

APÉNDICE III

Currículos españoles de especialistas médicos y técnicos

Apéndice III-A

Guía española de formación de médicos especialistas

Radiodiagnóstico*

* Tomado de: España, Ministerio de Sanidad y Consumo, Consejo Nacional de Especialidades Médicas y Consejo Nacional de Especialidades Farmacéuticas. *Guía de formación de especialistas*. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 1986. (En 1996 se publicó una versión actualizada de esta Guía.)

Radiodiagnóstico

A) Definición de la especialidad

La especialidad de Radiodiagnóstico es la rama de la Medicina que se ocupa de la morfología diagnóstica, es decir, del estudio de las imágenes obtenidas por medio de *radiaciones ionizantes* y otras fuentes de energía, así como de determinados procesos diagnósticos y terapéuticos para cuya ejecución y control son necesarias dichas fuentes de energía.

B) Campo de acción, contenido de la especialidad y posibles áreas de capacitación específica

Por tanto, el actual especialista en Radiodiagnóstico, por medio del programa que presenta esta Comisión, estará capacitado para la realización, interpretación y explicación de todas las técnicas del diagnóstico radiológico, así como de las Técnicas Diagnósticas y Terapéuticas habitualmente realizadas mediante el auxilio de imágenes radiológicas.

Se consideran áreas de capacitación específica la Neurorradiología y la Radiología Pediátrica.

C) Contenido y desarrollo del programa de formación

La duración del Programa de Formación de Residentes de Radiodiagnóstico será de cuatro años naturales.

El programa teórico se extenderá a lo largo de los cuatro años, desarrollando contenidos sobre Ciencias básicas relacionadas con el Radiodiagnóstico y temas específicos de la Especialidad.

La Radiofísica, Radiobiología y la Radioprotección deben formar parte de la formación del Residente, a poder ser durante el primer año. El Centro hospitalario se hará responsable de que sus Residentes obtengan el Diploma de Supervisor en Instalaciones Radiactivas.

Durante el cuarto año se debe adquirir formación en Organización de Departamentos de Radiodiagnóstico.

El Servicio de Radiodiagnóstico realizará un número mínimo de Sesiones Radiológicas y Clínico-Radiológicas, que se indicarán en los criterios de acreditación. El Residente asistirá a todas las sesiones mencionadas y colaborará activamente en la preparación y desarrollo de las mismas.

Se facilitará la asistencia de los Residentes a Congresos, Reuniones Científicas, Cursos y Conferencias de la Especialidad, etc.

El Residente se iniciará en la investigación desde el inicio de su formación. El Servicio de Radiodiagnóstico estimulará y facilitará la incorporación del Residente a la investigación y posibilitará la realización de su Tesis Doctoral durante la Residencia.

El Programa de la Especialidad se desarrollará en rotaciones por las diferentes Secciones del Servicio, según consta en el cuadro adjunto.

Seis meses rotarán por Medicina Interna y Cirugía (cinco meses) y Técnica Radiológica (un mes). Este último se considera absolutamente obligatorio. La

rotación por Medicina Interna y Cirugía se considera, asimismo obligatoria, salvo que se acredite ante la Comisión Local de Docencia que durante su formación el Residente ha adquirido una mínima preparación clínica.

Los siguientes dieciocho meses, el Residente rotará por lo que se considera Radiología básica: Tórax, Huesos, Urología, Digestivo, Ultrasonografía y Tomografía Computada. Lo hará en períodos de tres meses.

El tercer año rotará por aquellas Secciones que requieran una mayor sofisticación técnica: Neurorradiología, Radiología Vascular, Mamografía con Radiología Ginecológica y Ultrasonografía Ginecológica y Ultrasonografía Ginecológica y Obstétrica y Radiología Pediátrica. Asimismo, serán períodos de tres meses.

Durante el cuarto año volverá a rotar durante los ocho primeros meses por Ultrasonografía, Tórax, Hueso y Digestivo. Los cuatro últimos meses se podrán dedicar a rotación por Anatomía Patológica, Medicina Nuclear o una rotación electiva.

	3 Meses	3 Meses	3 Meses	3 Meses
1 ^{er} año	Medicina Interna Cirugía Técnica Radiológica		Tórax	Hueso
2 ^o año	Urología	Digestivo	Ultra-Sonografía	T.C.
3 ^{er} año	Neuro- Radiología	Radiología Vascular	Mamografía R. Ginecológica Eco Ginecológico y Obstétrico	Radiología Pediátrica
4 ^o año	Ultrasonografía Tórax Hueso Digestivo		Electivo Anatomía Patológica Medicina Nuclear	
	8 Meses		4 Meses	

Todas las técnicas de Radiología Intervencionista, tanto diagnósticas como terapéuticas, van incluidas en las correspondientes rotaciones por las diversas secciones.

El Residente quedará integrado en el programa de guardias del Servicio de Radiodiagnóstico, siendo criterio de esta Comisión recomendar que el Residente de cuarto año, tanto en su trabajo diario como en las guardias, tenga responsabilidad plena.

D) Programa cuantificado de la especialidad

La cuantificación detallada en Radiodiagnóstico nos parece difícil y va íntimamente ligada a los Criterios de Acreditación de Centros Docentes en Radiodiagnóstico, aprobando en este sentido lo siguiente:

1. Los Hospitales docentes deberán contar con todas las técnicas que hay en uso en nuestro país. Excepcionalmente se acreditará un Hospital en el que faltarán dos Secciones de la Especialidad de las cuatro que a continuación se nombran: Radiología Pediátrica, Neurorradiología, Radiología Ginecológico-Obstétrica y Radiología Intervencionista Terapéutica. Se excluyen de la acreditación los Hospitales Monográficos.
2. En la memoria para la acreditación deberán constar con toda claridad los fines y objetivos de la unidad; su organización y administración; dirección y personal de que consta; espacio físico, instalaciones y equipamientos; programas, planificación y actividad del personal; programa detallado de formación y *control de calidad*.
3. No deberá haber menos de dos Residentes por año, ni más de cuatro.
4. El servicio realizará un mínimo de 10.000 exploraciones radiológicas por Residente y año. Es decir, que con dos Residentes por año resultaría:

$$10.000 \text{ exploraciones} \times 2 \text{ Residentes} \times 4 \text{ años} = 80.000 \text{ exploraciones/año}$$

Con cuatro:

$$10.000 \text{ exploraciones} \times 4 \text{ Residentes} \times 4 \text{ años} = 160.000 \text{ exploraciones/año}$$

Y con tres:

$$10.000 \text{ exploraciones} \times 3 \text{ Residentes} \times 4 \text{ años} = 120.000 \text{ exploraciones/año}$$
5. Dichas exploraciones tendrán un reparto aproximado de:

	<u>%</u>
Tórax	40
Huesos	30
Digestivo	8
Urografía	5
T.C.	6
Ultrasonografía	9
Vascular	1
Otros	1

Se insiste en que cada Sección tendrá en funcionamiento las distintas técnicas de Radiología Intervencionista Diagnóstica y Terapéutica.

6. Respecto al Programa Docente se considera que es una guía adecuada la adoptada por la anterior Comisión, y que consta en la Guía de Formación para Médicos Especialistas: Apartado 36, Servicio de Radiodiagnóstico.

Apéndice III-B

Guía española de formación de médicos especialistas

*Oncología radioterápica**

* Tomado de: España, Ministerio de Sanidad y Consumo, Consejo Nacional de Especialidades Médicas y Consejo Nacional de Especialidades Farmacéuticas. *Guía de formación de especialistas*. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 1986. (En 1996 se publicó una versión actualizada de esta Guía.)

Oncología radioterápica

1. Definición de la especialidad

La Oncología Radioterápica es una especialidad médica dedicada a los aspectos diagnósticos, cuidados clínicos y terapéuticos del enfermo oncológico, primordialmente orientada al empleo de los tratamientos con radiaciones, así como al uso y valoración relativa de los tratamientos alternativos o asociados e Investigación y Docencia.

2. Campo de acción, contenido de la especialidad y posibles áreas de capacitación específicas

El contenido de la Oncología Radioterápica como especialidad médica es el siguiente:

- 2.1 El estudio de los aspectos epidemiológicos naturales, diagnóstico, tratamiento y seguimiento de todos aquellos enfermos, oncológicos o no, en los cuales pueda estar indicado un tratamiento con radiaciones.
- 2.2 El estudio y aplicación de los conocimientos radiofísicos a la investigación, radiometría, dosimetría clínica y a la protección del personal expuesto a las radiaciones.
- 2.3 El estudio y aplicación de los conocimientos radiobiológicos, tanto en el campo experimental como en el clínico.
- 2.4 El estudio y aplicación de agentes físicos empleados en las técnicas de diagnóstico específico para la Oncología Radioterápica (localización, centraje y simulación).
- 2.5 El planteamiento, realización y control de los tratamientos con radiaciones.
- 2.6 El conocimiento y aplicación de las terapéuticas de radioterapia intersticial, cuya *práctica* requiere un entrenamiento adecuado.
- 2.7 La determinación de las simulaciones, la utilización de evaluación de los tratamientos alternativos y asociados, al objeto de armonizar una estrategia integrada.
- 2.8 La actuación en el campo de las complicaciones relacionadas con la enfermedad o con iatrogenia que requieran de su pronta detección y oportuno tratamiento.
- 2.9 La utilización de todos los recursos biológicos, físicos y técnicos en programas de investigación y docencia dentro del campo de la especialidad antes definida.

Contenidos y desarrollo del programa de formación

Primer año

Corresponde a la formación clínica general, que realizarán durante todo el año, siguiendo el sistema de guardias en el hospital en las mismas condiciones que los residentes de Medicina Interna.

Durante este año, opcionalmente y siguiendo las directrices de la Comisión de Docencia de cada centro, podrá rotar por servicios relacionados indirectamente con la Oncología Radioterápica.

En todo caso, el paso por Medicina Interna no deberá ser inferior a 6 meses.

Segundo año

Deberá realizar una rotación de cuatro meses por la sección de Física y Dosimetría, y el resto, hasta completar el año, por la sección de Radioterapia Externa.

Se faculta a la Comisión de Docencia de los centros para la distribución de este tiempo entre dichas secciones y otras básicas, si las hubiere (Radiobiología, Radioprotección, etc.), de la cronología más adecuada a cada centro.

Durante este período, el Residente deberá alcanzar los objetivos cognoscitivos de las Ciencias Básicas y Radioterapia.

El Residente tendrá la obligación de asistir a las sesiones clínicas del Servicio con periodicidad de, al menos, una semana; Sesiones anatomoclínicas, con igual periodicidad; Sesiones bibliográficas, al menos quincenalmente; Seminarios monográficos, también quincenales, y al menos cuatro conferencias magistrales al año sobre temas de la Especialidad.

Tercer año

Durante este período deberá rotar por todas las unidades de Radioterapia externa y sus servicios complementarios y un período no inferior a los cuatro meses por la unidad de radioterapia intersticial, intracavitaria, etc.

Durante este período se deberán alcanzar todos los objetivos cognoscitivos del programa.

El Residente tendrá la obligación de participar activamente en las sesiones clínicas, anatomoclínicas, bibliográficas y en las sesiones monográficas .

Cuarto año

El último año, de maduración, se dedicará a incorporarse con responsabilidad creciente a todas las secciones del Servicio.

Durante este período se deberán alcanzar los objetivos psicomotores y los objetivos afectivos.

Participar en todas las actividades científico-docentes del Servicio.

Es aconsejable obtener el título de Supervisor de Instalaciones Radiactivas.

Definición de objetivos en la formación de especialistas en Oncología Radioterápica

1. Objetivos cognoscitivos en las Ciencias básicas de Radioterapia y Oncología.
2. Objetivos cognoscitivos en Radioterapia externa.
3. Objetivos cognoscitivos en Braquiterapia.
4. Objetivos cognoscitivos en Quimioterapia antineoplásica.
5. Objetivos psicomotores.
6. Objetivos afectivos.

1. Objetivos cognoscitivos

1.00 Ciencias Básicas.¹

1.01 Física de las radiaciones. Al acabar su programa de formación, el Especialista será capaz de:

- 1.01.1 Describir los modelos atómicos adecuados para la comprensión del fenómeno de interacción radiación/materia.
- 1.01.2 Describir los fenómenos de la **radiactividad** natural y artificial, así como las normas físicas que lo rigen.
- 1.01.3 Establecer las diferencias existentes entre **radiación** electromagnética y corpuscular, **ionizante** y no ionizante.
- 1.01.4 Describir el origen naturaleza, clasificación y mecanismo de producción de las radiaciones empleadas en Radioterapia (RET).
- 1.01.5 Describir los fenómenos físicos y fisicoquímicos de interacción de las RET con la materia.
- 1.01.6 Definir las magnitudes físicas y unidades empleadas en Radioterapia (RT), así como sus equivalencias.
- 1.01.7 Describir los métodos empleados para la detección y medidas de las RET, así como los aparatos empleados.
- 1.01.8 Describir cualitativa y cuantitativamente los valores que definen la distribución de **dosis** en un medio irradiado.
- 1.01.9 Describir los métodos de funcionamiento de los equipos utilizados en la producción y aplicación de las RET.
- 1.01.10 Enunciar los **isótopos** empleados en ORT, con mención de sus características físicas específicas.
- 1.01.11 Describir los mecanismos de producción de calor en el organismo, así como los aparatos productores y su dosificación.

1.02 Estadística. Al acabar su programa de formación, el Especialista será capaz de:

- 1.02.1 Definir los conceptos estadísticos básicos, así como los métodos estadísticos y biométricos para la investigación y el **control de calidad** en Radioterapia y Oncología (RYO).
- 1.02.2 Describir matemáticamente las funciones lineal, exponencial y logarítmica.
- 1.02.3 Explicar los fundamentos de los análisis compartamentales y enumerar sus aplicaciones clínicas más importantes.

1.03 Informática. Al acabar su programa de formación, el Especialista será capaz de:

- 1.03.1 Describir los componentes electrónicos básicos que realizan las operaciones lógico-binarias.
- 1.03.2 Explicar los componentes básicos que constituyen la parte material (Hardware) de un ordenador.

¹ La numeración está realizada con arreglo al siguiente esquema: primer dígito. clase de objetivo; segundo y tercer dígitos: materia específica, cuarto y quinto dígitos: objetivos.

- 1.03.3 Describir las unidades de entrada/salida (periféricos) de un ordenador.
- 1.03.4 Esquematizar, mediante un diagrama de bloques, la secuencia que encadena el lenguaje ordinario con el lenguaje máquina.
- 1.03.5 Enumerar las aplicaciones más habituales del proceso de datos en RYO.
- 1.03.6 Describir los métodos de elaboración y utilización de un banco de datos y archivo de documentos clínicos en RYO.
- 1.04 *Historia de la Radiología.* Al acabar su programa de formación, el Especialista será capaz de:
 - 1.04.1 Exponer el concepto de Radioterapia dentro de las disciplinas médicas y la evolución histórica de sus relaciones.
 - 1.04.2 Describir las principales escuelas mundiales y nacionales en Radioterapia.
 - 1.04.3 Citar los principales radioterapeutas nacionales e internacionales.
 - 1.04.4 Describir el origen histórico y los principales hitos en la evolución de la Radioterapia.
 - 1.04.5 Fijar en el tiempo los cambios en las indicaciones radioterápicas y los motivos que los produjeron.
- 1.05 *Radiobiología.* Al acabar su programa de formación, el Especialista será capaz de:
 - 1.05.1 Describir la cronorradiobiología.
 - 1.05.2 Describir la acción de los agentes físicos (ionizantes y no ionizantes) empleados en Radioterapia (AFERT), distinguiendo entre los *efectos estocásticos* y *determinísticos*.
 - 1.05.3 Describir la acción sobre células, tejidos, órganos y organismos en su conjunto en estado de salud o normalidad.
 - 1.05.4 Describir la acción de los AFERT sobre las células, tejidos, órganos y organismos patológicos.
 - 1.05.5 Definir los términos de latencia, fraccionamiento, protección.
 - 1.05.6 Definir los términos de radiosensibilidad, radiocurabilidad, radorresistencia, así como las líneas generales de su clínica y tratamiento.
 - 1.05.7 Definir la enfermedad y síndrome postirradiación, así como las líneas generales de su clínica y tratamiento.
 - 1.05.8 Definir la iatrogenia y sus clases (involuntaria, intencionada, negligente) con evaluación de los factores de *riesgo*.
- 1.06 *Oncología básica.* Al acabar su programa de formación, el Especialista será capaz de:
 - 1.06.1 Describir las características diferenciales de la célula tumoral con respecto a la normal.
 - 1.06.2 Describir la biología tumoral a nivel celular y tisular, tanto *in vivo* como *in vitro*.
 - 1.06.3 Describir los mecanismos y las causas de la transformación celular neoplásica.

- 1.06.4 Definir los métodos epidemiológicos en la clínica e investigación oncológica y radioterápica.
- 1.06.5 Describir las características y variedades histológicas de los tumores malignos.
- 1.06.6 Describir los mecanismos inmunitarios y los demás aspectos de la relación tumor-huésped.
- 1.06.7 Exponer los fundamentos de los tratamientos realizados con agentes quimioterápicos hormonales e inmunológicos (AQHI).
- 1.06.8 Enumerar y describir los diferentes AQHI.
- 1.06.9 Enumerar y describir los mecanismos de acción de los AQHI.
- 1.06.10 Interpretar la farmacodinámica y farmacocinética de los AQHI.
- 1.06.11 Interpretar los resultados de las pruebas de determinación hormonal.
- 1.06.12 Describir los procedimientos terapéuticos indicando vías de administración, modalidades específicas de tratamiento, *dosis* máximas, factores modificatorios de *dosis*, etc.
- 1.06.13 Describir los efectos adversos de AQHI.
- 1.06.14 Describir las indicaciones y contraindicaciones de los AQHI en los tratamientos de los diferentes tumores sólidos y hematológicos.
- 1.07 *Clínica de las enfermedades susceptibles de ser tratadas con Radioterapia (ESTR).* Al acabar su programa de formación, el Especialista será capaz de:
 - 1.07.1 Describir las ESTR con su etiología, patogenia, sintomatología, patocronía, anatomía patológica, diagnóstico diferencial.
 - 1.07.2 Citar y describir los principales sistemas de clasificación de las enfermedades (ICD de la OMS, sistema TNM de la UICC, FIGO...).
 - 1.07.3 Describir y clasificar los principales agentes farmacológicos (no AQHI) empleados en las ESTR (radiosensibilizantes, radioprotectores, antiinflamatorios, medicación sintomática, etc.).
- 1.08 *Técnica radioterápica.* Al acabar su programa de formación, el Especialista será capaz de:
 - 1.08.1 Definir las diferentes técnicas empleadas en las ESTR.
 - 1.08.1.1 Delimitar el campo de la RT dentro de la RYO, así como sus interrelaciones con las demás especialidades médico-quirúrgicas.
 - 1.08.1.2 Definir el concepto de Radioterapia Externa (RE) y su significación dentro de la Radioterapia y Oncología (RYO).
 - 1.08.1.3 Definir los conceptos de Curieterapia y Braquiterapia (CYB) y su significación dentro de la RYO.
 - 1.08.2 Clasificar las diferentes técnicas empleadas en las ESTR en cuanto a su:
 - 1.08.2.1 Energía.
 - 1.08.2.2 Proximidad de la *fuentes* al objeto irradiado.
 - 1.08.2.3 Estacidad o movimiento de la *fuentes*.

- 1.08.3 Determinar las indicaciones y contraindicaciones de la RE y de la CYB, solas empleadas aislada o combinadamente.
- 1.08.4 Describir las diferentes técnicas de RT empleadas en cada una de las ESTR.
- 1.08.5 Describir las bases teóricas en que se fundamentan las características particulares de la CYB.
- 1.08.6 Enumerar las indicaciones de la RE y de la CYB, según las entidades nosológicas y su localización.
- 1.08.7 Analizar los resultados terapéuticos que se pueden lograr con tratamiento exclusivo con Radioterapia en cualquiera de sus modalidades, según anatomía patológica, localizaciones y energía.
- 1.08.8 Analizar los resultados terapéuticos que se pueden lograr por asociación de la RT con otras terapéuticas médicas y quirúrgicas.
- 1.08.9 Describir el tratamiento de las complicaciones iatrogénicas.
- 1.09 **Radioprotección y legislación.** Al acabar su programa de formación, el Especialista será capaz de:
 - 1.09.1 Definir los efectos de *riesgo*, daño, detrimento y justificación (índice ALARA) y limitación de *dosis* en la utilización de los AFERT.
 - 1.09.2 Precisar los límites de *dosis* para el profesional y público en general.
 - 1.09.3 Describir los distintos métodos y técnicas operativas para lograr reducir los niveles de *exposición* a los mínimos razonablemente posibles, y en todo caso por debajo de los permitidos.
 - 1.09.4 Distinguir entre protección individual y colectiva y describir los métodos de dosimetría personal.
 - 1.09.5 Enumerar los órganos críticos en las diferentes técnicas radio-terápicas, así como sus respectivas *dosis* de tolerancia.

2. Objetivos psicomotores

(Nota previa: Aún reconociendo la tendencia actual al trabajo en equipo dentro de esta especialidad de ejercicio profesional casi exclusivo a nivel hospitalario terciario, describimos los objetivos docentes como habilidades de tipo individual. El término “ser capaz de. . .” no significa obligatoriamente “actuará profesionalmente como. . .”).

2.00 Ciencias básicas

- 2.01 **Física de las radiaciones.** Al acabar el programa de formación el Especialista será capaz de:
 - 2.01.1 Manejar los instrumentos de dosimetría de los AFERT.
 - 2.01.2 Medir y calibrar las instalaciones radiológicas a él encomendadas, por sí mismo o delegando en el Físico o titulado superior especializado.
- 2.02 **Estadística.** Al acabar el programa de formación, el Especialista será capaz de:

- 2.02.1 Aplicar los conceptos básicos de estadística (probabilidad, media, desviación *standard*, distribución de Gauss, Poisson) y técnicas de correlación, valorando la significación de los resultados.
- 2.02.2 Calcular e interpretar curvas actuariales de diferentes hechos biológicos.
- 2.03 *Informática*. Al acabar el programa de formación, el Especialista será capaz de:
 - 2.03.1 Analizar y programar los problemas elementales de su práctica diaria.
 - 2.03.2 Realizar en ordenador (microordenador de uso general dedicado, sólo o asociado a *CT*) la planificación y cálculo de *isodosis* optimizadas en un tratamiento radioterapéutico.
- 2.07 *Clínica de las enfermedades susceptibles de tratamiento radiológico (ESTR)*. Al acabar el programa de formación, el Especialista será capaz de:
 - 2.07.1 Realizar personalmente la anamnesis a los enfermos.
 - 2.07.2 Recoger por sí mismos los datos de la exploración clínica correspondiente a las ESTR.
 - 2.07.3 Solicitar y valorar las exploraciones complementarias pertinentes a las ESTR.
 - 2.07.4 Formular los diagnósticos de las ESTR, y en especial en el caso de las neoplasias.
 - 2.07.4.1 Determinar su extensión real en el organismo.
 - 2.07.4.2 Clasificar al enfermo con arreglo al sistema TNM u otro específico de determinadas localizaciones neoplásicas (FIGO...).
 - 2.07.5 Establecer las indicaciones y contraindicaciones de las diferentes técnicas de tratamiento, así como sus asociaciones en las ESTR.
 - 2.07.6 Prescribir el tratamiento de los enfermos afectos de ESTR, precisando:
 - 2.07.6.1 En el caso del tratamiento radiológico: los datos técnicos en su sentido más amplio.
 - 2.07.6.2 En el caso de terapéutica farmacológica: la pauta de tratamiento.
 - 2.07.6.3 En el caso de tratamiento quirúrgico: su indicación.
 - 2.07.6.4 En el caso de terapéutica combinada: además de lo anteriormente expuesto, la cronología de la asociación.
 - 2.07.7 Prescribir la terapia de apoyo, psicológica, rehabilitadora, antiálgica, médica, etc., adecuada a cada caso.
 - 2.07.8 Calcular manualmente el reparto de *isodosis* previo al comienzo del tratamiento radiológico en irradiación externa.
 - 2.07.9 Valorar la respuesta a los tratamientos y sentar las indicaciones de modificación del mismo si fuera preciso.
 - 2.07.10 Planificar el seguimiento fijando las fechas adecuadas en cada caso para los sucesivos períodos de revisión por sí sólo e integrada en una unidad interdisciplinaria de todo paciente con ESTR.

- 2.07.11 Determinar el pronóstico más probable previo a la realización del primer tratamiento y sus modificaciones a la vista del resultado del tratamiento.
- 2.08 *Técnica radioterápica.* Al acabar el programa de formación, el Especialista será capaz de:
- 2.08.1 Realizar por sí mismo, o delegando en el técnico, los tratamientos de irradiación externa.
 - 2.08.2 Realizar por sí mismo, con la colaboración necesaria, las técnicas de aplicación intersticial o endocavitarias, determinando el radio-núclido a emplear, *actividad*, forma de aplicación, etc.
 - 2.08.3 Colaborar con el cirujano en las aplicaciones intersticiales que precisen de cirugía mayor, en especial en aquellas en que sea necesaria la intervención en cavidades.
- 2.09 *Protección en Radioterapia.* Al acabar su programa de formación, el Especialista será capaz de:
- 2.09.1 Organizar las medidas de radioprotección contenidas en la legislación vigente en los servicios de RT.
 - 2.09.2 Establecer las medidas de protección especiales en cada caso para el manejo de los AFERT.
 - 2.09.3 Evaluar las medidas de protección para *residuos radiactivos*.
 - 2.09.4 Establecer las medidas de radioprotección y de seguridad en el trabajo diario de los servicios de Radioterapia.
 - 2.09.5 Planificar la radioprotección y seguridad en el trabajo en las *personas potencialmente expuestas de miembros del público* y población en su conjunto.
 - 2.09.6 Establecer y llevar a cabo los *planes de emergencia* ante *accidentes* que se puedan producir en el manejo de los AFERT.
- 2.10 *Radiodiagnóstico.* Al acabar su programa de formación, el Especialista será capaz de:
- 2.10.1 Utilizar adecuadamente un simulador para tratamiento radiológico.
 - 2.10.2 Extraer la información de los equipos de diagnóstico que le sea preciso para la realización de los cálculos dosimétricos de los tratamientos radiológicos.
- 2.11 *Medicina nuclear.* Al acabar su programa de formación, el Especialista será capaz de:
- 2.11.1 Realizar por sí mismo, con la colaboración necesaria, las técnicas de radioterapia nuclear.
- 2.12 *Medicina física.* Al acabar su programa de formación, el Especialista será capaz de:
- 2.12.1 Manejar equipos productores de AFERT no ionizantes empleados con terapéutica exclusiva o combinada con la radiología.

3. Objetivos afectivos

Al acabar su programa de formación, el Especialista será capaz de:

- 3.03.1 Recoger, ordenar y transmitir los datos de los tratamientos siguiendo el método adecuado para contribuir al progreso científico.

- 3.03.2 Sistematizar las fuentes necesarias para la revisión periódica de los datos adquiridos de los pacientes.
- 3.08.1 Informar adecuadamente al enfermo y familiares de las características de las exploraciones, *riesgos* y beneficios que las justifiquen.
- 3.08.2 Informar adecuadamente al enfermo y familiares sobre los distintos tratamientos posibles, valorando los *riesgos* y beneficios de cada uno de ellos.
- 3.08.4 Participar activamente en la elaboración del plan de seguimiento de los pacientes.
- 3.08.5 Valorar críticamente el resultado de las actuaciones, contrastando con todos los medios científicos de comprobación, y completar la información adquirida con todos los recursos de su quehacer profesional, sin esperar que le sean solicitados.
- 3.09.1 Informar a la opinión pública sobre la calidad/cantidad de *riesgos* potenciales de las actividades profesionales.
- 3.09.2 Valorar la relación *riesgo*-eficacia en la toma de decisión de la realización de entre los tratamientos posibles.
- 3.09.3 Velar por la aplicación de las medidas de radioprotección y la *contaminación* de personas, instalaciones y medio ambiente.
- 3.13.1 Adiestrar al personal afecto a las distintas unidades funcionales del servicio.
- 3.13.2 Tener actitud de investigación aplicada.
- 3.13.3 Promover reuniones científicas y participar activamente en ellas.
- 3.13.4 Actualizar sus conocimientos y habilidades utilizando las fuentes necesarias.
- 3.13.5 Organizar un servicio elemental de Radioterapia.

4. Niveles exigibles

Al acabar su programa de formación, el Especialista será capaz de:

- 4.01 Dominar el 90 por 100 de los objetivos y contenidos formulados para el período de licenciatura al final del primer año de especialidad.
- 4.02 Dominar el 80 por 100 de los objetivos y contenidos formulados para el período de especialidad al final de la misma.

Apéndice III-C

Guía española de formación de médicos especialistas

*Medicina nuclear**

* Tomado de: España, Ministerio de Sanidad y Consumo, Consejo Nacional de Especialidades Médicas y Consejo Nacional de Especialidades Farmacéuticas. *Guía de formación de especialistas*. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 1986. (En 1996 se publicó una versión actualizada de esta Guía.)

Medicina nuclear

1. Definición de la especialidad

La Medicina Nuclear es la Especialidad Médica que emplea los *Isótopos* Radiactivos, las Radiaciones Nucleares, las Variaciones Electromagnéticas de los componentes del núcleo y Técnicas Biofísicas afines para la prevención, diagnóstico, terapéutica e investigación médica.

2. Contenido de la especialidad

2.1 Fundamentos científicos

La Medicina Nuclear se basa en la aplicación con fines médicos de los conocimientos aportados por otras ciencias fundamentales, como son la Física, la Química, la Matemática y la Biología.

2.2 Contenido

Preventivo: En el aspecto preventivo, la Medicina Nuclear aplica los conocimientos y técnicas de la Especialidad a la Higiene, Medicina Profiláctica y Preventiva.

Investigación: La Medicina Nuclear se desarrolla en la Investigación Básica y Aplicada, utilizando *isótopos* radiactivos y técnicas biofísicas afines.

Diagnóstico: En el aspecto diagnóstico comprende, fundamentalmente, la realización de pruebas funcionales, morfológicas, dinámicas, morfodinámicas y radioanalíticas, aplicadas a la comprensión de la función y de la estructura del organismo humano y basadas en principios biológicos y fisiopatológicos.

Terapéutica: En el aspecto terapéutico tiene indicaciones precisas en la patología humana: Terapéutica metabólica, endolinfática, intracavitaria, etc.

2.3 Responsabilidad profesional del especialista

El especialista en Medicina Nuclear estará capacitado para asumir las funciones profesionales de acuerdo con los conceptos de la Especialidad. y deberá, por lo tanto, sentar las indicaciones, realizar, interpretar, aplicar y explicar los procedimientos diagnósticos y terapéuticos de la Especialidad en general, abarcando todas sus diferentes áreas, siendo el objetivo formar un médico especialista autosuficiente para poder realizar por sí mismo todas las facetas implícitas a la Medicina Nuclear, a cualquier nivel asistencial, y, dado el carácter dinámico de la Especialidad, las que el futuro aporte a la misma.

2.4 Competencia específica

Por la misma esencia de la Especialidad se entiende que no procede dividirla en Superespecialidades en relación a los principios conceptuales definidos en base a la aplicación a órganos o sistemas.

2.5 Relaciones de la medicina nuclear con las ciencias básicas

Siendo necesaria la colaboración de profesionales de origen multidisciplinario, en orden a un superior desarrollo en determinados niveles asistenciales, se

establecen las siguientes áreas de colaboración, con titulados en: Biología, Física, Química, Farmacia e Informática aplicada a la Medicina Nuclear. La competencia profesional de dichos titulados será definida posteriormente.

3. Contenido y desarrollo del programa de formación

3.1 Duración global del programa

El período de formación de un especialista en Medicina Nuclear debe tener una duración de 4 años, con enseñanza teórica y práctica paralela y equilibrada.

3.2 Etapas de formación

a) Etapa de formación genérica:

Aprender las bases fundamentales de la Matemática, Física, Química, Farmacia, Instrumentación, Higiene y Protección Radiológica en sus aplicaciones en la práctica de la Medicina Nuclear.

Comprensión de los mecanismos fisiológicos, fisiopatológicos y patológicos estudiados.

b) Etapa de formación específica:

Aprender a asumir todas las responsabilidades profesionales:

- Control de los pacientes y supervisión del laboratorio.
- Selección de pruebas apropiadas, radiofármacos, instrumentación, información de resultados.
- Mantener información bibliográfica.
- Estar capacitado para iniciar y realizar trabajos de investigación.

En la docencia de los aspectos teóricos, dadas las características de la enseñanza de la especialidad y el reducido número de posgraduados en período de formación, la enseñanza teórica debe realizarse preferentemente en grupo y con técnicas de tutoría.

Actividades a desarrollar en cada una de las etapas de formación

Aspectos generales

a) Residente primer año:

- Conceptos fundamentales básicos: Matemáticas, Radiofísica, Radiobiología, Radioquímica, Radiofarmacia, Higiene y Radioprotección.

b) Residente segundo año:

- Metodología in vivo
- Metodología in vitro
- Instrumentación
- Desarrollo del programa de Radioprotección para la obtención de la *licencia* de Supervisor de Instalaciones Radiactivas. Se realizará a lo largo de los primeros años de residencia.

c) Residente tercero y cuarto año

- Curso Clínico (Medicina Nuclear Clínica)

Durante los cuatro años de su formación de residente dispondrá de un período opcional de seis meses para rotar en otros Servicios.

Objetivos

Objetivo general

Producto de formación: Médico Especialista en Medicina Nuclear (MEMN): médico que contribuye al diagnóstico por medio de técnicas en las que se emplean radiaciones espontáneas o inducidas asociadas a procesos nucleares y que está capacitado para llevar a cabo el tratamiento y seguimiento de los pacientes que precisen la utilización de *isótopos* radiactivos no encapsulados. Asimismo, puede extender su campo de actuación a aquellas técnicas diagnósticas, morfológicas o funcionales que utilicen agentes físicos no ionizantes.

Objetivos específicos

Ciencias fundamentales

Al acabar su programa de formación, el MEMN será capaz, en las disciplinas que a continuación se enumeran, de:

Matemáticas y estadística:

- Describir matemáticamente las funciones lineal, exponencial y logarítmica.
- Explicar los fundamentos del análisis compartimental y enumerar sus aplicaciones clínicas más importantes.
- Aplicar los conceptos básicos de estadística y técnicas de correlación, valorando la significación de los resultados.

Física:

- Describir las estructuras atómica y nuclear de la materia.
- Enumerar las características de las siguientes partículas elementales: *electrón*, *protón*, *neutrón*, positrón y neutrino.
- Definir los siguientes conceptos: masa atómica, número atómico, *núclido* y *radionúclido* (RN).
- Distinguir entre elementos *isótopos*, isóbaros, isótonos e isómeros.
- Interpretar la estabilidad nuclear en función del defecto de masa, número atómico y masa atómica.
- Describir los principales métodos y sistemas empleados para la obtención de *radionúclidos* artificiales.
- Describir el ciclotrón y enumerar los productos de ciclotrón de uso habitual en Medicina Nuclear.
- Describir la *radiación* y las partículas emitidas por los núcleos radiactivos.
- Expresar y aplicar la Ley de *Desintegración Radiactiva*.
- Especificar el significado de la constante de *desintegración*, *período de semidesintegración*, *vida media* y equilibrio radiactivo.
- Representar esquemáticamente los siguientes procesos: emisión *beta*, captura electrónica, conversión interna y transición isomérica.
- Interpretar los espectros de energía asociados a los procesos anteriores.
- Explicar la interacción de las radiaciones con la materia y describir las características básicas de los efectos fotoeléctricos, Compton y formación de pares.
- Describir la interacción de las partículas cargadas y neutras con la materia.

- Definir las magnitudes radiológicas siguientes: *actividad, exposición, dosis absorbida, dosis equivalente*, así como sus unidades. Describir el fundamento de los diferentes componentes de una cadena de detección y medida.
- Describir y explicar el funcionamiento de los equipos utilizados en Medicina Nuclear.
- Identificar y describir las propiedades físicas de los RN empleados en MN.
- Explicar los fundamentos de la formación de imágenes y de los factores que la modifican en los diferentes sistemas empleados en los Servicios de Medicina Nuclear.

Tratamiento de datos informáticos:

- Explicar los componentes básicos que constituyen la parte material (Hardware) de un ordenador.
- Describir sistemas operativos (Software).
- Describir las unidades de entrada/salida (periféricos) de un ordenador.

Radiobiología:

- Explicar los mecanismos de acción directa e indirecta de las *radiaciones ionizantes*.
- Definir la Transmisión Lineal de Energía (LET) y la Eficacia Biológica Relativa (EBR).
- Explicar la acción de las *radiaciones* sobre el DNA.
- Explicar la acción de la radiación sobre la célula y el ciclo celular. Explicar los mecanismos que intervienen en la reparación celular. Definir el concepto de radiosensibilidad y enumerar factores que la modifican .
- Explicar los factores que modifican la acción de las *radiaciones* y sus mecanismos: fraccionamiento.
- Describir los efectos somáticos y genéticos en general: síndrome de irradiación.

Radiofarmacología:

- Definir el término Radiofarmacología.
- Distinguir entre los términos radiofármaco, *radionúclido* (RN) y radiotrazador.
- Valorar el *radionúclido* y radiofármaco idóneo para cada actuación concreta.
- Describir las diferentes vías de administración, metabolismo y eliminación de los distintos radiofármacos.
- Enumerar los mecanismos de localización de los radiofármacos y su aplicación en el diseño de exploraciones.
- Definir y distinguir entre pureza química, radioquímica y radiactiva.
- Definir las características de isotonicidad, apirogenez, esterilidad, pH, toxicidad e idoneidad biológica de un radiofármaco.
- Definir los términos síntesis y marcaje.
- Describir los métodos generales de marcaje.

- Reconocer los factores que pueden afectar la pureza y estabilidad de los compuestos marcados.

Generadores de radionúclidos en Medicina Nuclear:

- Definir el concepto de **generador** y describir sus elementos y características.
- Enumerar los **generadores** de uso habitual y seleccionar el sistema **generador** más adecuado para cada uso.
- Analizar los problemas que pueden derivarse del uso de **generadores**.

Generador Molibdeno-Tecnecio:

- Describir el **generador** de Mo-Tc y analizar sus diferentes características.
- Describir las características principales que intervienen en la radioquímica del Tecnecio 99 m (reacciones de óxido-reducción, presencia de Mo-99).
- Describir los distintos compuestos marcados con Tc-99 de uso en MN.

Diagnóstico por ultrasonidos:

- Definir el concepto de ecografía.
- Enumerar, aplicar y describir los procesos físicos de interacción de los ultrasonidos con la materia.
- Relacionar frecuencia, penetración y resolución de los US. Relacionar amplitud y atenuación del US.
- Describir los distintos tipos de Ecografía y enumerar sus aplicaciones en el diagnóstico médico.
- Explicar los fundamentos de la formación de imágenes y de los factores que la modifican en los diferentes sistemas empleados en Ecografía.

Resonancia Magnética Nuclear:

- Explicar los fundamentos físicos de la RMN.
- Describir el diagrama de bloques de un equipo de RMN.
- Describir las posibilidades de imágenes y espectroscopía RMN.

Exploraciones "in vitro"

Radioanálisis:

- Definir el concepto de radioanálisis y exponer los principios teóricos en que se basa.
- Definir análisis por competición, activación y sustitución.
- Describir los distintos tipos de análisis por competición (proteica, RIA, IRMA, ELISA y receptores hormonales)

R.I.A.:

- Describir de forma general el RIA.
- Definir anticuerpo (monoclonales, policlonales) antígeno, hapteno.
- Definir capacidad de unión y afinidad de un anticuerpo.
- Explicar los fundamentos y características de la reacción antígeno-anticuerpo. Valorar los distintos factores que influyen en dicha reacción.
- Explicar los diferentes métodos de marcaje en RIA.

- Representar gráficamente e interpretar una curva estándar.
- Seleccionar el método adecuado para cálculos automáticos.
- **Control de calidad** de los elementos que intervienen en el RIA.
- Indicar y planificar las pruebas de estimulación y supresión empleados en MN.
- Controlar y valorar clínicamente los resultados obtenidos por el RIA.

Autorradiografía:

- Describir las principales técnicas de autorradiografía.
- Describir y explicar sus fundamentos.

Técnicas in vivo

El MEMN, al acabar su programa de formación, será capaz de:

- Describir todas las exploraciones empleadas en el estudio de cada órgano o sistema, haciendo constar:
 - Preparación del enfermo.
 - Radiofármacos a emplear y su *dosis*.
 - Proyecciones a emplear.
 - Datos técnicos instrumentales
 - Necesidad o no de medios auxiliares.
 - **Riesgo** de la exploración, su prevención y tratamiento.
- Determinar el plan de exploraciones en relación con los datos clínicos del enfermo, teniendo en cuenta:
 - Información clínica del enfermo en cuanto a su estado:
 - Orgánico y psíquico
 - Exploraciones previas efectuadas
 - Económico-social
 - Equipamiento instrumental de que se dispone:
 - Equipamiento propio
 - Equipamiento ajeno (regional)
 - Disponibilidades actuales (ocupación de aparatos, lista de espera, almacenamiento de radiofármacos).
- Correlación con otras técnicas diagnósticas en el centro de trabajo.
- Identificar y describir las estructuras anatómicas representadas, las variantes normales, los artefactos y/o los parámetros de normalidad y sus variaciones en los estudios morfofuncionales.
- Valorar las curvas **actividad/tiempo** y los datos cuantitativos obtenidos en los estudios funcionales.
- Identificar y describir los hallazgos patológicos y sus características semiológicas.
- Tratar los datos analógicos y digitales obtenidos con la exploración para permitir y realizar los cálculos oportunos en determinación cuantitativa de los parámetros necesarios para definir la función estudiada.
- Tomar las decisiones oportunas conducentes a la resolución de las urgencias médicas que se produzcan en el Servicio de Medicina Nuclear.

- Emitir en forma de dictamen los resultados del plan de exploraciones, incluyendo obligatoriamente una orientación diagnóstica.
- Definir las posibilidades, limitaciones y *riesgos* de las exploraciones en Medicina Nuclear.
- Calcular los índices de eficacia diagnóstica y costo-beneficio en cada una de las exploraciones.

Aplicaciones terapéuticas en Medicina Nuclear

MEMN, al terminar su programa de formación, será capaz de:

- Describir los radiofármacos empleados en RTN, así como sus propiedades farmacológicas y farmacocinéticas.
- Describir las bases radiobiológicas de la acción terapéutica de los RN empleados en RTN.
- Describir la historia natural (etiología, patogenia, clínica, etc.) de las enfermedades susceptibles del TMN.
- Establecer el diagnóstico y pronóstico, controlando la evolución de la patología susceptible de tratamiento con RTN.
- Establecer las indicaciones y describir las técnicas de RTN en la patología susceptible de ella.
- Realizar los cálculos (volumétricos, de *actividad*, dosimétricos) necesarios en RTN.
- Diagnosticar y valorar la patología derivada de la aplicación de los RN en RTN.
- Determinar el momento de aplicación de otras terapéuticas asociadas.

Radioprotección (RP) y seguridad en el trabajo

MEMN, al terminar su programa de formación, será capaz de:

- Describir las bases físicas de la RP.
- Describir las bases biológicas de la RP.
- Describir los fenómenos radiobiológicos y profilaxis del daño producido por la irradiación emitida por los RN.
- Organizar las medidas de radioprotección contenidas en la legislación vigente en los Servicios de MN.
- Establecer las medidas de protección especiales en cada caso para el manejo de RN, en forma sólida, líquida o gaseosa.
- Evaluar las medidas de protección para *residuos radiactivos*.
- Establecer las medidas de radioprotección y de seguridad en el trabajo en las aplicaciones diagnósticas y terapéuticas de la Medicina Nuclear.
- Planificar la radioprotección y seguridad en el trabajo en las personas potencialmente expuestas de *miembros de público* y población en su conjunto.
- Establecer y llevar a cabo los *planes de emergencia* ante *accidentes* en los que intervengan *radionúclidos*.

Objetivos psicomotores

MEMN, al terminar su programa de formación, será capaz de:

- Coleccionar los datos cualitativos y cuantitativos y tratarlos con un ordenador para la solución de problemas de estadística aplicada.
- Manejar correctamente *radioisótopos* no encapsulados y *generadores*, consiguiendo con habilidad, y las medidas de radioprotección óptimas:
 - Diluciones y/o concentraciones deseadas.
 - Extracción de dosis.
 - Medidas de la *actividad* a administrar.
 - Administración de la *dosis* al paciente por la vía adecuada.
 - Control de residuos.
- Manejar las tablas de *desintegración* de *radionúclidos*.
- Manejar una *gammacámara* para obtener la mejor información posible del objeto en estudio para exploraciones morfológicas y morfodinámicas.
- Establecer y llevar a cabo los *controles de calidad* de la *gammacámara* con periodicidad adecuada referidos a:
 - Homogeneidad
 - Espectrometría
 - Linealidad
 - Resolución
- Manejar los sistemas de contaje gamma automáticos y manuales para obtener los resultados más exactos posibles referidos a:
 - Ajuste de voltaje
 - Determinación de fotopicos
 - Manejo de escalas, analizadores, integradores y registros gráficos
 - Manejo de tubos de centelleo y contadores de pozo
 - Determinación de tiempos de medida y número de cuentas
- Utilizar, calibrar y controlar periódicamente los sistemas de monitorización para protección de áreas y personal.
- Utilizar el ordenador de Medicina Nuclear a nivel de:
 - Aprovechamiento exhaustivo de los programas dedicados a MN
 - Utilización de los recursos del sistema operativo que se refieren a los programas de MN
- Manejar el material de laboratorio necesario para el uso de equipos comerciales.
- Establecer y llevar a cabo los controles de:
 - Marcaje de radiofármaco
 - Pureza radioquímica
 - Validación de los métodos RIA
- Efectuar marcajes de radiofármacos
- Efectuar marcajes celulares
- Realizar por sí mismo, con la colaboración necesaria, las técnicas de MN.
- Efectuar control de excretas y sistemas de protección del recinto en pacientes tratados con *radionúclidos* (TMN).
- Manejar y cumplimentar la documentación legal exigida.
- Establecer y llevar a cabo los *controles de calidad* de la Ecografía.

Objetivos afectivos

MEMN, al terminar su programa de formación, será capaz de:

- Formar al personal afecto a las distintas unidades funcionales del Servicio.
- Estimular las relaciones científicas y humanas dentro del ámbito de trabajo.
- Informar adecuadamente al enfermo y familiares de las características de las exploraciones, *riesgos* y beneficios que la justifiquen.
- Participar activamente en la elaboración del plan de seguimiento de los pacientes.
- Valorar críticamente el resultado de las actuaciones contrastándolas con la totalidad de los medios científicos de comprobación a su alcance, complementar la información adquirida con aquellas técnicas propias de su quehacer profesional.
- Recoger, ordenar y transmitir los datos de las exploraciones siguiendo el método adecuado para contribuir al progreso científico.
- Tener actitud de investigación aplicada.
- Promover reuniones científicas y participar en ellas.
- Actualizar sus conocimientos y habilidades utilizando las fuentes necesarias.
- Sistematizar las fuentes necesarias para la revisión periódica de los datos adquiridos de los pacientes.
- Informar a la opinión pública sobre calidad y cantidad de *riesgos* potenciales de las actividades profesionales.
- Valorar la relación costo-eficacia y costo-beneficio, en la toma de decisión de la realización de entre las pruebas disponibles, la más segura, más sensible, más específica y de menor costo económico.
- Velar por la aplicación de las medidas de radioprotección y contra la *contaminación* de personas, instalaciones y medio ambiente.
- Valorar en la administración de dosis de *radiactividad*, con fines diagnósticos, que la *dosis* total empleada sea la mínima para obtener la mejor información posible, reduciendo los *riesgos* potenciales al mínimo.
- Organizar una instalación radiactiva de segunda/tercera categoría.

Objetivos cuantificativos

1. Exploraciones morfofuncionales

El Médico Especialista en Medicina Nuclear, al acabar su período de formación, habrá interpretado un mínimo de 2.000 exploraciones morfofuncionales.

2. Exploraciones in vitro

Habrà realizado 150 técnicas de radioinmunoanálisis que comprendan al menos 10 técnicas diferentes.

3. Aplicaciones terapéuticas

Habrà administrado y controlado un mínimo de 25 tratamientos radioterápicos, durante los cuatro años de formación.

Programa de los cursos de capacitación para supervisores de instalaciones radiactivas

Duración total: cuatro semanas (160 horas).

A) *Parte teórica (46 horas)*

1. **Radiactividad** (6 horas):
 - Conceptos fundamentales
 - **Radiactividad**
 - Fundamentos de la interacción de *partículas* y *radiaciones* con la materia
 - Propiedades e interacción de *partículas* con la materia
 - Propiedades e interacción de la *rayos gamma* con la materia
2. Detección y medida de la **radiactividad** (5 horas):
 - Detectores basados en la **ionización** gaseosa
 - Detectores de centelleo y de semiconductor
 - Errores en la medida de la **radiactividad**
3. Protección radiológica (10 horas):
 - Dosimetría
 - Cálculo de **dosis**
 - Radioprotección
 - **Dosis** máximas permisibles
 - Técnicas de radioprotección
 - Criterios de seguridad en instalaciones radiactivas
 - Cálculo de **blindajes**
 - Efectos de las radiaciones sobre el organismo humano
4. Producción y manipulación sin **riesgo** de **radionucleidos** (8 horas):
 - Producción de **radionucleidos**
 - Manipulación sin **riesgo** de **radioisótopos**
 - Diseño y construcción de instalaciones radiactivas
 - Preparación de muestras radiactivas
5. Legislación y reglamentación (8 horas):
 - Legislación española
 - **Autorización** de instalaciones radiactivas
 - Inspección de instalaciones radiactivas
 - Análisis de los documentos preceptivos de seguridad
6. Problemas de cálculo (9 horas).

B) *Parte práctica (100 horas)*

1. **Radiactividad**. Detección y medida (40 horas):
 - Dosímetros de **contaminación** y radiación
 - Tiempo de resolución de un contador
 - Fuentes de error en la medida de la **actividad**
 - Detectores de centelleo de NaI (TI)
 - Absorción de *partículas* y radiaciones
 - Calibrado de contadores de centelleo en fase líquida
 - Retrodispersión de *partículas beta*.
2. Protección radiológica y manipulación sin **riesgo** de **radionúclidos** (40 horas):
 - Manejo y calibración de equipos
 - Atenuación de la radiación a su paso por la materia

- Delimitación de zonas de trabajo
 - Señalización y control de operaciones con *fuentes* encapsuladas
 - Control de operaciones con *fuentes* no encapsuladas
 - Manipulación de emisores *beta*.
 - Manipulación de emisores *gamma*
 - Preparación de muestras a partir de precipitados
 - Preparación de *fuentes gamma* encapsuladas
3. Legislación (20 horas):
- Preparación de solicitudes de puesta en marcha de instalaciones radiactivas
 - Aplicaciones prácticas

C) *Seminarios y coloquios (14 horas)*