN PARA NUEVOS RESIDENTES (0-3 MESES EN EL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN)	258
ACUERDO DE PLAN DE APRENDIZAJE.....	259
RESUMEN DE LOS PLAZOS PARA LA FINALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA	262
PROGRAMACIÓN DE TRABAJOS	265
PLAZOS PARA LA PREPARACIÓN DEL PORTAFOLIO	266
FORMULARIO PARA EL INFORME SEMESTRAL.....	267
LISTA DE VERIFICACIÓN ANUAL PARA RESIDENTES	271
LISTA DE VERIFICACIÓN FINAL PARA RESIDENTES.....	273

SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN
COMO RESIDENTE DEL
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA DE
FÍSICOS MÉDICOS ESPECIALISTAS EN
MEDICINA NUCLEAR
ORGANIZADO POR

Apellidos.....**Nombre**.....
(en MAYÚSCULAS) (en MAYÚSCULAS)

Marque el nombre con el que prefiere que nos dirijamos a usted.

Marque la casilla correcta

Sra. **Sr.**

Datos personales del solicitante

(Rellene todos los apartados en MAYÚSCULAS)

Dirección:

.....

.....

Código postal:

Número de teléfono: Número de fax:

Correo electrónico:

.....

Expediente académico previo

Debe adjuntar una copia de los títulos y/o los expedientes en el idioma original (y una traducción al inglés en el caso de que estén en otro idioma) a esta solicitud y enviarla al coordinador nacional del programa.

Enseñanza universitaria:

Nombre del centro:

Dirección del centro:

Año de inicio: Año de finalización:

Título obtenido:

Especialización en:

Enseñanza de posgrado en física médica:

Nombre del centro:

Dirección del centro:

Año de inicio: Año de finalización:

Título obtenido:

Especialización en:.....

Otra enseñanza de posgrado:

Nombre del centro:

Dirección del centro:

Año de inicio: Año de finalización:

Título obtenido:

Especialización en:.....

Si es necesario, puede agregar más páginas.

Reservado para la firma del coordinador nacional del programa:

He supervisado los títulos y/o transcripciones del expediente académico del solicitante en el idioma original (y la traducción en inglés cuando el original estaba en otro idioma). Estas cualificaciones son adecuadas para que el solicitante pueda participar en el programa de capacitación clínica para físicos médicos especialistas en medicina nuclear realizado en (nombre del Estado Miembro).

Firmado: Fecha:/...../.....

Coordinador nacional del programa para (nombre del Estado Miembro).

Detalles del programa de capacitación

Puesto para capacitación clínica en el servicio:

Nombre del departamento clínico:

Dirección del departamento clínico:

.....

.....Código postal:

Físico titular:¹²

Número de teléfono: Número de fax:

Correo electrónico:

Supervisor clínico (de conocerse):

Número de teléfono: Número de fax:

Correo electrónico:

Datos referentes a la contratación del residente

Fecha en que empezó/empezará:

Jornada completa o parcial:

Permanente

Temporal

Si es de carácter temporal, señale la duración:

Reservado para la firma del representante del empleador:

Certifico que el solicitante ha sido aceptado en un puesto para recibir capacitación clínica en el servicio en este departamento y que todos los detalles facilitados al respecto son correctos.

Aprobado por: Fecha:/...../.....

(firmado en nombre del empleador)

¹² Es la persona que asume la responsabilidad general del servicio de física médica en el que el residente recibe la capacitación.

Nombre en MAYÚSCULAS

Cargo (por ejemplo, Jefe de Departamento)

Declaración del solicitante

Por la presente entrego mi solicitud para participar en el programa de capacitación clínica para físicos médicos especialistas en medicina nuclear.

Declaro que todo lo que he manifestado en esta solicitud es correcto según mi leal saber y entender.

FIRMA DEL SOLICITANTE:FECHA:

Instrucciones para el solicitante

Asegúrese de que:

*ha adjuntado una copia de los **títulos y/o las transcripciones de su expediente académico** en el idioma original (y una traducción al inglés en el caso de que estén en otro idioma) a la solicitud, y el Jefe de Departamento o la autoridad que corresponda ha firmado el apartado titulado “**Datos sobre el programa de capacitación**” (lo que confirma que ha sido aceptado para participar en el programa de capacitación clínica).*

Esta solicitud debe enviarse al coordinador nacional del programa por correo ordinario o por correo electrónico. Se aceptan las firmas electrónicas.

Se le comunicará el resultado de su solicitud en su momento.

Datos de contacto del coordinador nacional del programa

Introducir los datos de contacto del coordinador nacional del programa

LISTA DE VERIFICACIÓN PARA NUEVOS RESIDENTES

(0-3 MESES EN EL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN)

RESIDENTE: _____

FECHA DE INICIO DE LA RESIDENCIA: _____

Fecha de
consecución

ASIGNACIÓN DE UN SUPERVISOR CLÍNICO

ENVÍO DEL FORMULARIO DE SOLICITUD
DE INSCRIPCIÓN DEL RESIDENTE AL
COORDINADOR NACIONAL DEL
PROGRAMA

RECEPCIÓN DE LA CARTA DEL
COORDINADOR NACIONAL DEL
PROGRAMA SOBRE LA ACEPTACIÓN EN EL
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

ORIENTACIÓN FACILITADA POR EL
SUPERVISOR CLÍNICO

INICIO DEL CUADERNO DE TRABAJO DEL
RESIDENTE (cuando sea necesario)

ENTREGA AL RESIDENTE DE LA GUÍA DE
CAPACITACIÓN CLÍNICA

ELABORACIÓN DEL CALENDARIO DE LAS
REUNIONES PERIÓDICAS ENTRE EL
SUPERVISOR Y EL RESIDENTE (como mínimo
mensualmente)

PLAN DE CAPACITACIÓN ACORDADO PARA
LOS PRIMEROS SEIS MESES

PLAN DE CAPACITACIÓN PARA EL
PERÍODO DE PARTICIPACIÓN ELABORADO
Y ACORDADO CON EL SUPERVISOR
CLÍNICO

EL RESIDENTE EMPIEZA A ASISTIR A
SESIONES CLÍNICAS Y/O TUTORÍAS

ACUERDO DE PLAN DE APRENDIZAJE (continuación)

Mes, por ejemplo, enero	Submódulos que deben abarcarse	Conocimientos previos que deben haberse adquirido antes de (fecha)	Plazo de evaluación de la competencia (fecha)	Recursos/estrategias (de ser necesario utilizar el apartado de notas a continuación)
4.				
5.				
6.				

**RESUMEN DE LOS PLAZOS PARA LA FINALIZACIÓN
DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA**

**Nivel de competencia que se debe haber alcanzado
y evaluado al final del período especificado.**

SUBMÓDULO/ COMPETENCIA	Año del programa de capacitación, por ejemplo, 2008						
	1		2		3		4
	enero a junio	julio a diciembre	enero a junio	julio a diciembre	enero a junio	julio a diciembre	enero a junio
1.1							
1.2							
1.3							
1.4							
2.1							
2.2							
2.3							
2.4a							
2.4b							
2.4c							
2.5							
2.6							
2.7							
2.8							
2.9							
3.1							
3.2							
3.3							
3.4							
3.5							
3.6							

**RESUMEN DE LOS PLAZOS PARA LA FINALIZACIÓN DEL PROGRAMA
DE CAPACITACIÓN CLÍNICA (continuación)**

**Nivel de competencia que se debe haber alcanzado
y evaluado al final del período especificado.**

SUBMÓDULO/ COMPETENCIA	Año del programa de capacitación, por ejemplo, 2008						
	1		2		3		4
	enero a junio	julio a diciembre	enero a junio	julio a diciembre	enero a junio	julio a diciembre	enero a junio
4.1							
4.2							
4.3a							
4.3b							
4.3c							
4.4a							
4.4b							
4.4c							
4.5a							
4.5b							
4.5c							
4.6							
4.7							
4.8a							
4.8b							
5.1							
5.2a							
5.2b							
5.2c							
5.3							
5.4a							
5.4b							
5.5a							

RESUMEN DE LOS PLAZOS PARA LA FINALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA (continuación)

Nivel de competencia que se debe haber alcanzado y evaluado al final del periodo especificado.

SUBMÓDULO/ COMPETENCIA	Año del programa de capacitación, por ejemplo, 2008						
	1		2		3		4
	enero a junio	julio a diciembre	enero a junio	julio a diciembre	enero a junio	julio a diciembre	enero a junio
5.5b							
5.5c							
5.5d							
6.1							
6.2							
6.3							
6.4							
6.5							
6.6a							
6.6b							
6.7a							
6.7b							
6.8c							
6.8							
7.1							
7.2							
7.3							
7.4							
7.5							
7.6							
8.1							
8.2							

PROGRAMACIÓN DE TRABAJOS

	Año del programa de capacitación, por ejemplo, 2008					
	1		2		3	
	_____		_____		_____	
	enero a junio	julio a diciembre	enero a junio	julio a diciembre	enero a junio	julio a diciembre
TRABAJO 1.						
Tema seleccionado						
Trabajo presentado						
Evaluado como satisfactorio						
TRABAJO 2.						
Tema seleccionado						
Trabajo presentado						
Evaluado como satisfactorio						
TRABAJO 3.						
Tema seleccionado						
Trabajo presentado						
Evaluado como satisfactorio						

PLAZOS PARA LA PREPARACIÓN DEL PORTAFOLIO

	Año del programa de capacitación, por ejemplo, 2008					
	1		2		3	
	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	enero a junio	julio a diciembre	enero a junio	julio a diciembre	enero a junio	julio a diciembre
Currículum vitae preparado y actualizado (como mínimo anualmente)						
Informes sobre los progresos realizados cumplimentado por el residente y el supervisor clínico						
Muestras de trabajo						
MUESTRA 1						
Ámbito y particularidades de la muestra seleccionada						
Muestra de trabajo preparada						
MUESTRA 2						
Ámbito y particularidades de la muestra seleccionada						
Muestra de trabajo preparada						
MUESTRA 3						
Ámbito y particularidades de la muestra seleccionada						
Muestra de trabajo preparada						
MUESTRA 4						
Ámbito y particularidades de la muestra seleccionada						
Muestra de trabajo preparada						
MUESTRA 5						
Ámbito y particularidades de la muestra seleccionada						
Muestra de trabajo preparada						

FORMULARIO PARA EL INFORME SEMESTRAL

Residente: _____ **Supervisor clínico:** _____
 (introducir los nombres en MAYÚSCULAS)

Fecha del informe: ____/____/____

Fecha de inicio del programa de capacitación: ____/____/____

El informe les ofrece la oportunidad, a usted y al supervisor clínico, de evaluar el progreso de su capacitación clínica durante los seis meses precedentes, replantear su plan de aprendizaje para los siguientes seis meses, revisar los plazos para la finalización (de ser necesario) y examinar todos los aspectos de su residencia. Está previsto que su supervisor clínico lea y examine este informe con usted.

Es especialmente importante que informe sobre cualquier obstáculo que dificulte su progreso (falta de acceso a los equipos, enfermedades, etc.) y que su supervisor clínico le indique las medidas adoptadas para abordar dichas cuestiones (cuando corresponda).

RESUMEN DE LOS PROGRESOS REALIZADOS DURANTE ESTE PERÍODO DE SEIS MESES

(debe ser cumplimentado por el residente)

Submódulos abarcados														
Nivel de competencia alcanzado (si se ha evaluado)														
Submódulos abarcados														
Nivel de competencia alcanzado (si se ha evaluado)														
Trabajo previsto presentado (sí/no/no corresponde)														
Muestra prevista para el portafolio preparada (sí/no/no corresponde)														
Otros (por ejemplo, presentación para un seminario, proyecto de investigación)														

DESARROLLO DE LAS CUALIDADES PROFESIONALES

(deber ser cumplimentado por el supervisor clínico)

Aptitudes genéricas	Indique su evaluación de la capacidad del residente en relación con las siguientes cualidades profesionales. ¿Hay pruebas en el portafolio del residente que muestren el desarrollo o la adquisición de esta aptitud?
Comunicación	
Iniciativa	
Motivación	
Resolución de problemas	
Práctica de trabajo segura	
Trabajo en equipo	
Aptitudes técnicas	
Gestión del tiempo	
Actualiza sus conocimientos	

DECLARACIÓN DEL SUPERVISOR CLÍNICO

He examinado con el residente el resumen adjunto sobre los progresos alcanzados durante el período que abarca el informe y considero que refleja los progresos realizados durante los últimos seis meses. El nivel del programa de capacitación del residente se considera:

- Satisfactorio** (El residente avanza según lo previsto para poder finalizar el programa de capacitación en la fecha acordada)
- Ligeramente retrasado: El progreso se ha visto obstaculizado – como resultado de**
 - A **problemas, ajenos al residente, que todavía no se han resuelto,**
 - o
 - B **problemas que todavía no se han resuelto**

Estos problemas están descritos en el apartado para observaciones de este informe, donde también se indican las medidas correctivas adoptadas. El residente y el supervisor clínico han establecido y acordado un calendario revisado de los plazos de finalización.

No satisfactorio

Los problemas indicados anteriormente deberán resolverse.

En tres meses, el residente deberá presentar un informe de seguimiento sobre los progresos realizados.

Observaciones del residente: (Si es necesario, puede agregar más páginas. Indique cualquier asunto/obstáculo que pudiera haber afectado su progreso.)

Observaciones del supervisor clínico: (Si es necesario, puede agregar más páginas. Comente las medidas correctivas propuestas para abordar cualquier asunto indicado por el residente.)

Firmas:

Declaro que en este informe se presenta un resumen preciso de los progresos realizados en el marco del programa de capacitación clínica por el residente citado y que cualquier medida correctiva necesaria para abordar los obstáculos que dificultaban el progreso ha sido acordada tanto por el residente como por el supervisor clínico.

Residente _____

Supervisor clínico: _____

**LISTA DE VERIFICACIÓN ANUAL PARA RESIDENTES
(3 meses antes de finalizar el período)**

RESIDENTE: _____

AÑO: **1** **2** **3** **4** **5** **(marque con un círculo)**

AÑO: **20**_____

	Marcar ✓ tras su realización satisfactoria	Observaciones
CELEBRACIÓN DE REUNIONES PERIÓDICAS ENTRE EL SUPERVISOR Y EL RESIDENTE (como mínimo mensualmente)		
ACTUALIZACIÓN DEL CUADERNO DE TRABAJO DEL RESIDENTE		
ACTUALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS		
FINALIZACIÓN DE LOS INFORMES SEMESTRALES DEL SUPERVISOR (Y ENVÍO DE ESTOS AL COORDINADOR NACIONAL DEL PROGRAMA)		
ARCHIVO EN EL EXPEDIENTE DEL EXAMEN Y EL INFORME ANUALES		
ACTUALIZACIÓN DEL PLAN ANUAL DE CAPACITACIÓN		
ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CAPACITACIÓN PARA EL PERÍODO DE PARTICIPACIÓN		
ASISTENCIA REGULAR DEL RESIDENTE A SESIONES CLÍNICAS Y/O TUTORÍAS		

PLANIFICACIÓN O ELABORACIÓN DE POR LO MENOS CINCO INFORMES CLAVE DEL PORTAFOLIO CON MIRAS A SU EVALUACIÓN		
FINALIZACIÓN DEL TRABAJO PARA EL AÑO EN CURSO		

LISTA DE VERIFICACIÓN FINAL PARA RESIDENTES

RESIDENTE: _____

Cumplimiento de los requisitos de la lista de verificación	Fecha de consecución
Obtención del nivel de competencia requerido en todos los submódulos	
Finalización del portafolio con una evaluación de satisfactorio	
Finalización de tres trabajos con una evaluación de 3 o mejor	
Realización de examen oral con una evaluación de satisfactorio	
Realización del examen práctico con una evaluación de satisfactorio (cuando sea necesario)	

REFERENCIAS

- [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación, Colección Seguridad N° 115, OIEA, Viena (1997).
- [2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, El físico médico: Criterios y recomendaciones para su formación académica, entrenamiento clínico y certificación en América Latina, Informe de Salud Humana del OIEA N°1, OIEA, Viena (2010), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1424_S_web.pdf.
- [3] ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE FÍSICA MÉDICA, IOMP Policy Statement No. 2, Basic Requirements for Education and Training (en imprenta).
- [4] NG, K.H., y otros. The role, responsibilities and status of the clinical medical physicist in AFOMP, Australas Phys Eng Sci Med 32 4 (2009) 175-9.
- [5] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Alternative Clinical Training Pathways for Medical Physicists, AAPM Rep. 133, Nueva York (2008), http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_133.pdf.
- [6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Capacitación clínica de físicos médicos especialistas en radiooncología, Colección Cursos de Capacitación N° 37, OIEA, Viena (2012).
- [7] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Capacitación clínica de físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico, Colección Cursos de Capacitación N° 47, OIEA, Viena (2012).

COLABORADORES EN LA PREPARACIÓN Y REVISIÓN

Afroj Quadir, K.	Comisión de Energía Atómica de Bangladesh (Bangladesh)
Axelsson, B.	Hospital Central en Växjö (Suecia)
Bokulic, T.	Hospital Universitario “Sestre milosrdnice” (Croacia)
Cormack, J.	Centro Médico Flinders, Adelaida (Australia)
Dias, M. P.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Duggan, L.	Departamento de Salud de Nueva Gales del Sur (Australia)
Eberl, S.	Hospital Real Príncipe Alfredo, Sidney (Australia)
Fulton, R.	Hospital de Westmead (Australia)
Jönsson, B-A.	Hospital Universitario de Lund (Suecia)
Knešaurek, K.	Centro Médico Mount Sinai, Nueva York (Estados Unidos de América)
Krisanachinda, A.	Universidad de Chulalongkorn (Tailandia)
McLean, I. D.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Palm, S.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Strand, S-E.	Universidad de Lund (Suecia)
Solanki, K.	Hospital de la Universidad de Cambridge (Reino Unido)
Thomas, B.	Universidad Tecnológica de Queensland (Australia)
Zanzonico, P.	Centro del Cáncer Memorial Sloan-Kettering (Estados Unidos de América)

Reuniones de consultores

Viena (Austria): 25 a 28 de mayo de 2009;
Brisbane (Australia): 27 a 30 de octubre de 2009.

