

**Especialidad: Medicina Nuclear**

REGIMEN GENERAL

	Horas curso	
	Primero	Segundo
<i>Area de conocimientos tecnológicos y prácticos.</i>		
Tecnología .....	360	360
Prácticas .....	432	324
<i>Area de organización de la Empresa.</i>		
Organización hospitalaria .....	36	36
Seguridad e higiene .....	36	36
Legislación .....	—	36

PRIMER CURSO

**Area de conocimientos tecnológicos y prácticos**

**Tecnología**

*Conocimientos teóricos aplicados*

Generales

Fundamentos matemáticos, físicos, químicos y biológicos aplicables al campo de la Medicina Nuclear.

## Específicos: Física de radiaciones

### I. Materia, energía y radiación:

Constitución del átomo.  
Núcleo atómico.  
Partículas elementales.  
Número atómico.  
Peso atómico.  
Problemas.

### II. Producción y propiedades de los rayos X:

Tubo de rayos X.  
Propiedades de los rayos X.  
Radiación característica.  
Radiación blanca.  
Espectro de rayos X.  
Problemas.

### III. Física nuclear:

Núcleos atómicos.  
Radiactividad natural. Series.  
Radiactividad artificial.  
Isótopos radiactivos.  
Propiedades. Aplicación en Medicina.  
Propiedades de la radiactividad. Características.

### IV. Radiaciones ionizantes:

Radiaciones corpusculares. Alfas, betas, neutrones, protones, Duterones, etc.  
Radiaciones electromagnéticas. Gammas y rayos X.  
Espectro electromagnético.

### V. Interacción materia-radiación:

Ionización y excitación.  
Interacción de las radiaciones corpusculares con la materia.  
Interacción de las radiaciones electromagnéticas con la materia.  
Dispersión elástica.  
Interacción por efecto fotoeléctrico.  
Interacción por efecto Compton.  
Formación de pares.

### VI. Efecto de la radiación sobre la materia:

Atenuación.  
Absorción.  
Dispersión.  
Ley exponencial de atenuación.

### VII. Magnitudes y unidades de radiación:

Actividad. Curio. Becquerel.  
Exposición. Roentgen. Unidad internacional.

Dosis. Rad. Gray.  
Dosis equivalente. Rep. Rem. Ret.  
Eficacia biológica relativa.

#### VIII. Medida de la radiación:

Sistemas de medida:  
Ionización.  
Termoluminiscencia.  
Estado sólido.  
Densitometría fotográfica.  
Efectos clínicos.  
Equipos y aparatos de medida:  
Cámara de ionización.  
Contador Geiger.  
Contador proporcional.  
Contador de centelleo.  
Densitómetro.  
Lector de termoluminiscencia.  
Otros.

#### *Radioquímica y Radiofarmacología*

Introducción a la bioquímica.—Carbohidratos, Lípidos y proteínas. Ácidos nucleicos. Enzimas. Vitaminas. Alcaloides.  
Radioquímica y Medicina nuclear (I).  
Radioquímica y Medicina nuclear (II).  
Radiofármacos (I).—Consideraciones generales. Compuestos marcados y radiofármacos. Trazadores e indicadores radioactivos.  
Radiofármacos (II).—Clasificación. Aspectos biológicos que condicionan la utilización de los radiofármacos. Radiación de radiofármacos utilizados en Medicina nuclear.  
Radiofármacos (III).—Radiofármacos marcados con radioisótopos de vida media. Estabilidad y conservación.  
Radiofármacos (IV).—Generadores de radioisótopos de vida media. Fundamentos y realización práctica de los mismos.  
Radiofármacos (V).—Elección de un generador y determinación de contaminantes.  
Radiofármacos (VI).—Control de calidad. Esterilidad. Pirógenos. Pureza radioquímica. Pureza radionucleica.  
Radioquímica (I).—Preparación de standards. Consideraciones sobre la actividad, geométrica, etc. Soluciones «stock» utilizadas para la preparación de standards.  
Radioquímica (II).—Preparación de soluciones estándar más frecuentes en un servicio de Medicina nuclear.  
Radioquímica (III).—Preparación de dosis. Teoría.  
Radioquímica (IV).—Dosificación de los diferentes radiofármacos.  
Radioquímica (V).—Manipulación de muestras biológicas radiactivas. Almacenamiento. Preparación de las muestras para conteo.  
Radioquímica (VI).—Descontaminación. Procesamientos de residuos radiactivos.

#### *Nociones de biología aplicada*

Introducción a la anatomía humana. Estructura general del cuerpo humano. Partes principales. Células y tejidos. Clasificación.  
Introducción a la fisiología y bioquímica. Características de los organismos vivos. La célula como unidad funcional. Concepto fundamental de bioquímica. Oxidación biológica. Metabolismo intermediario.  
Introducción a la patología. Concepto de enfermo y enfermedad.

Anatomía del aparato locomotor. Sistema óseo. Breve descripción de huesos y articulaciones. Músculos.

Fisiología del sistema óseo. Huesos y minerales. Fisiología muscular. Función del músculo. Conceptos elementales sobre fracturas, luxaciones, traumatismos, enfermedades propias de huesos y músculos. Terminología.

Anatomía del sistema nervioso: Central. Periférico.

Fisiología del sistema nervioso. Médula espinal y actividad refleja. Sistema nervioso autónomo. Líquido cefalorraquídeo.

Conceptos elementales sobre la patología del sistema nervioso. Terminología.

Anatomía del aparato circulatorio. Anatomía del corazón. Sistema arterial. Venoso. Linfático.

Fisiología del aparato circulatorio. Fisiología del corazón. Actividad cardíaca. Características generales de la circulación. Regulación del flujo sanguíneo. Fisiología de la sangre. Transporte de oxígeno y anhídrido carbónico. Descripción de la célula sanguínea.

Conceptos elementales sobre enfermedades del corazón y de los vasos sanguíneos. Hemorragias. Anemias. Leucemias. Linfopatías. Terminología.

Anatomía del aparato digestivo.

Fisiología de la digestión. Absorción intestinal.

Nociones elementales sobre enfermedades del aparato digestivo. Terminología.

Anatomía del aparato respiratorio.

Mecanismos de respiración. Ventilación pulmonar.

Descripción superficial de la patología del aparato respiratorio. Terminología.

Anatomía del aparato urogenital.

Fisiología renal. Fisiología de la micción. Fisiología de la reproducción. Hormonas.

Enfermedades del aparato urogenital. Terminología.

Anatomía de los órganos de los sentidos.

Fisiología de los órganos de los sentidos. El proceso visual. Audición y fonación. Sensaciones de gusto y olfato. Sensaciones cutáneas.

Breve descripción de la patología de los órganos de los sentidos. Terminología.

Sistema endocrino.

Fisiología endocrina. Glándulas endocrinas. Hormonas.

Breve descripción de las endocrinopatías. Terminología.

### *Radiobiología*

Radiobiología (I).—La célula. Membrana. Citoplasma. Núcleo. Mitosis. Ciclo celular.

Radiobiología (II).—Célula neoplásica. Crecimiento tumoral.

Radiobiología (III).—Acción biológica de las radiaciones ionizantes. Fenómenos físicos. Fenómenos radioquímicos. Efectos biológicos.

Radiobiología (IV).—Efectos genéticos de la radiación.

Radiobiología (V).—Efectos somáticos. Agudos y tardíos. Síndrome general de irradiación. Síndrome de radiación aguda.

Radiobiología (VI).—Factores que influyen en la radiosensibilidad tumoral.

### *Instrumentación y dosimetría en Medicina nuclear.*

Laboratorios de isótopos radiactivos para Medicina nuclear.

Tabla de nucleidos.

Detección de las radiaciones.—Introducción. Detectores fotográficos. Detectores de ionización. Detectores basados en la ionización de gases. Cámaras de ionización. Detectores proporcionales. Detectores Geiger-Muller. Detectores de centelleo. Sustancias luminescentes. Fotomultiplicador.

Centelleo líquido.—Generalidades. Solutos primario y secundario. Extinción. Calibración interna y externa. Isótopos medibles por centelleo líquido.

Equipo electrónico asociado.—Fuentes de alta tensión. Amplificadores. Preamplificado-

res. Discriminadores. Analizador de impulsos de anticoincidencia. Analizador de impulsos de coincidencia. Escalas electrónicas. Integradores.

Calibración de un medidor de niveles.—Idem del voltaje de un tubo Geiger-Muller.

Tiempo de resolución. Calibración de un discriminador. Idem de un espectrómetro.

Determinación de un espectro de energía gamma.—Linealidad de la respuesta de calibración. Determinación de los controles correctos de ventanas. Determinación de la resolución de un espectro gamma.

Efectos de la ganancia.—Estadística.

Ensayo o análisis de una muestra de gammas mezcladas.

Eficiencia.—Linealidad de la eficacia. Geometría.

Uso de una escala como computador.

Colimadores.

Medida de muestras radiactivas.—Fondo. Muestra de calibrado. Factores que afectan al cálculo de la actividad.

Gammacámara.—Su fundamento. Principios de funcionamiento. Colimadores. Equipo electrónico asociado. Unidades de medida. Aplicaciones en Medicina nuclear.

Generalidades sobre instrumentación práctica.—Scanners lineales.

Tomografía.—Gammógrafo convencional. Gammacámara. Gammagrafía de positrones. Gammagrafía de transmisión. Tomografía axial.

Almacenamiento de información y proceso de datos.—Ordenadores electrónicos. Ordenadores analógicos. Ordenadores digitales. Memoria central. Unidad de cálculo. Periféricos.

Técnicas de laboratorio en Medicina nuclear.—Vidrios y equipo volumétrico. Pipetas. Técnicas de pipeteo. Pipetas automáticas. Balanzas. Centrifugadoras.

Estudio radioisotópico del cerebro.—Gammagrafía cerebral. Radiofármacos. Instrumentación. Otros estudios del S. N. C. Radiocisternografía. Determinación del flujo sanguíneo.

Estudio radioisotópico del pulmón.—Gammagrafía pulmonar por inhalación. Por perfusión. Estudio funcional del pulmón. Radiofármacos. Instrumentación.

Estudio radioisotópico del sistema óseo.—Gammagrafía ósea. Fundamentos. Radiofármacos. Instrumentación. Scanner de cuerpo entero.

Estudio radioisotópico del hígado.—Estudios funcionales. Estudios morfológicos. Estudios combinados. Radiofármacos. Instrumentación. Cálculos matemáticos. Técnicas específicas.

Estudio radioisotópico del bazo.—Técnicas de marcaje de hematíes. Radiofármacos. Instrumentación.

Estudio radioisotópico del páncreas.—Gammagrafía pancreática. Comportamiento de la seleniomietionina Se-75. Técnicas. Otros isótopos. Instrumentación.

Estudio radioisotópico del riñón.—Estudios funcionales. Estudio morfológico. Radiofármacos. Instrumentación. Determinación del flujo plasmático renal. Determinación del filtrado glomerular. Angiogammagrafía.

Estudio radioisotópico del tiroides.—Estudio funcional. Estudio morfológico. Radioisótopos de utilización más frecuente. Instrumentación. Exámenes "in vitro" de la función tiroidea. Test de estimulación con T. S. H. Test de frenación con tiroinina. Test de descarga. Otros estudios.

Estudio radioisotópico de glándulas salivares.—Estudio funcional y morfológico. Radioisótopos más frecuentes. Instrumentación.

Estudios radioisotópicos en obstetricia y ginecología.—Estudios funcionales y morfológicos. Radioisótopos utilizados. Instrumentación.

Estudios radioisotópicos del tracto gastro-intestinal.—Determinaciones funcionales. Absorción y eliminación de grasas. Absorción de la Vit. B-12. Test de Schilling. Estudio de la absorción del hierro. Estudio de la absorción proteica. Determinación de hemorragias intestinales. Estudios de absorción del calcio.

Estudios radioisotópicos en hematología.—Estudios funcionales. Eritro y ferrocínica: Obtención de gráficas. Determinación del volumen sanguíneo. Volumen globular. Radioisótopos más frecuentes.

Estudios radioisotópicos en oncología clínica.—Estudios de detección tumoral. Radiofármacos específicos. Instrumentación y procedimientos.  
Física sanitaria.—Distribución y funcionamiento de un Departamento de Medicina nuclear. Reglas e instrucciones para el personal. Transporte de materiales radiactivos. Reglamentación y legislación. Desechos radiactivos. Tratamiento de los mismos. Descontaminación. Normas de seguridad.

## SEGUNDO CURSO

### Area de conocimientos tecnológicos y prácticos

#### Tecnología

##### *Radioinmunoensayo*

Análisis por desplazamiento competitivo.—Principios generales básicos. Su aplicación y utilidad en Medicina.  
Naturaleza de las respuestas inmunológicas.—Antígenos. Haptenos. Anticuerpo. Interacción antígeno-anticuerpo.  
Producción de antisueros utilizados en RIA. Caracterización, título, afinidad y especificidad de los mismos.  
Sistemas no inmunes. Empleo de proteínas plasmáticas y proteínas tisulares.  
Yodación de hormonas proteicas. Técnicas.  
Técnicas de separación de antígeno libre y unido al anticuerpo.  
Validación de las técnicas de desplazamiento competitivo. Sensibilidad, exactitud, precisión y especificidad.  
Medida de radiactividad en las fracciones unida y/o libre. Representaciones gráficas más utilizadas en la curva estándar.  
Utilización de "kits" comerciales. Ventajas y limitaciones.  
Extracción de polipéptidos de muestras biológicas y su purificación. Extracción de esteroides de muestras biológicas y su purificación.  
Aspectos particulares del radioinmunoanálisis de hormonas proteicas.  
Idem de hormonas esteroideas.

##### *Introducción en clínica de la Medicina nuclear*

Conceptos fundamentales. Cantidades y unidades.  
Definición de término. Accesorios utilizados para modificar las características del haz. Características geométricas del haz. Características del protocolo de irradiación. Distribución de dosis.  
Protocolo práctico de calibración y determinación de la dosis en el eje central. Dosis absorbida en un phantom. Métodos de obtención de dosis en profundidad. Factores de conversión de exposición a dosis absorbidas. Tablas de rendimiento en profundidad en el eje central.  
Curvas de isodosis. Su utilización. Construcción de curvas de insodosis. Campos especiales. Combinación de campos.  
Dosis-tumor e isodosis en radioterapia cinética. Cálculo de dosis-tumor. Distribución de dosis de cicloterapia. Curvas de isodosis en radioterapia cinética.  
Distribución de dosis en el enfermo. Radioterapia por campos fijos. Radioterapia cinética. Archivos y presentación de datos. Protocolo y ficha personal de cada enfermo.  
Fuentes de error en dosimetría clínica y en la administración de dosis.

##### *Dosimetría clínica*

Medicina nuclear: Aplicaciones clínicas. Revisión de los mecanismos biológicos de fijación de los isótopos radiactivos en las diversas estructuras. Diferencia biológica entre indicador y trazador radiactivo.  
Estudio radioisotópico del cerebro.

Estudio radioisotópico del pulmón.  
Estudio radioisotópico del hígado.  
Estudio radioisotópico del bazo.  
Estudio radioisotópico del riñón.  
Estudio radioisotópico del páncreas.  
Estudio radioisotópico del sistema óseo-articular.  
Estudio radioisotópico del tiroides.  
Estudio radioisotópico en obstetricia y ginecología.  
Estudio radioisotópico del sistema cardiovascular.  
Estudios combinados morfológicos y funcionales. Sistema de procesamiento de datos. Programación.  
Otros estudios morfológicos.  
Hematología y hemodinámica.  
Estudio de absorción intestinal.  
Radioisótopos en oncología.  
Nociones de interpretación gammagráfica. Puntos de referencia anatómica en las diversas exploraciones.

#### *Protección*

Fin, objeto y alcance de la protección contra las radiaciones ionizantes.  
Riesgos de las radiaciones.  
Dosis máximas permisibles.  
Normas de protección.  
Distancia tiempo-blindaje.  
Aspectos de protección y contaminación en relación con la Medicina nuclear. Trabajador. Enfermo. Público en general.  
Aspectos de protección en radioterapia. Teleterapia. Recintos. Enfermos. Trabajador. Público en general.  
Aspectos de protección en curiterapia. Fuentes encapsuladas. Recintos. Enfermos. Trabajador. Público en general.  
Zonas vigiladas. Controladas. Tiempo de permanencia.

#### **Prácticas**

Recepción de generadores y soluciones radiactivas de los diferentes radiofármacos.  
Elución diaria de generadores de  $^{99m}\text{Mo}$  a  $^{99m}\text{Tc}$  y de  $^{113}\text{Sn}$  a  $^{113}\text{In}$ .  
Preparar radiofármacos con los isótopos radiactivos obtenidos en la elución de los generadores.  
Dosificación de otros radiofármacos.  
Cuentatificación en calibrador de dosis.  
Preparación de estándares para estudios funcionales y medida de los mismos.  
Preparación de soluciones de los reactivos necesarios para la elaboración de los distintos radiofármacos.  
Calibración y puesta a punto al comienzo de cada jornada de realización del estudio gammagráfico.  
Confirmación del isótopo y dosis administrada al paciente.  
Colocación del paciente en la posición anatómica ideal, para la realización del estudio gammagráfico.  
Fijar las constantes previas necesarias en el cuadro de mandos del aparato para la realización de la exploración.  
Realización del estudio gammagráfico.  
Recogida y revelado de las películas fotosensibles y de los demás procedimientos de registro.  
Entrega de resultados.  
Si el estudio se realiza en gammacámara, con dispositivos de proceso y almacenamiento de datos, comprobar previamente a la exploración la puesta a punto de los procedimientos.

- Calibración y puesta a punto, al comienzo de cada jornada de trabajo, de los diversos aparatos.
- Confirmación del isótopo y de la dosis a administrar al paciente.
- Colocación del paciente en la posición anatómica ideal, para la realización de la exploración y situación de los detectores, en número variable según el aparato o la exploración a efectuar.
- Obtención de los trazados, bien por registro directo sobre el papel o por almacenamiento en cintas magnéticas.
- Almacenamiento y preparación del material necesario.
- Calibración y puesta a punto al comienzo de cada jornada de trabajo, de los diversos tipos de contadores, tanto de centelleo líquido como sólido.
- Preparación del material radiactivo a utilizar.
- Recogida de muestras y procesamiento de las mismas mediante test "in vitro".
- Contaje de las muestras según técnicas diferentes para cada exploración.
- Incorporación a gráficos de los valores obtenidos.
- Valoración global de todos los datos.
- Entrega de los resultados.
- Colaboración en la realización práctica de técnicas radiocromatográficas.
- Comprobación diaria del normal funcionamiento de los diversos procedimientos exigidos como requisito indispensable por la JEN y la OMS para que las diferentes secciones funcionen dentro de dichas normas.
- Comprobar niveles de dosis en las zonas donde se utiliza material radiactivo. Esta comprobación es indispensable que se realice al principio y al final de cada jornada de trabajo.
- Anotación de los datos antedichos en los «dossiers» al respecto.
- Manejo y elaboración de datos de archivo.
- Colaboración en la sección bibliográfica sobre datos de su especialidad.
- Lectura de cámaras y dosímetros.
- Anotación de los datos anteriores en los diversos «dossiers» (control de dosis personal).
- Concierto de lectura de dosímetros con la JEN.

### Area de organización de la Empresa

Los cuestionarios para impartir las asignaturas de Organización Empresarial y Seguridad e Higiene del primer curso y Legislación del segundo curso serán los reglados según Orden ministerial de 13 de noviembre de 1975, por la que se establecen horarios, orientaciones metodológicas y cuestionarios de segundo grado de Formación Profesional.

### Organización hospitalaria

- Historia y definición del hospital.
- El servicio de admisión y archivo de historias clínicas.
- Las consultas externas al hospital.
- Esterilización central.
- Los servicios generales.
- Cuidados intensivos.
- Unidad de enfermería.
- Asistencia social.
- Servicios complementarios de la atención médica. Farmacia, alimentación y dietética.
- Medicina preventiva en el hospital.
- Docencia e investigación en el hospital.
- Planificación y regionalización hospitalaria.
- La ética en el hospital.
- La responsabilidad legal.
- La responsabilidad profesional.
- La responsabilidad social.

Organización del departamento: Secciones y laboratorios del mismo.

### Seguridad e higiene

Higiene y sanidad. Medicina social y Medicina preventiva.

El aire como vehículo de infección.

El agua como vehículo de infección.

El terreno y su estudio sanitario.

Higiene en el hospital. Iluminación en los locales de trabajo.

Acondicionamiento climático de los mismos.

Abastecimiento de agua potable. Evacuación de excretas y eliminación de basuras.

Profilaxis de la infección. Asepsia y antisepsia.

Accidentes y enfermedades que puedan ocasionarse por las inyecciones. Modo de evitarlos.

Protección contra las radiaciones ionizantes.

Protección contra los agentes químicos de contacto.

Normas sobre prevención contra las sustancias volátiles o difusibles por el aire.

Higiene de la alimentación. Bases cuantitativas y cualitativas.

Patología en el medio hospitalario.

Problemas de higiene en el Departamento.