

IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

Capacitación clínica de físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico

VIENA, 2013

COLECCIÓN CURSOS DE CAPACITACIÓN N°

47

CAPACITACIÓN CLÍNICA
DE FÍSICOS MÉDICOS ESPECIALISTAS
EN RADIODIAGNÓSTICO

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	HAITÍ	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	TAILANDIA
CÔTE D'IVOIRE	MADAGASCAR	TAYIKISTÁN
CROACIA	MALASIA	TOGO
CUBA	MALAWI	TRINIDAD Y TABAGO
DINAMARCA	MALÍ	TÚNEZ
DOMINICA	MALTA	TURQUÍA
ECUADOR	MARRUECOS	UCRANIA
EGIPTO	MAURICIO	UGANDA
EL SALVADOR	MAURITANIA, REPÚBLICA ISLÁMICA DE	URUGUAY
EMIRATOS ÁRABES UNIDOS	MÉXICO	UZBEKISTÁN
ERITREA	MÓNACO	VENEZUELA, REPÚBLICA BOLIVARIANA DE
ESLOVAQUIA	MONGOLIA	VIET NAM
ESLOVENIA	MONTENEGRO	YEMEN
ESPAÑA	MOZAMBIQUE	ZAMBIA
ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	MYANMAR	ZIMBABWE
ESTONIA	NAMIBIA	
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° 47

**CAPACITACIÓN CLÍNICA
DE FÍSICOS MÉDICOS
ESPECIALISTAS EN
RADIODIAGNÓSTICO**

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-e: <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 RADIODIAGNÓSTICO

OIEA, VIENA, 2012

IAEA-TCS-47

ISSN 1018-5518

© IAEA, 2013

Impreso por el OIEA en Austria

Enero 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 radiodiagnóstico.

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 radiodiagnóstico comenzó en 2007 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 y Nueva Zelandia, los Estados Unidos y el Reino Unido, y la labor fue moderada por físicos que trabajan en la región de Asia. En esta publicación se aplica el mismo enfoque adoptado en la publicación de la Colección Cursos de Capacitación No. 37 del OIEA, Capacitación clínica de físicos médicos especialistas en radiooncología. 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, integrado por L. Collins (Australia), J. E. Gray (Estados Unidos de América), K.-H. Ng (Malasia), D. Sutton (Reino Unido) 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 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 determinadas empresas o productos (se indiquen o no como registrados) no implica ninguna intención de violar derechos de propiedad ni debe interpretarse como una aprobación o recomendación por parte del OIEA.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 La necesidad de físicos en el radiodiagnóstico.....	1
1.2 Necesidad de una capacitación clínica estructurada y supervisada de los físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico	2
1.3 ¿Por qué es necesario este programa?	
2. OBJETIVO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA.....	3
3. REQUISITOS INDISPENSABLES PARA LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA	3
3.1 Gestión del programa.....	3
3.1.1. A nivel nacional	4
3.1.2 A nivel externo	5
3.2 Requisitos mínimos recomendados par aque los departamentos inicien un programa de capacitación clínica.....	5
4. ELEMENTOS DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA	5
APÉNDICE I. MANUAL PARA RESIDENTES	7
APÉNDICE II. MANUAL PARA SUPERVISORES CLÍNICOS.....	21
APÉNDICE III. GUÍA DE APLICACIÓN	35
APÉNDICE IV. GUÍA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA	41
APÉNDICE V. EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS.....	143
APÉNDICE VI. FORMULARIOS Y DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS.....	211
REFERENCIAS	233
COLABORADORES EN LA PREPARACIÓN Y REVISIÓN.....	235

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La necesidad de físicos en el radiodiagnóstico

Los físicos médicos cumplen una función primordial en la medicina moderna. Los físicos médicos que trabajan en la esfera del radiodiagnóstico están especializados en esa función y en general se conocen por “físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico”. Forman parte de un grupo interdisciplinario del departamento de radiodiagnóstico que se dedica a proporcionar un diagnóstico seguro y eficaz utilizando una serie de modalidades de imagenología médica. Otros miembros del grupo son los radiólogos y los radiógrafos diagnósticos.

Los físicos médicos hacen una importante contribución al diagnóstico seguro y eficaz de los pacientes. Su conocimiento de la física, en particular de la ciencia de la imagenología, que se ocupa de la formación y caracterización de imágenes de física radiológica y cómo esta interactúa con el tejido humano, y de la compleja tecnología utilizada en el equipo moderno de imagenología, es fundamental para la aplicación atinada de la imagenología médica. Entre las responsabilidades del físico médico especialista en radiodiagnóstico se incluyen los aspectos de: dosimetría, calidad de la imagen, optimización, investigación y enseñanza, seguridad radiológica, garantía de calidad y gestión del equipo [1].

1.2. Necesidad de una capacitación clínica estructurada y supervisada de los físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico

La función del físico médico especialista en radiodiagnóstico 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 radiodiagnóstico 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 un programa de Maestría con el contenido necesario establecido 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.

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.

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 imagenología médica; 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 radiodiagnóstico³ bajo la supervisión de un físico médico cualificado en radiodiagnóstico. 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 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 está mejor establecido el reconocimiento de los físicos médicos. 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 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 originado 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. El programa de capacitación clínica estructurada 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 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 imagenología médica.

³ El término ‘servicios completos de radiodiagnóstico’ se definirá por la autoridad responsable a nivel nacional para que sea compatible con los servicios disponibles en el país.

En este programa está previsto que el físico médico residente sea empleado por una instalación clínica u hospital encargado de una instalación adecuada de radiodiagnóstico y que 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 radiodiagnóstico. Esta guía sirve de apoyo a una publicación anterior relacionada con la capacitación clínica de físicos médicos especialistas en radiooncología [6].

2. OBJETIVO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA

El objetivo del programa de capacitación clínica para físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico 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 seguridad.

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

- Suministro de orientaciones detalladas sobre la capacitación clínica.
- 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 piloto.
- 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 CLÍNICA⁴

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 evaluación⁵. Para ello se requerirá una estructura de gestión definida.

⁴ Véase una información más pormenorizada sobre esta sección en el apéndice III.

⁵ Véanse los criterios de evaluación en el apéndice V, página 147.

Esta estructura normalmente sería más eficaz a escala nacional⁶ 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 médico especialista en radiodiagnóstico” (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:

- 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, 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 diversos 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 en radiodiagnóstico. 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, radiólogos, físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico 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.

⁶ En algunas circunstancias también podrían establecerse programas de capacitación clínica regionales.

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. Se 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

Los requisitos mínimos recomendados para que un departamento inicie un programa de capacitación clínica son:

- Ofrecer a los residentes el apoyo de un supervisor con experiencia y competencia clínica en física médica en radiodiagnóstico.⁷
- Disponer (*in situ*) de una determinada serie de equipos de radiodiagnóstico 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 radiodiagnóstico y emplear médicos generales capacitados en radiodiagnóstico.
- Facilitar a los residentes el acceso a libros de texto y a otros recursos pertinentes como la Internet.

4. ELEMENTOS DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA

El OIEA ha elaborado diversos documentos a fin de ayudar a los países a aplicar un programa estructurado de capacitación clínica para físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico. 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 radiodiagnóstico. 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.

⁷ En algunas situaciones tal vez sea posible utilizar una forma de supervisión a distancia con el empleo de un sistema de comunicación adecuado.

APÉNDICE I. MANUAL PARA RESIDENTES

I.1	INTRODUCCIÓN	7
I.2.	ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA.....	9
I.3.	FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS RESIDENTES.....	10
I.4.	FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS SUPERVISORES CLÍNICOS	11
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	18
I.11.	ROTACIÓN CLÍNICA.....	19

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 radiodiagnóstico. 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 grave 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 en relación con la buena atención de 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 su aportación a estos dos aspectos, mediante talleres, cursos de capacitación y programas de becas, ha recibido el apoyo de físicos médicos en ejercicio. Más recientemente, el OIEA se ha 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 clínica 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.

En circunstancias óptimas, esta enseñanza y capacitación deberían estar reconocidas por un órgano de acreditación nacional. Así, la existencia de un proceso de acreditación nacional, preferentemente mediante una organización profesional, es fundamental para mejorar el nivel de la práctica de la física médica. 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.

A fin de abordar, en parte, el problema que supone impartir capacitación clínica para la próxima generación de físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico, 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.

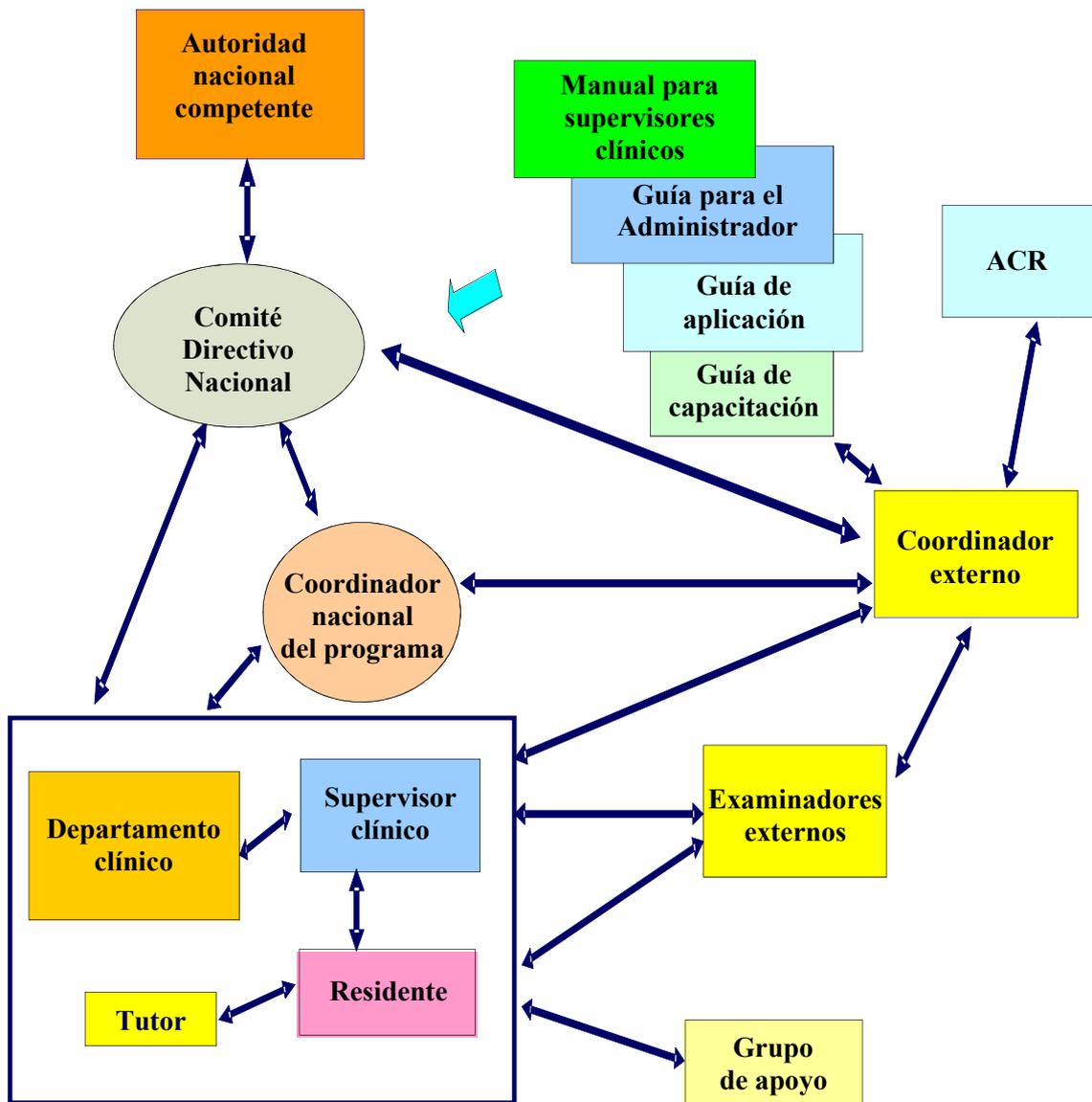


Fig. I.1. Diagrama que muestra la estructura de gestión y las líneas de comunicación del programa experimental de capacitación clínica del ACR. Se han omitido algunas de las líneas de comunicación (por ejemplo, entre el departamento y el residente) a fin de simplificarlo.

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, y 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.
- El **coordinador nacional del programa** coordina el proyecto y actúa de enlace entre los residentes y sus supervisores clínicos a fin de garantizar que la calidad de la capacitación sea adecuada y que los residentes desarrollen competencias y actitudes profesionales apropiadas.
- El **supervisor clínico** es un físico médico especialista en radiodiagnóstico que cuenta con la experiencia y la cualificación adecuadas y, teóricamente, trabaja en el mismo departamento que el residente. En algunos casos tal vez sea posible que el supervisor clínico sea un experto externo siempre que mantenga una buena comunicación con 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 **tutor** puede ser el supervisor clínico, aunque también otra persona o un grupo de apoyo puede desempeñar las funciones de tutoría. Es importante que el “tutor” sea alguien a quien el residente haya escogido para realizar esta tarea. El tutor puede proporcionar asesoramiento acerca de cuestiones profesionales y personales y, en particular, ayudar a encontrar un equilibrio entre el trabajo y la vida privada. Para asuntos personales más complejos, sin embargo, el residente debería dirigirse al asesor del hospital o a otros profesionales competentes.
- El **grupo de apoyo** está constituido por personas dispuestas a prestar asistencia en la capacitación de los residentes, entre ellas, radiólogos, físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico 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, ayudarlo 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, como también lo es 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 radiodiagnóstico 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 determinado por 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 de tiempo 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.

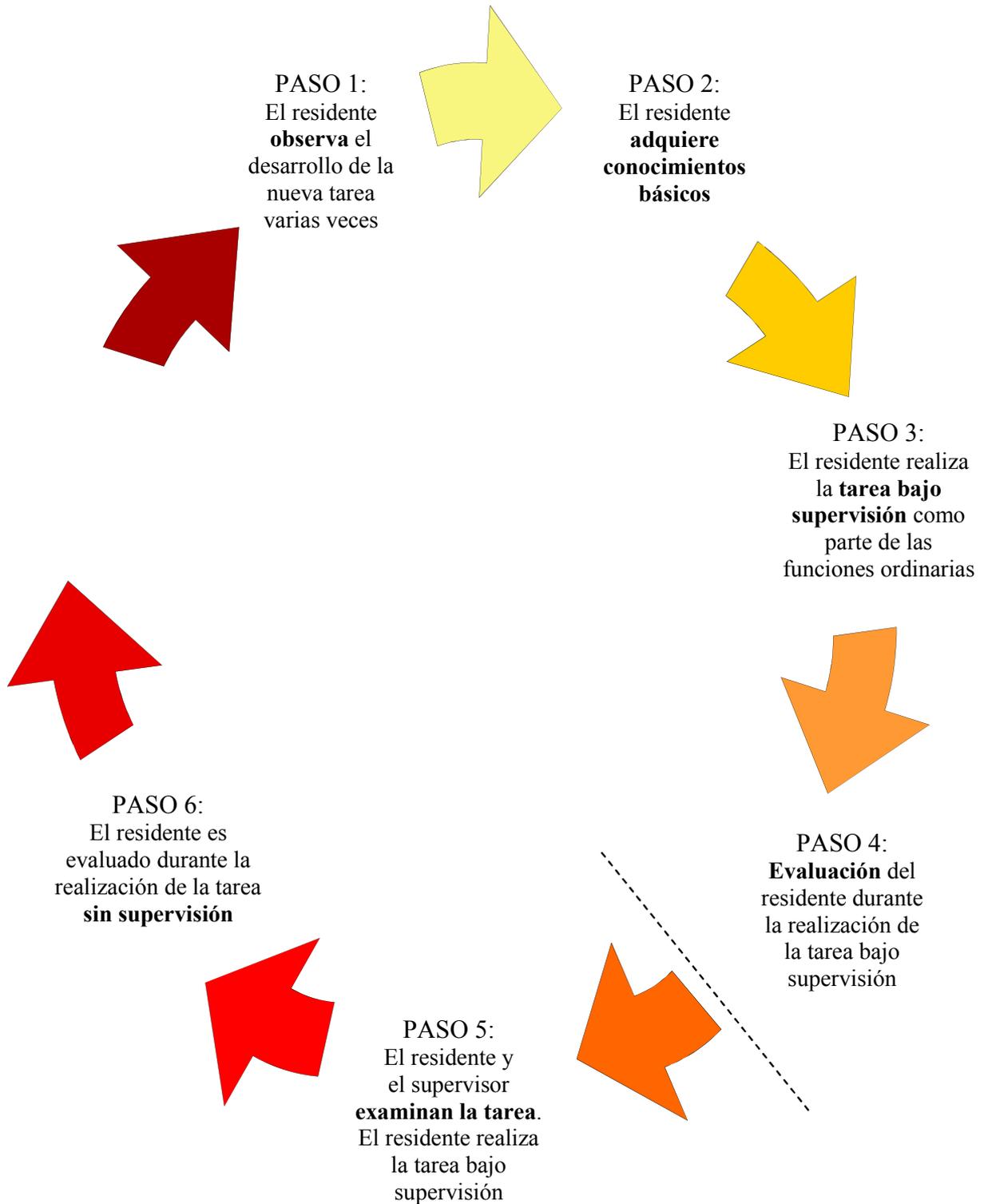


Fig. I.2. Desarrollo cronológico de los procesos de capacitación clínica y evaluación de las competencias. Los pasos 4 y 5 pueden llevarse a cabo cuando el residente ya haya adquirido cierta experiencia.

I.5 APÉNDICES IMPORTANTES

Además del presente apéndice, hay otros apéndices que también son de 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, etcétera);
- 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 materiales 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 I.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 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 radiodiagnóstico;
- posibles temas que puedan desarrollarse a lo largo del tiempo correspondientes por lo menos a cinco informes clave del portafolio en que se recoja el mejor trabajo del residente (véase el apartado I.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 y
- 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 responsabilidad de supervisar el control de calidad del radiógrafo puede asignarse una vez que se han adquirido todas las competencias relacionadas con las pruebas de rendimiento.
- **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 en radiodiagnóstico.

- **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 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 en radiodiagnóstico. 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 abarcan el programa de capacitación clínica.

- 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 complicado 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 de CT;
 - pedir al residente que ponga en servicio una unidad de mamografía digital;
 - encargar al residente que ponga en servicio una unidad de fluoroscopia intervencionista;
- sugerir al residente que asista a
 - un curso interno sobre gestión de conflictos;
 - un curso universitario para estudiantes de posgrado sobre exposiciones 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 KAP);
- 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 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 puntos clave que sean evaluadas 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 adquiera conocimientos y competencias en radiooncología y medicina nuclear.

APÉNDICE II. MANUAL PARA SUPERVISORES CLÍNICOS

II.1.	INTRODUCCIÓN.....	21
II.2.	DESIGNACIÓN DE UN SUPERVISOR CLÍNICO.....	22
II.3.	FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS SUPERVISORES CLÍNICOS.....	22
II.4.	CARACTERÍSTICAS DEL SUPERVISOR.....	23
II.5.	CONTRATACIÓN DE RESIDENTES.....	25
II.6.	ORIENTACIÓN PARA LOS NUEVOS RESIDENTES.....	25
II.7.	ACUERDO ENTRE EL RESIDENTE Y EL SUPERVISOR.....	26
II.8.	MODELOS DE SUPERVISIÓN.....	28
II.9.	EVALUACIÓN.....	29
II.10.	EJEMPLOS DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS.....	29
II.11.	MOTIVACIÓN DE LOS RESIDENTES.....	30
II.12.	ROTACIÓN CLÍNICA.....	33
II.13.	BIBLIOGRAFÍA.....	33
II.14.	RECURSOS ÚTILES PARA SUPERVISORES CLÍNICOS.....	34

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 debe ocuparse de la designación de un supervisor clínico que cuente con la experiencia y la cualificación pertinentes. 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, o jefe del departamento, generalmente, inicia el proceso para el nombramiento y comunica al supervisor clínico propuesto las expectativas que el cargo trae consigo;
- el supervisor clínico propuesto debe aceptar la nominación que, a su vez, debe ser autorizada por 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.

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 o el jefe del departamento 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 en radiodiagnóstico 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, entonces 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 los 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 desempeñar un papel esencial 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 otro físico médico debidamente cualificado (u otros profesionales) cuando el residente esté trabajando en un ámbito que no forme parte de sus competencias clínicas. 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 esté al corriente del 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.2 (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 materiales:

- 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.

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.

Deberían examinarse el alcance de las competencias y los criterios de evaluación, entre otros requisitos.

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 identificación y responsabilidad en relación con el 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 de 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 radioterapia y medicina nuclear;
- 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 reparación.

No obstante, el supervisor y el residente deberían 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 contemplar 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.

Habitados a un entorno académico, muchos residentes tienen problemas para gestionar el tiempo cuando empiezan el programa de capacitación clínica. El supervisor clínico debería ayudar al residente a desarrollar aptitudes para gestionar el 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.

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 la que se ha identificado el problema;
- los detalles específicos de cómo se abordará el ámbito afectado;
- 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 I.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 radiodiagnóstico 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 complicado 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 radiodiagnóstico 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 con experiencia o a otros profesionales competentes. 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 radiodiagnóstico, 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 radiodiagnóstico, 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 una nueva unidad de intervención;
 - garantía de calidad de un procesador de película;
 - puesta en servicio de una unidad de fluoroscopia.
- Asistir a un curso interno sobre gestión de conflictos.
- Asistir a un curso universitario para estudiantes de posgrado sobre exposiciones 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 de 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 puntos clave que sean evaluadas 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. Por el contrario, 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 radiodiagnóstico.	-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.	<ul style="list-style-type: none"> -Examinar detenidamente las observaciones positivas y constructivas. -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.	<ul style="list-style-type: none"> -Examinar las condiciones de trabajo y las cuestiones que sean pertinentes (por ejemplo, asuntos personales) si los progresos no avanzan según lo previsto.
I	Dificultades para gestionar prioridades igualmente importantes.	<ul style="list-style-type: none"> -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.	<ul style="list-style-type: none"> -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.	<ul style="list-style-type: none"> -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 sólo debería aplicarse durante un tiempo limitado. -Permitir que los residentes trabajen con otros profesionales (auxiliares de radiología, 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. Como ejemplos pueden mencionarse el equipo de absorciometría de rayos X de doble energía (DXA), el equipo de radiografía digital o computarizado, el laboratorio de cateterización cardíaca y una unidad de MRI de alto campo magnético. Además, deben planificarse rotaciones clínicas en los departamentos de radioterapia y medicina nuclear, bajo la supervisión de físicos médicos experimentados.

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 Thornes, Cheltenham, Reino Unido, (1997).

ROSE, M., BEST, D., (Eds), *Transforming practice through clinical education, professional supervision and mentoring*, Elsevier, (2005).

II.14. RECURSOS ÚTILES PARA SUPERVISORES CLÍNICOS

Federación Europea de Organizaciones de Física Médica (EFOMP)

- <http://www.efomp.org/docs/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://www3.usfirst.org/sites/default/files/uploadedFiles/Robotics_Programs/FTC/FTC_Mentor_Guide_2011.pdf
- <http://www.mentorlinklounge.com/>

Supervisión clínica

- “Teaching on the run” is something that doctors, RTs and physicists all have in common when providing clinical training (véase cuadro II.2).
<http://www.mja.com.au/public/issues/contents.html> Este recurso solo está disponible para usuarios suscritos.

Cuadro II.2. 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	35
III.1.1.2.	A nivel externo	37
III.1.2.	Requisitos básicos para los departamentos donde estén destinados los residentes	37
III.1.2.1.	Supervisor clínico	37
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	38
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 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 evaluación⁸. Para ello se requerirá una estructura de gestión definida.

Esta estructura normalmente sería más eficaz a escala nacional⁹ 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.

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**.

⁸ Véanse los criterios de evaluación en el apéndice V, página 147.

⁹ En algunas circunstancias también podrían establecerse programas de capacitación clínica regionales.

La autoridad nacional competente otorga el **reconocimiento oficial** de la cualificación como “físico médico especialista en radiodiagnóstico” (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. 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 diversos 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 especializada en radiodiagnóstico;
- establecer un **grupo de apoyo** formado por personas dispuestas a prestar asistencia en la capacitación de los residentes, entre ellas radiólogos, físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico y personal de instituciones docentes. Preferentemente, el grupo de apoyo debería contar, como mínimo, con un físico médico especialista en radiodiagnóstico 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.

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 física médica aplicable al radiodiagnóstico 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 recopilación 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 en radiodiagnóstico. 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.3) 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:

- unidades generales de rayos X;
- unidades de rayos X con fluoroscopia;
- una unidad de CT;
- un equipo de dosimetría.

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

- una unidad de mamografía; y
- unidades odontológicas.

También sería conveniente tener acceso a

- unidades de ultrasonido;
- una unidad de DXA;
- un sistema de TLD; y
- una unidad de MRI.

III.1.2.3. Servicio clínico

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

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 cualificaciones 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 del radiodiagnóstico.

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

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 radiodiagnóstico incluye diez 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.10

III.4.3. Apéndices complementarios para los residentes

Estos apéndices incluyen:

- 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

IV. INTRODUCCIÓN	43
MÓDULO 1: CONOCIMIENTO CLÍNICO	45
Submódulo 1.1: Anatomía y fisiología radiológicas	45
Submódulo 1.2: Radiobiología y epidemiología	46
Submódulo 1.3: Experiencia relacionada con los pacientes	47
MÓDULO 2: PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICAS	49
Submódulo 2.1: Dosimetría del personal	50
Submódulo 2.2: Evaluación de riesgos de radiación	52
Submódulo 2.3: Examen de la protección y seguridad radiológicas	54
Submódulo 2.4: Reducción de dosis – del personal y el público	56
Submódulo 2.5: Exposición imprevista y accidental en el radiodiagnóstico	58
Submódulo 2.6: Blindaje	60
Submódulo 2.7: Seguridad en la imagenología por resonancia magnética (MRI)	63
MÓDULO 3: INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ENSEÑANZA	65
Submódulo 3.1: Investigación y desarrollo	65
Submódulo 3.2: Enseñanza	67
MÓDULO 4: PROFESIONALISMO Y COMUNICACIÓN	69
Submódulo 4.1: Conocimiento profesional	69
Submódulo 4.2: Comunicación	71
Submódulo 4.3: Tecnología de la información	73
Submódulo 4.4: Auditoría clínica	73
MÓDULO 5: PRUEBAS DE RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE IMAGENOLOGÍA	75
Submódulo 5.1: Sistemas pantalla-película	75
Submódulo 5.2: Procesamiento de películas y sala oscura	78
Submódulo 5.3: Radiografía general	81
Submódulo 5.4: Fluoroscopia convencional y digital	83
Submódulo 5.5: Radiografía computarizada y radiografía digital	85
Submódulo 5.6: Dispositivos de control automático de exposiciones	87
Submódulo 5.7: Mamografía	88
Submódulo 5.8: Tomografía computarizada	90
Submódulo 5.9: Imagenología por resonancia magnética	93
Submódulo 5.10: Ultrasonido	95
Submódulo 5.11: Dispositivos de visualización e impresión	98
Submódulo 5.12: Radiografía odontológica	100
Submódulo 5.13: Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA)	101

IV. INTRODUCCIÓN

Esta Guía de capacitación clínica destinada a físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico, publicada por el OIEA, se divide en diez módulos. Cada uno de ellos define un conjunto unificado de los conocimientos o experiencia clínicos que un físico médico especialista en radiodiagnóstico debe poseer.

Los diez módulos son los siguientes:

Módulo 1: Conocimiento clínico

Módulo 2: Protección y seguridad radiológicas

Módulo 3: Investigación, desarrollo y enseñanza

Módulo 4: Profesionalismo y comunicación

Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología

Módulo 6: Gestión de la tecnología

Módulo 7: Dosimetría, instrumentación y calibración

Módulo 8: Verificación de dosis de los pacientes

Módulo 9: Evaluación de la calidad de la imagen

Módulo 10: Optimización

Los módulos 2 y 5 a 10 (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 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 indicación de los conocimientos previos necesarios (si los hubiere) para la realización del módulo;
- una lista de los submódulos;
- una lista de referencias básicas.

Para cada submódulo, el cuadro incluye los siguientes apartados:

- el objetivo del submódulo;
- los módulos establecidos como requisitos previos;

- la competencia o las competencias divididas en competencias basadas en conocimientos y en aptitudes;
- el resumen de conocimientos básicos;
- elementos de capacitación recomendados;
- una lista de referencias.

Los submódulos abarcan en total 55 competencias basadas en conocimientos y 51 competencias 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 equipo 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 a los físicos médicos conocimientos y experiencia clínica relacionados con el radiodiagnóstico.
Tiempo previsto de dedicación	Entre el 3 % y el 7 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Anatomía y fisiología radiológicas. 2) Radiobiología y epidemiología. 3) Experiencias relacionadas con los pacientes.
Referencias básicas	[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp . Capítulo 21.
Módulo 1: Conocimiento clínico	
Submódulo 1.1: Anatomía y fisiología radiológicas	
Objetivo	Adquirir suficientes conocimientos de anatomía y fisiología radiológicas para poder comunicarse eficazmente con el personal médico.
Requisito previo	Ninguno.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de anatomía y fisiología radiológicas para la interpretación de imágenes médicas.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Tipos de imágenes médicas. 2) Determinar diferencias en los procesos de formación de imágenes necesarios para producir diversas imágenes médicas. 3) Visualización de la anatomía típica en imágenes radiográficas de película simple o digitales y en imágenes de CT, MRI y de ultrasonido. 4) Fisiología típica en imágenes de medicina nuclear y PET, u otras modalidades de imagenología dinámica, p.ej., cateterización cardíaca y flujo sanguíneo en imágenes digitales.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Examinar varios aspectos de anatomía y fisiología radiológicas con el personal médico, incluidos radiólogos, otros médicos y cirujanos, pero sin limitarse a ellos. 2) Definir la anatomía en las imágenes médicas. 3) Mostrar las imágenes médicas de manera apropiada, es decir, orientadas correctamente en el negatoscopio o la pantalla. 4) Apreciar la función fisiológica en imágenes de medicina nuclear y PET, u otras modalidades de imagenología dinámica, p.ej., cateterización cardíaca y flujo sanguíneo en imágenes digitales.

Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrr/publication.asp. Capítulo 1.</p> <p>[2] DORLANDS, Diccionario Enciclopédico Ilustrado de Medicina.</p> <p>[3] ELAIN, M., Human Anatomy and Physiology, 7th edn.</p> <p>[4] NOVELLINE, R.A., Squire's Fundamentals of Radiology, Harvard University Press (2004).</p>
Módulo 1: Conocimiento clínico	
Submódulo 1.2: Radiobiología y epidemiología	
Objetivo	Conocer la radiobiología básica en que se sustenta la imagenología radiológica.
Requisito previo	Ninguno.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los principios básicos de la radiobiología y la epidemiología.
Conocimientos básicos	<p>1) Radiobiología:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 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. ◦ Efectos estocásticos y deterministas. ◦ Respuestas biológicas agudas y tardías. ◦ Modelos de riesgos y riesgos de radiación cuantitativos. ◦ Dosis y riesgos en el radiodiagnóstico. ◦ LNT e incertidumbres en dosis bajas. ◦ Efectos indirectos (respuestas de personas presentes en el lugar e inestabilidad genómica). <p>2) Epidemiología:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Estudios epidemiológicos: control de casos y estudios de cohortes. ◦ Proporción de probabilidades, proporción de riesgos relativos.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrr/publication.asp. Capítulo 21</p> <p>[2] HALL, E., GIACCIA, A.J., Radiobiology for the Radiologist, 6ª edición, Lippincott Wilkins and Williams, Filadelfia, Estados Unidos (2006).</p> <p>[3] HENNEKENS, C.H., BURING, J.E., MAYRENT, S.L., Epidemiology in Medicine, 1ª ed., Lippincott Williams and Wilkins (1987).</p>

	Módulo 1: Conocimiento clínico
	Submódulo 1.3: Experiencia relacionada con los pacientes
Objetivo	Proporcionar al residente amplias experiencias relacionadas con los pacientes y un conocimiento de la función de los profesionales multidisciplinares que prestan o reciben servicios de imagenología.
Requisito previo	Submódulo 4.2: Comunicación.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los factores que repercuten en la atención de los pacientes.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Necesidad de atención de los pacientes y relación con ellos, privacidad y confidencialidad en las experiencias relacionadas con los pacientes. 2) Código de vestimenta clínica apropiada. 3) Necesidad de presentarse al paciente. 4) Necesidad de dirigirse a todo el personal profesional por su título apropiado en las zonas de atención de los pacientes. 5) Procedimientos apropiados de higiene y control de infecciones. 6) Efecto de la imagenología diagnóstica e intervencionista en la calidad de vida de los pacientes. 7) Interacciones entre los pacientes y el personal. 8) Interacciones, funciones y responsabilidades de los profesionales multidisciplinares que participan en la gestión de pacientes.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Radiología: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Exposición a las siguientes experiencias clínicas relacionadas con los pacientes: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Radiología general, incluidas radiografía digital o de película estándar, mamografía y fluoroscopia. ▪ Imagenología intervencionista y cardíaca. ▪ Obtención de imágenes transversales, incluso de CT y MRI. ▪ Ultrasonido. ▪ Imagenología odontológica. ◦ Durante este tiempo, el residente debería: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocer la carga de pacientes para una diversidad de procedimientos diagnósticos típicos, incluidos los pacientes ambulatorios y no ambulatorios. ▪ Asistir durante varias semanas a sesiones de información con distintos radiólogos en que se abarquen todas las modalidades. ▪ Asistir al menos a dos reuniones de revisión clínica que abarquen cada uno de los varios sistemas orgánicos (revisión de casos). ▪ Demostrar que se entiende el propósito de los procedimientos típicos. ▪ Señalar los motivos para el ingreso del paciente y su estado.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entender por qué solo debe admitirse en la sala un bajo porcentaje de pacientes para procedimientos de diagnóstico e intervención. ▪ Preparar un estudio de caso de un paciente con respecto a un procedimiento complejo, como un procedimiento cardíaco. ▪ Ponerse en el lugar de los pacientes y analizar con ellos sus preocupaciones en cuanto a la dosis que recibirán del procedimiento y los riesgos conexos con palabras que el paciente pueda entender. <p>2) 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. ◦ Examinar las funciones de imagenología utilizadas en este proceso anterior (diagnóstico, simulación y tratamiento), se utilice la modalidad de imagenología en la radiooncología o en otra especialidad. ◦ Entender las diferencias fundamentales que existen entre la terapia y la radiología en la aplicación de determinadas modalidades de imagenología. <p>3) Medicina nuclear:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Observar varios procedimientos de formación de imágenes aplicados en la medicina nuclear, especialmente aquellos en que se utilizan equipos SPECT, SPECT/CT y PET/CT. Ello incluiría la asistencia a sesiones de información. ◦ Conocer la función de la CT en la formación de imágenes en medicina nuclear, incluidas las medidas de optimización. ◦ Conocer las diferencias entre las imágenes de medicina nuclear y las de rayos X y sus ventajas relativas. ◦ Conocer las diferencias entre la medicina nuclear y la radiología con respecto a la dosimetría y la protección (pacientes y personal). ◦ Conocer los procedimientos de CC utilizados en la medicina nuclear. <p>4) Ultrasonido:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Observar procedimientos de formación de imágenes de ultrasonido (cuando sea éticamente posible), incluida las imágenes Doppler. ◦ Conocer las diferencias entre las imágenes de ultrasonido y las de rayos X y sus ventajas relativas. <p>5) Otros aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Conocer las imágenes de rayos X y observar su uso en lugares fuera del departamento de radiología, incluso quirófanos y zonas de cuidados intensivos y de emergencia.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd ed., Williams and Wilkins. (2002).</p> <p>[2] MUTIC, S., y otros. Quality assurance for computed-tomography simulators and the computed-tomography-simulation process: report of the AAPM Radiation Therapy Committee Report No. 83, Medical Physics 30 10 (2003) 2762 a 2792.</p> <p>[3] NOVELLINE, R.A., Squire's Fundamentals of Radiology, Harvard University Press (2004).</p>

	MÓDULO 2: PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICAS
Objetivo	<p>Proporcionar a los residentes conocimientos sobre todos los aspectos de la protección y seguridad radiológicas del personal y los miembros del público.</p> <p>Nota 1: Las cuestiones asociadas a la protección de los pacientes se tratan en su mayoría en los módulos posteriores.</p> <p>Nota 2: Algunas de las tareas que se definen en este módulo tal vez pueda realizarlas el oficial de protección radiológica. Las circunstancias locales determinarán la organización real del trabajo.</p>
Tiempo previsto de dedicación	Entre el 10 % y el 15 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Dosimetría del personal. 2) Evaluación de riesgos de radiación. 3) Examen de la protección y seguridad radiológicas. 4) Reducción de dosis – del personal y el público. 5) Exposiciones imprevistas y accidentales en el radiodiagnóstico. 6) Blindaje.
Referencias básicas	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulos 16, 22, 25.</p> <p>[2] 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>[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] 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).</p> <p>[5] MARTIN, C.J., SUTTON, D.G., Practical Radiation Protection in Healthcare, Oxford University Press, Oxford (2002).</p> <p>[6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Applying Radiation Safety Standards in Diagnostic Radiology and Interventional Procedures Using X rays, Colección de Informes de Seguridad N° 39, OIEA, Viena (2006), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1206_web.pdf.</p> <p>[7] MR SAFETY, www.mrisafety.com.</p>

	Módulo 2: Protección y seguridad radiológicas
	Submódulo 2.1: Dosimetría del personal
Objetivo	Estar en condiciones de prestar un servicio de dosimetría del personal a nivel local.
Requisito previo	Submódulo 7.1: Dosimetría de la radiación ionizante y principios de medición. Submódulo 2.2: Evaluación de riesgos de radiación.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento del propósito, los principios y el funcionamiento de un programa de dosimetría del personal. • Capacidad para prestar un servicio de dosimetría del personal a uno o más departamentos de radiología a nivel local.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Requisitos legislativos locales para la dosimetría personal, incluso los aplicables a los cursillistas y las mujeres que estén o puedan estar embarazadas. 2) Teoría, principios de funcionamiento y limitaciones de: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Dosímetros de película. ◦ Dosímetros electrónicos del personal. ◦ Dosímetros termoluminiscentes. ◦ Dosímetros tipo OSL y RPL. ◦ Métodos de cálculo. 3) Cantidades operacionales básicas y su relación con la dosis efectiva: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Dosis equivalente personal Hp(10), Hp(3) y Hp(07). ◦ Dosis equivalente ambiental. 4) Principios de monitorización del cuerpo entero (incluida la calibración). 5) Principios de monitorización de las extremidades (incluida la calibración). 6) Cómo las dosis de radiación ocupacionales difieren según los procedimientos radiológicos. 7) Requisitos en relación con el mantenimiento de registros.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Métodos para medir la dosis personal: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Evaluar las ventajas relativas de distintos monitores de dosis para utilizarlos en un departamento de radiología. ◦ Determinar el tipo correcto de dosímetro personal que se entregará a distintos grupos de personal (incluso mujeres embarazadas) según las diversas modalidades de imagenología. ◦ Asegurar que los dosímetros se calibren debidamente a fin de garantizar una medición de dosis precisa, exacta y trazable. ◦ Determinar los métodos de cálculo que se han de utilizar para la dosimetría del personal cuando no se disponga de mediciones o estas no sean aplicables. 2) Uso operacional de los dosímetros personales: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Establecer un sistema para la entrega y recogida de dosímetros.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Decidir los niveles de investigación aplicables según los resultados. ◦ Determinar qué grupos de personal y zonas deben ser monitorizados. ◦ Decidir la frecuencia de monitorización individual y colectiva del personal. ◦ Determinar el tipo de monitor (p.ej., del cuerpo entero o de las extremidades) necesario para una situación en particular. ◦ Explicar la necesidad de la monitorización de dosis colectiva del personal. <p>3) Mantenimiento de registros e investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Establecer y aplicar procedimientos de mantenimiento de registros de los resultados de la dosimetría del personal. ◦ Elaborar y aplicar procedimientos para el análisis de dosis superiores al nivel de investigación. ◦ Según las circunstancias locales, efectuar la lectura de los dosímetros u obtener del proveedor los resultados de dosis. ◦ Cuando proceda, calcular las dosis recibidas utilizando métodos reconocidos. ◦ Proveer los resultados de la monitorización y evaluación de dosis y explicar en detalle las cuestiones de incumplimiento o alto riesgo. ◦ Investigar los casos de lecturas de dosis inusuales o imprevistas. ◦ Explicar la importancia de los resultados a los miembros del personal y a otro tipo de personal competente, como la administración del hospital.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulos 22 y 25.</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, L13.2: Exposición ocupacional - Medidas de protección radiológica, https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/TrainingRadiology/Lectures-es/RPDIR-L13.2-Occup-radioprot-es-WEB.ppt.</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> <p>[4] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, ICRP Publication 57, Radiological Protection of the worker in Medicine and Dentistry, Annals of the ICRP vol 20 (3) (1989).</p> <p>[5] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, ICRP Publication 75, General Principles for the Radiation Protection of Workers. Annals of the ICRP vol 27(1) (1997).</p> <p>[6] CONSEJO NACIONAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Use of Personal Monitors to Estimate Effective Dose Equivalent and Effective Dose to Workers for External Exposure to Low-LET Radiation., NCRP Rep. 122, Bethesda, MD, Estados Unidos (1995), http://www.ncrppublications.org/Reports/122.</p> <p>[7] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Protección radiológica ocupacional, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° RS-G-1.1, OIEA, Viena (2004), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1081s_web.pdf.</p>

	Módulo 2: Protección y seguridad radiológicas
	Submódulo 2.2: Evaluación de riesgos de radiación
Objetivo	Adquirir el conocimiento y las aptitudes necesarias para realizar una evaluación de los riesgos que plantean los procedimientos e instalaciones al personal y los miembros del público.
Requisito previo	Módulo 8: Verificación de dosis de los pacientes.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los principios de la evaluación de riesgos y los controles técnicos y de procedimiento que pueden utilizarse para reducir los riesgos al nivel más bajo que pueda razonablemente alcanzarse y cumplir con los requisitos reglamentarios. • Capacidad para realizar una evaluación de riesgos y adoptar medidas en consecuencia.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Principios: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Metodologías para la evaluación de riesgos. ◦ Principios de protección radiológica (justificación, optimización, limitación). ◦ Restricciones de dosis y niveles de referencia. 2) Requisitos y directrices reglamentarios: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Requisitos para el personal y los miembros del público. ◦ Requisitos para las exposiciones médicas. ◦ Requisitos especiales para las mujeres embarazadas. ◦ Requisitos especiales para los cursillistas. ◦ Requisitos especiales para las investigaciones en que se utilizan radiaciones ionizantes. 3) Riesgos y controles: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Riesgos asociados a la radiación ionizante y la radiofrecuencia. ◦ Controles técnicos (incluido blindaje) para reducir la exposición del personal y los miembros del público. ◦ Controles de procedimiento para reducir la exposición del personal y los miembros del público. ◦ Designación de zonas en que se utilizan radiaciones. ◦ Uso de señalización. ◦ Uso de equipo de protección personal. 4) Evaluación de dosis (véase Módulo 8): <ul style="list-style-type: none"> ◦ Evaluación de la dosis y su efecto.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Evaluar los riesgos de instalaciones y procedimientos radiológicos: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Determinar posibles riesgos derivados del trabajo. ◦ Indicar todas las personas que pueden quedar expuestas y cómo podrían quedar expuestas.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Evaluar cada riesgo posible y decidir si son adecuadas las precauciones propuestas o existentes, teniendo en cuenta elementos como los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tipo de equipo de rayos X. ▪ Estimaciones de tasas de dosis a las que pueda quedar expuesta una persona. ▪ Resultados de la dosimetría personal para actividades similares. ▪ Medidas de control técnico y de otra índole previstas o establecidas. ▪ Repercusión del incumplimiento de los procedimientos y controles técnicos. ▪ Opciones respecto del equipo de protección personal. ▪ Reglamentos o sistemas de trabajo locales previstos o existentes. <p>2) Determinar las medidas que deben establecerse para controlar los posibles riesgos y garantizar el cumplimiento de los reglamentos en relación con lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Necesidad de blindaje y equipo de protección personal. ◦ Necesidad de monitorización de la dosis personal y ambiental. ◦ Señalización. ◦ Reglas, sistemas de trabajo y planes de contingencia locales. ◦ Limitación del acceso a zonas designadas (controladas). ◦ Protección de trabajadoras embarazadas. ◦ Mantenimiento y pruebas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacitación. <p>3) Dejar constancia de la evaluación.</p> <p>4) Revisar la evaluación a intervalos periódicos.</p>
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Protección radiológica ocupacional, Colección de Normas de Seguridad N° RS-G-1.1, OIEA, Viena (1999), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1081s_web.pdf Capítulo 25.</p> <p>[2] 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>[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] 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).</p> <p>[5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Protección radiológica relacionada con la exposición médica a la radiación ionizante, Colección de Normas de Seguridad, N° RS-G-1.5, OIEA, Viena (2010), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1117s_Web.pdf.</p>

	<p>[6] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, ICRP Publication 73, Radiological Protection and Safety in Medicine. Annals of the ICRP 26(2) (1996).</p> <p>[7] MARTIN, C. J., SUTTON, D.G., Practical Radiation Protection in Healthcare, Oxford University Press, Oxford (2002).</p> <p>[8] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Protección radiológica ocupacional, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° RS-G-1.1, OIEA, Viena (2004), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1081s_web.pdf.</p>
	Módulo 2: Protección y seguridad radiológicas
	Submódulo 2.3: Examen de la protección y seguridad radiológicas
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para realizar una comprobación de los procedimientos e instalaciones de radiodiagnóstico.
Requisitos previos	Ninguno.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de: <ul style="list-style-type: none"> a) Los factores en que se sustenta el examen de la protección y seguridad radiológicas. b) La necesidad de mantener las dosis al nivel más bajo que pueda razonablemente alcanzarse y garantizar el cumplimiento de los reglamentos. • Capacidad para llevar a cabo un examen de la protección y seguridad radiológicas y aplicar medidas correctivas cuando proceda.
Conocimientos básicos	<p>1) Principios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Principios de protección radiológica (justificación, optimización, limitación). ◦ Restricciones de dosis y niveles de referencia. ◦ Requisitos y directrices reglamentarios. ◦ Responsabilidades del empleador. ◦ Requisitos para el personal y los miembros del público. ◦ Requisitos para las exposiciones médicas. ◦ Requisitos especiales para mujeres embarazadas. ◦ Requisitos especiales para los cursillistas. <p>2) Controles:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Controles técnicos para reducir la exposición del personal y los miembros del público. ◦ Controles de procedimiento para reducir la exposición del personal y los miembros del público. ◦ Designación de zonas. ◦ Monitorización del lugar de trabajo. ◦ Uso de equipo de protección personal para los pacientes y el personal.

	<p>3) Programas de monitorización de la dosis personal.</p> <p>4) Principios de garantía de calidad del equipo.</p>
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<p>1) Determinar si:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Existen licencias apropiadas. ◦ Las funciones y responsabilidades del personal y la administración están documentadas y actualizadas, y si todos los usuarios conocen sus responsabilidades en materia de seguridad y control radiológicos. ◦ Se han realizado evaluaciones de riesgos de radiación. ◦ Están debidamente señaladas las zonas en que se utilizan radiaciones. ◦ Están actualizados las normas, los procedimientos de protección radiológica y los sistemas de protección radiológica locales y si estos cumplen los requisitos legislativos. ◦ Se ha instalado un blindaje apropiado. ◦ Se ha suministrado equipo de protección personal apropiado. ◦ Existen los elementos de control y señales de alerta necesarios (según proceda). ◦ Se ha completado la capacitación pertinente del personal. ◦ Existen programas de educación permanente. ◦ Existen sistemas de dosimetría y monitorización personal. ◦ Se han establecido disposiciones apropiadas para las trabajadoras embarazadas. ◦ Se han establecido disposiciones apropiadas para cursillistas y jóvenes. <p>2) Revisar los registros sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ El programa de dosimetría y monitorización personal. ◦ Las exploraciones de dosis ambientales. ◦ Los programas de garantía de calidad del equipo. ◦ El examen del volumen de trabajo y el blindaje. ◦ Las comprobaciones del equipo de protección personal. <p>3) Determinar si han tenido lugar incidentes radiológicos, las medidas adoptadas para evitar al máximo que se repitan, y si se notificaron a las autoridades de reglamentación.</p> <p>4) En todos los casos definir y aplicar medidas para resolver deficiencias en el cumplimiento y sobre buenas prácticas.</p>
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrp/publication.asp. Capítulo 25</p> <p>[2] 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>[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] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Applying Radiation Safety Standards in Diagnostic Radiology and Interventional Procedures Using X Rays, Colección de Informes de Seguridad No. 39, OIEA, Viena (2006), http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1273_web.pdf.</p> <p>[5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Protección radiológica ocupacional, Colección de Normas de Seguridad N° RS-G-1.1, OIEA, Viena (1999), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1081s_web.pdf.</p> <p>[6] CONSEJO NACIONAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Operational Radiation Safety Program, NCRP Rep. 127, Bethesda, MD, Estados Unidos (1998), www.ncrppublications.org.</p> <p>[7] 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).</p>
	Módulo 2: Protección y seguridad radiológicas
	Submódulo 2.4: Reducción de dosis – del personal y el público
Objetivo	Estar en condiciones de aplicar las técnicas de reducción de dosis para el personal de radiología, otros empleados y los miembros del público.
Requisitos previos	Submódulo 6.6: Diseño del departamento.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los factores que afectan a la dosis de radiación del personal y los miembros del público, incluida la interrelación con la dosis del paciente. • Capacidad para asesorar sobre los aspectos prácticos que coadyuvan a la reducción de dosis del personal y los miembros del público.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Radiación primaria y secundaria: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Haz primario. ◦ Radiación dispersa. ◦ Radiación de fuga. 2) Dispersión: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Distribución angular de la dispersión. ◦ Efecto de kV, mA, tiempo y volumen irradiado en la dispersión. ◦ Efecto de la dosis del paciente en la dosis del personal – dispersión. ◦ La dispersión en contraposición a la radiación primaria. ◦ Dispersión de entrada y dispersión de salida. 3) Tiempo: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Funcionamiento a impulsos, p.ej., 30 frente a 15 y 7,5 fps. ◦ Captura de última imagen. ◦ Colimación virtual.

	<p>4) Blindaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Blindaje montado para el techo, las mesas y los intensificadores. ◦ Cabina de control. ◦ Consolas de los operadores y blindaje. ◦ Blindajes móviles. ◦ Diseño de la sala. ◦ Equipo de protección personal. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Delantales de plomo. ▪ Collares tiroideos. ▪ Guantes protectores. ▪ Gafas protectoras. <p>5) Distancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Ley de la inversa del cuadrado: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Variación de dosis en una sala de rayos – contornos de la isodosis. <p>6) Consecuencias de la colocación del tubo de rayos X por debajo y por encima del paciente y de las proyecciones laterales y oblicuas en la dosis del personal en fluoroscopia.</p>
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<p>1) Asesorar sobre cuestiones prácticas para reducir la dosis del personal en una variedad de situaciones hipotéticas operacionales en:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Radiografía con película estándar. ◦ Procedimientos fluoroscópicos. ◦ Procedimientos intervencionistas. ◦ Tomografía computarizada. ◦ Mamografía. <p>2) Medir las dosis de radiación alrededor del equipo radiológico para demostrar el efecto de las técnicas de reducción de dosis. Incluir la evaluación de la eficacia del equipo de protección del personal.</p> <p>3) Determinar técnicas de reducción de dosis de los pacientes que no coadyuvan a la reducción de dosis del personal y viceversa.</p> <p>4) Instruir a los usuarios de equipos de rayos X en técnicas de reducción de dosis del personal.</p>
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 25.</p> <p>[2] OIEA, Protección radiológica en radiología, módulos 6,7,12,13,1 y 14, https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content-es/AdditionalResources/Training/1_TrainingMaterial/Radiology.htm.</p> <p>[3] OIEA, Protección radiológica en cardiología, módulo 7 sobre exposición ocupacional y módulo 12 parte 2, https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content-es/AdditionalResources/Training/1_TrainingMaterial/Cardiology.htm.</p>

	Módulo 2: Protección y seguridad radiológicas
	Submódulo 2.5: Exposición imprevista y accidental en el radiodiagnóstico
Objetivo	Conocer cómo responder a una exposición imprevista o accidental en un departamento de radiología que afecte al personal, los pacientes o los miembros del público.
Requisitos previos	Submódulo 2.4: Reducción de dosis – del personal y el público. Submódulo 7.1: Dosimetría de la radiación ionizante y principios de medición. Submódulo 10.2: Proceso de optimización.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de lo que constituye una exposición imprevista o accidental en un departamento de radiología, sus consecuencias y la respuesta necesaria. • Capacidad para responder a una exposición imprevista o accidental que ocurra en un departamento de radiología.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Cuestiones de procedimiento y reglamentación: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Definiciones de la exposición imprevista o accidental en el radiodiagnóstico. ◦ Funciones y responsabilidades con respecto a la investigación, evaluación y notificación de una exposición imprevista o accidental. 2) Cuestiones relativas a la investigación de una exposición imprevista o accidental: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Cuestiones de procedimiento frente a cuestiones asociadas al equipo. Exposiciones imprevistas o accidentales. ◦ Requisitos de capacitación en relación con el equipo. ◦ Modos normales de funcionamiento del equipo. ◦ Blindaje existente y otros controles técnicos de la radiación. ◦ Conocimiento del equipo de protección personal disponible y cómo debe utilizarse. ◦ Reglas, sistemas de trabajo, disposiciones referentes al acceso y planes de contingencia a nivel local. ◦ Recopilación de datos apropiados para que pueda llevarse a cabo la mejor dosimetría posible a posteriori. 3) Evaluación de la dosis de radiación: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Kerma en aire, dosis absorbida, dosis efectiva y su relación con otras cantidades dosimétricas de interés. ◦ Técnicas para evaluar y estimar la dosis de radiación en pacientes, fetos, el personal y los miembros del público. ◦ Riesgos estocásticos y deterministas derivados de la exposición a la radiación en situaciones de exposición imprevistas o accidentales.

	<p>4) Notificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Requisitos reglamentarios para la notificación de exposiciones imprevistas o accidentales. ◦ Cómo comunicar los riesgos. ◦ Métodos para aplicar medidas con miras a modificar los procedimientos.
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<p>1) Cuestiones de procedimiento y reglamentación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Elaborar definiciones para la exposición imprevista o accidental a la radiación en el lugar de trabajo local teniendo en cuenta los requisitos reglamentarios. ◦ Elaborar procedimientos y planes de contingencia para hacer frente a las exposiciones imprevistas o accidentales. ◦ Llevar a cabo una investigación de las circunstancias de la exposición imprevista o accidental. ◦ Obtener información de personas involucradas en relación con las circunstancias de la exposición imprevista o accidental. ◦ Resolver problemas en esferas en que se carece de información o esta es incongruente. ◦ Determinar si el incidente es resultado de un fallo del equipo o de un error de procedimiento (o ambos). Precisar si una causa conexas puede haber sido los protocolos de procedimientos utilizados. ◦ Definir qué tipo de dosimetría debe realizarse y asegurar que se hayan obtenido los datos correctos. <p>2) Evaluación de dosis:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Cuando sea necesario, efectuar mediciones para ayudar a evaluar la magnitud de la dosis recibida por alguien que haya sido afectado por la exposición imprevista o accidental. ◦ Realizar cálculos para determinar la dosis recibida por alguien que haya sido afectado por la exposición imprevista o accidental. ◦ Determinar el riesgo derivado de la exposición imprevista o accidental. <p>3) Notificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Determinar si la exposición imprevista o accidental debería notificarse a un órgano regulador y, si procede, hacerlo. ◦ Preparar un informe resumido que sea comprensible para los clínicos competentes y, si corresponde, para el paciente. <p>4) Recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Formular recomendaciones sobre las medidas que se requieren para dar cumplimiento a los requisitos reglamentarios. ◦ Formular recomendaciones sobre las medidas que se requieren para para minimizar la posibilidad de que se produzcan exposiciones imprevistas o accidentales en el futuro: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recomendar una capacitación o readiestramiento apropiado para minimizar el riesgo de que se produzca una exposición imprevista o accidental semejante. ▪ Recomendar cambios en los procedimientos. ▪ Recomendar la sustitución de equipo. ▪ Recomendar la adopción de medidas por parte del fabricante del equipo.

Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 25.</p> <p>[2] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures, ICRP Publication 85, Pergamon Press, Oxford y Nueva York (2000).</p> <p>[3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Safety Report on Methodology for Investigation of Radiation Accidents involving sources of ionising radiation, OIEA, Viena (2009).</p> <p>[4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, L13.2: Exposición ocupacional - Medidas de protección radiológica, https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/TrainingRadiology/Lectures-es/RPDIR-L13.2-Occup-radioprot-es-WEB.ppt.</p> <p>[5] KOENIG, T.R., WAGNER, L.K., METTLER, F.A., WOLFF, D., Radiation Injury to the Skin Caused by Fluoroscopic Procedures: Lessons on Radiation Management. Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Texas en Houston, TX (2000), TX, (2000).</p> <p>[6] 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).</p> <p>[7] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Protección radiológica en radiodiagnóstico y radiología intervencionista, https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/TrainingRadiology/Lectures-es/RPDIR-L09-Med-Exp-BSS-es-WEB.ppt.</p>
	Módulo 2: Protección y seguridad radiológicas
	Submódulo 2.6: Blindaje
Objetivo	<p>Especificar el blindaje de una instalación de rayos X que utilice sistemas de diagnóstico por imágenes de rayos X para energías de 15 a 150 kVp. Las instalaciones comprenden hospitales, clínicas, sistemas móviles y centros odontológicos.</p>
Requisitos previos	<p>Ninguno.</p>
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los principios y requisitos del diseño del blindaje a energías de rayos X utilizadas para el diagnóstico. • Capacidad para diseñar un blindaje satisfactorio contra las radiaciones para todo tipo de equipo de radiodiagnóstico.
Conocimientos básicos	<p>1) Principios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Unidades de dosis de radiación y parámetros aplicables al diseño del blindaje. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dosis ambiental equivalente y su relación con la dosis efectiva y el kerma.

- Producto kerma-área.
 - Dosis superficial de entrada.
 - Radiación primaria:
 - No atenuada
 - Atenuada
 - Radiación secundaria:
 - Dispersión
 - Fuga
 - Transmisión de radiación primaria y secundaria a través de pacientes, componentes de imagenología y barreras.
- 2) Requisitos y directrices reglamentarios:
- Legislación y orientaciones locales aplicables al diseño de instalaciones radiológicas.
 - Designación de zonas controladas y no controladas.
 - Límites de dosis para los trabajadores y miembros del público.
 - Restricciones de dosis y objetivos de diseño del blindaje, p.ej., 0,3 mSv por año para las zonas públicas.
- 3) Conceptos de blindaje:
- Conceptos de barreras primarias y secundarias.
 - Conceptos de volumen de trabajo:
 - Efecto de factores de la técnica.
 - Efecto del número de pacientes.
 - Efecto de cambios futuros en el volumen de trabajo, el diseño del equipo y su uso, p.ej., traslado de la sala de radiografía de tórax a una sala de radiografía general o a una sala de CT.
 - Conceptos de ocupación y repercusión de la ocupación de zonas circundantes en el diseño del blindaje.
 - Posible efecto de la dispersión de las paredes y techos.
 - Cómo la configuración de la sala puede afectar a una probable exposición, p.ej., la colocación del paciente de espaldas a la puerta en la sala de mamografía elimina la necesidad de blindaje en la puerta.
 - Consideración de todas las paredes más el piso y el techo.
 - Ubicación de la cabina de control en relación con la visibilidad del paciente y dirección del haz de rayos X (nunca de frente a la cabina de control).
 - Importancia de dejar suficiente espacio entre barreras, p.ej., cabinas de control, incluida la consideración relativa a las personas con discapacidad.
- 4) Materiales:
- Propiedades de atenuación de los materiales.
 - Materiales de sustitución y repercusión en la eficacia del blindaje.
 - Materiales y técnicas de construcción corrientes.
- 5) Requisitos del blindaje:
- Determinación de la dosis de radiación en la barrera a base de los datos del volumen de trabajo.
 - Cálculo de la transmisión necesaria.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Especificación de los materiales requeridos. <p>6) Métodos para llevar a cabo los cálculos del blindaje con respecto a lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Radiografía con película estándar. ◦ Mamografía. ◦ Fluoroscopia. ◦ Tomografía computarizada. ◦ DEXA. ◦ Instalaciones temporales y móviles. ◦ Centros odontológicos. <p>7) Evaluación del blindaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Monitorización visual durante la construcción. ◦ Medición de rayos X. ◦ Uso de radionucleidos. ◦ Importancia relativa de las violaciones de la integridad del blindaje. <p>8) Documentación de hipótesis completas, del diseño y las especificaciones para utilizarla como referencia en el futuro, y mantenimiento de la documentación.</p>
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<p>1) Requisitos de información:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Efectuar una evaluación del volumen de trabajo – teniendo en cuenta la técnica radiográfica y el número de pacientes. ◦ Determinar la ocupación de los alrededores. ◦ Evaluar el efecto de la ubicación y orientación del equipo en las opciones de blindaje. <p>2) Especificar las barreras protectoras siguientes para una diversidad de equipos de rayos X*:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Paredes. ◦ Ventanas. ◦ Pisos y techos. ◦ Puertas. ◦ Pantallas y cubiertas protectoras <p>3) Especificar los requisitos de blindaje para otras penetraciones, p.ej., HVAC, fontanería, tomas de corriente*.</p> <p>4) Especificar la ubicación y el funcionamiento de las señales de alerta (si procede)*.</p> <p>5) Evaluar la eficacia del blindaje y los errores en las mediciones*.</p> <p>6) Documentación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Documentar el cálculo y las hipótesis de blindaje. ◦ Documentar el efecto de los cambios en el volumen de trabajo, el uso del equipo, o el diseño del equipo en los requisitos de blindaje. ◦ Documentar los resultados de las evaluaciones. <p>* Incluir la radiografía con película estándar, la mamografía, la fluoroscopia, la tomografía computarizada, la DEXA, los centros odontológicos, las instalaciones de angiografía y las instalaciones temporales y móviles.</p>

Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 25.</p> <p>[2] CONSEJO NACIONAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Structural Shielding Design for Medical X Ray Imaging Facilities, NCRP Rep. 147, Bethesda, MD, Estados Unidos (2004), www.ncrppublications.org.</p> <p>[3] SUTTON, D.G., WILLIAMS, J.R., Instituto Británico de Radiología, Londres (2000).</p> <p>[4] 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>[5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Blindaje, https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/TrainingRadiology/Lectures-es/RPDIR-L12-Shielding-es-WEB.pp.</p>
	Módulo 2: Protección y seguridad radiológicas
	Submódulo 2.7: Seguridad en la imagenología por resonancia magnética (MRI)
Objetivo	Estar en condiciones de realizar evaluaciones de la seguridad radiológica de la MRI e investigar los accidentes e incidentes relacionados con la MRI.
Requisitos previos	Submódulo 2.2: Evaluación de riesgos de radiación. Submódulo 2.3: Examen de la protección y seguridad radiológicas. Submódulo 5.9: Imágenes de resonancia magnética.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de las cuestiones y los requisitos relativos a la seguridad en la MRI. • Capacidad para realizar las evaluaciones y las mediciones de seguridad necesarias.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Normas y directrices nacionales e internacionales pertinentes sobre seguridad de la MR. 2) Efectos biológicos de campos electromagnéticos estáticos y variables en el tiempo utilizados en la MRI. 3) Importancia de controlar el acceso a las instalaciones de MRI. 4) Zonas interiores y exteriores controladas y reglas locales. 5) Línea de 0,5mT (5 Gauss). 6) Tasa de absorción específica (SAR). 7) Uso de dispositivos para medir campos magnéticos estáticos, variables en el tiempo y de campos magnéticos de radiofrecuencia. 8) Peligros asociados con los criógenos.

	<ul style="list-style-type: none"> 9) Consecuencias de la interrupción de un magneto. 10) Efectos acústicos y límites dB. 11) Diseño del blindaje y principios de evaluación (incluido el blindaje de hierro y RF). 12) Compatibilidad del equipo asociado con la MRI. 13) Compatibilidad de los dispositivos médicos como implantes y marcapasos con la MRI. 14) Dispositivos de detección de metales, manuales y de pórtico.
Elementos de capacitación recomendados	<ul style="list-style-type: none"> 1) Realizar una evaluación de riesgos para una instalación de MRI. 2) Redactar reglas locales modelo para una instalación de MRI. 3) Intervenir en la capacitación en materia de seguridad para el personal autorizado. 4) Definir zonas interiores y exteriores controladas en una instalación. 5) Medir los campos magnéticos estáticos, variables en el tiempo y de radiofrecuencia alrededor de un escáner de MRI. 6) Medir la magnitud de campos periféricos. 7) Examinar a pacientes y empleados para determinar la presencia de sustancias ferrosas. 8) Asesorar sobre cuestiones de seguridad de los pacientes en relación con dispositivos médicos como implantes y marcapasos. 9) Asesorar sobre la compatibilidad del equipo médico en el entorno de la MRI.
Fuentes de conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmnp/publication.asp. Capítulo 16. [2] COLEGIO AMERICANO DE RADIOLOGÍA, ACR Guidance Document for Safe MR Practices (2007), http://www.acr.org/SecondaryMainMenuCategories/quality_safety/MR_Safety.aspx. [3] INSTITUTO DE SEGURIDAD, EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN SOBRE RESONANCIA MAGNÉTICA, MR Safety, www.mrisafety.com. [4] COMISIÓN INTERNACIONAL SOBRE RADIACIONES NO IONIZANTES, www.icnirp.de. [5] COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL, Standard 60601-2-33 Medical electrical equipment - Part 2-33: Particular requirements for the safety of magnetic resonance equipment for medical diagnosis, IEC, Ginebra (2007). [6] MCROBBIE, D.W., MOORE, E.A., GRAVES, M.J., PRINCE, M.R., (Eds), MRI from Picture to Proton, Cambridge University Press, (2003). [7] MR SAFETY, www.mrisafety.com. [8] SHELLOCK, F.G., Reference Manual for Magnetic Resonance Safety, Implants and Devices, Biomedical Research Publishing Company, Los Angeles, CA (2009).

MÓDULO 3: INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ENSEÑANZA	
Objetivo	Desarrollar aptitudes fundamentales en la investigación, el desarrollo y la enseñanza en materia de física en radiodiagnóstico.
Tiempo previsto de dedicación	Entre el 10 y el 15 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	1) Investigación y desarrollo. 2) Enseñanza.
Referencias básicas	<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] 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.</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), http://www.ich.org/fileadmin/Public_Web_Site/ICH_Products/Guidelines/Efficacy/E6_R1/Step4/E6_R1_Guideline.pdf.</p>
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 imagenología médica individualmente o como miembro de un grupo de investigación multidisciplinario.
Requisitos previos	Ninguno.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los procesos de investigación científica, incluida la función del examen ético, el análisis estadístico, y el proceso de publicación. • Capacidad para llevar a cabo actividades de investigación y desarrollo en el diagnóstico por imágenes médicas en cooperación con radiólogos diagnósticos, otros físicos médicos especialistas en diagnóstico y otros profesionales.
Conocimientos básicos	<p>1) Conocimiento de las cuestiones siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Función de la ética en la investigación relacionada con sujetos humanos y animales, incluidos temas asociados con la radiación.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Aplicación de la estadística al diseño experimental, la formulación de hipótesis y el análisis de datos. ◦ Formato de documentos científicos. ◦ Proceso de examen por homólogos de las solicitudes de subvenciones para la investigación y de publicaciones científicas. <p>2) Conocimiento de revistas internacionales apropiadas en radiología, física médica y campos afines de la investigación.</p>
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<p>1) Diseñar un proyecto de investigación que incluya las tareas siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Determinar una esfera de investigación, incluida la cuestión específica que se estudia, en consulta con otros profesionales, como radiólogos diagnósticos. ◦ Formular hipótesis. ◦ Examinar la documentación en la esfera de manera eficaz y crítica, utilizando bases de datos apropiadas, p.ej., MedLine, PubMed, y Scopus, y presentar la información en un informe escrito (incluidos los beneficios clínicos de la investigación o el desarrollo). ◦ Supervisar continuamente los adelantos actuales en la investigación y el desarrollo en la esfera de investigación elegida. ◦ Determinar un plan para un proyecto de investigación que incluya hitos, experimentos y análisis necesarios. ◦ Consultar con un experto en estadística según las necesidades. ◦ Evaluar las cuestiones éticas de interés en relación con los criterios nacionales, incluidas las cuestiones relativas a la radiación, y presentar la solicitud necesaria, si procede, a un comité de ética competente (también conocido como comité de estudios humanos o junta de examen institucional). ◦ Evaluar los recursos necesarios, incluidos tiempo, personal y equipo. ◦ Gestionar un presupuesto para un pequeño proyecto de investigación. <p>2) Examen por homólogos de los resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Presentar los resultados y defenderlos a nivel departamental. ◦ Presentar los resultados en una conferencia nacional o internacional. ◦ Publicar los resultados en una revista revisada por homólogos. <p>3) Basándose en iniciativas de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Redactar una solicitud simple de subvención para la investigación conjuntamente con un radiólogo diagnóstico u otro personal, en la que se incluya una respuesta a las observaciones derivadas del proceso de examen. ◦ Participar en un grupo de investigación multidisciplinario aportando conocimientos y aptitudes en física médica; por ejemplo, prestando apoyo en materia de dosimetría. ◦ Proporcionar cálculos de dosis y estimaciones de riesgos, incluso comparaciones con otros riesgos de la radiación ionizante, para su uso por el comité de ética (comité de estudios humanos o junta de examen institucional) en relación con un proyecto propuesto relacionado con la exposición a la radiación de sujetos humanos.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Quality assurance for clinical trials: A primer for Physicists. 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/Publications/codes/rps8.cfm.</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), http://www.ich.org/fileadmin/Public_Web_Site/ICH_Products/Guidelines/Efficacy/E6_R1/Step4/E6_R1_Guideline.pdf.</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/E6_R1/Step4/E6_R1_Guideline.pdf.</p> <p>[5] http://www.nhmrc.gov.au/health-ethics/ethical-issues.</p> <p>[6] http://www.tga.gov.au/pdf/clinical-trials-handbook.pdf.</p> <p>[7] RAVINDRAN, C., Ethics in Biomedical Research, Calicut Medical Journal 6 2 (2008).</p> <p>[8] WOODWORD, M., Epidemiology: Study Design and Data Analysis, 2nd ed., Chapman and Hall/CRC (2005).</p> <p>[9] WOOLFE, J., How to write a PhD Thesis, http://www.phys.unsw.edu.au/~jw/thesis.html.</p> <p>[10] 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 desempeñar una labor eficaz como instructor y tutor en la física médica diagnóstica.
Requisitos previos	
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los principios generales de una enseñanza eficaz. • Capacidad para la enseñar los principios y métodos de la física médica.
Conocimientos básicos	<p>1) Conocer los principios generales de una enseñanza eficaz, incluidos los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Método de enseñanza y estrategias adecuadas al tamaño del grupo, las necesidades, los intereses y los antecedentes de los asistentes. ◦ Mecanismos de intercambio de opiniones con los estudiantes y estrategia de evaluación. ◦ Suministro del material educativo necesario para el estudiante. ◦ Preparación del material didáctico. ◦ Examen de los procesos de enseñanza.

Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Asistir a un curso general (a menudo disponible en reuniones nacionales o internacionales de radiología y física médica) sobre cómo enseñar. 2) Enseñar física médica, tecnología y temas relativos a la radiación (incluida la seguridad radiológica) a distintos públicos. Ejemplos: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Enseñar a físicos médicos, físicos subalternos, u otro personal orientado a la técnica. ◦ Enseñar al personal y a residentes de radiología. ◦ Enseñar seguridad radiológica a enfermeros u otro personal paramédico (p.ej., secretarios de departamentos). ◦ Enseñar a radiógrafos cómo llevar a cabo el control de calidad de un equipo de imagenología específico.
Fuentes de conocimientos	<ol style="list-style-type: none"> [1] AAPM ONLINE EDUCATIONAL, Continuing education, http://aapm.org/education/ce/category.asp. Este recurso está disponible solo para usuarios suscritos. [2] SPRAWLS, P., Physical Principles of Medical Imaging., 2nd ed., Aspen. (1993), http://www.sprawls.org/ppmi2/. [3] Teaching radiology residents resource, http://site.blueskybroadcast.com/Client/AAPM_Annual05/aapm_a74_panel/launch.html. [4] AAPM ONLINE EDUCATIONAL, library, http://www.aapm.org/education/VL/. [5] 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.

MÓDULO 4: PROFESIONALISMO Y COMUNICACIÓN	
Objetivo	Proporcionar a los residentes conocimientos y competencias asociados a los aspectos profesionales de sus funciones y responsabilidades y los principios aplicables a una instalación de radiodiagnóstico.
Tiempo previsto de dedicación	Entre el 10 % y el 15 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Módulos establecidos como requisitos conexos	Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología. Módulo 6: Gestión de la tecnología.
Submódulos	1) Conciencia profesional. 2) Comunicación. 3) Tecnología de la información. 4) Auditoría clínica.
Referencias básicas	[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp . Capítulo 24. [2] 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 . [3] VENABLES, J., Communication Skills for Engineers and Scientists, 3 rd ed., Instituto de Ingenieros Químicos (2002).
Módulo 4: Profesionalismo y comunicación	
Submódulo 4.1: Conocimiento profesional	
Objetivo	Demostrar que se entienden las actividades asociadas al conocimiento profesional y participar en ellas (si es posible).
Requisitos previos	Ninguno.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> ○ Demostrar un conocimiento de las cuestiones profesionales. ○ Capacidad para contribuir a las actividades de órganos profesionales.
Conocimientos básicos	
Elementos de capacitación recomendados	1) Planificación de la carrera: <ul style="list-style-type: none"> ○ Demostrar conocimiento del alcance del ejercicio y la estructura de la carrera de física en radiodiagnóstico.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Demostrar conocimiento de las oportunidades y limitaciones que se plantean en la progresión de la carrera. ◦ Dibujar un diagrama de árbol en que se resuma la estructura de personal del departamento, incluido el puesto propio. ◦ Definir el plan de carrera propio. <p>2) Actividades asociadas a la organización profesional:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Demostrar conocimiento de la organización profesional, incluida su estructura, y reconocer a los funcionarios directivos y el personal administrativo. ◦ Asistir a actividades profesionales y participar en ellas. ◦ Examinar periódicamente los sitios web de organizaciones profesionales de física médica en el mundo. ◦ Demostrar conocimiento de cuestiones de actualidad que afectan a la profesión y la organización profesional. ◦ Demostrar conocimiento de otras organizaciones aliadas (p.ej., de radiología y radiografía) y ubicar los sitios web de interés. ◦ Demostrar conocimiento de organismos internacionales y órganos profesionales relacionados con la física en radiodiagnóstico. ◦ Demostrar conocimiento de revistas profesionales importantes en física médica y radiología o relacionadas con estas disciplinas, y leer regularmente documentos pertinentes. <p>3) Cuestiones profesionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Ética: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Demostrar conocimiento de las políticas y procedimientos de la organización profesional y del hospital a que se pertenece en lo referente a la 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. ▪ Conocer los requisitos locales o nacionales para la autorización de proyectos de investigación clínica desde el punto de vista ético. ▪ Conocer los requisitos relativos a la privacidad de la información del personal y los pacientes. ◦ Cuestiones jurídicas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Señalar brevemente los objetivos, la definición y los requisitos relativos a las cuestiones jurídicas de la institución a que se pertenece (p.ej., hospital y universidad, si procede) y del estado y país en que se reside con respecto a los físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico. Ello debería incluir las políticas referentes a los conflictos de intereses y los asuntos legislativos y reglamentarios. ▪ Exponer sucintamente los requisitos locales o nacionales de la notificación de incidentes radiológicos. ▪ Demostrar conocimiento de la legislación sobre la protección de datos. ◦ Propiedad intelectual: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocer los tipos de propiedad intelectual. ▪ Mencionar brevemente los objetivos, la definición y los requisitos relativos a la propiedad intelectual en la institución a que se pertenece (p.ej., hospital y universidad, si procede).
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Referirse brevemente a la autoría de la documentación producida como resultado de la investigación realizada en la institución a que se pertenece. ▪ Demostrar conocimiento de los requisitos de propiedad intelectual del proveedor en el lugar de trabajo, incluso las licencias de programas informáticos y garantías. <p>4) Desarrollo profesional permanente (DPP):</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Demostrar conocimiento del objetivo del DPP. ◦ Demostrar conocimiento de la legislación o los requisitos de la organización profesional en relación con el DPP.
Módulo 4: Profesionalismo y comunicación	
Submódulo 4.2: Comunicación	
Objetivo	Ser un buen comunicador en un grupo multidisciplinario, con los pacientes y el público en general.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Demostrar un alto nivel de cualificación en materia de comunicación oral y escrita y de interpretación. • Capacidad para comunicarse con el personal clínico y aplicar principios físicos a los problemas clínicos.
Requisitos previos	
Conocimientos básicos	
Elementos de capacitación recomendados	<p>1) Aptitudes orales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Cuando sea posible, asistir a un curso sobre: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Competencias en presentación oral, ▪ Competencias en tutoría, y/o ▪ Dirección de reuniones profesionales. ◦ Participar activamente en las reuniones del departamento de física (presidir una reunión, si es posible). ◦ Participar activamente en reuniones técnicas del departamento. ◦ Presentar un trabajo científico en una reunión de físicos médicos, profesionales multidisciplinarios o ante miembros del gran público. ◦ Tutoría en física médica para otros profesionales de la radiología. Ejemplos: conferencias en materia de seguridad radiológica y tutorías a residentes de radiología. ◦ Participar activamente en reuniones sobre el progreso de los proyectos durante la puesta en servicio del equipo. ◦ Presentar los resultados de una investigación ante una conferencia o reunión nacional o internacional.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Proporcionar asesoramiento exacto y claro en física clínica médica con respecto a la optimización de los procedimientos radiológicos a otros profesionales de la radiología <p>2) Aptitudes de redacción:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Demostrar conocimiento de cuestiones profesionales como las consecuencias legales de la información documentada y transmitida por correo electrónico, la confidencialidad, y la sensibilidad de los datos y el permiso para utilizarlos. ◦ Demostrar conocimiento del formato y el estilo apropiados de las comunicaciones escritas profesionales, incluso de los mensajes de correo electrónico, memorandos y cartas. ◦ Mantener un cuaderno de trabajo. ◦ Redactar un ejemplo de carta profesional, mensaje de correo electrónico y memorando que pudiera enviarse a un funcionario directivo clave del departamento de radiología en relación con una cuestión de física médica. ◦ Redactar un informe técnico breve sobre la optimización de un procedimiento de diagnóstico. ◦ Redactar un estudio de viabilidad dirigido a la administración con respecto a la justificación de un equipo radiológico nuevo o de sustitución. ◦ Redactar o revisar un protocolo (nuevo o revisado) sobre un proceso de control de calidad en el departamento. ◦ Redactar un informe de situación o un informe final para la puesta en servicio de nuevos equipos radiológicos en un departamento de radiología. <p>3) Aptitudes de comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Participar en reuniones del departamento para examinar publicaciones. ◦ Presentar una revisión de un protocolo técnico internacional al departamento de física. <p>4) Comunicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Investigar las funciones de otras profesiones médicas y de la salud afines en el sistema de salud, y especialmente en los lugares en que esas profesiones aplican la imagenología. ◦ Conversar con colegas de trabajo para conocer sus puntos de vista y para que conozcan los criterios propios. <p>5) Consulta y apoyo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Comunicarse con el clínico en un lenguaje comprensible en su especialidad. ◦ Escuchar un problema no radiológico que plantee un colega clínico. ◦ Utilizar los propios antecedentes de física general para resolver problemas. ◦ Pensar horizontalmente, incluso fuera del contexto de la radiología. ◦ Investigar un problema y plantear una solución, teniendo presente los límites de la propia comprensión y capacidad. ◦ Conseguir la ayuda de otros que tengan aptitudes afines.
--	--

	Módulo 4: Profesionalismo y comunicación
	Submódulo 4.3: Tecnología de la información
Objetivo	Ser competente en el uso de computadoras personales (CP), interfaces, redes, almacenamiento de datos y tener conocimiento de sistemas de información sobre radiología.
Conocimientos previos	Ninguno.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de tecnología básica de la información. • Capacidad para desarrollar aptitudes básicas en la tecnología de la información.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Normas de comunicación por medios electrónicos 2) Cuestiones profesionales de la TI como privacidad, confidencialidad, sensibilidad y permiso para utilizar los datos. 3) Medios de almacenamiento y principios de seguridad de los datos. 4) Distintos tipos de bases de datos y sus aplicaciones en el radiodiagnóstico.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Demostrar la utilización de medios de almacenamiento. 2) Establecer una interfaz entre las CP y los dispositivos periféricos y el equipo de imagenología. 3) Llevar a cabo la notificación, el análisis y la presentación de datos con el empleo de aplicaciones informáticas disponibles. 4) Capacidad para utilizar instrumentos con miras a realizar copias de seguridad de datos radiológicos.
Fuentes de conocimientos	
	Módulo 4: Profesionalismo y comunicación
	Submódulo 4.4: Auditoría clínica
Objetivo	Demostrar conocimiento de la finalidad, la realización y el análisis de una auditoría clínica.
Requisito previo	Ninguno.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los aspectos de una auditoría clínica relacionados con la física. • Capacidad para participar en los aspectos de la ciencia física de una auditoría clínica.

Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Finalidad de la auditoría clínica en el radiodiagnóstico. 2) Función del físico en la auditoría clínica. 3) Familiaridad con los requisitos legislativos locales para las auditorías clínicas.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Adquirir un conocimiento de la finalidad de la auditoría clínica y lo que esta supone a partir de las fuentes de conocimientos aportadas. 2) Consultar documentos pertinentes de auditoría y otras fuentes para cerciorarse de las normas aceptables de física médica en un departamento de radiología. 3) Demostrar capacidad para reunir información departamental sobre las actividades de física médica en un departamento (p.ej., documentación de GC, calibración y dosimetría) antes del comienzo de una visita de auditoría. 4) Demostrar aspectos prácticos de las actividades de física médica en un departamento (p.ej., en GC, calibración y dosimetría) a petición de un miembro del grupo de auditoría durante una visita de auditoría. 5) Responder a sugerencias para modificar una práctica de trabajo como resultado de una visita de auditoría.
Fuentes de conocimientos	<ol style="list-style-type: none"> [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 24. [2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Comprehensive Clinical Audits of Diagnostic Radiology Practices: A Tool for Quality Improvement, Colección de Salud Humana N° 4, OIEA, Viena (2010). [3] 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.

MÓDULO 5: PRUEBAS DE RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE IMAGENOLÓGÍA	
Objetivo	Proporcionar a los residentes conocimientos y aptitudes necesarios para realizar pruebas de rendimiento en toda la gama de equipos de imagenología radiológica y equipos afines.
Tiempo previsto de dedicación	Entre el 25 % y el 30 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Sistemas de pantalla-película. 2) Procesamiento de películas y sala oscura. 3) Radiografía general. 4) Fluoroscopia convencional y digital. 5) Radiografía computarizada y radiografía digital. 6) Dispositivos automáticos de control de exposiciones. 7) Mamografía. 8) Tomografía computarizada. 9) Imagenología por resonancia magnética. 10) Ultrasonido. 11) Dispositivos de visualización e impresión. 12) Radiografía odontológica. 13) Absorciometría de rayos X de doble energía.
Referencias básicas	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrrp/publication.asp. Capítulos 6, 8 a 17, 19.</p> <p>[2] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd ed., Williams and Wilkins. (2002).</p> <p>[3] DOWSETT, D.J., KENNY, P.A., JOHNSTON, R.E., The Physics of Diagnostic Imaging, 2nd ed., Oxford University Press (2006).</p> <p>[4] SPRAWLS, P., Physics and Technology of Medical Imaging, http://www.sprawns.org/resources/.</p> <p>Remítase también a cada uno de los submódulos.</p>
Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología	
Submódulo 5.1: Sistemas pantalla-película	
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para evaluar el rendimiento de los sistemas de pantalla-película con miras a la determinación de la especificación, la aceptación y las pruebas sistemáticas de CC.
Requisito previo	Submódulo 7.3: Equipo de pruebas radiológicas, medición y práctica.

Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los procesos de formación de imágenes relacionados con sistemas de rayos X y de pantalla-película. • Capacidad para efectuar pruebas de rendimiento en películas de rayos X, cassetes de película de rayos X y dispositivos de visualización de películas de rayos X.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pantallas intensificadoras: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Usos. ◦ Construcción. ◦ Principios de funcionamiento. ◦ Conversión y eficiencia de absorción. ◦ Velocidad y tipos. ◦ Velocidad (absoluta y relativa) en función de kVp. ◦ Compensación entre la velocidad y la resolución de la pantalla. ◦ Resolución. ◦ Salida espectral. ◦ Ajuste de la emisión espectral de las pantallas con la sensibilidad espectral de la película. ◦ Tipos de fósforo – ventajas e inconvenientes, p.ej., tungstato de calcio y tierras raras. 2) Películas: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Usos. ◦ Construcción. ◦ Capa antihalo. ◦ Entrecruzamiento. ◦ Substrato o base. ◦ Películas de emulsión doble o películas de emulsión única. ◦ Efectos de halo y entrecruzamiento. ◦ Formación de imágenes latentes por la luz o rayos X. ◦ Incumplimiento de la ley de reciprocidad. ◦ Procesamiento. ◦ Propiedades fotográficas. ◦ Densidad óptica, curva característica, densidad, contraste, gradiente medio, base más niebla, latitud. ◦ Velocidad, diferencias entre tipos, emulsión única o emulsión doble. ◦ Resolución, función de transferencia de modulación (MTF), detalle, resolución de bajo contraste. ◦ Curvas de contraste-detalle. ◦ Sensibilidad espectral de la emulsión. ◦ Ajuste de la sensibilidad de la película a la salida espectral de las pantallas ◦ Ruido, incluido el ruido Quantum, grano y ruido de la pantalla. ◦ Condiciones de almacenamiento (temperatura, humedad, exposición a la radiación, fecha de expiración, sensibilidad a la presión).

	<p>3) Casetes de película:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Estructura y diseño básico. ◦ Limpieza, artefactos. ◦ Mamográficos o convencionales. <p>4) Combinaciones de pantalla-película:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Contacto pantalla-película en relación con la imagenología convencional y mamográfica. ◦ Interrelaciones entre los valores de dosis y la calidad de la imagen. ◦ Sistemas de pantalla doble o única, ventajas, inconvenientes. ◦ Tiempo necesario para que “sangre” el aire entre la pantalla y la película y se establezca un contacto óptimo. <p>5) Cajas de proyección:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Luminancia del negatoscopio. ◦ Iluminancia de la sala de proyecciones. ◦ Impacto del enmascaramiento.
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<p>1) Medición y evaluación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Densidad óptica de la película. ◦ Curvas características y parámetros conexos. ◦ Contraste, base más niebla. ◦ Resolución, función de transferencia de modulación (MTF), curvas de contraste-detalle. ◦ Luminancia del negatoscopio e iluminancia de la sala. ◦ Contacto pantalla-película y recomendación de aceptación o rechazo de casetes de película específicos sobre la base de los resultados. ◦ Inspección visual de casetes de película, identificación de artefactos, hermeticidad a la luz. ◦ Prueba de contacto pantalla-película de casete. ◦ Compatibilidad entre lotes de pantallas (prueba de aceptación). ◦ Variabilidad de la emulsión de la película de un lote a otro. ◦ Comparar el rendimiento pantalla-película en función de la nitidez, la velocidad, el contraste y la latitud. ◦ Establecer un programa de control de calidad apropiado.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 8.</p> <p>[2] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd ed., Williams and Wilkins. (2002).</p> <p>[3] DOWSETT, D.J., KENNY, P.A., JOHNSTON, R.E., The Physics of Diagnostic Imaging, 2nd ed., Hodder Arnold (2006).</p> <p>[4] GUNN, C., Radiographic Imaging. A Practical Approach., 3^a ed., Churchill Livingstone. (2002).</p>

	<p>[5] HAUS, A.G., Measures of Screen-Film Performance, Radiographics 16 (1996) 1165 a 1181.</p> <p>[6] HAUS, A.G., JASKULSKI, S.M., The Basics of Film Processing in Medical Imaging, Medical Physics Publishing, Madison, Wisconsin. (1997).</p> <p>[7] COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Medical Imaging - The Assessment of Image Quality Rep. 54, ICRU, Bethesda, MD (1996), http://www.icru.org/index.php?option=com_content&task=view&id=68.</p> <p>[8] ISO, Photography - Sensitometry of screen/film systems for medical radiography - Part 1: Determination of sensitometric curve shape, speed and average gradient, Rep. ISO 9236-1:2004 (2004).</p> <p>Guías prácticas:</p> <p>[1] INSTITUTO BRITÁNICO DE RADIOLOGÍA, Assurance of Quality in the Diagnostic Imaging Department. 2nd ed. Grupo de Trabajo sobre garantía de calidad del Comité de Protección Radiológica del Instituto Británico de Radiología (2001).</p> <p>[2] GRAY, J.E., WINKLER, N.T., STEARS, J., FRANK, E.D., Quality Control in Diagnostic Imaging, Aspen Publishers, Inc., Rockville, Maryland. (1983).</p> <p>[3] LLOYD, P., Quality Assurance Workbook for Radiographers and Radiological Technologists. Sociedad Internacional de Radiógrafos y Tecnólogos Radiológicos, Organización Mundial de la Salud, Ginebra (2001).</p>
	Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología
	Submódulo 5.2: Procesamiento de películas y sala oscura
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para efectuar pruebas de CC en procesadores fotográficos y equipo de sala oscura conexos.
Requisito previo	Submódulo 7.3: Equipo de pruebas radiológicas, medición y práctica.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los procesos y de la función del procesamiento de películas y el equipo conexo. • Capacidad para efectuar pruebas de rendimiento de procesadores de películas de rayos X y salas oscuras.
Conocimientos básicos	<p>1) Procesadores fotográficos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Principios generales. ◦ Tipos de procesadores. ◦ Función del revelador y soluciones de fijado. ◦ Función del lavado de la película. ◦ Componentes del revelador; agente revelador, endurecedores y amortiguadores. ◦ Componentes del fijador; endurecedores, tiosulfato de sodio.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Tiempo de procesamiento (velocidad) y temperatura. ◦ Cómo se mantienen las temperaturas de la solución. ◦ Control de temperatura del agua de lavado, también utilizada para ayudar a controlar la temperatura de otras soluciones. ◦ Propiedades sensitométricas, incluso velocidad, contraste, densidad, base más niebla. ◦ Componentes y función de los procesadores automáticos. ◦ Efecto de la temperatura y el tiempo del revelador en la velocidad de la película, el contraste, la base más niebla. ◦ Control de temperatura del procesador. ◦ Temperatura del agua de lavado; necesidad de un flujo adecuado. ◦ Control de temperatura del secador. ◦ Función e importancia de la reposición del revelador y las soluciones de fijado. ◦ Determinación de tasas de reposición apropiadas. ◦ Reposición para procesadores de bajo volumen (reposición de reserva). ◦ Efecto del procesamiento de distintos tipos de películas. ◦ Fijador residual (tiosulfato de sodio) y cómo medirlo. ◦ Efecto del fijador residual en la calidad de la imagen. ◦ Secado ◦ Artefactos ◦ Venteo de los secadores de procesadores. ◦ Contaminación del revelador con el fijador. ◦ Peligros químicos. ◦ Recuperación de plata. ◦ Disposición final de productos químicos agotados. ◦ Procesamiento ampliado (¿es útil con las emulsiones actuales?). ◦ El entrecruzamiento para el control de calidad al cambiar los lotes de emulsiones de control. <p>2) Procesamiento fotográfico manual:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Gráficos de tiempo-temperatura. ◦ Cuña de paso de aluminio para el control de calidad del procesador. ◦ Frecuencia de reposición, cantidad. ◦ Agitación. ◦ Lavado correcto de la película. ◦ Efecto de la hiporretención y cómo medirla. <p>3) Control de calidad del procesamiento de películas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Gráficos de control. ◦ Niveles de funcionamiento y límites de control. ◦ Detección de tendencias en los gráficos de control. ◦ Medidas correctivas. <p>4) Salas oscuras:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Luces de seguridad: vatios de las bombillas, tipos de filtros, distancia de las superficies de manipulación de las películas, antigüedad de los filtros.
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Fuga de luz. ◦ Color de superficies, paredes. ◦ Limpieza de la sala oscura. ◦ Extractores de aire, circulación de aire, control de temperatura. ◦ Almacenamiento de películas. ◦ Almacenamiento de productos químicos, tanques de reposición. ◦ Diseño. ◦ Prueba de niebla, película no expuesta frente a película previamente expuesta, película expuesta a la luz frente a película expuesta a rayos X.
Elementos de capacitación recomendados	<p>1) Medición y evaluación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Procesador: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatura del revelador. ▪ Sensitometría, curvas características, contraste, nivel de base más niebla. ▪ Medición de tasas de reposición de productos químicos. ▪ Fijador residual (tiosulfato de sodio). ▪ Evaluación de artefactos. ▪ Establecer y mantener un programa eficaz de CC de procesadores. ▪ Gráficos de control de calidad, trazado, análisis, límites de control ▪ Tasas de reposición ◦ Sala oscura: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspección visual para determinar la fuga de luz y las condiciones de la luz de seguridad. ▪ Evaluación de la niebla de la película para determinar la fuga de luz de la sala oscura y las condiciones de la luz de seguridad.
Fuente de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrrp/publication.asp. Capítulo 8.</p> <p>[2] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Validating Automatic Film Processor Performance, Rep. 94, AAPM, Nueva York (2006), http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_94.pdf.</p> <p>[3] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd ed., Williams and Wilkins. (2002).</p> <p>[4] GRAY, J.E., WINKLER, N.T., STEARS, J., FRANK, E.D., Quality Control in Diagnostic Imaging, Aspen Publishers, Inc., Rockville, Maryland. (1983).</p> <p>[5] GUNN, C., Radiographic Imaging. A Practical Approach., 3rd ed., Churchill Livingstone. (2002).</p> <p>[6] HAUS, A.G., JASKULSKI, S.M., The Basics of Film Processing in Medical Imaging, Medical Physics Publishing, Madison, Wisconsin. (1997).</p>

	<p>[7] COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL, Evaluation and routing testing in medical imaging departments - Part 2-3: Constancy tests - Film processors, IEC-61223-2-3, IEC, Ginebra (1993)</p> <p>[8] COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL, Evaluation and routing testing in medical imaging departments - Part 2-3: Constancy tests – Darkroom safelight conditions, IEC-61223-2-3, IEC, Ginebra (1993)</p> <p>[9] MCCLELLAND, I.R., X ray Equipment Maintenance and Repairs Workbook for Radiographers and Radiological Technologists, Organización Mundial de la Salud, Ginebra (2004).</p>
Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología	
Submódulo 5.3: Radiografía general	
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para llevar a cabo pruebas de aceptación y CC en equipo radiográfico general.
Requisitos previos	
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento del funcionamiento del equipo de rayos X y los factores que afectan a los resultados radiográficos. • Capacidad para efectuar pruebas de rendimiento del equipo radiográfico general.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Producción de rayos X: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Radiación continua o Bremsstrahlung. ◦ Radiación característica. 2) Efecto en el flujo de radiación y la imagen de: <ul style="list-style-type: none"> ◦ kV. ◦ mA. ◦ Tiempo de exposición. ◦ Filtración. ◦ Forma de onda de voltaje. 3) Teoría de funcionamiento de los tubos de rayos X: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Tipos principales y su construcción. ◦ Principio del foco de línea. ◦ Efecto talón. ◦ Causas de fallo. ◦ Valores nominales del tubo. 4) Formas de ondas de los generadores: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Generadores de fase única. ◦ Generadores trifásicos de 6 y 12 impulsos. ◦ Generadores de frecuencia media y alta. ◦ Generadores de descarga de capacitores. ◦ Generadores de carga en caída. ◦ Temporizadores de exposición.

	<p>5) Técnicas de reducción de la dispersión:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Movimiento de la rejilla antidifusora. ◦ Rejillas (tipos, características, rendimiento). ◦ Vacíos de aire. ◦ Efecto en la calidad de la imagen y la dosis del paciente. <p>6) Tomografía (optativa):</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Tomografía lineal y de otro tipo. ◦ Difuminación y concepto de espesor de la sección.
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<p>1) Medición y evaluación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Alineación del haz de rayos X: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Exactitud de la alineación del haz de luz y el colimador. ▪ Iluminancia del haz de luz. ◦ Parámetros básicos del haz de rayos X: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fuga radiactiva. ▪ Exactitud del voltaje del tubo. ▪ Exactitud del temporizador. ▪ Linealidad del flujo de radiación. ▪ Reproducibilidad del flujo. ▪ Calidad del haz. (Capa de valor medio). ◦ Parámetros de calidad de la imagen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Artefactos de la rejilla. ▪ Movimiento de la rejilla antidifusora. ◦ Pruebas tomográficas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alto del corte tomográfico (optativo). ▪ Espesor del corte tomográfico (optativo). ▪ Perfil de la exposición tomográfica durante la exposición tomográfica (optativo).
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrrp/publication.asp. Capítulo 6.</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice, Colección de Informes Técnicos N° 457, OIEA, Viena (2007), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS457_web.pdf.</p> <p>[3] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Quality control in diagnostic radiology Rep. 74, AAPM, Nueva York (2002), http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_74.PDF.</p> <p>[4] INSTITUTO BRITÁNICO DE RADIOLOGÍA, Assurance of Quality in the Diagnostic Imaging Department. 2nd ed. Grupo de Trabajo sobre garantía de calidad del Comité de Protección Radiológica del Instituto Británico de Radiología (2001).</p> <p>[5] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd ed., Williams and Wilkins. (2002).</p>

	<p>[6] DOWSETT, D.J., KENNY, P.A., JOHNSTON, R.E., The Physics of Diagnostic Imaging, 2nd ed., Hodder Arnold (2006).</p> <p>[7] INSTITUTE OF PHYSICS AND ENGINEERING IN MEDICINE, Recommended standards for the routine performance testing of diagnostic X ray imaging systems, Rep. 91, IPEM York (2005).</p>
	Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología
	Submódulo 5.4: Fluoroscopia convencional y digital
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para llevar a cabo pruebas de aceptación y CC en equipo fluoroscópico convencional y digital.
Requisito previo	Submódulo 5.3: Radiografía general.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de la teoría de funcionamiento del equipo de fluoroscopia y angiografía. • Capacidad para: <ul style="list-style-type: none"> a) Realizar pruebas de rendimiento del equipo fluoroscópico simple. b) Efectuar pruebas de rendimiento del equipo fluoroscópico complejo.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Generación de rayos X y control de dosis: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Diseño y funcionamiento: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño del tubo (conocimientos especializados). ▪ Colimación (conocimientos especializados). ▪ Características de la rejilla y rendimiento (conocimientos especializados). 2) Receptores de imagen: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Diseño y funcionamiento: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Intensificador de imagen y cámara de TV (salida de vídeo). ▪ Intensificador de imagen y cámara de TV (salida digital). ▪ Detectores de panel plano (digitales). ▪ Nuevos sistemas de detección. ◦ Características de rendimiento: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Características de rendimiento de la cámara de vídeo. ▪ Eficiencia de conversión (II). ▪ Deslumbramiento por velo (II). ▪ Proporción de contraste. ▪ Distorsión. ▪ Proporción de contraste-ruido (CNR) (digital). ▪ Resolución limitante. ▪ MTF. ▪ Espectros de potencia de ruido. ▪ NEQ/DQE.

	<ul style="list-style-type: none"> 3) Control de la imagen fluoroscópica: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Fluoroscopia por impulsos frente a fluoroscopia continua. ◦ Modos de control automático: control de kV, mA, longitud del impulso, voltaje de vídeo. 4) Visualización de la imagen fluoroscópica: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Dispositivos de visualización de imágenes. ◦ Cámaras de películas de exploración 5) Técnicas de procesamiento de imágenes (incluidas las siguientes, pero sin limitarse a ellas): <ul style="list-style-type: none"> ◦ Imagen digitalizada. ◦ Procesamiento logarítmico. ◦ Ruido de la imagen. ◦ Sustracción con máscara. ◦ Desplazamiento de píxeles. ◦ Filtración temporal. ◦ Mejora del contorno y la imagen. 6) Agentes de contraste: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Propiedades físicas básicas y aspectos de seguridad ◦ Tipos de estudios de contrastes: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Yodo. ▪ Bario.
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1) Medición y evaluación de: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Sistemas fluoroscópicos simples no utilizados habitualmente para la angiografía ni ningún tipo de obtención automática de imágenes en serie, con tamaño de receptor de imagen y control automático de exposición manual o simple: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Funcionamiento del equipo. ▪ Colimación fluoroscópica. ▪ Precisión del voltaje del tubo fluoroscópico. ▪ Calidad del haz. (Capa de valor medio). ▪ Temporizador fluoroscópico de examen. ▪ Fuga radiactiva. ▪ Congruencia del haz de rayos X y la imagen visualizada. ▪ Tasa de dosis de entrada del receptor de imagen. ▪ Tasa de dosis típica máxima de entrada en la piel y características del control automático de luminosidad (ABC) ▪ Calidad de la imagen: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Límite de resolución. ➤ Detección de detalles de contraste. ◦ Sistemas fluoroscópicos complejos utilizados habitualmente para la angiografía o la obtención de imágenes en serie, incluidos tamaños de campos de receptores de imágenes múltiples, posiblemente más de un tubo de rayos X y protocolos múltiples de exposición semiautomáticos o automáticos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Funcionamiento del equipo.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pruebas pertinentes a partir del punto 1 (<i>supra</i>) ampliadas para abarcar las condiciones del caso. ▪ Pruebas de dosis y calidad de la imagen para todos los protocolos clínicos de exposición pertinentes. ▪ Pruebas de calidad de la imagen digital, incluso pruebas de ruido y de relación contraste-ruido.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 9.</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice, Colección de Informes Técnicos N° 457, OIEA, Viena (2007), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS457_web.pdf.</p> <p>[3] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd ed., Williams and Wilkins. (2002).</p> <p>[4] DOWSETT, D.J., KENNY, P.A., JOHNSTON, R.E., The Physics of Diagnostic Imaging, 2nd ed., Hodder Arnold (2006).</p>
Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología	
Submódulo 5.5: Radiografía computarizada y radiografía digital	
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para llevar a cabo pruebas de aceptación y de CC en sistemas de radiografía computarizada (CR) y radiografía digital (DR).
Requisito previo	<p>Submódulo 6.5: Informática imagenológica.</p> <p>Submódulo 9.1: Evaluación de la calidad de la imagen mediante pruebas objetivas.</p> <p>Submódulo 9.2: Evaluación de la calidad de la imagen con maniqués.</p>
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los principios de los sistemas de obtención de imágenes radiográficas de CR y DR. • Capacidad para efectuar pruebas de rendimiento de los sistemas de obtención de imágenes radiográficas de CR y DR.
Conocimientos básicos	<p>1) Principios de la imagen digital:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Digitalización. ◦ Cuantización. ◦ Matriz de la imagen y relación con la resolución y el contraste. ◦ Tamaño de archivo y compresión. <p>2) Detecciones de imágenes: principios y dispositivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Fósforos de almacenamiento y luminiscencia fotoestimulable. ◦ Sistema de exploración láser.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Dispositivo acoplado a la carga (CCD). ◦ Silicona amorfa (a-Si:H). ◦ Selenio amorfo (a-Se). ◦ Relación entrada/salida. <p>3) Instrumentos de medición de imágenes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Maniquí de contraste-detalle. ◦ Maniquí de CC.
Elementos de capacitación recomendados	<p>1) Medición y evaluación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Calibración del EI. ◦ Consistencia del EI. ◦ Tiempo de desintegración latente (CR solamente). ◦ Linealidad de dosis y DDI. ◦ Meticulosidad del borrado (CR solamente). ◦ Ruido oscuro. ◦ Uniformidad de la imagen. ◦ Límite de resolución y MTF. ◦ Ruido y bajo contraste. ◦ Errores de escala y exactitud espacial. ◦ Difuminación. ◦ Efectos Moiré ◦ Rendimiento de la placa.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 8.</p> <p>[2] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Acceptance Testing and Quality Control of Photostimulable Storage Phosphor Imaging Systems, Rep. 93, AAPM, Nueva York (2006), http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_93.pdf.</p> <p>[3] COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Medical Imaging - The Assessment of Image Quality, Rep. 54, ICRU, Bethesda, MD (1996), http://www.icru.org/index.php?option=com_content&task=view&id=68.</p> <p>[4] SAMEI, E., FLYNN, M.J., (Eds), Syllabus: Categorical Course in Diagnostic Radiology Physics - Advances in Digital Radiography, RSNA, (2003).</p> <p>[5] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, An Exposure Indicator for Digital Radiography, AAPM Rep. 116, Nueva York (2009). http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_116.pdf.</p>

	Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología
	Submódulo 5.6: Dispositivos de control automático de exposiciones
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para efectuar pruebas de aceptación y de CC en receptores de dispositivos de control automático de exposiciones de película estándar y digitales.
Requisito previo	Submódulo 5.1: Sistemas pantalla-película. Submódulo 5.3: Radiografía general. Submódulo 5.5: Radiografía computarizada y radiografía digital.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de la teoría de funcionamiento de los dispositivos de control automático de exposiciones, y de las diferencias entre los requisitos de las pruebas de receptores de imágenes convencionales y digitales. • Capacidad para efectuar pruebas de rendimiento de dispositivos de control automático de exposiciones (AEC) para: <ul style="list-style-type: none"> a) Radiografía convencional. b) Radiografía digital.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Teoría de funcionamiento de los dispositivos de AEC: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Tipos de detectores de radiación utilizados. ◦ Número de detectores utilizados. ◦ Posición física en dispositivos de película estándar y de mamografía. ◦ Temporizadores de guardia y reserva. ◦ Ajuste de las características de retroalimentación del AEC. 2) Utilización del AEC en la radiografía clínica: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Exámenes en que se utiliza el AEC. ◦ Efecto de la elección de la cámara en la imagen resultante. ◦ Efecto del kV en la imagen resultante. 3) Establecimiento de distintos requisitos para el AEC con respecto a los receptores convencionales y digitales: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Técnicas de densidad óptica en la radiografía convencional y valores previstos de densidad óptica. ◦ Técnicas de dosis en relación con la placa del detector de imágenes en la radiografía digital y variación prevista de la sensibilidad del detector con la dosis.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Usos clínicos del control automático de exposiciones en radiografía: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Efecto de la elección de la cámara en la imagen resultante. ◦ Efecto del kV seleccionado en la imagen resultante. 2) Para la radiografía convencional, evaluación de: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Densidad de la película por todo el intervalo de kV para cada tipo de combinación de pantalla- película con respecto a distintos espesores de maniqués.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Repetibilidad del AEC. ◦ Reproducibilidad del AEC. ◦ Compatibilidad entre cámaras. ◦ Kerma en el receptor de imágenes. ◦ mAs de la exposición posterior. ◦ Temporizador de guardia y reserva. <p>3) Para la radiografía digital, evaluación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Sensibilidad del AEC (kerma y EI) por todo el intervalo de kV para cada tipo de receptor con respecto a distintos espesores de maniqués. ◦ Repetibilidad del AEC. ◦ Reproducibilidad del AEC. ◦ Compatibilidad entre cámaras. ◦ mAs de la exposición posterior. ◦ Temporizador de guardia y reserva.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrrp/publication.asp. Capítulo 6.</p> <p>[2] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Quality control in diagnostic radiology Rep. 74, AAPM, Nueva York (2002), http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_74.PDF.</p> <p>[3] INSTITUTO BRITÁNICO DE RADIOLOGÍA, Assurance of Quality in the Diagnostic Imaging Department. 2nd ed. Grupo de Trabajo sobre garantía de calidad del Comité de Protección Radiológica del Instituto Británico de Radiología (2001).</p> <p>[4] INSTITUTO DE FÍSICA E INGENIERÍA MÉDICAS, Recommended standards for the routine performance testing of diagnostic X ray imaging systems, Rep. 91, IPEM, York (2005).</p>
	Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología
	Submódulo 5.7: Mamografía
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para efectuar pruebas de aceptación y de CC en sistemas de mamografía.
Requisito previo	<p>Submódulo 5.1: Sistemas pantalla-película.</p> <p>Submódulo 5.2: Procesamiento de películas y sala oscura.</p> <p>Submódulo 5.3: Radiografía general.</p> <p>Submódulo 5.5: Radiografía computarizada y radiografía digital.</p> <p>Submódulo 5.6: Dispositivos de control automático de exposiciones.</p> <p>Submódulo 7.1: Dosimetría de la radiación ionizante y principios de medición.</p> <p>Submódulo 9.1: Evaluación de la calidad de la imagen mediante pruebas objetivas.</p> <p>Submódulo 9.2: Evaluación de la calidad de la imagen con maniqués.</p>

Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de la teoría de la formación de imágenes y el funcionamiento del equipo de mamografía de rayos X. • Capacidad para realizar pruebas de rendimiento de: <ul style="list-style-type: none"> a) Sistemas de mamografía de pantalla-película. b) Sistemas de mamografía digitales. c) Sistemas de mamografía con biopsia.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mamografía. 2) Introducción a la patología mamaria. 3) Conocer la diferencia entre la presentación sintomática y la radiográfica en la imagenología de la mama. 4) Principios básicos de la imagenología de tejidos blandos: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mejora del contraste a kVp bajos. ◦ Contraste de la imagen en función de la dosis de radiación absorbida. ◦ El desenfoque geométrico como factor limitante. 5) Principios básicos del sistema mamográfico, entre ellos: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Combinaciones de objetivo/filtro, incluidos espectros de emisión. ◦ Compresión. ◦ Técnica de amplificación. ◦ Diseño del AEC. ◦ Rechazo a la dispersión. ◦ Diseño del receptor de imagen. ◦ Sistema pantalla-película y procesamiento. ◦ Receptores de imágenes digitales. 6) Visualización de la imagen. 7) Criterios de rendimiento de la imagen. 8) Modalidades de imagenología alternativas.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Para sistemas de mamografía pantalla-película: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Funcionamiento del equipo. ◦ Inspección del sistema pantalla-película, procesamiento y todos los criterios afines. ◦ Inspección de las condiciones de visualización. ◦ Análisis de rechazos. ◦ Evaluación de la colimación. ◦ Rendimiento del AEC. ◦ Evaluación de parámetros radiográficos. ◦ Evaluación del receptor de imagen (uniformidad, artefacto). ◦ Evaluación de la calidad de la imagen. 2) Para sistemas digitales: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Funcionamiento del equipo. ◦ Pruebas pertinentes a partir del punto 1 (<i>supra</i>). ◦ Pruebas modificadas a partir del punto 1 (<i>supra</i>): véase el protocolo correspondiente.

	<p>3) Para sistemas de biopsia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Funcionamiento del equipo. ◦ Pruebas pertinentes a partir del punto 1 (<i>supra</i>). ◦ Pruebas modificadas a partir del punto 1 (<i>supra</i>): véase el protocolo correspondiente.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 10.</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice, Colección de Informes Técnicos N° 457, OIEA, Viena (2007), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS457_web.pdf.</p> <p>[3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Assurance Programme for Screen Film Mammography, Colección de Salud Humana N° 2, OIEA, Viena (2009).</p> <p>[4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Assurance Programme for Digital Mammography, OIEA, Viena (en preparación).</p> <p>[5] NHS Breast Screening Programme Quality Assurance, (consultado por última vez en agosto de 2008), http://www.cancerscreening.nhs.uk/breastscreen/quality-assurance.html.</p> <p>[6] EUREF, European Guidelines for Quality Assurance in Mammography Screening, Rep. V4.0, Comisión Europea, Nijmegen, Países Bajos (2006), http://www.euref.org/european-guidelines/4th-ed.</p> <p>[7] CONSEJO NACIONAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, A Guide to Mammography and other Breast Imaging Procedures, Rep. N° 149, NCRP, Bethesda, MD (2004).</p> <p>[8] RANZCR, Mammographic Quality Control Manual, Colegio Real de Radiólogos de Australia y Nueva Zelanda (2002).</p>
Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología	
Submódulo 5.8: Tomografía computarizada	
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para llevar a cabo pruebas de aceptación y CC en escáners de CT.
Requisito previo	Submódulo 7.1: Dosimetría de la radiación ionizante y principios de medición.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de la teoría de funcionamiento del equipo de exploración por CT. • Capacidad para: <ul style="list-style-type: none"> a) Efectuar pruebas de rendimiento de los sistemas de CT axial. b) Efectuar pruebas de rendimiento de sistemas helicoidales y de MDCT.

	<p>c) Efectuar pruebas de rendimiento de sistemas de CT utilizados en radioterapia.</p> <p>(Nota: Todas las competencias podrían realizarse en una unidad de MDCT en caso necesario).</p>
<p>Conocimientos básicos</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Principios básicos de la obtención de imágenes transversales. 2) Otras aplicaciones de la CT, p.ej., planificación del tratamiento, PETC/CT, SPECT/CT, CT de haz cónico (aplicaciones odontológicas, ENT). 3) Componentes de la adquisición de datos: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Tubo de rayos X. ◦ Colimación. ◦ Detectores. ◦ Control automático de exposiciones. 4) Diseño del escáner: <ul style="list-style-type: none"> ◦ 1ª y 2ª generación. ◦ 3ª generación. ◦ 4ª generación. ◦ Exploración de corte único. ◦ Exploración helicoidal (en espiral). ◦ Exploración MDCT. ◦ Haz cónico. ◦ Haz de electrones y otro tipo de CT. 5) Matriz de reconstrucción y visualización de la imagen: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Vóxeles y píxeles ◦ Números - CT ◦ Principios básicos de reconstrucción de la imagen. ◦ Técnicas de reconstrucción; p.ej., helicoidal, múltiples cortes (interpolación z), cardíaca (múltiples secciones). ◦ Filtros de reconstrucción (tejido blando, hueso, estándar). ◦ Ancho y nivel de la ventana. 6) Descriptores de la calidad de la imagen: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Resolución espacial [alto contraste]. ◦ Resolución de bajo contraste. ◦ Uniformidad espacial. ◦ Resolución del eje Z. ◦ Ruido. ◦ MTF. ◦ Relación entre los descriptores de la calidad de la imagen y los parámetros de exposición, reconstrucción y visualización (p.ej., ruido, mAs, filtro de reconstrucción). ◦ Influencia del diseño del maniquí en los descriptores de la calidad de la imagen. 7) Parámetros de dosis del escáner: <ul style="list-style-type: none"> ◦ C(aire) (CTDI(aire)) Cw (CTDIw), Cvol (CTDIvol). ◦ DLP.

	<p>8) Artefactos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Volumen parcial. ◦ Artefactos metálicos. ◦ Movimiento. ◦ Endurecimiento del haz (“cupping”) ◦ Artefacto de anillo (mal funcionamiento del detector). ◦ Artefactos de exploración en espiral. ◦ Carencia de fotones. ◦ Artefactos de haces cónicos. <p>9) Fluoroscopia por CT:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Aspectos técnicos básicos. ◦ Angiografía por CT. ◦ Perfusión por CT. ◦ CT cardíaca.
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<p>1) Para sistemas de CT axial:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Funcionamiento del equipo. ◦ Fijación de parámetros de exploración y de parámetros de visualización de la imagen. ◦ Inspección visual y revisión del programa. ◦ Medición y evaluación de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Luces de alineación de CT. ▪ Precisión de la radiografía de proyección en las exploraciones. ▪ Indicadores de dosis de radiación. ▪ Exactitud de números de CT, ruido de la imagen, uniformidad de números y artefactos de CT. ▪ Visualización e impresión de la imagen. ▪ Resolución espacial de alto contraste, MTF. ▪ Espesor del corte explorado. ▪ Espesor del corte en relación con la radiación. <p>2) Para sistemas helicoidales y de MDCT:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Funcionamiento del equipo. ◦ Pruebas pertinentes a partir del punto 1 (<i>supra</i>). ◦ Pruebas pertinentes a partir del punto 1 (modificadas <i>supra</i> para determinar las condiciones en modo helicoidal o MDCT), incluso: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Espesor explorado. ▪ Ruido de la imagen. ▪ Indicadores de dosis de radiación. ◦ Medición y evaluación de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rendimiento del AEC. ▪ Condiciones de funcionamiento seguras para el modo de fluoroscopia. <p>3) Para sistemas de CT utilizados en radioterapia:</p> <p>Funcionamiento del equipo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Medición y evaluación de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alineación de rayos láser.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exactitud de recorrido de la mesa. ▪ Exactitud del isocentro. ▪ Inclinación de la grúa. ▪ Calibración de densidad de electrones.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 12.</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice, Colección de Informes Técnicos N° 457, OIEA, Viena (2007), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS457_web.pdf.</p> <p>[3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality assurance programme for digital mammography, OIEA, Viena (en preparación).</p> <p>[4] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Specification and Acceptance Testing of Computed Tomography Scanners, Rep. 39, AAPM, Nueva York (1993), http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_39.pdf.</p> <p>[5] COMISIÓN EUROPEA, European Guidelines on Quality Criteria for Computed Tomography, Rep. EUR 16262 EN, Comisión Europea, Luxemburgo (1998), http://www.dr.dk/guidelines/ct/quality/mainindex.htm (consultado por última vez en agosto de 2008).</p> <p>[6] IMPACT, Information Leaflet No. 1: CT Scanner Acceptance Testing, Version 1.02, 18/05/01, (2001), http://www.impactscan.org/download/acceptancetesting.pdf.</p> <p>[7] INSTITUTO DE FÍSICA E INGENIERÍA MÉDICAS, Measurement of the Performance Characteristics of Diagnostic X ray Systems used in Medicine. Report No 32, second ed., Part III: Computed Tomography X ray Scanners, IPEM, York (2003).</p> <p>[8] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Managing patient dose in Multi-detector computed tomography (MDCT), ICRP Publication 102, Annals of the ICRP 37(1) (2007).</p> <p>[9] KALENDER, W.A., Computed Tomography: Fundamentals, System Technology, Image Quality, Applications, 2nd ed., Publicis Corporate, Erlangen (2005).</p> <p>[10] NAGEL, H.D., (Ed.) Radiation Exposure in Computed Tomography: Fundamentals, Influencing Parameters, Dose Assessment, Optimisation, Scanner Data, Terminology, 4th ed. CTB Publications, Hamburgo, (2002).</p>
	Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología
	Submódulo 5.9: Imagenología por resonancia magnética
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para efectuar pruebas de aceptación y CC de equipo de imagenología por resonancia magnética (MRI).

Requisito previo	Ninguno.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de: <ul style="list-style-type: none"> a) Equipo de MRI. b) Principios de la formación de imágenes. • Capacidad para efectuar pruebas de rendimiento de sistemas clínicos de MRI.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Equipo informático del escáner de MRI: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Magneto de cuerpo entero. ◦ Gradientes. ◦ Sistema de RF. ◦ Bobinas para RF. ◦ Blindaje de RF de la sala de resonancia magnética. ◦ Blindaje magnético, tipos, eficacia, efecto en la calidad de la imagen. ◦ Medición del ruido de RF. 2) Funcionamiento de la interfaz informática de MRI. 3) Producción de imágenes: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Señal NMR y desintegración de inducción libre. ◦ Contraste T1-T2. ◦ Gradientes de codificación de frecuencia y fase. ◦ Impulsos de RF y gradientes de selección de cortes. ◦ Secuencias básicas de MRI (espín eco y gradiente eco). 4) Control de calidad en la MRI: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Conocimiento de artefactos en una imagen. ◦ Efectos en las imágenes de SNR, uniformidad de señal y gradiente, imagen fantasma, espesor del corte y resolución. ◦ Conocimiento de los parámetros de CC más importantes. ◦ Conocimiento de la frecuencia de las pruebas para determinar varios parámetros. 5) Efecto en la SNR y en la imagen de: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Selección de bobinas. ◦ Parámetros de imagenología, como ancho de banda RF, campo de visión y tamaño de la matriz. ◦ Gradientes magnéticos aplicados para la selección de cortes y codificación de fase y frecuencia. 6) Efecto de distintas secuencias en las imágenes.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Medición y evaluación de: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Medición de 5 Gauss (0,5 mTesla). ◦ Homogeneidad del campo. ◦ Relación señal-ruido. ◦ Uniformidad de la señal. ◦ Distorsión geométrica. ◦ Imagen fantasma.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Técnicas de supresión. ◦ Resolución de alto contraste. ◦ Resolución de bajo contraste. ◦ Espesor del corte. ◦ Ubicación del corte. ◦ Imagenología ecoplanar.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrrp/publication.asp. Capítulos 15 y 16.</p> <p>[2] COLEGIO AMERICANO DE RADIOLOGÍA, MRI Quality Control Manual (2004), http://www.acr.org/SecondaryMainMenuCategories/ACRStore/FeaturedCategories/QualityandSafety/QualityControlManuals/MRIQualityControlManual2004.aspx.</p> <p>[3] COLEGIO AMERICANO DE RADIOLOGÍA, ACR Guidance Document for Safe MR Practices (2007), http://www.acr.org/SecondaryMainMenuCategories/quality_safety/MRSafety.aspx.</p> <p>[4] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd ed., Williams and Wilkins. (2002).</p> <p>[5] DOWSETT, D.J., KENNY, P.A., JOHNSTON, R.E., The Physics of Diagnostic Imaging, 2nd ed., Hodder Arnold (2006).</p> <p>[6] INSTITUTO DE FÍSICA E INGENIERÍA MÉDICAS, Quality Control in Magnetic Resonance Imaging, Rep. 80, IPEN, York (2002).</p> <p>[7] MCROBBIE, D.W., MOORE, E.A., GRAVES, M.J., PRINCE, M.R., (Eds), MRI from Picture to Proton, Cambridge University Press, (2003).</p> <p>[8] SPRAWLS, P., Magnetic Resonance Imaging: Principles, Methods, and Techniques, 2nd edn, Medical Physics Publishing, Madison, Wisconsin (2000).</p>
Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología	
Submódulo 5.10: Ultrasonido	
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para efectuar pruebas de aceptación y de CC en escáneres de ultrasonido.
Requisito previo	Ninguno.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de: <ul style="list-style-type: none"> a) Teoría de funcionamiento del equipo de ultrasonido y los diversos factores que afectan a la calidad de la imagen. b) Bioefectos y aspectos de seguridad del ultrasonido.

	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para: <ul style="list-style-type: none"> a) Realizar pruebas de control de calidad sistemáticas. b) Determinar e investigar las causas de artefactos.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ondas planas de ultrasonido: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Ecuación de onda unidimensional y solución armónica. ◦ Variables de la onda: presión, velocidad de partículas, desplazamiento. ◦ Intensidad, relación con la amplitud de presión. ◦ Notación de decibelio. ◦ Impedancia acústica. ◦ Reflexión y transmisión en interfases. 2) Propagación de ondas sonoras a través del tejido: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Velocidad del sonido. ◦ Atenuación y absorción. ◦ Dispersión. ◦ Propagación no lineal; definición de B/A. 3) Transductores de elemento único: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Aspectos generales del diseño. ◦ Factores que afectan a la frecuencia y el ancho de banda. ◦ Distribución del haz de ondas continuas. ◦ Distribución del haz para el funcionamiento a impulsos. ◦ Enfoque. 4) Transductores múltiples: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Principio de los transductores múltiples 1-D. ◦ Diseño, configuración de elementos, material de adaptación y apoyo. ◦ Funcionamiento multifrecuencia. ◦ Formación de haz de transmisión, enfoque de transmisión. ◦ Formación de haz durante la recepción, enfoque de recepción. ◦ Apodización y apertura dinámica. ◦ Estimaciones de resolución axial y lateral. ◦ Espesor de corte. 5) Procesamiento de señales del equipo de impulsos de ecos: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Características de impulsos, factores de trabajo. ◦ Potencia de transmisión. ◦ Ganancia del receptor, ganancia general y TGC (corrección de ganancia temporal). ◦ Compresión y desmodulación. ◦ Imagenología armónica. ◦ Modo, modo B, modo M. 6) Imagenología de modo B: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Métodos principales de imagenología. ◦ Frecuencia de imágenes. ◦ Onda continua y Doppler de impulso. ◦ Ecuación Doppler.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Naturaleza de la señal Doppler. ◦ Análisis espectral. ◦ Doppler de pulso. ◦ Solapamiento. <p>7) Imágenes de flujos con ultrasonido:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Imágenes de velocidad. ◦ Imágenes de energía. ◦ Contenido de información en las imágenes de flujos en colores. ◦ Agentes de contraste de estancamiento de la sangre. <p>8) Pruebas de rendimiento del equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Resolución axial, lateral y de elevación. ◦ Métodos para medir la resolución. ◦ Sensibilidad y profundidad de visualización del sistema. <p>9) Información y artefactos en imágenes en escala de grises y Doppler.</p> <p>10) Bioefectos y seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mediciones de salida acústica. ◦ Etiquetas de corriente de salida en tiempo real: MI y TI. ◦ Efectos biológicos del ultrasonido. ◦ Niveles de funcionamiento seguros.
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<p>1) Funcionamiento del equipo.</p> <p>2) Fijación de parámetros de exploración y parámetros de visualización de la imagen.</p> <p>3) Pruebas de control de calidad en el modo de imágenes en escala de grises:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Sensibilidad del sistema. ◦ Uniformidad de la imagen. ◦ Profundidad de penetración. ◦ Exactitud de distancia vertical y horizontal. ◦ Resolución axial. ◦ Resolución lateral. ◦ Detectabilidad de objetos de bajo contraste. ◦ Anillo decreciente (zona muerta). ◦ Fotografía y otro tipo de grabación impresa. ◦ Seguridad eléctrica y mecánica.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrr/publication.asp. Capítulos 13 y 14.</p> <p>[2] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd ed., Williams and Wilkins. (2002).</p> <p>[3] CONSEJO NACIONAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Quality Assurance for Diagnostic Imaging, Rep. N° 99, NCRP, Bethesda, MD (1990).</p>

	<p>[4] TER HAAR, G., DUCK, F.A., The Safe Use of Ultrasound in Medical Diagnosis, Instituto Británico de Radiología, Londres (2000).</p> <p>[5] ZAGZEBSKI, J.A., Essentials of Ultrasound Physics, Mosby (1996).</p>
	Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología
	Submódulo 5.11: Dispositivos de visualización e impresión
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para efectuar pruebas de aceptación y CC en dispositivos de visualización e impresión.
Requisito previo	Módulo 9: Evaluación de la calidad de la imagen.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de: <ul style="list-style-type: none"> a) Principios de los dispositivos de visualización e impresión. b) Características de rendimiento de la imagen de los dispositivos de visualización e impresión. • Capacidad para realizar ensayos de rendimiento de los dispositivos de visualización e impresión.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Teoría y principios: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Luminancia e iluminancia. ◦ Píxel y subpíxel. ◦ Resolución de contraste. ◦ Resolución espacial. ◦ Ruido. ◦ Instrumentos de ajuste de ventana y nivel. ◦ Diferencia apenas perceptible (JND). 2) Dispositivos de visualización: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Negatoscopio. ◦ Tubo de rayo catódico (CRT). ◦ Pantalla de cristal líquido (LCD). 3) Dispositivos de impresión: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Dispositivos de impresión láser. ◦ Dispositivos de impresión térmica. 4) Medición: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Parámetros técnicos de interés clínico. ◦ Entorno de visualización. ◦ Patrones de prueba. ◦ Función de visualización estándar en escala de grises (GSDF). ◦ Artefactos. ◦ Uniformidad. ◦ Distorsión geométrica (solo para CRT)

Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Medir y evaluar el rendimiento de los dispositivos de visualización. 2) Medir la luminancia y la iluminancia. 3) Calibración y medición de la respuesta de luminancia (DICOM, Apartado 14). 4) Uso de patrones de prueba (SMPTE, TG18). 5) Elegir dispositivo de visualización apropiado. 6) Elegir dispositivo de impresión apropiado. 7) Participar en especificaciones de dispositivos de visualización e impresión. 8) Medir y evaluar el rendimiento de los dispositivos de impresión. 9) Determinar e investigar las causas de un rendimiento subóptimo. 10) Realizar pruebas de CC en dispositivos de visualización. 11) Realizar pruebas de CC en dispositivos de impresión.
Fuentes de conocimientos	<ol style="list-style-type: none"> [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulos 17 y 19. [2] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Grupo de Trabajo 18, Subcomité sobre Informática de la Imagenología, 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. Documentos complementarios en la dirección: http://www.aapm.org/pubs/reports/OR_03_Supplemental/. [3] COLEGIO REAL DE RADIÓLOGOS, Picture archiving and communication systems (PACS) and quality assurance Rep. BFCR(08)8 (2008), http://www.rcr.ac.uk/docs/radiology/pdf/IT_guidance_QAApr08.pdf. [4] CENTRO UNIVERSITARIO DE LOVAINA PARA FÍSICA MÉDICA EN RADIOLOGÍA, MoniQA, Monitor Quality Assurance, http://www.kuleuven.be/radiology/lucmfr/moniq/. [5] AMERICAN COLLEGE RADIOLOGY, ACR Technical Standard for Electronic Practice of Medical Imaging (2007), http://www.acr.org/secondarymainmenucategories/quality_safety/guidelines/med_phys/electronic_practice.aspx. [6] DICOM STANDARD, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), http://medical.nema.org. [7] COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL, Evaluation and Routine Testing in Medical Imaging Departments - Part 2-5: Constancy tests - Image Display Devices, IEC-61223-2-5, IEC, Ginebra (1994). [8] INSTITUTO DE FÍSICA E INGENIERÍA MÉDICAS, Recommended standards for the routine performance testing of diagnostic X ray imaging systems, IPEM Rep. 91, York (2005).

	Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología
	Submódulo 5.12: Radiografía odontológica
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para realizar pruebas de aceptación y CC en equipo de imagenología radiográfica odontológica, con inclusión de radiografía de imágenes de película directa, radiografía computarizada y digital, radiografía panorámica, radiografía cefalométrica y CT cono-haz.
Requisito previo	Submódulo 5.1: Sistemas pantalla-película. Submódulo 5.2: Procesamiento de películas y sala oscura. Submódulo 5.5: Radiografía computarizada y radiografía digital.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de la aplicación y la supervisión clínicas de un programa de control de calidad en que el físico médico realice las pruebas sistemáticamente y el técnico odontológico supervise las pruebas periódicas. • Capacidad para: <ul style="list-style-type: none"> a) Examinar, anualmente, el programa de CC con el odontólogo responsable y el técnico odontológico. b) Utilizar un instrumento odontológico simple de prueba de rayos X (dispositivo de control de calidad de radiografía odontológica). c) Llevar a cabo pruebas de rendimiento de radiografía computarizada y digital, radiografía panorámica, radiografía cefalométrica y CT cono-haz.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Principios de la garantía de calidad y el control de calidad. 2) Uso de gráficos de control que incluyan niveles operacionales y límites de control superiores e inferiores. 3) Medidas genéricas tomadas en la aplicación y supervisión clínicas de un programa de control de calidad en que el físico médico realice las pruebas sistemáticamente y el técnico odontológico supervise las pruebas (de CC) periódicas (semanales, diarias).
Elementos de capacitación recomendados	<p>Poner en práctica:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Programa de control de calidad, incluso radiografía (imágenes de película con procesamiento fotográfico y radiografía computarizada-digital), CT cono-haz, cefalometría, y radiografía panorámica, incluidos gráficos de control de calidad apropiados, al menos en una instalación. ◦ Establecimiento de niveles operacionales, límites de control y gráficos de control. ◦ Control de calidad, mantenimiento y calibración del equipo utilizado para el control de calidad, como sistemas de dosimetría, equipo de medición de kVp y sistemas informáticos. ◦ Aplicar un programa de control de calidad utilizando un dispositivo radiográfico simple de pruebas de control de calidad.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Examen sistemático del programa de control de calidad con el odontólogo y el técnico odontológico responsables. ◦ Realizar pruebas de rendimiento de equipo odontológico complejo como: radiografía computarizada y digital, radiografía panorámica, radiografía cefalométrica y CT cono-haz.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 11.</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice, Colección de Informes Técnicos N° 457, OIEA, Viena (2007), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS457_web.pdf.</p> <p>[3] AGENCIA AUSTRALIANA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y SEGURIDAD NUCLEAR, Code of practice & safety guide. Radiation protection in dentistry, Radiation Protection Series, ARPANSA Rep. 10 (2005), http://www.arpansa.gov.au/pubs/rps/rps10.pdf.</p> <p>[4] LANGLANDS, O.E., LANGLAIS, R.P., Principles of Dental Imaging, Williams & Wilkins, Baltimore (1997).</p> <p>[5] Dental Radiographic Quality Control Test Device, http://www.xrayqc.com/.</p> <p>[6] Publicación de la ADA-FDA: The Selection of Patients for Dental Radiographic Examinations, (2004), http://www.ada.org/sections/professionalResources/pdfs/topics_radiography_examinations.pdf.</p> <p>[7] Quality Assurance in Dental Radiography, (2005), http://www.carestreamdental.com/en/film-and-anesthetics/quality-assurance.aspx.</p> <p>[8] Exposure and Processing for Dental Film Radiography, (2005), http://www.carestreamdental.com/~media/Files/FILM%20AND%20ANESTHETICS/Support/Exposure%20and%20Processing%20for%20Radiography.ashx.</p> <p>[9] INSTITUTO DE FÍSICA E INGENIERÍA MÉDICAS, Recommended standards for the routine performance testing of diagnostic X ray imaging systems, IPEM Rep. 91, York (2005).</p> <p>[10] Cone Beam Computed Tomography for Craniofacial Imaging, (2006), http://www.conebeam.com/.</p>
	Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología
	Submódulo 5.13: Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA)
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para realizar pruebas de aceptación y CC de unidades de DXA.
Requisito previo	Submódulo 5.3: Radiografía general

Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de : <ul style="list-style-type: none"> a) Teoría de la DXA y el funcionamiento del equipo de DXA. b) Importancia del CC y la calibración en el uso preciso de límites normales. • Capacidad para realizar pruebas sistemáticas de CC y determinar e investigar las causas de errores.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Principios de la absorciometría de rayos X de doble energía. 2) Conceptos de la densitometría del mineral óseo. 3) Componentes del equipo de DXA. 4) Introducción básica a la osteoporosis, la fisiología ósea y los factores de riesgo. 5) Seguridad radiológica – blindaje y dosis del paciente. 6) Modos de adquisición de imágenes de exploración. 7) Calibración del maniquí. 8) Límite normal, precisión y reproducibilidad. 9) Procedimientos para columna vertebral AP, fémur/fémur doble, cuerpo total, antebrazo y LVA/columna vertebral lateral.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Llevar a cabo un CC sistemático de un densitómetro del mineral óseo. 2) Calibración de un densitómetro de mineral óseo.
Fuentes de conocimientos	<ol style="list-style-type: none"> [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 11. [2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Guidelines for the use of DXA in measuring bone density and soft tissue body composition, Rep. TBA, O IEA, Viena (2009). [3] Bone Densitometry: What is the Fundamental Basis - Tissue Interaction?, http://www.chrislangton.co.uk/clip/html/Aspects%20of%20Osteoporosis/bone_densitometry.html. [4] BLAKE, G.M., WAHNER, H.W., FOGELMAN, I., The evaluation of osteoporosis: dual energy x ray absorptiometry and ultrasound in clinical practice, 2nd ed., Martin Dunitz, Londres (1999). [5] BONNICK, S.L., LEWIS, L.A., Bone Densitometry for Technologists 2nd edn, Human Press, NJ, Estados Unidos (2006).

MÓDULO 6: GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA	
Objetivo	Proporcionar a los residentes un conocimiento de las cuestiones en torno a la gestión de la infraestructura tecnológica del departamento de radiología.
Tiempo previsto de dedicación	Entre el 10 % y el 15 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Gestión de calidad de los sistemas de radiología. 2) Ciclo de vida del equipo de imagenología. 3) Aceptación y puesta en servicio del equipo de imagenología. 4) Gestión de las pruebas sistemáticas de CC del equipo de imagenología. 5) Informática imagenológica. 6) Diseño del departamento.
Referencias básicas	<ol style="list-style-type: none"> [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmnp/publication.asp. Capítulos 17 y 20. [2] ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN, Understanding the basics. ISO, http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/management_standards/understand_the_basics.htm. [3] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Clinical use of electronic portal imaging AAPM Rep. 74, Nueva York (2001), http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_74.PDF. [4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Protección radiológica en radiodiagnóstico, https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/TrainingRadiology/Lectures-es/RPDIR-L23-Organizing-QA-es-WEB.ppt. [5] ORGANISMO DE COMPRAS Y ABASTECIMIENTO DEL NHS, Clinical and cost effectiveness of technology. [6] CLUNIE, D., DICOM, http://www.dclunie.com/. [7] GRAY, J.E., MORIN, R.L., Purchasing medical imaging equipment, Radiology 171 1 (1989) 9 a 16. [8] GRAY, J.E., STEARS, J.G., "Acceptance testing of diagnostic imaging equipment: considerations and rationale", Specification, Acceptance Testing, and Quality Control of Diagnostic X ray Imaging Equipment, Actas del Curso de verano de 1991 de la AAPM, Universidad de California, Santa Cruz, CA, (SEIBERT, J.A., BARNES, G.T.GOULD, R.G., Eds), Instituto Americano de Física (1991) 1 a 9. [9] NELSON, R.E., STEARS, J.G., BARNES, G.T., GRAY, J.E., Acceptance testing of radiologic systems: experience in testing 129 imaging systems at two major medical facilities, Radiology 183 2 (1992) 563 a 567.

Módulo 6: Gestión de la tecnología	
Submódulo 6.1: Gestión de calidad de los sistemas de radiología	
Objetivo	Desarrollar el conocimiento de los requisitos y elementos principales de un sistema de gestión de calidad en el radiodiagnóstico.
Requisito previo	Ninguno.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los elementos esenciales de un sistema de gestión de calidad. • Capacidad para diseñar la estructura de un sistema de gestión de calidad.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Conocimiento de la gestión de calidad, la garantía de calidad y el control de calidad y su necesidad y beneficios en la imagenología diagnóstica. 2) Métodos de control de calidad de los documentos y su aplicación.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Explicar el significado de términos de interés como calidad, proceso de calidad, garantía de calidad, mejora continua de la calidad, control de calidad y verificación de la calidad. 2) Demostrar conocimiento de la función de la gestión de calidad en el radiodiagnóstico. 3) Examinar elementos clave de un sistema de gestión de calidad: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Control de documentos. ◦ Documentación de la política de calidad. ◦ Documentación de los procedimientos de calidad (manual de calidad). 4) Analizar el flujo de trabajo con pacientes. 5) Concebir la estructura de un manual de calidad y aplicarla a una selección representativa de elementos. 6) Participar en un curso adecuado (a nivel directivo o a nivel profesional).
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación). http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmnp/publication.asp. Capítulo 20.</p> <p>[2] ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN, Understanding the basics. ISO, http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/management_standards/understand_the_basics.htm.</p>
Módulo 6: Gestión de la tecnología	
Submódulo 6.2: Ciclo de vida del equipo de imagenología	
Objetivo	Prestar asistencia en la gestión de todo el equipo de imagenología diagnóstica.

Requisito previo	Módulo 5: Pruebas de rendimiento del equipo de imagenología
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento del ciclo de vida del equipo de imagenología, incluidos los elementos de planificación, compras, aceptación y puesta en servicio, mantenimiento, pruebas sistemáticas y disposición final. • Capacidad para: <ul style="list-style-type: none"> a) Elaborar un plan comercial de equipos y redactar un documento de licitación. b) Supervisar el mantenimiento del equipo, incluida la verificación de la calidad del equipo después de su mantenimiento y disposición final.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Principios de la planificación del equipo: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Creación del plan comercial. ◦ Examen desde el punto de vista clínico; examen de pruebas. ◦ Evaluación técnica. ◦ Alimentación y puesta a tierra. ◦ Planificación del mantenimiento. ◦ Limitaciones del equipo. ◦ Flujo de trabajo y limitaciones. ◦ Configuración de la sala. ◦ Volumen de trabajo y blindaje contra la radiación. 2) Principios de adquisición del equipo: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Conflicto de interés, probidad y confidencialidad. ◦ Especificación. ◦ Licitación. ◦ Selección de proveedores. 3) Principios de instalación del equipo, pruebas de aceptación y puesta en servicio: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Necesidad de una planificación detallada. ◦ Necesidad de supervisar el proceso de instalación. ◦ Función de las pruebas de aceptación. ◦ Función de la puesta en servicio. 4) Principios de la supervisión del equipo: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Programas de control de calidad. ◦ Servicio y mantenimiento del equipo. 5) Principios de disposición final del equipo: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Concepto del ciclo de vida del equipo.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Plan comercial de equipos y proyecto de documento de licitación: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Planificación del equipo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecimiento de la configuración de la sala. ▪ Determinación del volumen de trabajo y los requisitos de blindaje contra la radiación. ◦ Adquisición del equipo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaboración de especificaciones en función del análisis de las necesidades.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Selección de proveedores principales. ▪ Selección del proveedor final. ▪ Negociación con los proveedores para optimizar el equipo y el precio. ◦ Supervisar al personal técnico y autorizarlo para finalizar un proyecto satisfactoriamente con arreglo al calendario. ◦ Cuando proceda, asistir a un curso sobre: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestión del tiempo. ▪ Solución de conflictos. ▪ Gestión del desempeño. <p>2) Supervisión del mantenimiento del equipo (conocimientos avanzados):</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Supervisar el mantenimiento de unidades de equipo radiológico, como por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Participar en la búsqueda y corrección de fallos del equipo durante un período determinado. ▪ Asumir la responsabilidad de diferentes unidades durante un tiempo, incluso servir de punto de contacto para los fallos del equipo y el establecimiento de enlace con los ingenieros. ▪ Redactar un informe o presentar al departamento de física estudios de casos en que se explique a grandes rasgos el fallo del equipo, su causa y las mediciones de verificación necesarias para garantizar la calidad adecuada de la imagen y la dosis del paciente. ▪ Conocer las diferencias entre las unidades de distintos fabricantes. ▪ Realizar ensayos apropiados después del mantenimiento, la calibración y las mejoras de los programas informáticos para asegurar la calidad de la imagen, la optimización de la dosis y la seguridad del paciente. ◦ Principios de disposición final del equipo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ayudar en la planificación de la sustitución y disposición final del equipo. ▪ Celebrar negociaciones para adoptar disposiciones beneficiosas con miras a la eliminación del equipo. ▪ Garantizar la disposición final apropiada teniendo en cuenta la existencia de materiales peligrosos en el equipo.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 20.</p> <p>[2] GRAY, J.E., MORIN, R.L., Purchasing medical imaging equipment, Radiology 171 1 (1989) 9 a 16.</p> <p>[3] LEITGEB, N., Safety in Electromedical Technology, Interpharm Press, Inc., Illinois, USA (1996).</p> <p>[4] MCCLELLAND, I.R., X ray Equipment Maintenance and Repairs Workbook for Radiographers and Radiological Technologists, Organización Mundial de la Salud, Ginebra (2004).</p> <p>[5] CENTRO DE COMPRAS BASADAS EN PRUEBAS, Evaluation of EIZO RadiForce G33 and G33-N LCD displays: CEP 07003; NHS PASA Aug 2007 [en línea] (2007), http://nhscep.useconnect.co.uk/CEPProducts/Catalogue.aspx.</p>

	<p>[6] CENTRO DE COMPRAS BASADAS EN PRUEBAS, Multislice CT scanners. Buyers guide: CEP 08007; NHS PASA March 2009 [en línea] (2009), http://nhscep.useconnect.co.uk/CEPProducts/Catalogue.aspx.</p> <p>[7] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine, Colección de Informes de Seguridad N° 40, OIEA, Viena (2005).</p> <p>[8] NHS, Estates HBN 6 Facilities for Diagnostic Imaging and Interventional Radiology. The Stationery Office, http://www.tsoshop.co.uk/bookstore.asp?FO=1159966&Action=Book&ProductID=9780113224494&From=SearchResults.</p>
	Módulo 6: Gestión de la tecnología
	Submódulo 6.3: Aceptación y puesta en servicio del equipo de imagenología
Objetivo	Estar en condiciones de aceptar y poner en servicio equipo de imagenología diagnóstica.
Requisito previo	
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento del concepto y los principios de aceptación y puesta en servicio del equipo. • Capacidad para efectuar pruebas de aceptación del nuevo equipo y su puesta en servicio y presentar informes al respecto.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Conocimiento a fondo de la modalidad de imagenología de que se trate, incluida la calidad de la imagen y las dosis típicas de pacientes. 2) Proceso de compras. 3) Funciones y responsabilidades del grupo de compras. 4) Conocimiento de las condiciones de la garantía y sus consecuencias para las pruebas del equipo. 5) El concepto de la puesta en servicio. 6) Métodos para la comprobación del equipo radiológico. 7) Programas de garantía de calidad. 8) Requisitos reglamentarios aplicables a la modalidad de imagenología.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Funciones y responsabilidades. 2) Aceptación del equipo suministrado por el fabricante: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Conocer la especificación del fabricante. ◦ Verificar que se ha suministrado el equipo especificado. ◦ Verificar que se han suministrado todos los manuales y accesorios. ◦ Verificar que el equipo cumple todos los requisitos reglamentarios para el equipo de imagenología diagnóstica. ◦ Confirmar la seguridad eléctrica y mecánica. ◦ Redactar un informe en que se resuman los resultados y se recomienden medidas correctivas.

	<p>3) Puesta en servicio del equipo antes de su primer uso:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Determinar los protocolos clínicos que se utilizarán de ordinario. ◦ Determinar el rendimiento del equipo en una diversidad de protocolos clínicos. ◦ Confirmar la viabilidad de la transferencia de datos por medio de DICOM y otros enlaces. ◦ Establecer valores de referencia en relación con los cuales puedan realizarse pruebas de rendimiento sistemáticas (pruebas de control de calidad). ◦ Comparar los valores de referencia con los resultados previstos u otros semejantes a partir de fuentes nacionales o internacionales. ◦ Utilizar los datos de la puesta en servicio para formular recomendaciones con vista a la optimización de los protocolos clínicos. ◦ Redactar un informe en que se resuman los resultados y se recomienden las medidas correctivas necesarias.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 20.</p> <p>[2] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Clinical use of electronic portal imaging AAPM Rep. 74, Nueva York (2001), http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_74.PDF.</p> <p>[3] GRAY, J.E., MORIN, R.L., Purchasing medical imaging equipment, Radiology 171 1 (1989) 9 a 16.</p> <p>[4] GRAY, J.E., STEARS, J.G., "Acceptance testing of diagnostic imaging equipment: considerations and rationale", Specification, Acceptance Testing, and Quality Control of Diagnostic X ray Imaging Equipment, Actas del Curso de verano de 1991 de la AAPM, Universidad de California, Santa Cruz, CA, (SEIBERT, J.A., BARNES, G.T.GOULD, R.G., Eds), Instituto Americano de Física (1991) 1 a 9.</p> <p>[5] INSTITUTO DE FÍSICA E INGENIERÍA MÉDICAS, Recommended standards for the routine performance testing of diagnostic X ray imaging systems, IPEM Rep. 91, York (2005).</p> <p>[6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Protección radiológica en radiodiagnóstico, https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/TrainingRadiology/Lectures-es/RPDIR-L23-Organizing-QA-es-WEB.ppt.</p> <p>[7] NELSON, R.E., STEARS, J.G., BARNES, G.T., GRAY, J.E., Acceptance testing of radiologic systems: experience in testing 129 imaging systems at two major medical facilities, Radiology 183 2 (1992) 563 a 567.</p>

	Módulo 6: Gestión de la tecnología
	Submódulo 6.4.: Gestión de las pruebas sistemáticas de CC del equipo de imagenología
Objetivo	Conocer y gestionar todos los aspectos del programa sistemático de control de la calidad radiológica.
Requisito previo	Submódulo 4.2: Comunicación.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los métodos para la aplicación y la supervisión clínicas de un programa de control de calidad. • Capacidad para gestionar un programa de CC, con inclusión del uso apropiado de la instrumentación, la selección de pruebas y su frecuencia.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Principios del control de calidad. 2) Requisitos reglamentarios. 3) Funciones y responsabilidades del personal que participa en el programa de CC: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Qué grupos de personal deben realizar los distintos tipos de pruebas. ◦ Requisitos de supervisión. ◦ Necesidades de capacitación y su satisfacción. ◦ Presentación de informes. 4) 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 pruebas diferentes. ◦ Uso de gráficos de control, con inclusión de niveles operacionales y límites de control superiores e inferiores.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Participación en la capacitación de personal para: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Operar el equipo utilizado para realizar pruebas de CC. ◦ Realizar pruebas de CC. 2) Establecimiento de: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Niveles operacionales. ◦ Límites de control. ◦ Gráficos de control. 3) Aplicar un programa de CC que incluya: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Radiografía (imágenes de películas con procesamiento fotográfico y radiografía digital). ◦ Fluoroscopia, tomografía computarizada. ◦ Imágenes de resonancia magnética. ◦ Ultrasonido. ◦ Gráficos apropiados de control de calidad.

	<p>4) Efectuar un examen periódico del programa de control de calidad con un radiógrafo o tecnólogo encargado de la supervisión:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Realizar pruebas de control de calidad a nivel de físicos médicos. ◦ Elaborar un programa de control de calidad. ◦ Monitorizar las pruebas de control de calidad del radiógrafo.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrrp/publication.asp. Capítulo 20.</p> <p>[2] ASOCIACIÓN AMERICANA DE FÍSICOS EN MEDICINA, Quality control in diagnostic radiology Rep. 74, AAPM, Nueva York (2002), http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_74.PDF.</p> <p>[3] INSTITUTO BRITÁNICO DE RADIOLOGÍA, Assurance of Quality in the Diagnostic Imaging Department. 2nd ed.. Grupo de Trabajo sobre garantía de calidad del Comité de Protección Radiológica del Instituto Británico de Radiología (2001).</p> <p>[4] INSTITUTO DE FÍSICA E INGENIERÍA MÉDICAS, Recommended standards for the routine performance testing of diagnostic X ray imaging systems, IPEM Rep. 91, York (2005).</p> <p>[5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Protección radiológica en radiodiagnóstico, https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/TrainingRadiology/Lectures-es/RPDIR-L23-Organizing-QA-es-WEB.ppt.</p> <p>[6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Garantía de Calidad, https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/TrainingRadiology/Lectures-es/RPDIR-L11-QA-es-WEB.ppt.</p>
Módulo 6: Gestión de la tecnología	
Submódulo 6.5: Informática imagenológica	
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para practicar la informática imagenológica básica en entornos de imagenología digital.
Requisito previo	Submódulo 4.3: Tecnología de la información. Submódulo 5.11: Dispositivos de visualización e impresión.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de: <ul style="list-style-type: none"> a) Principios básicos de imagenología digital, incluso archivo, almacenamiento por compresión, comunicación, normas y visualización. b) Sistemas de información médica y de salud, incluso aplicaciones y aspectos éticos. • Capacidad para realizar pruebas básicas de rendimiento en el entorno PACS, incluso la verificación de las declaraciones de conformidad con la DICOM y la utilización de información de cabecera.

<p>Conocimientos básicos</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Elementos básicos de la imagen: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Digitalización de la imagen. ◦ Adquisición de la imagen. ◦ Transmisión de la imagen. ◦ Compresión de la imagen. ◦ Procesamiento y mejora de la imagen. ◦ Almacenamiento y archivo de la imagen. 2) Comunicación e interconexión. <ul style="list-style-type: none"> ◦ Arquitectura y topología. ◦ Infraestructuras de redes y protocolos. ◦ Integración. ◦ Conectividad. ◦ Seguridad. 3) Normas y protocolos: <ul style="list-style-type: none"> ◦ La DICOM y conformidad con la DICOM. ◦ Nivel 7 de salud. ◦ Integración de la empresa de atención de la salud. 4) Pantallas y estaciones de trabajo: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Tecnología de los dispositivos de visualización. ◦ Luminancia. ◦ Evaluación del rendimiento. ◦ Calibración. 5) HIS, RIS y PACS: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Sistema de almacenamiento y comunicación de imágenes (PACS). ◦ Sistema de información radiológica (RIS). ◦ Sistema de información hospitalaria (HIS). ◦ Registros médicos electrónicos (EMR). 6) Aplicaciones: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Telerradiología. ◦ Aplicaciones de imágenes tridimensionales. ◦ Diagnóstico con ayuda de computadora. ◦ Reconocimiento de voz. 7) Cuestiones profesionales y éticas de la TI como privacidad, confidencialidad, sensibilidad y permiso para utilizar datos.
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Elementos básicos de la imagen: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Leer y manipular las imágenes a base de una diversidad de modalidades. ◦ Aplicar y reconocer los efectos de una serie de técnicas de procesamiento y mejora de la imagen. ◦ Identificar artefactos de la compresión de la imagen. 2) Interconexión: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Analizar las configuraciones de la red. 3) Normas y protocolos: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Instalar dos computadoras para poder comunicarse por DICOM utilizando instrumentos DICOM de libre disposición.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Examinar la cabecera de la DICOM para obtener una serie de modalidades de imagenología. ◦ Examinar las declaraciones de conformidad con la DICOM. <p>4) Pantallas y estaciones de trabajo (véase submódulo 5.11):</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Realizar pruebas de aceptación y CC de pantallas y estaciones de trabajo. ◦ Realizar el control de calidad de la integridad de la pantalla. <p>5) HIS, RIS y PACS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Participar en pruebas de aceptación y en el control de calidad del entorno PACS. ◦ Participar en la aplicación del PACS. ◦ Participar en la gestión del PACS. ◦ Examinar la aplicación del RIS, el HIS, y el EMR.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrr/publication.asp. Capítulo 17.</p> <p>[2] COLEGIO AMERICANO DE RADIOLOGÍA, ACR Technical Standard for Electronic Practice of Medical Imaging (2007), http://www.acr.org/secondarymainmenucategories/quality_safety/guidelines/med_phys/electronic_practice.aspx.</p> <p>[3] CENTRO DE COMPRAS BASADAS EN PRUEBAS, A beginner's guide to PACS: MDA 02044; NHS PASA May 2002 [online] (2002), http://nhscep.useconnect.co.uk/CEPProducts/Catalogue.aspx.</p> <p>[4] CENTRO DE COMPRAS BASADAS EN PRUEBAS, A beginner's guide to virtual private networks in a Picture Archiving and Communication System environment: CEP 05094; NHS PASA March 2006 [online] (2006), http://nhscep.useconnect.co.uk/CEPProducts/Catalogue.aspx.</p> <p>[5] CLUNIE, D., DICOM, http://www.dclunie.com/.</p> <p>[6] 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. Documentos complementarios en la dirección: http://www.aapm.org/pubs/reports/OR_03_Supplemental/.</p> <p>[7] HUANG, H.K., PACS: Basic Principles and Applications, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc. (2004).</p> <p>[8] DREYER, K.J., MEHTA, A., THRALL, J.H., PACS: A Guide to the Digital Revolution, Springer, Nueva York (2002).</p> <p>[9] INTEGRATING THE HEALTHCARE ENTERPRISE, www.ihe.net</p> <p>[10] HEALTH LEVEL 7, www.hl7.org .</p>

Módulo 6: Gestión de la tecnología	
Submódulo 6.6: Diseño del departamento	
Objetivo	Estar en condiciones de ayudar al personal del departamento de radiología, y a los planificadores y arquitectos de la instalación, en la configuración física apropiada del departamento, las salas de examen y las zonas de apoyo para un flujo de trabajo eficiente y la protección radiológica.
Requisito previo	
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los factores importantes para el diseño de una instalación de radiodiagnóstico. • Capacidad para diseñar y verificar salas efectivas y seguras para exámenes de radiodiagnóstico.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Principios de protección radiológica, p.ej., tiempo, distancia. Blindaje. 2) Conceptos del volumen de trabajo de la sala y el generador de rayos X. 3) Utilización de planos arquitectónicos y proceso de planificación. 4) Requisitos mínimos en cuanto al tamaño de las salas de rayos X. 5) Configuraciones típicas de las salas de examen. 6) Cuestiones relativas a la privacidad de los pacientes y del personal. 7) Reglamentos y códigos de construcción locales.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Demostrar conocimiento de: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Flujo de pacientes y del personal en el departamento de imagenología. ◦ Diferencias entre la circulación de pacientes internos y de pacientes externos en el departamento. ◦ Cuestiones relativas a la privacidad de los pacientes y del personal. ◦ Dificultades con que tropiezan los radiógrafos para manejar a los pacientes, incluso su traslado a la sala de procedimientos y a la mesa de examen, y a los pacientes en estado crítico que requieren constante monitorización. 2) Evaluar el diseño actual de las salas de examen y la configuración del departamento. 3) Entrevistar al personal sobre cuestiones asociadas con el diseño actual y sus ideas en relación con las mejoras necesarias en cuanto al diseño y el flujo de pacientes. 4) Diseñar la configuración del departamento para mejorar el flujo de trabajo, la eficiencia y la privacidad de los pacientes. 5) Diseñar la configuración del departamento para optimizar la protección radiológica de los pacientes, el personal y el público. 6) Diseñar las salas de examen antes señaladas para algunas de las siguientes modalidades: radiografía general, mamografía, CT y procedimientos especiales, ultrasonido e imágenes de resonancia magnética. 7) Utilizar monitores de zonas para revisar las dosis del personal y relacionar estas dosis con el diseño del blindaje actual.

Conocimientos básicos	<p>[1] CONSEJO NACIONAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Structural Shielding Design for Medical X Ray Imaging Facilities, NCRP Rep. 127, Bethesda, MD, Estados Unidos, (2004), www.ncrppublications.org.</p> <p>[2] NHS, Estates HBN 6 Facilities for Diagnostic Imaging and Interventional Radiology. The Stationery Office, http://www.tsoshop.co.uk/bookstore.asp?FO=1159966&Action=Book&ProductID=9780113224494&From=SearchResults.</p> <p>[3] SUTTON, D.G., WILLIAMS, J.R., Radiation Shielding for Diagnostic X rays, Instituto Británico de Radiología, Londres (2000), https://www.bir.org.uk/membersarea/shop/details.asp?id=16&Blue=True.</p>
------------------------------	--

MÓDULO 7: DOSIMETRÍA, INSTRUMENTACIÓN Y CALIBRACIÓN	
Objetivo	<p>Proporcionar a los residentes lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Conocimientos necesarios de dosimetría del radiodiagnóstico con respecto a la radiación ionizante, incluida la función de los maniqués dosimétricos. ◦ Conocimientos necesarios de los principios y la seguridad de la radiación no ionizante utilizada en el radiodiagnóstico. ◦ Aptitudes necesarias para operar correctamente el equipo de pruebas radiológicas. ◦ Principios necesarios para mantener la trazabilidad de la calibración del equipo y las aptitudes para realizar las calibraciones necesarias.
Tiempo previsto de dedicación	Entre el 5 % y el 10 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Dosimetría de la radiación ionizante y principios de medición. 2) Cantidades de radiación no ionizante y principios de medición. 3) Equipo de pruebas radiológicas, medición y práctica. 4) Calibración del sistema de dosimetría.
Referencias básicas	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrrp/publication.asp. Capítulos 4, 13, 22.</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice, Colección de Informes Técnicos N° 457, OIEA, Viena (2007), http://www-pu.b.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS457_web.pdf.</p> <p>[3] COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Patient Dosimetry for X Rays Used in Medical Imaging, ICRU Rep. 74, Bethesda, MD (2005).</p> <p>[4] INTERNATIONAL LIGHT INC, The Light Measurement Handbook, (1997), http://www.intl-lighttech.com/services/light-measurement-handbook.</p> <p>[5] KNOLL, G.F., Radiation Detection and Measurement, 3rd ed., John Wiley & Sons, Nueva York (1999).</p> <p>[6] LEITGEB, N., Safety in Electromedical Technology, Interpharm Press, Inc., Illinois, EE.UU (1996).</p>

	Módulo 7: Dosimetría, instrumentación y calibración
	Submódulo 7.1: Dosimetría de la radiación ionizante y principios de medición
Objetivo	Proporcionar a los residentes los conocimientos necesarios de dosimetría de radiodiagnóstico con respecto a la radiación ionizante, incluida la función de los maniqués dosimétricos.
Requisitos previos	Ninguno.
Competencias Abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de cantidades y unidades de radiación, formalismo y estimación de incertidumbres, y tipos de dosímetros necesarios para la medición de la radiación en el radiodiagnóstico. • Capacidad para determinar mediante la medición las cantidades dosimétricas y registrarlas: <ul style="list-style-type: none"> a) Para cada una de las cinco modalidades de diagnóstico: radiografía general, fluoroscopia, mamografía, CT y odontología, con la estimación de incertidumbres conexa. b) Para situaciones complejas, incluidas aquellas en que existen amplios componentes de radiación dispersa.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Cantidades dosimétricas: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Cantidades básicas de dosimetría de radiodiagnóstico: fluencia, fluencia de energía, kerma y tasa de kerma en aire, energía impartida y energía absorbida. ◦ Cantidades dosimétricas específicas aplicables: kerma incidente en aire, dosis de superficie de entrada, producto kerma en aire-área, producto kerma en aire-longitud, cantidades para la dosimetría de CT. ◦ Estimación de la retrodispersión: energía y efectos del haz en la zona. ◦ Cantidades relacionadas con efectos estocásticos y deterministas: dosis en órganos y tejidos, dosis equivalente, dosis efectiva, coeficientes de conversión para evaluar las dosis en órganos y tejidos (p.ej., mamografía). ◦ Cantidades operacionales de dosis: dosis ambiental equivalente, dosis personal equivalente. 2) Formalismo: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Técnicas de dosimetría trazable y relativa. ◦ Estimación de incertidumbres. 3) Dosímetros: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Cámaras de ionización: configuración, cámara de ionización estándar al aire libre, medición de la corriente y carga de la cámara. ◦ Detectores de estado sólido: detectores basados en diodos, dosímetros de termoluminiscencia (TLD), detectores de luminiscencia estimulada ópticamente (OSL). ◦ Dependencia energética; otros aspectos. 4) Dosimetría específica de las modalidades de diagnóstico, incluidos los maniqués dosimétricos requeridos:

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Radiografía general. ◦ Fluoroscopia. ◦ Mamografía. ◦ CT. ◦ Radiografía odontológica.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mediciones dosimétricas estándar: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Selección y uso correcto del equipo para mediciones de dosis, incluso incertidumbres respecto de las siguientes situaciones: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Exposición radiográfica directa (radiografía general, fluoroscopia, mamografía y modalidades odontológicas intraorales) ▪ Medición de KAP (radiografía general, fluoroscopia y modalidades odontológicas de OPG) ▪ Mediciones del indicador de dosis de CT (CT y OPG odontológica) ◦ Uso de cámaras de ionización y detectores de semiconductores con la aplicación de factores de corrección. 2) Mediciones dosimétricas complejas: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Selección y uso correcto del equipo para mediciones de dosis, incluso incertidumbres respecto de las siguientes situaciones: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dispersión proveniente del paciente durante la exposición radiográfica. ▪ Tasas de dosis, tasas de dosis altas de entrada y salida del paciente de fluoroscopia. ▪ Dosis internas con el empleo de detectores de estado sólido y maniqués radiológicos. ▪ Fuga del tubo y mediciones de la dosis ocupacional del personal. 3) Funcionamiento de una unidad de TLD, incluidos los procesos requeridos en relación con la calidad: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Uso de detectores de TLD, OSL, y otros similares de estado sólido. ◦ Documentación de los registros dosimétricos, incluidas dosis de pacientes en relación con el embarazo y la pediatría, y de los registros utilizados para verificar y optimizar las dosis: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deben mantenerse registros que sean claros para una persona legada con educación, pero que de todos modos contengan detalles dosimétricos justificados. ▪ Para los registros de dosis con respecto a determinados exámenes deben utilizarse instrumentos calibrados y formalismos de dosimetría basados en normas reconocidas. ▪ El uso correcto de maniqués, cuando proceda, debe registrarse con el uso de fotografías.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulos 4, 22.</p> <p>[2] ATTIX, F.H., Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, John Wiley & Sons, Nueva York (1986).</p>

	<p>[3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice, Colección de Informes Técnicos N° 457, OIEA, Viena (2007), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS457_web.pdf.</p> <p>[4] COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Determination of Dose Equivalents Resulting from External Radiation Sources, Rep. 39, Bethesda, MD (1985).</p> <p>[5] COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation, ICRU Rep. 60, Bethesda, MD (1998).</p> <p>[6] COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Patient Dosimetry for X Rays Used in Medical Imaging, ICRU Rep. 74, Bethesda, MD (2005).</p> <p>[7] 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>[8] KNOLL, G.F., Radiation Detection and Measurement, 3rd ed., John Wiley & Sons, Nueva York (1999).</p> <p>[9] MARTIN, C.J., SUTTON, D.G., Practical Radiation Protection in Healthcare, Oxford University Press, Oxford (2002).</p>
	Módulo 7: Dosimetría, instrumentación y calibración
	Submódulo 7.2: Cantidades de radiación no ionizante y principios de medición
Objetivo	Proporcionar a los residentes los conocimientos necesarios acerca de los principios y la seguridad de la radiación no ionizante empleada en el radiodiagnóstico.
Requisitos previos	Ninguno.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los principios básicos, la medición y las cuestiones de seguridad relacionadas con la luz visible, los láseres, el ultrasonido, la radiación de radiofrecuencia y los campos magnéticos estáticos. • Capacidad para realizar las mediciones básicas necesarias en la radiación no ionizante.
Conocimientos básicos	<p>1) Luz visible:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Longitud de onda. ◦ Luminancia. ◦ Iluminancia. ◦ Temperatura del color (características espectrales de la luz). ◦ Unidades radiométricas. ◦ Métodos de medición.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Evaluación de pantallas de computadoras (PACS), cajas de proyección y condiciones de visualización. <p>2) Láseres:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Principios del láser. ◦ Seguridad con los rayos láser, protección ocular, procedimientos para un uso seguro. ◦ Láseres utilizados en la medicina. ◦ Potencia, densidad de potencia, energía, densidad de energía. ◦ Sistemas de suministro. ◦ Clasificación de los láseres y señales de alarma. ◦ Seguridad en el uso de los rayos láser. ◦ Medición de la luz láser. <p>3) Ultrasonido:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Generación de ultrasonidos, transductores, distribuciones de haces. ◦ Instrumentos de ultrasonido continuo, por impulsos y Doppler. ◦ Potencia, densidad de potencia. ◦ Efectos biológicos y cantidades pertinentes (máximo y promedio espaciales y temporales, índice térmico, índice mecánico). ◦ Medición del ultrasonido. <p>4) Radiación de radiofrecuencia (RF):</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Fuentes y generación de radiación de RF en medicina. ◦ Cantidades empleadas (potencia, absorción específica, tasa de absorción específica [SAR]). ◦ Efectos biológicos. ◦ Medición de radiación de RF. ◦ Medición de campos magnéticos estáticos.
Elementos de capacitación recomendados	<p>1) Medición y evaluación de luz visible, especialmente cajas de proyección y otras pantallas de imágenes, incluidos monitores de computadoras, y condiciones de visualización.</p> <p>2) Evaluación de la seguridad de los equipos que emplean láseres.</p> <p>3) Evaluación de la seguridad de los equipos de ultrasonido diagnóstico.</p> <p>4) Evaluación de la seguridad de instalaciones de MRI (campo estático y campo de RF).</p>
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 13.</p> <p>[2] LASERS, www.research.usf.edu/cs/rad/LASERS.ppt.</p> <p>[3] INSTITUTO AMERICANO DE ULTRASONIDO EN MEDICINA, Consensus Statement on Potential Effects of Diagnostic Ultrasound, J Ultrasound Med 27 (2008) 503 a 515.</p> <p>[4] NORMA NACIONAL AMERICANA PARA FOTOGRAFÍA, Viewing Conditions for Transilluminated Monochrome Medical Images – Method for Characterizing, Rep. ANSI/I3A IT2.45-2006 (2006).</p>

	<p>[5] UNIVERSIDAD ESTATAL DE IDAHO, Red de información sobre radiaciones, http://physics.isu.edu/radinf/Source.htm#non.</p> <p>[6] INTERNATIONAL LIGHT INC, The Light Measurement Handbook, (1997), http://www.intl-lighttech.com/services/light-measurement-handbook.</p> <p>[7] LEDTRONICS INC, Common Light Measurement Terms, http://www.ledtronics.com/TechNotes/TechNotes.aspx?id=13.</p> <p>[8] CONSEJO NACIONAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Biological Effects of Ultrasound: Mechanisms and Clinical Implications, NCRP Rep. 74, Bethesda, MD, Estados Unidos, (1983), http://www.ncrppublications.org/Reports/074.</p> <p>[9] CONSEJO NACIONAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Exposure Criteria for Medical Diagnostic Ultrasound: I. Criteria Based on Thermal Mechanisms, Rep. N° 113, NCRP, Bethesda, MD (1992).</p> <p>[10] 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. Documentos complementarios en la dirección: http://www.aapm.org/pubs/reports/OR_03_Supplemental/.</p>
	Módulo 7: Dosimetría, instrumentación y calibración
	Submódulo 7.3: Equipo de pruebas radiológicas, medición y práctica
Objetivo	Proporcionar las aptitudes necesarias para operar correctamente el equipo de pruebas radiológicas.
Requisitos previos	Submódulo 7.1: Dosimetría de la radiación ionizante y principios de medición.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de las técnicas y los instrumentos necesarios para caracterizar un haz de rayos X, el punto focal, o el procesador de película. • Capacidad para utilizar el equipo de pruebas radiológicas.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Medición de kVp de rayos X y de la corriente del tubo. <ul style="list-style-type: none"> ◦ Medidores de kVp no invasivos. ◦ Medidores de kVp invasivos y divisores de alto voltaje. ◦ Voltaje máximo práctico. ◦ Pinzas amperimétricas y medición de mAs. 2) Medición del punto focal: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Técnica estenopecica. ◦ Patrón de estrellas. ◦ Cámara de ranura. 3) Sensitometría y densitometría: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Función y uso de sensitómetros.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Función y uso de densitómetros ópticos. ◦ Calibración y control de calidad de sensitómetros y densitómetros.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Medición de kVp de rayos X y de la corriente del tubo: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Realizar la medición de kVp (20 kVp a 150 kVp) ◦ Investigar los factores que afectan a la exactitud: filtración del haz, orientación del instrumento con respecto al eje ánodo-cátodo, tasa de dosis, establecimiento de ventanas de medición, y duración de la exposición. ◦ Conocer cómo los medidores de kVp invasivos se insertan en un circuito y los factores que afectan al rendimiento (no debe utilizarse medición de kVp invasiva salvo con la asistencia de un ingeniero de mantenimiento de equipo de rayos X competente). ◦ Uso de pinzas amperimétricas para medir la corriente del tubo de rayos X. 2) Medición del punto focal: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Utilizar el patrón de prueba de estrellas para calcular el tamaño del punto focal. ◦ Investigar el efecto de magnificación. ◦ Utilizar la cámara estenopeica para medir el tamaño del punto focal. ◦ Investigar la medición con exposición de película directa, con un sistema de pantalla-película de mamografía y con una placa CR. ◦ Definir el largo y ancho del punto focal. ◦ Comparar las diferencias entre el tamaño nominal y el tamaño medido del punto focal. 3) Sensitometría y densitometría: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Utilizar un densitómetro, e incluso seleccionar debidamente el contexto espectral para exponer distintos tipos de películas. ◦ Procesar películas teniendo en cuenta el efecto de la dirección del procesamiento en las densidades de las tiras sensitométricas. ◦ Medir las densidades ópticas con el empleo de un densitómetro teniendo en cuenta las diferencias de orientación de la película con respecto a las películas de emulsión única y doble, p.ej., con la cara de la emulsión hacia arriba o hacia abajo. ◦ Establecer un programa de calibración y control de calidad para los sensitómetros y densitómetros.
Fuentes de conocimientos	<ol style="list-style-type: none"> [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrrp/publication.asp. Capítulo 22. [2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice, Colección de Informes Técnicos N° 457, OIEA, Viena (2007), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS457_web.pdf. [3] GRAY, J.E., WINKLER, N.T., STEARS, J., FRANK, E.D., Quality Control in Diagnostic Imaging, Aspen Publishers, Inc., Rockville, Maryland. (1983).

	<p>[4] GABBAY, E., "X ray Source Assembly Design", Specification, Acceptance Testing and Quality Control of Diagnostic X ray Imaging Equipment, (SEIBERT, J.A., BARNES, G.T.GOULD, R.G., Eds), American Institute of Physics, Woodbury, NY, (1994) 173 a 204.</p> <p>[5] HAUS, A.G., Advances in Film Processing Systems Technology and Quality Control in Medical Imaging, (2001).</p> <p>[6] COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL, IEC 336:1993 X ray tube assemblies for medical diagnosis-characteristics of focal spot, IEC, Ginebra (1993).</p> <p>[7] KATZ, M.C., NICKOLOFF, E.L., Radiographic Detail and Variation of the Nominal Focal Spot Size: The "Focal Effect", Radiographics 12 (1992) 753 a 761.</p> <p>[8] KODAK, Sensitometry workbook, http://motion.kodak.com/motion/uploadedFiles/US_plugins_acrobat_en_motion_education_sensitometry_workbook.pdf.</p> <p>[9] KODAK, Characteristics of film, http://www.kodak.com/US/plugins/acrobat/en/motion/newsletters/film_Ess/06_Characteristics_of_Film.pdf.</p> <p>[10] HAUS, A.G., (Ed.) The Physics of Medical Imaging: Recording System Measurements and Techniques, (1979).</p>
	Módulo 7: Dosimetría, instrumentación y calibración
	Submódulo 7.4: Calibración del sistema de dosimetría
Objetivo	Proporcionar a los residentes los principios necesarios para mantener la trazabilidad de la calibración del equipo y las aptitudes para realizar las calibraciones necesarias.
Requisitos previos	Ninguno.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de normas de calibración, trazabilidad y condiciones del haz de calibración. • Capacidad para: <ul style="list-style-type: none"> a) Mantener registros de trazabilidad de la calibración de instrumentos, incluida la documentación de verificaciones cruzadas y calibraciones de campo. b) Realizar calibraciones de campo para diversos dosímetros, incluso TLD y OSL y medidores de KAP.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Teoría de: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Calibración, transferencia de calibraciones, y factores de calibración. ◦ Función de los laboratorios de calibración. ◦ Empleo de calidades de haces estándar. 2) Calibraciones en el centro clínico: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Calibración de medidores de producto kerma-área (KAP). ◦ Calibración de cámaras de CT.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Calibración de detectores de TLD y OSL. ◦ Calibración de otros detectores, p.ej., de película y placa CR. <p>3) Calibración del voltaje del tubo y dispositivos de medición del tiempo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Medidores de kVp no invasivos. ◦ Medidores de kVp invasivos y divisores de alto voltaje. ◦ Voltaje máximo práctico. ◦ Pinzas amperimétricas y medición de mAs. ◦ Definiciones de tiempos de exposición.
Elementos de capacitación recomendados	<p>1) Mantener registros claros de calibraciones trazables del equipo dosimétrico, incluso:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Trazabilidad y frecuencia de calibración. ◦ Uso de documentación de verificación cruzada. <p>2) Demostrar la capacidad para realizar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Determinación de las características del haz mediante el uso de la medición de capas de valor medio (HVL). ◦ Someter a verificación cruzada los instrumentos de trabajo en relación con equipos calibrados externamente. ◦ Calibración de un sistema KAP en el entorno clínico. ◦ Comprobar sobre el terreno la calibración de cámaras lápiz de CT. ◦ Calibración de TLD y OSL. ◦ Uso de TLD y OSL en la medición de la dosis de pacientes y la dosis ocupacional. ◦ Calibración de la película. ◦ Uso de películas en la medición de la dosis de pacientes y de la dosis ocupacional. ◦ Calibración de la placa CR. ◦ Uso de la placa CR en la medición de dosis. <p>3) Medición de kVp de rayos X y de la corriente del tubo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mantener la calibración cruzada de los medidores de kVp. ◦ Mantener la calibración cruzada de las pinzas amperimétricas para medir la corriente del tubo de rayos X.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 22.</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice, Colección de Informes Técnicos N° 457, OIEA, Viena (2007), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS457_web.pdf.</p> <p>[3] KNOLL, G.F., Radiation Detection and Measurement, 3rd ed., John Wiley & Sons, Nueva York (1999).</p>

MÓDULO 8: VERIFICACIÓN DE DOSIS DE LOS PACIENTES	
Objetivo	Proporcionar a los residentes las aptitudes necesarias para medir y evaluar la dosis de radiación, y utilizar esta información para calcular la dosis de los pacientes, incluidos adultos, niños y el feto.
Tiempo previsto de dedicación	Entre el 8 % y el 14 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Verificación de dosis. 2) Dosimetría pediátrica. 3) Dosis fetal.
Referencias básicas	<ol style="list-style-type: none"> [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrrp/publication.asp. Capítulos 21, 23. [2] WAGNER, L.K., LESTER, R.G., SALDANA, L.R., Exposure of the pregnant patient to diagnostic radiology – A guide to medical management, 2nd ed., Medical Physics Publishing, Madison (1997). [3] ALIANZA PARA LA SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN IMAGENOLOGÍA PEDIÁTRICA, www.imagegently.org. [4] INSTITUTO DE FÍSICA E INGENIERÍA MÉDICAS, Guidance on the Establishment and Use of Diagnostic Reference Levels for Medical X ray Examinations IPEM, York (2004), http://www.ipem.ac.uk/publications/ipemreports/Páginas/GuidanceontheEstablishmentandUseofDiagnosticReferenceLevelsforMedicalX-RayExaminations.aspx. [5] WAGNER, L.K., LESTER, R.G., SALDANA, L.R., Exposure of the pregnant patient to diagnostic radiology – A guide to medical management, 2nd ed., Medical Physics Publishing, Madison (1997). [6] INSTITUTE OF PHYSICS AND ENGINEERING IN MEDICINE, Guidance on the Establishment and Use of Diagnostic Reference Levels for Medical X ray Examinations IPEM York (2004), http://www.ipem.ac.uk/publications/ipemreports/Páginas/GuidanceontheEstablishmentandUseofDiagnosticReferenceLevelsforMedicalX-RayExaminations.aspx.
Módulo 8: Verificación de dosis de los pacientes	
Submódulo 8.1: Verificación de dosis	
Objetivo	Estar en condiciones de evaluar las dosis recibidas por pacientes de procedimientos de rayos X, y realizar exploraciones de dosis de pacientes y compararlas con los niveles de referencia para diagnóstico (DRL) y otros datos pertinentes.

Requisitos previos	Submódulo 7.1: Dosimetría de la radiación ionizante y principios de medición.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los conceptos en que se sustenta la verificación de dosis, incluidos los principios dosimétricos pertinentes, la selección apropiada de la muestra de pacientes o del maniquí, y el concepto de niveles de referencia diagnósticos. • Capacidad para realizar exploraciones de dosis de pacientes, y comparar los resultados con los niveles de referencia diagnósticos, sacar conclusiones significativas y adoptar medidas adecuadas.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Unidades y cantidades, incluso: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Kerma en aire y dosis absorbida. ◦ Dosis equivalente y dosis efectiva y sus limitaciones. 2) Parámetros de dosis, incluso: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Kerma incidente en aire (K_i) y kerma en aire en la superficie de entrada (K_e) (conocida también como dosis en la superficie de entrada). ◦ Producto kerma en aire (KAP/DAP). ◦ Energía impartida. ◦ Valores del CTDI y producto kerma en aire-longitud (P_{KL}) (también conocido como producto dosis-longitud-DLP) ◦ Dosis glandular media (MGD) 3) Teoría y uso de los detectores de radiación, incluso: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Cámaras de ionización. ◦ Cámaras al aire libre. ◦ Cámara de CT. ◦ Medidor de KAP (DAP). ◦ Dispositivos de estado sólido (basados en diodos). ◦ Dispositivos de luminiscencia: TLD; OSL. ◦ Película crómica GAF. 4) Calibración, incluso: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Normas primarias y secundarias, trazabilidad. ◦ Comparaciones sobre el terreno. ◦ Calibración de cámaras de CT y medidores de KAP. 5) Cálculo y estimación de dosis, incluso: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Uso de factores de retrodispersión. ◦ Estimación de dosis en los órganos y dosis efectiva a base de mediciones físicas y parámetros de pacientes. ◦ Conocimiento y uso de los programas informáticos de dosimetría disponibles. 6) Maniqués para mediciones de dosis en radiografía, fluoroscopia, CT y mamografía. 7) Criterios aplicables a la selección de pacientes para mediciones de dosis. 8) Niveles de referencia para diagnóstico: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Derivación. ◦ Aplicación en la verificación de dosis.

Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Para cada modalidad de rayos X: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Procedimiento de verificación de dosis de diseño, incluido el parámetro dosimétrico que se habrá de medir, las formas de recopilación de datos y el método de análisis. ◦ Poder justificar la decisión adoptada de realizar la verificación de dosis con una muestra de pacientes o con un maniquí apropiado. ◦ Si se escoge una muestra de pacientes, demostrar conocimiento de los criterios de selección de pacientes adecuados para las mediciones y el tamaño de la muestra. ◦ Garantizar la trazabilidad de calibración del detector de radiación apropiado que se utilice para medir las dosis de pacientes. ◦ Dar instrucciones al personal que participe en las mediciones reales sobre el uso apropiado de los dosímetros y la cumplimentación del formulario de datos de exploración. ◦ Medir o calcular exactamente las diferentes cantidades dosimétricas. ◦ Llevar a cabo exploraciones de dosis periódicas de los pacientes y compararlas con niveles de referencia para diagnóstico u otros datos publicados. Adoptar medidas correctivas apropiadas cuando proceda. ◦ Determinar la incertidumbre de la determinación final de las dosis individuales de los pacientes o del promedio de dosis de la muestra. 2) Para radiografía general y fluoroscopia: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Utilizando técnicas de medición o cálculo, determinar K_i o K_e para cada paciente en la muestra o utilizar un maniquí, según corresponda. Medir o estimar los factores de retrodispersión. ◦ Cuando sea posible, obtener datos de producto kerma en aire. ◦ Utilizar cuadros publicados y programas informáticos como instrumentos para calcular la dosis efectiva a partir de los datos sobre kerma y KAP. ◦ Cálculo de las dosis en órganos (según proceda). ◦ Demostrar conocimiento de las limitaciones de los datos (como dimensiones del maniquí, tamaño del haz registrado y FSD) utilizados en los cálculos y como parámetros de programas informáticos. ◦ Precisar la incertidumbre de la determinación de la dosis final del paciente o del promedio de dosis de la muestra. 3) Para mamografía: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Medición de K_i. ◦ Estimación de dosis glandular media/promedio. 4) Para tomografía computarizada: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Medición de $C_{100,air}$, C_w ($CTDI_{100,air}$, $CTDI_w$). ◦ Cálculo de C_{VOL} y P_{KL} ($CTDI_{vol}$ y DLP). ◦ Cálculo de la dosis efectiva. ◦ Cálculo de las dosis en órganos. 5) Para radiología odontológica: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Medición de K_i para radiografía intraoral. ◦ Medición de P_{KL} (producto dosis-ancho) para radiografía panorámica. ◦ Cálculo de la dosis efectiva y su problemática. 6) DEXA: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Medición de K_i. ◦ Cálculo de la dosis efectiva y sus limitaciones.
---	--

Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp, Capítulo 23.</p> <p>[2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice, Colección de Informes Técnicos N° 457, OIEA, Viena (2007), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS457_web.pdf.</p> <p>[3] COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Patient Dosimetry for X Rays Used in Medical Imaging, ICRU Rep. 74, Bethesda, MD (2005).</p> <p>[4] IPSM/NRPB/COR, National Protocol for Patient Dose Measurements in Diagnostic Radiology, NRPB, Chilton (1992).</p> <p>[5] WALL, B.F., HARRISON, R.M., SPIERS, F.W., Patient Dosimetry Techniques in Diagnostic Radiology, IPSM Report No. 53, Instituto de Ciencias Físicas en Medicina, York (1988).</p> <p>[6] GRAY, J.E., y otros, Reference values for diagnostic radiology: application and impact, Radiology 235 2 (2005) 354 a 358.</p> <p>[7] HART, D., JONES, D.G., WALL, B.F., Estimation of Effective Dose in Diagnostic Radiology from Entrance Surface Dose and Dose-Area Product Measurements, NRPB-R262, Junta Nacional de Protección Radiológica, NRPB (1994).</p> <p>[8] HUFTON, A., "Patient dosimetry", Practical Radiation Protection in Healthcare, (MARTIN, C.J.SUTTON, D.G., Eds), Oxford University Press, Oxford, (2002).</p> <p>[9] INSTITUTO DE FÍSICA E INGENIERÍA MÉDICAS, Guidance on the Establishment and Use of Diagnostic Reference Levels for Medical X ray Examinations, IPEM Rep. 88, York (2004), http://www.ipem.ac.uk/publications/ipemreports/Páginas/GuidanceontheEstablishmentandUseofDiagnosticReferenceLevelsforMedicalX-RayExaminations.aspx.</p> <p>[10] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Radiological Protection and Safety in Medicine, ICRP Publication 73, Pergamon Press, Oxford y Nueva York (1997).</p>
Módulo 8: Verificación de dosis de los pacientes	
Submódulo 8.2: Dosimetría pediátrica	
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para determinar la dosis recibida y realizar verificaciones de dosis de los pacientes en radiología pediátrica.
Requisito previo	Submódulo 7.1: Dosimetría de la radiación ionizante y principios de medición. Submódulo 8.1: Verificación de dosis de los pacientes.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de las diferencias entre la dosimetría de pacientes adultos y de pacientes pediátricos, incluido el efecto de diversas tallas de pacientes en la dosimetría. • Capacidad para realizar y analizar verificaciones de dosis de una población pediátrica.

Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Dosimetría: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Determinación de la dosis en órganos de pacientes pediátricos. ◦ Usos y limitaciones de la dosis efectiva en el contexto de la pediatría. ◦ Factores de conversión para pacientes pediátricos. ◦ Uso de programas informáticos apropiados. 2) Niveles de referencia para diagnóstico (DRL) y sus limitaciones y aplicaciones para la pediatría.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Elementos de capacitación recomendados a partir del módulo 8.1 con la adición de la selección de grupos de pacientes basada en el peso y estatura de los pacientes, el índice de masa corporal u otro índice apropiado de la talla de los pacientes. (El uso de la edad de los pacientes como factor de agrupación también puede emplearse mientras esto quede reflejado en el cálculo de incertidumbres para la estimación de la dosis). 2) Efectuar verificaciones de dosis de los pacientes pediátricos y comparar los resultados con los niveles de referencia para diagnóstico, si se dispone de ellos, o con datos de dosis pediátricas publicados. 3) Determinar la incertidumbre para determinar la dosis de la muestra pediátrica o del maniquí. 4) Iniciar revisiones cuando las dosis sean superiores o muy inferiores a los DRL, o a otros datos de dosis publicados. 5) Comparar las dosis típicas de pacientes estimadas para distintos procedimientos pediátricos y para distintas muestras de pacientes.
Fuentes de conocimientos	<ol style="list-style-type: none"> [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrr/publication.asp. Capítulo 23. [2] CHAPPLE, C.L., FAULKNER, K., LEE, R.E., HUNTER, E.W., Radiation doses to paediatric patients undergoing less common radiological procedures involving fluoroscopy, Br J Radiol 66 789 (1993) 823 a 827. [3] CHAPPLE, C.L., FAULKNER, K., LEE, R.E., HUNTER, E.W., Results of a survey of doses to paediatric patients undergoing common radiological examinations, Br J Radiol 65 771 (1992) 225 a 231. [4] HART, D., JONES, D.G., WALL, B.F., Coefficients for estimating effective doses from paediatric X ray examinations. NRPB-R279, Junta Nacional de Protección Radiológica, NRPB, Chilton (1996). [5] OGUNDARE, F.O., AJIBOLA, C.L., BALOGUN, F.A., Survey of radiological techniques and doses of children undergoing some common x ray examinations in three hospitals in Nigeria, Med Phys 31 3 (2004) 521 a 524. [6] STRAUSS, K.J., Pediatric interventional radiography equipment: safety considerations, Pediatr Radiol 36 Suppl 2 (2006) 126 a 135. [7] STRAUSS, K.J., KASTE, S.C., The ALARA (as low as reasonably achievable) concept in pediatric interventional and fluoroscopic imaging: striving to keep radiation doses as low as possible during fluoroscopy of pediatric patients--a white paper executive summary, Pediatr Radiol 36 Suppl 2 (2006) 110 a 112. [8] ALIANZA PARA LA SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN IMAGENOLÓGÍA PEDIÁTRICA, www.imagegently.org. [9] YAKOUMAKIS, E.N., y otros, Radiation doses in common X ray examinations carried out in two dedicated paediatric hospitals, Radiat Prot Dosimetry 124 4 (2007) 348 a 352.

	Módulo 8: Verificación de dosis de los pacientes
	Submódulo 8.3: Estimación de la dosis fetal
Objetivo	Estimar la dosis aproximada del embrión/feto a partir del examen diagnóstico por rayos X y la determinación del riesgo consiguiente.
Requisitos previos	Submódulo 1.2: Radiobiología y epidemiología. Submódulo 7.1: Dosimetría de la radiación ionizante y principios de medición.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de la radiosensibilidad del embrión/feto y posibles efectos en función del tiempo de gestación. • Capacidad para estimar la dosis aproximada del embrión/feto a base de la información comunicada sobre el proceso de examen radiológico y la evaluación del maniquí.
Conocimientos básicos	<p>Nota: El término “feto” empleado más adelante se aplica a cualquier etapa del embarazo.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Efectos de la radiación en el feto: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Radiosensibilidad del feto en función del tiempo de gestación. ◦ Posibles efectos de la radiación en función del tiempo de gestación y la dosis fetal. ◦ Riesgos normales del embarazo. ◦ Ubicación y tamaño del feto en función del tiempo de gestación. 2) Dosimetría fetal: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Cálculo manual de la dosis fetal estimada a base de la dosis de entrada en piel con el empleo de datos de dosis en profundidad. ◦ Efecto del tamaño del feto en la estimación de la dosis. ◦ Programas informáticos disponibles, ventajas y limitaciones. 3) Protección del feto: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Métodos para reducir al mínimo la dosis del feto.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Estimar la dosis fetal para casos de irradiación de una paciente embarazada con respecto a los procedimientos siguientes: radiografía general, fluoroscopia, radiología intervencionista y CT. 2) Redactar un informe en relación con cada una de las modalidades anteriores para el radiólogo o el obstetra de la paciente. 3) Redactar otro informe utilizando cualquier modalidad, para la paciente. 4) No publicar informes en relación con este aspecto sin obtener la autorización del físico médico supervisor. 5) Verificar un cálculo de dosis fetal utilizando mediciones y un maniquí.
Fuentes de conocimientos	[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp . Capítulos 21, 23.

	<p>[2] OSEI, E.K., FAULKNER, K., Fetal doses from radiological examinations, <i>Br J Radiol</i> 72 860 (1999) 773 a 780.</p> <p>[3] OSEI, E.K., FAULKNER, K., Fetal position and size data for dose estimation, <i>Br J Radiol</i> 72 856 (1999) 363 a 370.</p> <p>[4] OSEI, E.K., DARKO, J.B., FAULKNER, K., KOTRE, C.J., Software for the estimation of foetal radiation dose to patients and staff in diagnostic radiology, <i>J Radiol Prot</i> 23 2 (2003) 183 a 194.</p> <p>[5] ADAMS, E.J., BRETTLE, D.S., JONES, A.P., HOUNSELL, A.R., MOTT, D.J., Estimation of fetal and effective dose for CT examinations, <i>Br J Radiol</i> 70 (1997) 272 a 278.</p> <p>[6] WAGNER, L.K., LESTER, R.G., SALDANA, L.R., Exposure of the pregnant patient to diagnostic radiology – A guide to medical management, 2nd ed., Medical Physics Publishing, Madison (1997).</p>
--	--

MÓDULO 9: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA IMAGEN	
Objetivo	Conocer la teoría de evaluación de la calidad de la imagen y realizar pruebas apropiadas.
Tiempo previsto de dedicación	Entre el 10 % y el 15 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Evaluación de la calidad de la imagen mediante pruebas objetivas. 2) Evaluación de la calidad de la imagen con maniqués. 3) Evaluación de la calidad de las imágenes clínicas de pacientes.
Referencias básicas	<ol style="list-style-type: none"> [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrr/publication.asp. Capítulo 5. [2] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd ed., Williams and Wilkins. (2002). [3] DOWSETT, D.J., KENNY, P.A., JOHNSTON, R.E., The Physics of Diagnostic Imaging, 2nd ed., Hodder Arnold (2006). [4] HENDEE, W.R., RITENOUR, E.R., Medical imaging physics, John Wiley and Sons Ltd. (2002). [5] COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Medical Imaging - The Assessment of Image Quality, ICRU Rep. 54, Bethesda, MD (1996), http://www.icru.org/index.php?option=com_content&task=view&id=68. [6] PETERS, T.M., WILLIAMS, J., (Eds), The Fourier Transform in Biomedical Engineering, Applied and Numerical Harmonic Analysis, (BENEDETTO, J.J. ed.), Birkhauser, Boston, (1998). [7] SPRAWLS, P., Physical Principles of Medical Imaging., 2nd ed., Aspen. (1993), http://www.sprawls.org/ppmi2/ . [8] WEBB, S., (Ed.) The Physics of Medical Imaging, Medical Science Series, (MOULD, R.F. ed.), Adam Hilger, Bristol, Filadelfia, (2003).
Módulo 9: Evaluación de la calidad de la imagen	
Submódulo 9.1: Evaluación de la calidad de la imagen mediante pruebas objetivas	
Objetivo	Conocer y aplicar la teoría de evaluación de la calidad de la imagen mediante pruebas objetivas (físicas o paramétricas).
Requisitos previos	

Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de técnicas físicas y matemáticas para cuantificar y evaluar la calidad de la imagen. • Capacidad para evaluar la calidad de la imagen mediante pruebas físicas con respecto a una diversidad de características de la imagen y modalidades de imagenología.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Análisis de Fourier. 2) Teoría de muestreo; p.ej., teorema de muestreo de Nyquist-Shannon. 3) Teoría de evaluación de la calidad de la imagen: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Señal, sensibilidad, curvas de respuesta del receptor, rango dinámico. ◦ Contraste, evaluación del contraste de detalle, relación contraste-ruido (CNR). ◦ Ruido, relación señal-ruido, NPS. ◦ NEQ, eficiencia de detección cuántica. ◦ Resolución espacial: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Función de propagación en puntos y líneas. ▪ Función de transferencia de modulación (MTF). ▪ Límite de resolución. ◦ Resolución temporal. ◦ Distorsión. ◦ Artefactos.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Para cada valor de calidad de la imagen (véase la evaluación de la calidad de la imagen en referencias básicas): <ul style="list-style-type: none"> ◦ Seleccionar equipo, programas informáticos, y técnica de medición apropiados para evaluar la calidad de la imagen, y abarcar todas las características pertinentes al menos para una modalidad. ◦ Determinar las características de calidad de la imagen. 2) Para cada modalidad: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Conocer los requisitos específicos de la modalidad clínica respecto de la calidad de la imagen. ◦ Utilizar las características de calidad de la imagen para determinar los efectos de factores como el procesamiento de la imagen y la compresión de datos en la calidad de la imagen. ◦ Analizar los resultados y compararlos con documentos de referencia, como resultados previos o normas publicadas en relación con la calidad de la imagen. ◦ Formular recomendaciones para mejorar la calidad de la imagen (véase el módulo sobre optimización).
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 5.</p> <p>[2] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd ed., Williams and Wilkins. (2002).</p>

	<p>[3] DOWSETT, D.J., KENNY, P.A., JOHNSTON, R.E., The Physics of Diagnostic Imaging, 2nd ed., Hodder Arnold (2006).</p> <p>[4] COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Medical Imaging - The Assessment of Image Quality, ICRU Rep. 54, Bethesda, MD (1996), http://www.icru.org/index.php?option=com_content&task=view&id=68.</p> <p>[5] SPRAWLS, P., Physics and Technology of Medical Imaging, http://www.sprawls.org/resources/.</p> <p>[6] TAPIOVAARA, M., Objective measurement of image quality in fluoroscopic x ray equipment: Fluoroquality, (2003), http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/stuk-a196.pdf.</p> <p>[7] WEBB, S., (Ed.) The Physics of Medical Imaging, Medical Science Series, (MOULD, R.F. ed.), Adam Hilger, Bristol, Filadelfia, (2003).</p> <p>[8] TAPIOVAARA, M., Relationships between physical measurements and user evaluation of image quality in medical radiology – a review, STUK • säteilyturvakeskus Strålsäkerhetscentralen: Radiation and nuclear safety authority Rep. STUK-A219, Helsinki (2006), http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/stuk-a219.pdf.</p>
	Módulo 9: Evaluación de la calidad de la imagen
	Submódulo 9.2: Evaluación de la calidad de la imagen con maniqués
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para poder realizar la evaluación de la calidad de la imagen con el empleo de imágenes no clínicas de maniqués.
Requisitos previos	Submódulo 9.1: Evaluación de la calidad de la imagen mediante pruebas objetivas.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de maniqués y metodologías relacionados con la calidad de la imagen que resultan útiles para evaluar la calidad de la imagen en varias modalidades de radiodiagnóstico. • Capacidad para utilizar maniqués a fin de evaluar la calidad de la imagen en relación con varias modalidades, conjuntamente con medidas objetivas y métodos psicofísicos, según corresponda.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Véase el apartado de conocimientos básicos en el submódulo 9.1. 2) Diferentes parámetros de calidad de la imagen. 3) Varios maniqués utilizados para evaluar la calidad de la imagen, incluso las ventajas e inconvenientes de cada modalidad. 4) Métodos psicofísicos para comparar la calidad de la imagen, incluso el análisis de la característica operativa del receptor (ROC), y la comparación de elementos.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Para cada modalidad: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Seleccionar un maniquí adecuado. ◦ Realizar una evaluación de calidad de la imagen de cantidades apropiadas; por ejemplo:

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluar la resolución y la MTF. ▪ Medir, cuantitativamente, el ruido de la imagen, p.ej., ruido de la imagen en función de la dosis para CT. ▪ Medir el contraste (p.ej., CNR). ▪ Medir las características de bajo contraste, incluso patrones de resolución de bajo contraste y curvas contraste-detalle. ◦ Analizar los resultados y compararlos con documentos de referencia, como resultados anteriores o normas publicadas en relación con la calidad de la imagen. Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Efectuar un análisis de la ROC o la comparación de elementos de las imágenes con diferentes características, p.ej., exploraciones de CT de un maniquí a dosis diferentes.
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 ed., Williams and Wilkins. (2002).</p> <p>[2] DOWSETT, D.J., KENNY, P.A., JOHNSTON, R.E., The Physics of Diagnostic Imaging, 2nd ed., Hodder Arnold (2006).</p> <p>[3] COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Medical Imaging - The Assessment of Image Quality, ICRU Rep. 54, Bethesda, MD (1996), http://www.icru.org/index.php?option=com_content&task=view&id=68.</p> <p>[4] METZ, C., Catalog of available software, (2008), http://xray.bsd.uchicago.edu/cgi-bin/roc_software.cgi.</p> <p>[5] SPRAWLS, P., Physics and Technology of Medical Imaging, http://www.sprawls.org/resources/.</p> <p>[6] DAINTY, J.C., SHAW, R., Image Science, principles, analysis and evaluation of photographic-type imaging processes, Academic Press, Londres (1974).</p> <p>[7] DORFMAN, D.D., BERBAUM, K.S., METZ, C.E., Receiver operating characteristic rating analysis. Generalization to the population of readers and patients with the jackknife method, Invest Radiol 27 9 (1992) 723 a 731.</p> <p>[8] DORFMAN, D.D., y otros, Proper receiver operating characteristic analysis: the bigamma model, Acad Radiol 4 2 (1997) 138 a 149.</p> <p>[9] HILLIS, S.L., BERBAUM, K.S., Power estimation for the Dorfman-Berbaum-Metz method, Acad Radiol 11 11 (2004) 1260 a 1273.</p> <p>[10] HILLIS, S.L., BERBAUM, K.S., Monte Carlo validation of the Dorfman-Berbaum-Metz method using normalized pseudovalues and less data-based model simplification, Acad Radiol 12 12 (2005) 1534 a 1541.</p> <p>[11] HILLIS, S.L., OBUCHOWSKI, N.A., SCHATZ, K.M., BERBAUM, K.S., A comparison of the Dorfman-Berbaum-Metz and Obuchowski-Rockette methods for receiver operating characteristic (ROC) data, Stat Med 24 10 (2005) 15791607.</p> <p>[12] PETERS, T.M., WILLIAMS, J., (Eds), The Fourier Transform in Biomedical Engineering, Applied and Numerical Harmonic Analysis, (BENEDETTO, J.J. ed.), Birkhauser, Boston, (1998).</p> <p>[13] SCHUELER, B.A., GRAY, J.E., GISVOLD, J.J., A comparison of mammography screen-film combinations, Radiology 184 3 (1992) 629 a 634.</p>

	<p>[14] WEBB, S., (Ed.) The Physics of Medical Imaging, Medical Science Series, (MOULD, R.F. ed.), Adam Hilger, Bristol, Filadelfia, (2003).</p> <p>[15] TAPIOVAARA, M., Relationships between physical measurements and user evaluation of image quality in medical radiology – a review, STUK • säteilyturvakeskus Strålsäkerhetscentralen: Radiation and nuclear safety authority Rep. STUK-A219, Helsinki (2006), http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/stuk-a219.pdf.</p>
	Módulo 9: Evaluación de la calidad de la imagen
	Submódulo 9.3: Evaluación de la calidad de la imagen a partir de imágenes clínicas de pacientes
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para poder realizar la evaluación de la calidad de la imagen en el contexto clínico.
Requisitos previos	<p>Submódulo 9.1: Evaluación de la calidad de la imagen mediante pruebas objetivas.</p> <p>Submódulo 9.2: Evaluación de la calidad de la imagen con maniqués.</p>
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de las metodologías estadísticas que pueden utilizarse para determinar la calidad de la imagen a partir de imágenes clínicas. • Capacidad para realizar una evaluación de la calidad de la imagen en relación con un procedimiento basado en imágenes clínicas y un diseño experimental especificado.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Véase el apartado de conocimientos básicos en los submódulos 9.1 y 9.2. 2) Estadística de experimentación, incluso determinación del tamaño de la muestra, diseño experimental, pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas para determinar la significación estadística. 3) Utilización del diseño de diferencias para reducir los grados de libertad en un experimento de evaluación de la calidad de la imagen. 4) Conocimiento de las imágenes médicas y la terminología conexas. 5) Familiaridad con criterios de calidad normalizados para exámenes radiológicos diferentes.
Elementos de capacitación recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1) Conjuntamente con un radiólogo, concebir un estudio para evaluar la calidad de la imagen de un procedimiento utilizando criterios de calidad bien definidos. 2) Determinar si se requiere una aprobación desde el punto de vista ético. 3) Determinar el tamaño de muestra de la imagen y el número de lectores de imágenes necesarios para un resultado importante. 4) Registrar el método experimental, incluidas las condiciones de lectura de la imagen. 5) Analizar los resultados y determinar su significación estadística.

Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 5.</p> <p>[2] COMISIÓN EUROPEA, European Guidelines on Quality Criteria for Computed Tomography, Rep. EUR 16262 EN de la Comisión Europea, Luxemburgo (1998), http://www.drs.dk/guidelines/ct/quality/mainindex.htm. (Consultado por última vez en agosto de 2008).</p> <p>[3] NOVELLINE, R.A., Squire's Fundamentals of Radiology, Harvard University Press (2004). \$92.50, used from \$60 at www.amazon.com.</p> <p>[4] Dorland's Medical Dictionary, http://www.dorlands.com/wsearch.jsp.</p> <p>[5] BUTLER, P., MITCHELL, A., ELLIS, H., (Eds), Applied Radiological Anatomy for Medical Students, Cambridge University Park Press, Cambridge, Reino Unido, (2007).</p> <p>[6] METZ, C., Catalog of available software, (2008), http://metz-roc.uchicago.edu/MetzROC/software.</p> <p>[7] DORFMAN, D.D., BERBAUM, K.S., METZ, C.E., Receiver operating characteristic rating analysis. Generalization to the population of readers and patients with the jackknife method, Invest Radiol 27 9 (1992) 723 a 731.</p> <p>[8] DORFMAN, D.D., y otros, Proper receiver operating characteristic analysis: the bigamma model, Acad Radiol 4 2 (1997) 138 a 149.</p> <p>[9] HILLIS, S.L., BERBAUM, K.S., Power estimation for the Dorfman-Berbaum-Metz method, Acad Radiol 11 11 (2004) 1260 a 1273.</p> <p>[10] HILLIS, S.L., BERBAUM, K.S., Monte Carlo validation of the Dorfman-Berbaum-Metz method using normalized pseudovalues and less data-based model simplification, Acad Radiol 12 12 (2005) 1534 a 1541.</p> <p>[11] HILLIS, S.L., OBUCHOWSKI, N.A., SCHARTZ, K.M., BERBAUM, K.S., A comparison of the Dorfman-Berbaum-Metz and Obuchowski-Rockette methods for receiver operating characteristic (ROC) data, Stat Med 24 10 (2005) 1579 a 1607.</p> <p>[12] SCHUELER, B.A., GRAY, J.E., GISVOLD, J.J., A comparison of mammography screen-film combinations, Radiology 184 3 (1992) 629 a 634.</p> <p>[13] COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Medical Imaging - The Assessment of Image Quality, ICRU Rep. 54, Bethesda, MD (1996), http://www.icru.org/index.php?option=com_content&task=view&id=68.</p> <p>[14] TAPIOVAARA, M., Relationships between physical measurements and user evaluation of image quality in medical radiology – a review, STUK • säteilyturvakeskus Strålsäkerhetscentralen: Radiation and nuclear safety authority Rep. STUK-A219, Helsinki (2006), http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/stuk-a219.pdf.</p>
--------------------------	---

MÓDULO 10: OPTIMIZACIÓN	
Objetivo	Proporcionar a los residentes los conocimientos y aptitudes necesarios para efectuar la optimización de toda la gama de procedimientos de imagenología radiológica.
Tiempo previsto de dedicación	Entre el 10 % y el 15 % del tiempo dedicado a todo el programa.
Submódulos	1) Riesgo de radiación para el paciente en el radiodiagnóstico. 2) Proceso de optimización.
Referencias básicas	[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrp/publication.asp . Capítulo 21. [2] 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). [3] MARTIN, C.J., SUTTON, D.G., Practical Radiation Protection in Healthcare, Oxford University Press, Oxford (2002).
Módulo 10: Optimización	
Submódulo 10.1: Riesgo de radiación para el paciente en el radiodiagnóstico	
Objetivo	Estar en condiciones de evaluar el riesgo de radiación para el paciente en el radiodiagnóstico.
Requisitos previos	Submódulo 1.2: Radiobiología y epidemiología. Módulo 7: Dosimetría, instrumentación y calibración. Submódulo 8.1: Verificación de dosis.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento del riesgo de radiación y los beneficios derivados de los procedimientos de radiodiagnóstico. • Capacidad para prestar asesoramiento sobre el riesgo para el personal y los pacientes y sobre las estrategias destinadas a reducir el riesgo de radiación.
Conocimientos básicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Concepto de riesgos frente a beneficios. 2) Riesgo relativo y riesgo absoluto. 3) Concepto de justificación. 4) Riesgo estocástico: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Concepto de dosis efectiva y vínculo con el riesgo estocástico.

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Incertidumbres en la estimación del riesgo estocástico. ◦ Aplicabilidad limitada de la dosis efectiva a las exposiciones con fines de diagnóstico. ◦ Determinación de la dosis efectiva: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Métodos CIPR y Monte Carlo. ▪ Cómo la proyección radiográfica afecta a la dosis efectiva (p.ej., diferencia entre la proyección AP y PA en la radiografía de tórax). ◦ Relación asociada a la edad entre la dosis efectiva y el riesgo estocástico durante toda la vida. ◦ Dosis típicas y riesgos derivados de una diversidad de exposiciones médicas. ◦ Contribución a la dosis colectiva de la población derivada de las exposiciones médicas. <p>5) Estimaciones de riesgos del comité BEIR:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Concepto de riesgo atribuible durante toda la vida (LAR) para la incidencia de cánceres sólidos. ◦ Incertidumbres en el LAR. <p>6) Riesgo derivado de efectos deterministas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Efectos deterministas observados en exposiciones radiológicas. ◦ Umbral para efectos deterministas. ◦ Exámenes que podrían desembocar en la producción de efectos deterministas en pacientes. <p>7) Consideraciones especiales en relación con pacientes que están o podrían estar embarazadas.</p> <p>8) Consideraciones especiales en relación con pacientes pediátricos.</p> <p>9) Consideraciones especiales en relación con exposiciones para fines de investigación.</p>
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Calcular la dosis efectiva y el riesgo conexo con respecto a una serie de exámenes radiológicos utilizando una variedad de métodos. 2) Calcular el riesgo de inducción de cáncer utilizando métodos BEIR. 3) Comunicar el riesgo resultante de una diversidad de procedimientos radiológicos a otros profesionales mediante informes escritos. 4) Asesorar a las pacientes embarazadas después de la irradiación del feto. 5) Asesorar a los colegas sobre la técnica y los procedimientos necesarios para reducir el riesgo de efectos deterministas que pueden producirse en los procedimientos intervencionistas y cardiovasculares. 6) Asesorar sobre la conveniencia de los protocolos de investigación. 7) Elaborar un método para dar seguimiento a las dosis de los pacientes y alertar al personal de posibles dosis altas resultantes de efectos deterministas.
<p>Fuentes de conocimientos</p>	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrrp/publication.asp. <u>Capítulo 21.</u></p>

	<p>[2] 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>[3] MARTIN, C.J., SUTTON, D.G., Practical Radiation Protection in Healthcare, Oxford University Press, Oxford (2002).</p> <p>[4] STUK ORGANISMO DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA Y NUCLEAR, PCXMC - A PC-based Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x ray examinations, http://www.stuk.fi/sateilyn_kaytto/ohjelmat/PCXMC/en_GB/pcxmc/.</p> <p>[5] CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, - BEIR VII Phase II. Washington: The National Academies Press; 2006 ISBN 978-0-309-09156-5.</p> <p>[6] CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE LAS ACADEMIAS NACIONALES, Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation; BEIR VII Phase 2, Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, National Academies Press, Washington, DC (2006), http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=030909156X.</p>
	Módulo 10: Optimización
	Submódulo 10.2: Proceso de optimización
Objetivo	Equilibrar la calidad requerida de la imagen necesaria para el diagnóstico eficaz con factores perjudiciales, principalmente la dosis del paciente, aunque también, en algunos casos, el calentamiento por RF, el tiempo de examen u otros factores asociados al paciente.
Requisitos previos	Submódulo 1.3: Experiencia relacionada con los pacientes. Submódulo 4.2: Comunicación. Módulo 8: Verificación de dosis de los pacientes. Módulo 9: Evaluación de la calidad de la imagen.
Competencias abarcadas	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los factores que afectan a la calidad de la imagen y la dosis de radiación de los pacientes. • Capacidad para asumir el liderazgo entre los colegas radiólogos en el proceso de optimización de los exámenes radiológicos, incluso en la prestación de asesoramiento sobre las estrategias prácticas destinadas a mejorar la calidad de la imagen y reducir la dosis.
Conocimientos básicos	<p>1) Factores controlables que afectan a la calidad de la imagen en la radiografía simple:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Protocolo radiográfico (kVp, mAs, proyección, etc.). ◦ Rechazo de dispersión. ◦ Colimación.

- Estadística cuántica en relación con el receptor de la imagen, velocidad del receptor.
 - Resolución de la imagen.
 - Condiciones óptimas de visualización y lectura.
- 2) Factores controlables que afectan a la dosis de los pacientes en la radiografía simple:
- Protocolo radiográfico (kVp, mAs, proyección, etc.).
 - La variación de la talla de los pacientes suele requerir modificaciones en el protocolo de examen.
 - Filtración agregada, incluido el efecto de alta filtración Z.
 - Colimación.
 - Absorción del haz después del paciente, incluida la rejilla.
 - Sensibilidad del receptor de la imagen.
 - Factores geométricos.
 - Fijación automática de la exposición.
- 3) Factores controlables que afectan a la calidad de la imagen en fluoroscopia:
- Fijación automática del control de exposiciones.
 - Protocolo radiográfico (kVp, mA para operación manual, proyección, tamaño de campo o magnificación de la imagen).
 - Colimación, incluida colimación virtual.
 - Factores geométricos.
 - Rechazo de la dispersión.
 - Estadística cuántica en relación con el receptor de la imagen, sensibilidad del receptor.
 - Resolución de la imagen.
 - Condiciones óptimas de visualización y lectura.
- 4) Factores controlables que afectan a la dosis del paciente en fluoroscopia:
- Haz encendido, incluida la fluoroscopia por impulsos.
 - Fijación automática del control de exposiciones.
 - Protocolo radiográfico (kVp, mA para operación manual, proyección, tamaño del campo o magnificación de la imagen).
 - La variación de la talla de los pacientes suele requerir modificaciones en el protocolo de examen.
 - Filtración agregada, incluido efecto de alta filtración Z.
 - Colimación, incluida colimación virtual.
 - Absorción del haz después del paciente, incluida la rejilla.
 - Sensibilidad del receptor de la imagen.
 - Factores geométricos.
 - Captura de última imagen.
- 5) Factores controlables que afectan a la calidad de la imagen en la CT.
- Protocolo radiográfico:
 - kVp, mAs para operación manual.
 - Paso.
 - Filtro de reconstrucción.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Longitud de exploración y número de series de exploración. ◦ Control automático de la exposición (técnicas correctas de modulación de dosis). ◦ Selección de colimación, incluidos aspectos de MDCT. ◦ Modo de exploración (axial, espiral o MDCT). ◦ Estadística cuántica en relación con el receptor de la imagen, algoritmos de procesamiento de imágenes. ◦ Resolución de la imagen. ◦ Condiciones óptimas de visualización y lectura. <p>6) Factores controlables que afectan a la dosis de los pacientes de CT:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Protocolo radiográfico: <ul style="list-style-type: none"> ▪ kVp, mAs para operación manual. ▪ Paso. ▪ Filtro de reconstrucción. ▪ Longitud de exploración y número de series de exploración. ◦ La variación de la talla de los pacientes suele requerir modificaciones en el protocolo de examen. ◦ Control automático de exposiciones (técnicas correctas de modulación de dosis). ◦ Selección de la colimación, incluidos aspectos de la MDCT, entre ellos la sobreexploración y la sobreexposición. ◦ Modo de exploración (axial, espiral o MDCT)
<p>Elementos de capacitación recomendados</p>	<p>Para cada modalidad:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Preparación inicial: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Establecer un acuerdo para el proceso de optimización con el departamento de radiología, incluido un plan de objetivos alcanzables. ◦ Determinar la prioridad para la optimización de los exámenes con respecto a una modalidad en particular, conjuntamente con clínicos y radiógrafos, teniendo en cuenta factores como el riesgo y la frecuencia de los exámenes. ◦ Verificar la situación en relación con la GC del equipo utilizado para el procedimiento. ◦ Establecer requisitos clínicamente apropiados sobre la calidad de la imagen en colaboración con clínicos. 2) Evaluación de la calidad de la dosis y la imagen: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Determinar las dosis de los pacientes (preferiblemente a base de una verificación en pacientes o empleando un maniquí). ◦ Determinar la calidad de la imagen. 3) Examen de la situación actual del procedimiento: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Comparar la dosis de examen con criterios de referencia apropiados, si se dispone de ellos. ◦ Comparar la calidad de la imagen de examen con criterios de referencia apropiados, si se dispone de ellos. ◦ Conjuntamente con el radiólogo y el radiógrafo, revisar los datos asociados con el examen, incluso:

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protocolo radiográfico. ▪ Configuración del equipo. ▪ Condiciones de lectura de la imagen. ◦ Investigar el efecto en la calidad de la imagen y la dosis de la variación de los parámetros de la lista anterior. 4) Intervención: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Recomendar modificaciones del protocolo radiográfico, de la configuración del equipo o de las condiciones de visualización en función del examen del procedimiento (<i>supra</i>). 5) Verificar el efecto del proceso de optimización: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Después de un período acordado de conocimiento clínico, repetir la dosis y el análisis de la calidad de la imagen para determinar la eficacia de la intervención de optimización. ◦ Registrar los resultados del procedimiento de optimización en una forma que sea accesible a todas las partes interesadas, en particular los radiógrafos y clínicos.
Fuentes de conocimientos	<p>[1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Handbook on the Physics of Diagnostic Radiology, OIEA, Viena (en preparación), http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/publication.asp. Capítulo 21.</p> <p>[2] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Managing patient dose in digital radiology, ICRP Publication 93, Elsevier Amsterdam (2004).</p> <p>[3] NAGEL, H.D., (Ed.) Radiation Exposure in Computed Tomography: Fundamentals, Influencing Parameters, Dose Assessment, Optimisation, Scanner Data, Terminology, 4th ed., CTB Publications, Hamburgo, (2002).</p>

APÉNDICE V: EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS

V.1	EXPLICACIÓN DEL PROCESO DE EVALUACIÓN	147
V.2	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	147
V.3	EJEMPLO DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN DE UN SUBMÓDULO.....	149
V.4	RESUMEN DE LA EVALUACIÓN	150
MÓDULO 1: CONOCIMIENTO CLÍNICO		155
Submódulo 1.1:	Anatomía y fisiología radiológicas	155
Submódulo 1.2:	Radiobiología y epidemiología	156
Submódulo 1.3:	Experiencia relacionada con los pacientes.....	157
MÓDULO 2: PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICAS		158
Submódulo 2.1:	Dosimetría del personal.....	159
Submódulo 2.2:	Evaluación de riesgos de radiación	160
Submódulo 2.3:	Examen de la protección y seguridad radiológicas	161
Submódulo 2.4:	Reducción de dosis – del personal y el público	162
Submódulo 2.5:	Exposición imprevista y accidental en el radiodiagnóstico	163
Submódulo 2.6:	Blindaje	164
Submódulo 2.7:	Seguridad en la imagenología por resonancia magnética (MRI)...	165
MÓDULO 3: INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ENSEÑANZA.....		166
Submódulo 3.1:	Investigación y desarrollo	166
Submódulo 3.2:	Enseñanza.....	167
MÓDULO 4: PROFESIONALISMO Y COMUNICACIÓN.....		168
Submódulo 4.1:	Conocimiento profesional	168
Submódulo 4.2:	Comunicación	169
Submódulo 4.3:	Tecnología de la información.....	170
Submódulo 4.4:	Auditoría clínica.....	171
MÓDULO 5: PRUEBAS DE RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE IMAGENOLOGÍA		172
Submódulo 5.1:	Sistemas pantalla-película.....	173
Submódulo 5.2:	Procesamiento de películas y sala oscura.....	174
Submódulo 5.3:	Radiografía general	175
Submódulo 5.4:	Fluoroscopia convencional y digital	176
Submódulo 5.5:	Radiografía computarizada y radiografía digital.....	177
Submódulo 5.6:	Dispositivos de control automático de exposiciones	178
Submódulo 5.7:	Mamografía	179
Submódulo 5.8:	Tomografía computarizada	181
Submódulo 5.9:	Imagenología por resonancia magnética	183
Submódulo 5.10:	Ultrasonido.....	184
Submódulo 5.11:	Dispositivos de visualización e impresión	186
Submódulo 5.12:	Radiografía odontológica	187
Submódulo 5.13:	Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA).....	189

**EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS DE LOS RESIDENTES
MATRICULADOS EN EL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA DE
FÍSICOS MÉDICOS ESPECIALISTAS EN RADIODIAGNÓSTICO**

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).

V.1 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 cualificado especialista en radiodiagnóstico.

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.

V.2 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 en radiodiagnóstico que pueden suscitarse en la práctica clínica.

- 2) Dar satisfacción al órgano profesional competente o a la autoridad nacional competente¹⁰ en el sentido de que el residente puede trabajar de manera competente y segura como físico médico clínicamente cualificado en radiodiagnóstico.

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:

- Un enfoque cuidadoso, lógico y concienzudo respecto de la labor realizada.
- Confianza en sí mismo y reconocimiento de las propias limitaciones de conocimientos y pericia.
- Un amplio conocimiento de las tareas o temas.
- Conocimientos teóricos adecuados en relación con la física médica en radiodiagnóstico.
- Capacidad para descubrir y definir un problema y posteriormente formular estrategias para encarar ese problema.
- Aptitudes prácticas para ejecutar las tareas y darles fin oportunamente.
- Un claro conocimiento de los varios procedimientos inherentes a la ejecución de las tareas desarrolladas durante su capacitación y en sus exámenes.
- 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.
- Capacidad para interpretar correctamente los datos, incluso datos novedosos o no corrientes.
- Reconocimiento de la importancia de los resultados obtenidos en una tarea y su aplicabilidad en un departamento de radiología.
- Capacidad para evaluar críticamente los procesos y resultados, y hacer juicios de valor para determinadas situaciones.
- Capacidad para comunicar la información científica con claridad, lógica y exactitud, incluso para explicar la labor a medida que se realiza.
- Asumir la responsabilidad del trabajo realizado.

¹⁰ Apéndice III. “Guía de aplicación”, sección 1.1.1 (“Requisitos indispensables para la aplicación satisfactoria del programa de capacitación clínica”, “Gestión del programa”, “A nivel nacional”).

V.3 EJEMPLO DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN DE UN SUBMÓDULO

Submódulo 5.1 Sistemas pantalla-película

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los procesos de formación de imágenes relacionados con sistemas de rayos X y pantalla-película.	Demuestra un conocimiento básico de los principios de la formación de imágenes relacionados con sistemas de rayos X y pantalla-película.	Demuestra un buen conocimiento de los principios de formación de imágenes relacionados con sistemas de rayos X y pantalla-película.
Fecha de consecución:	3 de marzo de 2010	6 de junio de 2010
Iniciales del supervisor	<i>McL</i>	<i>McL</i>

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para llevar a cabo pruebas de rendimiento de películas de rayos X, cassetes de película de rayos X y dispositivos de visualización de películas de rayos X.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de películas de rayos X, cassetes de película de rayos X y dispositivos de visualización de películas de rayos X. Requiere asistencia importante.	Requiere solo asistencia limitada para realizar adecuadamente pruebas de rendimiento de películas de rayos X, cassetes de película de rayos X y dispositivos de visualización de películas de rayos X.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de manera independiente de películas de rayos X, cassetes de película de rayos X y dispositivos de visualización de películas de rayos X a un nivel aceptable.
Fecha de consecución	6 de junio de 2010		19 de diciembre de 2010
Iniciales del supervisor	<i>McL</i>		<i>McL</i>

Fecha	Observaciones del supervisor
3 de marzo de 2010	Debe 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	Aceptaría complacido los resultados de este residente en las pruebas de rendimiento de películas de rayos X, cassetes de película de rayos X y dispositivos de visualización de películas de rayos X.

V.4 RESUMEN DE LA EVALUACIÓN

MÓDULO 1: CONOCIMIENTO CLÍNICO

Submódulo	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
1.1 Anatomía y fisiología radiológicas		
1.2 Radiobiología y epidemiología		
1.3 Experiencia relacionada con los pacientes en <ul style="list-style-type: none"> ◦ Radiología ◦ RT ◦ NM ◦ Otros 		

MÓDULO 2: PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICAS

	Nivel de competencia alcanzado					
	Conocimientos			Aptitudes prácticas		
	2	1		3	2	1
2.1 Dosimetría del personal						
2.2 Evaluación de riesgos de radiación						
2.3 Examen de la protección y seguridad radiológicas	a) b)					
2.4 Reducción de dosis – del personal y el público						
2.5 Exposición imprevista y accidental en el radiodiagnóstico						
2.6 Blindaje						
2.7 Seguridad en la imagenología por resonancia magnética (MRI)						

MÓDULO 3: INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ENSEÑANZA

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

MÓDULO 4: PROFESIONALISMO Y COMUNICACIÓN

	Nivel de competencia alcanzado					
	Conocimientos			Aptitudes prácticas		
	2	1		3	2	1
4.1 Conocimiento profesional						
4.2 Comunicación						
4.3 Tecnología de la información						
4.4 Auditoría clínica						

MÓDULO 5: PRUEBAS DE RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE IMAGENOLÓGIA

	Nivel de competencia alcanzado					
	Conocimientos			Aptitudes prácticas		
	2	1		3	2	1
5.1 Sistemas pantalla-película						
5.2 Procesamiento de películas y sala oscura						
5.3 Radiografía general						
5.4 Fluoroscopia convencional y digital			a) b)			
5.5 Radiografía computarizada y radiografía digital						
5.6 Dispositivos de control automático de exposiciones			a) b)			
5.7 Mamografía			a) b) c)			
5.8 Tomografía computarizada			a) b) c)			
5.9 Imagenología por resonancia magnética	a) b)					
5.10 Ultrasonido	a) b)		a) b)			
5.11 Dispositivos de visualización e impresión	a) b)					
5.12 Radiografía odontológica			a) b) c)			
5.13 Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA)	a) b)					

MÓDULO 6: GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA

	Nivel de competencia alcanzado					
	Conocimientos			Aptitudes prácticas		
	2	1		3	2	1
6.1 Gestión de calidad de los sistemas de radiología						
6.2 Ciclo de vida del equipo de imagenología						
6.3 Aceptación y puesta en servicio del equipo de imagenología						
6.4 Gestión de las pruebas sistemáticas de CC del equipo de imagenología						
6.5 Informática imagenológica	a) b)					
6.6 Diseño del departamento						

MÓDULO 7: DOSIMETRÍA, INSTRUMENTACIÓN Y CALIBRACIÓN

	Nivel de competencia alcanzado					
	Conocimientos			Aptitudes prácticas		
	2	1		3	2	1
7.1 Dosimetría de la radiación ionizante y principios de medición			a) b)			
7.2 Cantidades de radiación no ionizante y principios de medición						
7.3 Equipo de pruebas radiológicas, medición y práctica						
7.4 Calibración del sistema de dosimetría			a) b)			

MÓDULO 8: VERIFICACIÓN DE DOSIS DE LOS PACIENTES

	Nivel de competencia alcanzado					
	Conocimientos			Aptitudes prácticas		
	2	1		3	2	1
8.1 Verificación de dosis						
8.1 Dosimetría pediátrica						
8.3 Estimación de la dosis fetal						

MÓDULO 9: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA IMAGEN

	Nivel de competencia alcanzado				
	Conocimientos			Aptitudes prácticas	
	2	1		3	2
9.1 Evaluación de la calidad de la imagen mediante pruebas objetivas					
9.2 Evaluación de la calidad de la imagen con maniqués					
9.3 Evaluación de la calidad de la imagen a partir de imágenes clínicas de pacientes					

MÓDULO 10: OPTIMIZACIÓN

	Nivel de competencia alcanzado				
	Conocimientos			Aptitudes prácticas	
	2	1		3	2
10.1 Riesgo de radiación para el paciente en el radiodiagnóstico					
10.2 Proceso de optimización					

FIN DEL RESUMEN DE LA EVALUACIÓN

MÓDULO 1: CONOCIMIENTO CLÍNICO

- 1.1. Anatomía y fisiología radiológicas
- 1.2. Radiobiología y epidemiología
- 1.3. Experiencia relacionada con los pacientes

Submódulo 1.1: Anatomía y fisiología radiológicas

Conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de anatomía y fisiología radiológicas para la interpretación de imágenes médicas	Demuestra un conocimiento básico de anatomía y fisiología radiológicas para la interpretación de imágenes médicas. Todavía no es capaz de proporcionar aportaciones independientes en las deliberaciones que se celebran con los radiólogos sobre los elementos importantes de estas imágenes.	Demuestra un buen conocimiento de la anatomía y fisiología radiológicas para la interpretación de imágenes médicas y es capaz de examinar de manera independiente los elementos importantes con los radiólogos .
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 1.2: Radiobiología y epidemiología

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 médica.	Demuestra un buen conocimiento de los aspectos de la radiobiología y la epidemiología de interés para la imagenología médica.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 1.3: Experiencia relacionada con los pacientes

Conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los factores que inciden en la atención del paciente en los siguientes departamentos: radiología, radiooncología (RT), medicina nuclear (NM) y otros.	Demuestra un conocimiento básico de las actividades clínicas y su relación con la atención del paciente. Todavía no es capaz de proporcionar una aportación independiente a una deliberación sobre los elementos importantes de estas actividades clínicas.	Demuestra un buen conocimiento de las actividades clínicas y su relación con la atención del paciente y es capaz de examinar de manera independiente los elementos importantes de estas actividades clínicas.
Fecha de consecución – Radiología		
Iniciales del supervisor		

Fecha de consecución – RT		
Iniciales del supervisor		

Fecha de consecución – NM		
Iniciales del supervisor		

Fecha de consecución - Otros		
Iniciales del supervisor		

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 2: PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICAS

- 2.1. Dosimetría del personal
- 2.2. Evaluación de riesgos de radiación
- 2.3. Examen de la protección y seguridad radiológicas
- 2.4. Reducción de dosis – del personal y el público
- 2.5. Exposición imprevista y accidental en el radiodiagnóstico
- 2.6. Blindaje
- 2.7. Seguridad en la imagenología por resonancia magnética (MRI)

Submódulo 2.1: Dosimetría del personal

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento del propósito, los principios y el funcionamiento de un programa de dosimetría del personal.	Demuestra un conocimiento básico de los requisitos legislativos locales y de la teoría, los principios de funcionamiento y las limitaciones de una variedad de dosímetros del personal.	Demuestra un buen conocimiento de los requisitos legislativos locales y de la teoría, los principios de funcionamiento y las limitaciones de la mayoría de los dosímetros del personal de interés para la imagenología médica.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para prestar un servicio de dosimetría del personal a uno o más departamentos de radiología a nivel local.	Capaz de desempeñar la mayoría de las funciones requeridas para prestar un servicio de dosimetría del personal a nivel local. Requiere supervisión.	Capaz de desempeñar todas las funciones requeridas para prestar un servicio de dosimetría del personal a nivel local. Requiere solo asistencia limitada.	Capaz de prestar un servicio de dosimetría del personal de manera independiente a uno o más departamentos de radiología a nivel local.
Fecha de consecución			
f			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 2.2: Evaluación de riesgos de radiación

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los principios de la evaluación de riesgos, y los controles técnicos y de procedimiento para reducir los riesgos al nivel más bajo que pueda razonablemente alcanzarse y cumplir con los requisitos reglamentarios.	Demuestra un conocimiento básico de los requisitos reglamentarios y los principios de la evaluación de riesgos y los mecanismos de control. Requiere asistencia en relación con 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 es capaz dar instrucciones a otros.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar una evaluación de riesgos y adoptar medidas al respecto.	Capaz de realizar una evaluación de riesgos. Requiere asistencia para asegurar que se incluyan todos los aspectos y que se determinen todos los riesgos .	Capaz de realizar una evaluación de riesgos, evaluar los riesgos definidos y adoptar medidas para controlar los riesgos. Requiere solo asistencia limitada .	Capaz de realizar de manera independiente una evaluación de riesgos, evaluar los riesgos definidos y adoptar medidas para controlar los riesgos.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 2.3: Examen de la protección y seguridad radiológicas

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
a) Conocimiento de los factores en que se sustenta el examen de la protección y seguridad radiológicas.	Demuestra un conocimiento básico de los principios del examen de la protección y seguridad radiológicas. Requiere asistencia en relación con los conceptos más difíciles.	Demuestra un buen conocimiento de los principios del examen de la protección y seguridad radiológicas.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		
b) Conocimiento de la necesidad de mantener las dosis al nivel más bajo que pueda razonablemente alcanzarse y asegurar el cumplimiento de los reglamentos.	Demuestra un conocimiento básico de la necesidad de mantener las dosis al nivel más bajo que pueda razonablemente alcanzarse y asegurar el cumplimiento de los reglamentos.	Demuestra un buen conocimiento de la necesidad de mantener las dosis al nivel más bajo que pueda razonablemente alcanzarse y asegurar el cumplimiento de los reglamentos.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar un examen de la protección y seguridad radiológicas y aplicar medidas correctivas cuando sea necesario.	Capaz de realizar un examen de la protección y seguridad radiológicas bajo supervisión. Necesita asistencia para determinar medidas correctivas y aplicarlas.	Capaz de realizar un examen de la protección y seguridad radiológicas solo con supervisión limitada. Capaz de determinar la mayoría de las medidas correctivas y aplicarlas.	Capaz de realizar de manera independiente un examen de la protección y seguridad radiológicas y capaz de determinar de manera independiente las medidas correctivas y aplicarlas.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 2.4: Reducción de dosis – del personal y el público

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los factores que afectan a la dosis de radiación del personal y los miembros del público, incluida la interrelación con la dosis del paciente.	Demuestra un conocimiento básico de los factores que afectan a la dosis de radiación del personal y los miembros del público.	Demuestra un buen conocimiento de los factores que afectan a la dosis de radiación del personal y los miembros del público y de la interrelación con la dosis del paciente.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para asesorar sobre aspectos prácticos que propician la reducción de dosis para el personal y los miembros del público.	Posee solo una capacidad limitada para asesorar a otros sobre aspectos prácticos correctos para reducir la dosis.	Capaz de asesorar a otros sobre 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 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

Submódulo 2.5: Exposición imprevista y accidental en el radiodiagnóstico

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de lo que constituye una exposición imprevista o accidental en el departamento de radiología, las consecuencias y la respuesta requerida.	Demuestra un conocimiento básico de lo que constituye una exposición imprevista o accidental, las funciones y responsabilidades del personal y las consecuencias y la respuesta requerida.	Demuestra un buen conocimiento de lo que constituye una exposición imprevista o accidental, las funciones y responsabilidades del personal y las consecuencias y la respuesta requerida.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para responder a una exposición imprevista o accidental en un departamento de radiología.	Capaz de prestar asistencia en la respuesta a una exposición imprevista o accidental en un departamento de radiología.	Requiere solo asistencia limitada en la respuesta a una exposición imprevista o accidental en un departamento de radiología.	Capaz de responder de manera independiente a una exposición imprevista o accidental en un departamento de radiología.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 2.6: Blindaje

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los principios y requisitos del diseño del blindaje en energías de rayos X de diagnóstico.	Demuestra un conocimiento básico del diseño del blindaje en energías de rayos X de diagnóstico.	Demuestra un buen conocimiento del diseño del blindaje en energías de rayos X de diagnóstico.
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 radiodiagnóstico.	Capaz de diseñar un blindaje contra la radiación para tipos de equipos simples de radiodiagnóstico (p.ej., odontológico). Requiere asistencia importante para asegurar la exactitud del diseño.	Capaz de diseñar el blindaje contra la radiación de la mayoría de los tipos de equipos de radiodiagnóstico (p.ej., general y fluoroscópico). Requiere solo asistencia limitada para asegurar la exactitud del diseño.	Capaz de diseñar de manera independiente el blindaje contra la radiación de todos los tipos de equipos de radiodiagnóstico (incluso CT y angiografía) a un nivel aceptable .
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 2.7: Seguridad en la imagenología por resonancia magnética (MRI)

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de las cuestiones y los requisitos de seguridad relacionados con la MRI.	Posee un conocimiento básico de las cuestiones de seguridad relacionadas con la MRI.	Posee un buen conocimiento de las cuestiones de seguridad relacionadas con la imagenología por MRI. Capaz de dar instrucciones a otros sobre la seguridad de la MRI.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar las evaluaciones y las mediciones necesarias de seguridad.	Capaz de realizar las evaluaciones y las mediciones necesarias de seguridad en la MRI bajo supervisión.	Capaz de realizar las evaluaciones y las mediciones necesarias de seguridad en la MRI. Debe comprobarse su trabajo para garantizar que no haya errores en los resultados.	Capaz de realizar de manera independiente las evaluaciones y las mediciones de seguridad en la MRI a un nivel aceptable.
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, incluida la función del examen ético, el análisis estadístico, y el proceso de publicación.	Demuestra un conocimiento básico de los diversos aspectos de la investigación científica.	Demuestra una buena apreciación de los diversos aspectos de la investigación científica.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar actividades de investigación y desarrollo en imagenología médica diagnóstica en cooperación con radiólogos de diagnóstico, otros físicos médicos especialistas en diagnóstico 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 un buen grado de 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 los requisitos para una enseñanza eficaz.	Demuestra un buen conocimiento de los requisitos para una enseñanza eficaz.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

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

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 4: PROFESIONALISMO Y COMUNICACIÓN

- 4.1. Conocimiento profesional
- 4.2. Comunicación
- 4.3. Tecnología de la información
- 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 de interés.	Demuestra un buen conocimiento de la mayoría de las cuestiones profesionales de interés.
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 con frecuencia 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

Competencia	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Demuestra un alto nivel de comunicación oral y escrita y aptitudes de interpretación.	Demuestra por lo general una expresión oral y escrita clara y concisa .	Demuestra invariablemente una expresión oral y escrita clara y concisa. 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 los clínicos y aplicar principios físicos a problemas clínicos.	Capaz de comunicarse con los clínicos a un nivel básico .	Posee una buena capacidad para comunicarse con los clínicos y para aplicar (explicar) los principios físicos de problemas clínicos. Requiere ocasionalmente asistencia para dar estas explicaciones.	Capaz de comunicarse de manera independiente con los clínicos en relación con los principios físicos de problemas clínicos.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 4.3: Tecnología de la información

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la tecnología de la información básica.	Demuestra un conocimiento básico de las normas de comunicación electrónica, las cuestiones de TI profesionales, los medios de almacenamiento, las copias de seguridad de datos y las bases de datos.	Demuestra un buen conocimiento de las normas de comunicación electrónica, las cuestiones de TI profesionales, los medios de almacenamiento, las copias de seguridad de datos y las bases de datos.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Aptitudes básicas en la tecnología de la información.	Demuestra una buena capacidad en el uso ordinario de computadoras personales. Posee capacidad limitada en los aspectos más avanzados de la TI, como las normas de comunicación electrónica.	Demuestra un grado avanzado de capacidad en el uso de computadoras personales y posee una buena capacidad en relación con aspectos más avanzados de la TI.	Demuestra un alto grado de capacidad en los aspectos más avanzados de la TI y es capaz de definir muchas de las cuestiones profesionales relacionadas con los medios electrónicos, como licencias, niveles de acceso y confidencialidad.
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 los aspectos relativos a la física de una auditoría clínica.	Demuestra un conocimiento limitado de los aspectos relativos a la física de una auditoría clínica.	Demuestra un buen conocimiento de los aspectos relativos a la física de una auditoría clínica.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para participar en los aspectos relativos a la física de una auditoría clínica.	Capaz de contribuir a una auditoría clínica. Requiere orientación importante.	Capaz de contribuir a una auditoría clínica sin supervisión directa.	Capaz de encargarse de manera independiente de los aspectos relativos a la física de una auditoría clínica a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 5: PRUEBAS DE RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE IMAGENOLÓGÍA

- 5.1. Sistemas pantalla-película
- 5.2. Procesamiento de películas y sala oscura
- 5.3. Radiografía general
- 5.4. Fluoroscopia convencional y digital
- 5.5. Radiografía computarizada y radiografía digital
- 5.6. Dispositivos de control automático de exposiciones
- 5.7. Mamografía
- 5.8. Tomografía computarizada
- 5.9. Imagenología por resonancia magnética
- 5.10. Ultrasonido
- 5.11. Dispositivos de visualización e impresión
- 5.12. Radiografía odontológica
- 5.13. Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA)

Submódulo 5.1: Sistemas pantalla-película

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los procesos de formación de imágenes relacionados con los sistemas de rayos X y pantalla-película.	Demuestra un conocimiento básico de los principios de la formación de imágenes relacionados con los sistemas de rayos X y pantalla-película.	Demuestra un buen conocimiento de los principios de la formación de imágenes relacionados con los sistemas de rayos X y pantalla-película
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar pruebas de rendimiento de películas de rayos X, casetes de película de rayos X y dispositivos de visualización de películas de rayos X.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de películas de rayos X, casetes de película de rayos X y dispositivos de visualización de películas de rayos X. Requiere asistencia importante.	Requiere solo asistencia limitada para realizar adecuadamente pruebas de rendimiento de películas de rayos X, casetes de película de rayos X y dispositivos de visualización de películas de rayos X.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento de películas de rayos X, casetes de película de rayos X y dispositivos de visualización de películas de rayos X a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.2: Procesamiento de películas y sala oscura

Competencia	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los procesos y la función del procesamiento de películas y el equipo conexo.	Demuestra un conocimiento básico de los procesos y la función del procesamiento de películas y el equipo conexo.	Demuestra un buen conocimiento de los procesos y la función del procesamiento de películas y el equipo conexo.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar pruebas de rendimiento de procesadores de películas de rayos X y salas oscuras.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de procesadores de películas de rayos X y salas oscuras. Requiere asistencia importante.	Requiere solo asistencia limitada para realizar adecuadamente pruebas de rendimiento de procesadores de películas de rayos X y salas oscuras.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento de procesadores de películas de rayos X y salas oscuras a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.3: Radiografía general

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento del funcionamiento del equipo de rayos X y los factores que afectan al resultado radiográfico.	Demuestra un conocimiento básico del funcionamiento del equipo de rayos X y los factores que afectan al resultado radiográfico.	Demuestra un buen conocimiento del funcionamiento del equipo de rayos X y los factores que afectan al resultado radiográfico.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar pruebas de rendimiento del equipo radiográfico general.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento del equipo radiográfico general. Requiere asistencia importante.	Requiere solo asistencia limitada para realizar adecuadamente pruebas del equipo radiográfico general.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento del equipo radiográfico general a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.4: Fluoroscopia convencional y digital

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la teoría de funcionamiento del equipo de fluoroscopia y angiografía.	Demuestra un conocimiento básico de la teoría de funcionamiento del equipo de fluoroscopia y angiografía.	Demuestra un buen conocimiento de la teoría de funcionamiento del equipo de fluoroscopia y angiografía.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
a) Capacidad para realizar pruebas de rendimiento del equipo fluoroscópico simple.	Capaz de realizar algunas pruebas de rendimiento del equipo fluoroscópico simple. Requiere asistencia.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de equipo fluoroscópico simple. Requiere asistencia en las pruebas más complejas.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento del equipo fluoroscópico simple a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
b) Capacidad para efectuar pruebas de rendimiento de equipo fluoroscópico complejo, incluido el equipo de angiografía.	Capaz de efectuar algunas pruebas de rendimiento de equipo fluoroscópico complejo. Requiere asistencia.	Capaz de efectuar pruebas de rendimiento de equipo fluoroscópico complejo. Requiere asistencia en las pruebas más complejas.	Capaz de efectuar de manera independiente pruebas de rendimiento de equipo fluoroscópico complejo a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.5: Radiografía computarizada y radiografía digital

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los principios de los sistemas de imagenología radiográfica de CR y DR.	Demuestra un conocimiento básico de los principios de los sistemas radiográficos de CR y DR.	Demuestra un buen conocimiento de los principios de los sistemas radiográficos de CR y DR.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para llevar a cabo pruebas de rendimiento de sistemas de imagenología radiográfica de CR y DR.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de sistemas de imagenología radiográfica de CR y DR. Requiere asistencia importante.	Requiere solo asistencia limitada para realizar adecuadamente pruebas de rendimiento de sistemas de imagenología radiográfica de CR y DR.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento de sistemas de imagenología radiográfica de CR y DR a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.6: Dispositivos de control automático de exposiciones

Competencia	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la teoría de funcionamiento de los dispositivos de control automático de exposiciones, y las diferencias entre los requisitos de prueba de los receptores de imágenes convencionales y digitales.	Demuestra un conocimiento básico de la teoría de funcionamiento de los dispositivos de control automático de exposiciones, y las diferencias entre los requisitos de prueba de los receptores de imágenes convencionales y digitales.	Demuestra un buen conocimiento de la teoría de funcionamiento de los dispositivos de control automático de exposiciones, y las diferencias entre los requisitos de prueba de los receptores de imágenes convencionales y digitales.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
a) Capacidad para realizar pruebas de rendimiento de dispositivos de AEC para la radiografía convencional.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de dispositivos de AEC para el equipo radiográfico convencional. Requiere asistencia en algunos aspectos.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento de dispositivos de AEC para el equipo radiográfico convencional bajo supervisión.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento de dispositivos de AEC para el equipo radiográfico convencional.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
b) Capacidad para realizar pruebas de rendimiento de dispositivos de AEC para la radiografía digital.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de AEC para el equipo radiográfico digital. Requiere asistencia en algunos aspectos.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento para el equipo radiográfico digital bajo supervisión.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento para el equipo radiográfico digital.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.7: Mamografía

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la teoría de formación de imágenes y de funcionamiento del equipo de mamografía con rayos X.	Demuestra un conocimiento básico de la teoría de formación de imágenes y de funcionamiento del equipo de mamografía con rayos X.	Demuestra un buen conocimiento de la teoría de formación de imágenes y de funcionamiento del equipo de mamografía con rayos X.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
a) Capacidad para efectuar pruebas de rendimiento de sistemas de mamografía pantalla-película.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de sistemas de mamografía pantalla-película. Requiere atenta supervisión.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de mamografía pantalla-película. Requiere solo supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento de sistemas de mamografía pantalla-película a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
b) Capacidad para llevar a cabo pruebas de rendimiento de sistemas de mamografía digital.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de sistemas de mamografía digital. Requiere atenta supervisión.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de sistemas de mamografía digital. Requiere solo supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento de sistemas de mamografía digital a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
c) Capacidad para llevar a cabo pruebas de rendimiento de sistemas de mamografía con biopsia.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de sistemas de mamografía con biopsia. Requiere atenta supervisión.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de sistemas de mamografía con biopsia. Requiere solo supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento de sistemas de mamografía con biopsia a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.8: Tomografía computarizada

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la teoría de funcionamiento del equipo de exploración de CT.	Demuestra un conocimiento básico de la teoría de funcionamiento del equipo de exploración de CT.	Demuestra un buen conocimiento de la teoría de funcionamiento del equipo de exploración de CT.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
a) Capacidad para llevar a cabo pruebas de rendimiento de sistemas axiales de CT.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de sistemas axiales de CT. Requiere atenta supervisión.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de sistemas axiales de CT. Requiere solo supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento de sistemas axiales de CT a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
b) Capacidad para llevar a cabo pruebas de rendimiento de sistemas helicoidales y de MDCT.	Capaz de efectuar pruebas de rendimiento de sistemas helicoidales y de MDCT. Requiere atenta supervisión.	Capaz de efectuar pruebas de rendimiento de sistemas helicoidales y de MDCT. Requiere solo supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento de sistemas helicoidales y de MDCT a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
c) Capacidad para llevar a cabo pruebas de rendimiento de sistemas de CT utilizados en radioterapia.	Capaz de efectuar pruebas de rendimiento de sistemas de CT utilizados en radioterapia. Requiere atenta supervisión.	Capaz de efectuar pruebas de rendimiento de sistemas de CT utilizados en radioterapia. Requiere solo supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento de sistemas de CT utilizados en radioterapia a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.9: Imagenología por resonancia magnética

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
a) Conocimiento del equipo de MRI.	Demuestra un conocimiento básico del equipo de MRI.	Demuestra un buen conocimiento del equipo de MRI.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		
b) Conocimiento de los principios de formación de imágenes.	Demuestra un conocimiento básico de los principios de formación de imágenes.	Demuestra un buen conocimiento de los principios de formación de imágenes.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar pruebas de rendimiento de sistemas clínicos de MRI.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de sistemas de MRI. Requiere atenta supervisión.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de sistemas de MRI. Requiere solo supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento de sistemas de MRI a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.10: Ultrasonido

Competencia	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
a) Conocimiento de la teoría de funcionamiento del equipo de ultrasonido y los diversos factores que afectan a la calidad de la imagen.	Demuestra un conocimiento básico de la teoría de funcionamiento del equipo de ultrasonido y los diversos factores que afectan a la calidad de la imagen.	Demuestra un buen conocimiento de la teoría de funcionamiento del equipo de ultrasonido y los diversos factores que afectan a la calidad de la imagen.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		
b) Conocimiento de los bioefectos y los aspectos de seguridad del ultrasonido.	Demuestra un conocimiento básico de los bioefectos y los aspectos de seguridad del ultrasonido.	Demuestra un buen conocimiento de los bioefectos y los aspectos de seguridad del ultrasonido.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
a) Capacidad para realizar pruebas sistemáticas de control de calidad del equipo de ultrasonido.	Capaz de realizar pruebas sistemáticas de control de calidad del equipo de ultrasonido. Requiere atenta supervisión.	Capaz de realizar pruebas sistemáticas de control de calidad del equipo de ultrasonido. Requiere solo supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas sistemáticas de control de calidad del equipo de ultrasonido a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
b) Capacidad para: determinar e investigar las causas de artefactos.	Capaz de definir artefactos corrientes en las imágenes de ultrasonido. Todavía no es capaz de determinar todas las posibles causas de artefactos.	Capaz de definir artefactos corrientes en imágenes de ultrasonido y determinar la mayoría de las causas de estos artefactos. Tiene dificultad para definir artefactos menos corrientes y sus causas.	Capaz de definir la mayoría de los artefactos en las imágenes de ultrasonido y sus causas.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.11: Dispositivos de visualización e impresión

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
a) Conocimiento de los principios de los dispositivos de visualización e impresión.	Demuestra un conocimiento de los principios de los dispositivos de visualización e impresión.	Demuestra un buen conocimiento de los principios de los dispositivos de visualización e impresión.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		
b) Conocimiento de las características de rendimiento de la imagen de los dispositivos de visualización e impresión.	Demuestra un conocimiento básico de las características de rendimiento de los dispositivos de visualización e impresión.	Demuestra un buen conocimiento de las características de rendimiento de la imagen de los dispositivos de visualización e impresión.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
a) Capacidad para llevar a cabo pruebas de rendimiento de los dispositivos de visualización e impresión.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de los dispositivos de visualización e impresión. Requiere atenta supervisión.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de los dispositivos de visualización e impresión. Requiere solo supervisión limitada.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento de los dispositivos de visualización e impresión a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.12: Radiografía odontológica

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la aplicación y supervisión clínicas de un programa de control de calidad en que un físico médico realice las pruebas sistemáticas y un técnico odontológico supervise las pruebas periódicas.	Demuestra un conocimiento básico de los elementos de un programa de CC del equipo de radiografía odontológica.	Demuestra un buen conocimiento de los elementos de un programa de CC del equipo de radiografía odontológica.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
a) Capacidad para examinar anualmente el programa de CC con el odontólogo responsable y el técnico odontológico.	Requiere una atenta supervisión en el examen del programa de CC.	Requiere solo supervisión limitada en el examen del programa de CC.	Capaz de examinar de manera independiente el programa de CC a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
b) Capacidad para utilizar un instrumento simple de pruebas de rayos X en odontología (dispositivo de control de la calidad radiográfica en la especialidad odontológica).	Posee una capacidad básica para utilizar instrumentos simples de pruebas de rayos X en odontología. Requiere asistencia considerable.	Posee una buena capacidad para utilizar instrumentos simples de pruebas de rayos X en odontología. Requiere solo asistencia limitada.	Capaz de utilizar de manera independiente instrumentos simples de pruebas de rayos X en odontología.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
c) Capacidad para llevar a cabo pruebas de rendimiento de radiografía computarizada y digital, radiografía panorámica, radiografía cefalométrica y CT cono-haz.	Capaz de realizar algunas pruebas de rendimiento de equipo odontológico complejo. Requiere asistencia.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de equipo odontológico complejo. Requiere asistencia en las pruebas más complejas.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento de equipo odontológico complejo a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 5.13: Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA)

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
a) Conocimiento de la teoría de la DXA y el funcionamiento del equipo de DXA.	Demuestra un conocimiento básico de la teoría de la DXA y el funcionamiento del equipo de DXA.	Demuestra un buen conocimiento de la teoría de la DXA y el funcionamiento del equipo de DXA.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		
b) Conocimiento de la importancia del CC y la calibración en el uso preciso de límites normales en la DXA.	Demuestra un conocimiento básico de la importancia del CC y la calibración en el uso preciso de límites normales en la DXA.	Demuestra un buen conocimiento de la importancia del CC y la calibración en el uso preciso de límites normales en la DXA.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para llevar a cabo pruebas sistemáticas de CC y para determinar e investigar las causas de errores.	Requiere atenta supervisión al realizar las pruebas sistemáticas de CC. Todavía no ha desarrollado la capacidad para determinar e investigar las causas de errores.	Capaz de realizar pruebas sistemáticas de CC bajo supervisión . Tiene una capacidad limitada para determinar e investigar las causas de errores.	Capaz de realizar pruebas sistemáticas de CC sin supervisión . Tiene una buena capacidad para determinar e investigar las causas de errores.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 6: GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA

- 6.1. Gestión de calidad de los sistemas de radiología
- 6.2. Ciclo de vida del equipo de imagenología
- 6.3. Aceptación y puesta en servicio del equipo de imagenología
- 6.4. Gestión de las pruebas sistemáticas de CC del equipo de imagenología
- 6.5. Informática imagenológica
- 6.6. Diseño del departamento

Submódulo 6.1: Gestión de calidad de los sistemas de radiología

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

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para diseñar la estructura de un sistema de gestión de calidad.	Capaz de diseñar la estructura básica de un manual de calidad. Requiere asistencia para asegurar que se incluyan todos los elementos necesarios.	Capaz de diseñar la estructura de un manual de calidad. Requiere solo asistencia mínima para asegurar que se incluyan todos los elementos necesarios.	Capaz de diseñar de manera independiente la estructura de un manual de calidad y asegurar que se incluyan todos los elementos necesarios.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 6.2: Ciclo de vida del equipo de imagenología

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento del ciclo de vida del equipo de imagenología, incluidos los elementos de planificación, compra, aceptación y puesta en servicio, mantenimiento, pruebas sistemáticas y disposición final.	Demuestra un conocimiento básico de los elementos genéricos del ciclo de vida del equipo de imagenología.	Demuestra un buen conocimiento de los elementos del ciclo de vida del equipo de imagenología.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para elaborar un plan comercial de equipos y redactar un documento de licitación.	Capaz de elaborar un plan comercial de equipos y redactar un documento de licitación. Requiere asistencia en relación con los conceptos del caso.	Capaz de elaborar un plan comercial de equipos y redactar un documento de licitación. Requiere solo asistencia mínima para asegurar que se incluyan todos los elementos necesarios. Las omisiones son insignificantes.	Capaz de elaborar independientemente un plan comercial de equipos y redactar un documento de licitación a un nivel clínico aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Capacidad para supervisar el mantenimiento del equipo, incluso la verificación de la calidad del equipo después de su mantenimiento y disposición final.	Capaz de supervisar el mantenimiento del equipo, incluso la verificación de la calidad del equipo después de su mantenimiento y disposición final. Requiere asistencia para asegurar que se incluyan todos los elementos necesarios.	Capaz de supervisar el mantenimiento del equipo, incluso la verificación de la calidad del equipo después de su mantenimiento y disposición final. Requiere solo asistencia mínima. Las omisiones son insignificantes.	Capaz de supervisar de manera independiente el mantenimiento del equipo, incluso la verificación de la calidad del equipo después de su mantenimiento y disposición final a un nivel clínico aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 6.3: Aceptación y puesta en servicio del equipo de imagenología

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento del concepto y los principios de la aceptación y puesta en servicio del equipo.	Demuestra un conocimiento limitado de los principios físicos de la modalidad de imagenología en cuestión y los conceptos de los programas de GC.	Demuestra un conocimiento a fondo de los principios físicos de la modalidad de imagenología en cuestión y los conceptos de los programas de GC.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para llevar a cabo la aceptación del nuevo equipo y su puesta en servicio y presentar un informe al respecto.	Capaz de realizar pruebas de aceptación y puesta en servicio de nuevo equipo simple (p.ej., odontológico). Requiere asistencia para asegurar que no haya errores en el proceso.	Capaz de realizar pruebas de aceptación y puesta en servicio y presentar informes en relación con la mayoría de los nuevos equipos (p.ej., de fluoroscopia). Requiere solo asistencia mínima . Comete errores insignificantes ocasionalmente .	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de aceptación y puesta en servicio y presentar informes en relación con todos los nuevos equipos (incluso de CT y de intervención) a un nivel clínico aceptable .
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 6.4: Gestión de las pruebas sistemáticas de CC del equipo de imagenología

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los métodos para la aplicación y supervisión clínicas 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 la instrumentación, la selección de las pruebas y la frecuencia de las pruebas.	Capaz de realizar un programa de CC, incluso la selección y el uso de equipo apropiado. Requiere asistencia para asegurar que no haya errores en el proceso.	Capaz de realizar un programa de CC. Requiere solo supervisión mínima. Comete errores insignificantes ocasionalmente.	Capaz de realizar de manera independiente el CC del equipo de imagenología a un nivel clínico aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 6.5: Informática imagenológica

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
a) Conocimiento de los principios básicos de la imagenología digital, incluso archivo de imágenes, almacenamiento por compresión, comunicación, normas y visualización.	Demuestra un conocimiento básico de los diversos aspectos de la imagenología digital.	Demuestra un buen conocimiento de los principios de imagenología digital.
b) Conocimiento de los sistemas de información médica y de la salud, incluso aplicaciones y aspectos éticos.	Demuestra un conocimiento básico de los sistemas de información médica y de la salud.	Demuestra un buen conocimiento de los sistemas de información médica y de la salud.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para llevar a cabo pruebas básicas de rendimiento en el entorno PACS, incluso la verificación de las declaraciones de conformidad con la DICOM y la utilización de la información de cabecera.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de la mayoría de los elementos de la informática imagenológica. Requiere asistencia para asegurar que no haya errores en el proceso.	Capaz de realizar pruebas de rendimiento de la mayoría de los elementos de la informática imagenológica. Requiere solo asistencia mínima. Comete errores insignificantes ocasionalmente.	Capaz de realizar de manera independiente pruebas de rendimiento de todos los elementos de la informática imagenológica a un nivel clínico aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 6.6: Diseño del departamento

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los factores importantes para el diseño de una instalación de radiodiagnóstico.	Demuestra un conocimiento limitado de los aspectos del diseño.	Demuestra un buen conocimiento de todos los aspectos del diseño de una instalación de radiodiagnóstico.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para diseñar y verificar salas efectivas y seguras para exámenes de radiodiagnóstico.	Capaz de diseñar salas seguras para exámenes de radiodiagnóstico. Requiere asistencia para asegurar que no haya errores en el diseño.	Capaz de diseñar salas seguras. Requiere solo asistencia mínima. Comete errores insignificantes ocasionalmente.	Capaz de diseñar de manera independiente salas seguras para exámenes de radiodiagnóstico a un nivel clínico aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 7: DOSIMETRÍA, INSTRUMENTACIÓN Y CALIBRACIÓN

- 7.1. Dosimetría de la radiación ionizante y principios de medición
- 7.2. Cantidades de radiación no ionizante y principios de medición
- 7.3. Equipo de pruebas radiológicas, medición y práctica
- 7.4. Calibración del sistema de dosimetría

Submódulo 7.1: Dosimetría de la radiación ionizante y principios de medición

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de cantidades y unidades de radiación, formalismo y estimación de incertidumbres, y tipos de dosímetros necesarios para la medición de radiación en el radiodiagnóstico.	Demuestra un conocimiento básico de los principios de la dosimetría de la radiación ionizante y los principios de medición.	Demuestra un buen conocimiento de los principios de la dosimetría de la radiación ionizante y los principios de medición.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
a) Capacidad para determinar cantidades dosimétricas e incertidumbres conexas para cada una de las cinco modalidades de diagnóstico (radiografía general, fluoroscopia, mamografía, CT y odontología).	Capaz de determinar cantidades dosimétricas para varias modalidades de diagnóstico en situaciones simples, incluso para exámenes convencionales y de fluoroscopia. Requiere asistencia.	Capaz de determinar cantidades dosimétricas para la mayoría de las modalidades de diagnóstico, incluso para mamografía. Requiere solo asistencia limitada.	Capaz de determinar de manera independiente las cantidades dosimétricas para todas las modalidades de diagnóstico, incluso CT.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

b) Capacidad para determinar las cantidades dosimétricas en situaciones no corrientes y complejas, incluidas aquellas en que existen grandes componentes de radiación dispersa.	Capaz de determinar las cantidades dosimétricas para varias situaciones no corrientes. Requiere supervisión y asistencia en situaciones más complejas.	Capaz de determinar las cantidades dosimétricas para muchas situaciones relacionadas con la dispersión de radiación.	Capaz de determinar de manera independiente las cantidades dosimétricas en situaciones complejas relacionadas con la dispersión de radiación.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 7.2: Cantidades de radiación no ionizante y principios de medición

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los principios básicos, la medición y las cuestiones de seguridad relacionadas con la luz visible, los láseres, el ultrasonido, la radiación de radiofrecuencia y los campos magnéticos estáticos.	Demuestra un conocimiento básico de los principios, la medición y las cuestiones de seguridad de la radiación no ionizante.	Demuestra un buen conocimiento de los principios, la medición y las cuestiones de seguridad de la radiación no ionizante.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para llevar a cabo mediciones básicas necesarias en relación con radiaciones no ionizantes.	Capaz de realizar mediciones dosimétricas básicas en relación con radiaciones no ionizantes. Requiere asistencia.	Capaz de realizar mediciones dosimétricas básicas en relación con radiaciones no ionizantes. Requiere solo asistencia limitada.	Capaz de realizar de manera independiente mediciones dosimétricas básicas en relación con radiaciones no ionizantes.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 7.3: Equipo de pruebas radiológicas, medición y práctica

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de las técnicas y los instrumentos necesarios para caracterizar un haz de rayos X, el punto focal y el procesador de película.	Demuestra un conocimiento básico de las técnicas y los instrumentos necesarios para caracterizar un haz de rayos X, el punto focal y el procesador de película.	Demuestra un buen conocimiento de las técnicas y los instrumentos necesarios para caracterizar un haz de rayos X, el punto focal y el procesador de película.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para utilizar el equipo de pruebas radiológicas.	Capaz de utilizar el equipo de pruebas radiológicas. Requiere atenta supervisión.	Capaz de utilizar el equipo de pruebas radiológicas. Requiere solo supervisión limitada.	Capaz de utilizar de manera independiente el equipo de pruebas radiológicas.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 7.4: Calibración del sistema de dosimetría

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
a) Conocimiento de normas de calibración, trazabilidad y condiciones del haz de calibración.	Demuestra un conocimiento básico de las normas de calibración, las condiciones del haz de calibración y la necesidad de trazabilidad de las normas.	Demuestra un buen conocimiento de las normas de calibración, las condiciones del haz de calibración y la necesidad de trazabilidad de las normas.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
b) Capacidad para mantener registros de calibración de instrumentos, incluida la documentación de verificaciones cruzadas y calibraciones de campo.	Capaz de mantener registros de calibración de instrumentos. Requiere asistencia para asegurar que los registros tengan una calidad aceptable.	Capaz de mantener registros de calibración de instrumentos. Requiere solo asistencia limitada.	Capaz de mantener de manera independiente registros de calibración de instrumentos.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			
Realizar calibraciones de campo para diversos dosímetros, incluso TLD y OSL, y medidores de KAP.	Capaz de calibrar los diversos dosímetros. Requiere asistencia considerable para asegurar la exactitud de la calibración.	Requiere solo asistencia limitada para calibrar los diversos dosímetros.	Capaz de calibrar de manera independiente los diversos dosímetros.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 8: VERIFICACIÓN DE DOSIS DE LOS PACIENTES

8.1. Verificación de dosis

8.2. Dosimetría pediátrica

8.3. Estimación de la dosis fetal

Submódulo 8.1: Verificación de dosis

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los conceptos en que se basa la verificación de dosis, incluso los principios dosimétricos pertinentes, la selección apropiada de la muestra de pacientes o el maniquí, y el concepto de los niveles de referencia de diagnóstico.	Demuestra un conocimiento básico de los conceptos en que se basa la verificación de dosis.	Demuestra un buen conocimiento de los conceptos en que se basa la verificación de dosis.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para llevar a cabo exploraciones de dosis de pacientes, comparar los resultados con los niveles de referencia de diagnóstico, sacar conclusiones significativas y adoptar medidas apropiadas.	Capaz de realizar exploraciones de dosis de pacientes y comparar los resultados con niveles de referencia de diagnóstico bajo supervisión. Requiere asistencia para sacar conclusiones significativas y recomendar medidas apropiadas.	Capaz de realizar exploraciones de dosis de pacientes y comparar los resultados con niveles de referencia de diagnóstico a un nivel aceptable. Requiere solo asistencia limitada para sacar conclusiones significativas y recomendar medidas apropiadas.	Capaz de realizar de manera independiente exploraciones de dosis de pacientes y comparar los resultados con niveles de referencia de diagnóstico. Capaz de sacar conclusiones significativas y recomendar medidas apropiadas.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 8.2: Dosimetría pediátrica

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de las diferencias entre la dosimetría de pacientes adultos y de pacientes pediátricos, incluido el efecto de la variación de la talla de los pacientes en la dosimetría.	Demuestra un conocimiento básico de las diferencias entre la dosimetría de pacientes adultos y de pacientes pediátricos.	Demuestra un buen conocimiento de las diferencias entre la dosimetría de pacientes adultos y de pacientes pediátricos.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para realizar y analizar verificaciones de dosis de una población pediátrica.	Requiere una atenta supervisión al realizar las verificaciones de dosis de una población pediátrica.	Requiere solo una supervisión limitada al realizar las verificaciones de dosis de una población pediátrica.	Capaz de actuar de manera independiente al realizar las verificaciones de dosis de una población pediátrica a un nivel aceptable.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 8.3: Estimación de la dosis fetal

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de la radiosensibilidad del embrión/feto y posibles efectos en función del tiempo de gestación.	Demuestra un conocimiento básico de la radiosensibilidad del embrión/feto.	Demuestra un buen conocimiento de la radiosensibilidad del embrión/feto.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para estimar la dosis aproximada del embrión/feto a partir de la información notificada del procedimiento de examen radiológico y la evaluación del maniquí.	Requiere asistencia considerable para estimar la dosis aproximada del embrión/feto.	Requiere solo asistencia limitada para estimar la dosis aproximada del embrión/feto.	Capaz de estimar la dosis aproximada del embrión/feto sin asistencia.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 9: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA IMAGEN

- 9.1. Evaluación de la calidad de la imagen mediante pruebas objetivas
- 9.2. Evaluación de la calidad de la imagen con maniqués
- 9.3. Evaluación de la calidad de la imagen a partir de imágenes clínicas de pacientes

Submódulo 9.1: Evaluación de la calidad de la imagen mediante pruebas objetivas

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de las técnicas físicas y matemáticas para cuantificar y evaluar la calidad de la imagen.	Demuestra un conocimiento básico de las técnicas físicas y matemáticas para cuantificar y evaluar la calidad de la imagen.	Demuestra un buen conocimiento de las técnicas físicas y matemáticas para cuantificar y evaluar la calidad de la imagen
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para evaluar la calidad de la imagen mediante pruebas físicas con respecto a una diversidad de características de la imagen y modalidades de imagenología.	Capaz de evaluar la calidad de la imagen con respecto a varias modalidades de imagenología. Requiere asistencia en algunos aspectos.	Capaz de evaluar la calidad de la imagen con respecto a todas las modalidades de imagenología. Requiere asistencia en algunos aspectos.	Capaz de evaluar de manera independiente la calidad de la imagen con respecto a todas las modalidades de imagenología.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 9.2: Evaluación de la calidad de la imagen con maniqués

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de maniqués y metodologías útiles para evaluar la calidad de la imagen en varias modalidades de radiodiagnóstico.	Demuestra un conocimiento básico de maniqués y metodologías útiles para evaluar la calidad de la imagen en la mayoría de las modalidades de radiodiagnóstico.	Demuestra un buen conocimiento de los maniqués y metodologías útiles para evaluar la calidad de la imagen en todas las modalidades de radiodiagnóstico.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para utilizar maniqués a fin de evaluar la calidad de la imagen con respecto a varias modalidades conjuntamente con medidas objetivas y métodos psicofísicos, según proceda.	Capaz de utilizar maniqués para evaluar la calidad de la imagen con respecto a la mayoría de las modalidades. Requiere asistencia para relacionar los resultados con medidas objetivas y métodos psicofísicos.	Capaz de utilizar maniqués para evaluar la calidad de la imagen con respecto a todas las modalidades. Requiere solo asistencia limitada para relacionar los resultados con medidas objetivas y métodos psicofísicos.	Capaz de utilizar de manera independiente maniqués para evaluar la calidad de la imagen con respecto a todas las modalidades y para relacionar los resultados con medidas objetivas y métodos psicofísicos.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 9.3: Evaluación de la calidad de la imagen a partir de imágenes clínicas de pacientes

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de las metodologías estadísticas que pueden utilizarse para determinar la calidad de la imagen a partir de imágenes clínicas.	Demuestra un conocimiento básico de las metodologías estadísticas que pueden utilizarse para determinar la calidad de la imagen a partir de imágenes clínicas.	Demuestra un buen conocimiento de las metodologías estadísticas que pueden utilizarse para determinar la calidad de la imagen a partir de imágenes clínicas.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para llevar a cabo una evaluación de la calidad de la imagen en relación con un procedimiento basado en imágenes clínicas y un diseño experimental especificado.	Requiere asistencia para realizar una evaluación de la imagen en relación con un procedimiento basado en imágenes clínicas y un diseño experimental.	Capaz de realizar, solo con supervisión limitada , una evaluación de la calidad de la imagen en relación con un procedimiento basado en imágenes clínicas y un diseño experimental.	Capaz de realizar de manera independiente una evaluación de la calidad de la imagen en relación con un procedimiento basado en imágenes clínicas y un diseño experimental.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

MÓDULO 10: OPTIMIZACIÓN

10.1. Riesgo de radiación para el paciente en el radiodiagnóstico.

10.2. Proceso de optimización

Submódulo 10.1: Riesgo de radiación para el paciente en el radiodiagnóstico

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento del riesgo de radiación y los beneficios de los procedimientos de radiodiagnóstico.	Demuestra un conocimiento básico del riesgo de radiación y los beneficios de los procedimientos de radiodiagnóstico.	Demuestra un buen conocimiento del riesgo de radiación y los beneficios de los procedimientos de radiodiagnóstico.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para prestar asesoramiento sobre el riesgo para el personal y los pacientes y sobre las estrategias para reducir el riesgo de radiación.	Capaz de prestar asesoramiento básico sobre el riesgo para el personal y los pacientes y sobre las estrategias para reducir el riesgo de radiación. Necesita asistencia para asegurar la exactitud del asesoramiento.	Capaz de prestar asesoramiento correcto sobre el riesgo para el personal y los pacientes y sobre las estrategias para reducir el riesgo de radiación. Requiere solo asistencia limitada.	Capaz de prestar asesoramiento correcto sobre el riesgo para el personal y los pacientes y sobre las estrategias para reducir el riesgo de radiación.
Fecha de consecución			
Iniciales del supervisor			

Fecha	Observaciones del supervisor

Submódulo 10.2: Proceso de optimización

Base de conocimientos	Nivel de competencia alcanzado	
	2	1
Conocimiento de los factores que afectan tanto a la calidad de la imagen como a la dosis de radiación del paciente.	Demuestra un conocimiento básico de los factores que afectan tanto a la calidad de la imagen como a la dosis de radiación del paciente.	Demuestra un buen conocimiento de los factores que afectan tanto a la calidad de la imagen como a la dosis de radiación del paciente.
Fecha de consecución		
Iniciales del supervisor		

Aptitudes prácticas	Nivel de competencia alcanzado		
	3	2	1
Capacidad para asumir el liderazgo entre los colegas de radiología en la optimización del proceso de exámenes radiológicos, incluso en la prestación de asesoramiento sobre las estrategias prácticas para mejorar la calidad de la imagen y reducir la dosis.	Capaz de participar en el proceso de optimización de los exámenes radiológicos.	Capaz de asumir una función principal en el proceso de optimización de los exámenes radiológicos. Necesita asistencia limitada .	Capaz de asumir una función de liderazgo en el proceso de optimización de los exámenes radiológicos.
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 RADIODIAGNÓSTICO	213
LISTA DE VERIFICACIÓN PARA NUEVOS RESIDENTES (0-3 MESES EN EL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN).....	218
ACUERDO DE PLAN DE APRENDIZAJE.....	219
RESUMEN DE LOS PLAZOS PARA LA FINALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CLÍNICA PARA FÍSICOS MÉDICOS ESPECIALISTAS EN RADIODIAGNÓSTICO	222
PROGRAMACIÓN DE TRABAJOS.....	225
PLAZOS PARA LA PREPARACIÓN DEL PORTAFOLIO	226
FORMULARIO PARA EL INFORME SEMESTRAL SOBRE LOS PROGRESOS REALIZADOS POR EL RESIDENTE/SUPERVISOR.....	227
LISTA DE VERIFICACIÓN ANUAL PARA RESIDENTES	230
LISTA DE VERIFICACIÓN FINAL PARA RESIDENTES.....	231

SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN
COMO RESIDENTE DEL PROGRAMA DE
CAPACITACIÓN CLÍNICA DE FÍSICOS MÉDICOS
ESPECIALISTAS EN RADIODIAGNÓSTICO

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 radiodiagnóstico 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: ¹¹

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 empleador¹:

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)

Nombre en MAYÚSCULAS

Cargo (por ejemplo, Jefe de Departamento)

¹¹ Es la persona que asume la responsabilidad general del servicio de física médica en el que el residente recibe la capacitación.

Declaración del solicitante

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

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

PARA _____ (nombre del residente)

PARA EL PERÍODO DE SEIS MESES desde ____ / ____ / ____ hasta ____ / ____ / ____

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)
1.				
2.				
3.				

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.				

ACUERDO DE PLAN DE APRENDIZAJE (continuación)

RECURSOS Y ESTRATEGIAS

Notas: _____

FIRMADO:
_____ (Residente)
_____ (Supervisor clínico)

**RESUMEN DE LOS PLAZOS PARA LA FINALIZACIÓN DEL PROGRAMA
DE CAPACITACIÓN CLÍNICA PARA FÍSICOS MÉDICOS
ESPECIALISTAS EN RADIODIAGNÓSTICO**

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

SUBMÓDULO/ COMPETENCIA	Año del programa de capacitación, por ejemplo, <u>2010</u>						
	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							
2.1							
2.2							
2.3							
2.4							
2.5							
2.6							
2.7							
3.1							
3.2							
4.1							
4.2							
4.3							
4.4							

**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, <u>2010</u>						
	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
5.1							
5.2							
5.3							
5.4							
5.5							
5.6							
5.7							
5.8							
5.9							
5.10							
5.11							
5.12							
5.13							
6.1							
6.2							
6.3							
6.4							
6.5							
6.6							
7.1							
7.2							
7.3							
7.4							

**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								
	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	
8.1								
8.2								
8.3								
9.1								
9.2								
9.3								
10.1								
10.2								

PROGRAMACIÓN DE TRABAJOS

	Año del programa de capacitación, por ejemplo <u>2010</u>					
	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, <u>2010</u>					
	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 SOBRE LOS PROGRESOS REALIZADOS POR EL RESIDENTE/SUPERVISOR

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

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, Colección 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, KH., y otros, The role, responsibilities and status of the clinical medical physicist in AFOMP, Australas Phys Eng Sci Med 32 4 (2009) 175 a 179.
- [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, Clinical training of medical physicists specializing in radiation oncology, Colección Cursos de Capacitación, N° 37, OIEA, Viena (2009). http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/tcs37s_web.pdf

COLABORADORES EN LA PREPARACIÓN Y REVISIÓN

Collins, L. T.	Westmead Hospital	Australia
Dias, M. P.	Organismo Internacional de Energía Atómica	
Drew, J.	Universidad de Sidney	Australia
Duggan, L.	New South Wales Health	Australia
Gray, J. E.	Chicago	Estados Unidos
Kim, H.-J.	Universidad de Yonsei	Corea
Kodera, Y.	Universidad de Nagoya	Japón
Le Heron, J. C.	Organismo Internacional de Energía Atómica	
Lunt, B.	Auckland City Hospital	Nueva Zelandia
McLean, I. D.	Organismo Internacional de Energía Atómica	
Ng, K.-H.	Universidad de Malaya	Malasia
Peralta, A.	Ministerio de Salud	Filipinas
Sutton, D.	Ninewells Hospital	Reino Unido
Thiele, D.	Queensland Health	Australia
Thomas, B.	Universidad de Tecnología de Queensland	Australia

Reunión de consultores

Bahía de Súbic, Filipinas: 29 de octubre a 2 de noviembre de 2007,

Wonju (República de Corea): 7 a 11 de julio de 2008



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

Nº 22

Lugares donde se pueden encargar publicaciones del OIEA

En los siguientes países se pueden adquirir publicaciones del OIEA de los proveedores que figuran a continuación, o en las principales librerías locales. El pago se puede efectuar en moneda local o con bonos de la UNESCO.

ALEMANIA

UNO-Verlag, Vertriebs- und Verlags GmbH, Am Hofgarten 10, D-53113 Bonn
Teléfono: + 49 228 94 90 20 • Fax: +49 228 94 90 20 ó +49 228 94 90 222
Correo-e: bestellung@uno-verlag.de • Sitio web: <http://www.uno-verlag.de>

AUSTRALIA

DA Information Services, 648 Whitehorse Road, MITCHAM 3132
Teléfono: +61 3 9210 7777 • Fax: +61 3 9210 7788
Correo-e: service@dadirect.com.au • Sitio web: <http://www.dadirect.com.au>

BÉLGICA

Jean de Lannoy, avenue du Roi 202, B-1190 Bruselas
Teléfono: +32 2 538 43 08 • Fax: +32 2 538 08 41
Correo-e: jean.de.lannoy@infoboard.be • Sitio web: <http://www.jean-de-lannoy.be>

CANADÁ

Bernan Associates, 4501 Forbes Blvd, Suite 200, Lanham, MD 20706-4346, EE.UU.
Teléfono: 1-800-865-3457 • Fax: 1-800-865-3450
Correo-e: customer-care@bernan.com • Sitio web: <http://www.bernan.com>

Renouf Publishing Company Ltd., 1-5369 Canotek Rd., Ottawa, Ontario, K1J 9J3
Teléfono: +613 745 2665 • Fax: +613 745 7660
Correo-e: order.dept@renoufbooks.com • Sitio web: <http://www.renoufbooks.com>

CHINA

Publicaciones del OIEA en chino: China Nuclear Energy Industry Corporation, Sección de Traducción
P.O. Box 2103, Beijing

ESLOVENIA

Cankarjeva Založba d.d., Kopitarjeva 2, SI-1512 Ljubljana
Teléfono: +386 1 432 31 44 • Fax: +386 1 230 14 35
Correo-e: import.books@cankarjeva-z.si • Sitio web: <http://www.cankarjeva-z.si/uvoz>

ESPAÑA

Díaz de Santos, S.A., c/ Juan Bravo, 3A, E-28006 Madrid
Teléfono: +34 91 781 94 80 • Fax: +34 91 575 55 63
Correo-e: compras@diazdesantos.es, carmela@diazdesantos.es, barcelona@diazdesantos.es, julio@diazdesantos.es
Sitio web: <http://www.diazdesantos.es>

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Bernan Associates, 4501 Forbes Blvd., Suite 200, Lanham, MD 20706-4346, EE.UU.
Teléfono: 1-800-865-3457 • Fax: 1-800-865-3450
Correo-e: customer-care@bernan.com • Sitio web: <http://www.bernan.com>

Renouf Publishing Company Ltd., 812 Proctor Ave., Ogdensburg, NY, 13669, EE.UU.
Teléfono: +888 551 7470 (gratuito) • Fax: +888 568 8546 (gratuito)
Correo-e: order.dept@renoufbooks.com • Sitio web: <http://www.renoufbooks.com>

FINLANDIA

Akateeminen Kirjakauppa, P.O. BOX 128 (Keskuskatu 1), FIN-00101 Helsinki
Teléfono: +358 9 121 41 • Fax: +358 9 121 4450
Correo-e: akatilauks@akateeminen.com • Sitio web: <http://www.akateeminen.com>

FRANCIA

Form-Edit, 5, rue Janssen, P.O. Box 25, F-75921 Paris Cedex 19
Teléfono: +33 1 42 01 49 49 • Fax: +33 1 42 01 90 90
Correo-e: formedit@formedit.fr • Sitio web: <http://www.formedit.fr>

Lavoisier SAS, 145 rue de Provigny, 94236 Cachan Cedex
Teléfono: + 33 1 47 40 67 02 • Fax +33 1 47 40 67 02
Correo-e: romuald.verrier@lavoisier.fr • Sitio web: <http://www.lavoisier.fr>

HUNGRÍA

Librotrade Ltd., Book Import, P.O. Box 126, H-1656 Budapest
Teléfono: +36 1 257 7777 • Fax: +36 1 257 7472 • Correo-e: books@librotrade.hu

INDIA

Allied Publishers Group, 1st Floor, Dubash House, 15, J. N. Heredia Marg, Ballard Estate, Mumbai 400 001
Teléfono: +91 22 22617926/27 • Fax: +91 22 22617928
Correo-e: alliedpl@vsnl.com • Sitio web: <http://www.alliedpublishers.com>

Bookwell, 2/72, Nirankari Colony, Delhi 110009
Teléfono: +91 11 23268786, +91 11 23257264 • Fax: +91 11 23281315
Correo-e: bookwell@vsnl.net

ITALIA

Libreria Scientifica Dott. Lucio di Biasio "AEIOU", Via Coronelli 6, I-20146 Milán
Teléfono: +39 02 48 95 45 52 ó 48 95 45 62 • Fax: +39 02 48 95 45 48
Correo-e: info@libreriaaeiou.eu • Sitio web: www.libreriaaeiou.eu

JAPÓN

Maruzen Company Ltd, 1-9-18, Kaigan, Minato-ku, Tokyo, 105-0022
Teléfono: +81 3 6367 6079 • Fax: +81 3 6367 6207
Correo-e: journal@maruzen.co.jp • Sitio web: <http://www.maruzen.co.jp>

NACIONES UNIDAS

Dept. I004, Room DC2-0853, First Avenue at 46th Street, Nueva York, N.Y. 10017, EE.UU.
Teléfono (Naciones Unidas): +800 253-9646 ó +212 963-8302 • Fax: +212 963 -3489
Correo-e: publications@un.org • Sitio web: <http://www.un.org>

NUEVA ZELANDIA

DA Information Services, 648 Whitehorse Road, MITCHAM 3132, Australia
Teléfono: +61 3 9210 7777 • Fax: +61 3 9210 7788
Correo-e: service@dadirect.com.au • Sitio web: <http://www.dadirect.com.au>

PAÍSES BAJOS

De Lindeboom Internationale Publicaties B.V., M.A. de Ruyterstraat 20A, NL-7482 BZ Haaksbergen
Teléfono: +31 (0) 53 5740004 • Fax: +31 (0) 53 5729296
Correo-e: books@delindeboom.com • Sitio web: <http://www.delindeboom.com>

Martinus Nijhoff International, Koraalrood 50, P.O. Box 1853, 2700 CZ Zoetermeer
Teléfono: +31 793 684 400 • Fax: +31 793 615 698
Correo-e: info@nijhoff.nl • Sitio web: <http://www.nijhoff.nl>

Swets and Zeitlinger b.v., P.O. Box 830, 2160 SZ Lisse
Teléfono: +31 252 435 111 • Fax: +31 252 415 888
Correo-e: info@swets.nl • Sitio web: <http://www.swets.nl>

REINO UNIDO

The Stationery Office Ltd, International Sales Agency, P.O. Box 29, Norwich, NR3 1 GN
Teléfono (pedidos) +44 870 600 5552 • (información): +44 207 873 8372 • Fax: +44 207 873 8203
Correo-e (pedidos): book.orders@tso.co.uk • (información): book.enquiries@tso.co.uk • Sitio web: <http://www.tso.co.uk>

Pedidos en línea

DELTA Int. Book Wholesalers Ltd., 39 Alexandra Road, Addlestone, Surrey, KT15 2PQ
Correo-e: info@profbooks.com • Sitio web: <http://www.profbooks.com>

Libros relacionados con el medio ambiente

Earthprint Ltd., P.O. Box 119, Stevenage SG1 4TP
Teléfono: +44 1438748111 • Fax: +44 1438748844
Correo-e: orders@earthprint.com • Sitio web: <http://www.earthprint.com>

REPÚBLICA CHECA

Suweco CZ, S.R.O., Klecakova 347, 180 21 Praga 9
Teléfono: +420 26603 5364 • Fax: +420 28482 1646
Correo-e: nakup@suweco.cz • Sitio web: <http://www.suweco.cz>

REPÚBLICA DE COREA

KINS Inc., Information Business Dept. Samho Bldg. 2nd Floor, 275-1 Yang Jae-dong SeoCho-G, Seúl 137-130
Teléfono: +02 589 1740 • Fax: +02 589 1746 • Sitio web: <http://www.kins.re.kr>

Los pedidos y las solicitudes de información también se pueden dirigir directamente a:

Dependencia de Mercadotecnia y Venta, Organismo Internacional de Energía Atómica

Centro Internacional de Viena, P.O. Box 100, 1400 Viena, Austria
Teléfono: +43 1 2600 22529 (ó 22530) • Fax: +43 1 2600 29302
Correo-e: sales.publications@iaea.org • Sitio web: <http://www.iaea.org/books>

