



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS FÍSICAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS (FÍSICA MÉDICA)



Protección Radiológica

| | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------|-------|----------|-----------|
| Clave | Semestre 2 | Créditos 12 | Campo de conocimiento | Física Médica y Biológica | | | |
| Modalidad | Curso (X) Taller () Lab () Sem () | | | Tipo | T () | P () | T/P (x) |
| Carácter | Obligatorio (X) | Optativo () | Horas | | | | |
| | Obligatorio E () | Optativo E () | | | | | |
| Duración del programa | | semestral | | Semana | | Semestre | |
| | | | | Teóricas | 3 | 48 | |
| | | | | Prácticas | 3 | 48 | |
| | | | | Total | 6 | 96 | |

Objetivo general:

El alumno conocerá a detalle los elementos que constituyen un programa de protección radiológica en el área médica.

Objetivos específicos:

Adquirir una visión completa de la protección radiológica en el área médica, los conocimientos básicos para establecer y manejar un programa de protección radiológica hospitalaria, así como las referencias bibliográficas actualizadas que le permitan desarrollar los aspectos específicos que requiera en el ejercicio de su función profesional y, en su caso, como encargado de seguridad radiológica en un hospital.

Índice temático

| | Tema | Horas semestre | |
|----------------------------|--|----------------|-----------|
| | | Teóricas | Prácticas |
| 1 | Introducción a la Protección Radiológica | 3 | 0 |
| 2 | Caracterización de las fuentes de radiación | 3 | 0 |
| 3 | Interacción de la radiación con la materia | 6 | 6 |
| 4 | Detección y medida de la radiación | 6 | 9 |
| 5 | Caracterización del posible efecto biológico | 6 | 6 |
| 6 | Filosofía de la protección radiológica | 3 | 0 |
| 7 | Exposición a las fuentes de radiación | 3 | 3 |
| 8 | Protección contra la radiación externa | 6 | 9 |
| 9 | Protección contra la irradiación interna | 6 | 9 |
| 10 | Protección radiológica en hospitales | 6 | 6 |
| Total | | 48 | 48 |
| Suma total de horas | | 96 | |

Contenido Temático

| |
|-----------------|
| Tema y subtemas |
|-----------------|

| | |
|-----------------|---|
| Unidad 1 | Introducción a la Protección Radiológica |
| 1.1 | El problema de la protección radiológica (individuo-campo-fuente) |
| 1.2 | Caracterización de: fuente-campo-efecto y formas de caracterización (referencia, cálculo, medición directa) |
| 1.3 | Funciones generales del físico medico relacionadas con la protección radiológica |
| 1.4 | Metodología de trabajo en el curso y procedimiento de evaluación |
| Unidad 2 | Caracterización de las fuentes de radiación |
| 2.1 | Carta de nucleídos y tabla de isótopos |
| 2.2 | Diagramas de niveles energéticos de las transformaciones nucleares y su correlación con los espectros de las radiaciones que se emiten |
| Unidad 3 | Interacción de la radiación con la materia |
| 3.1 | Repaso de conceptos generales |
| 3.2 | Neutrones, fuentes de neutrones, espectros, dispersión elástica, atenuación y absorción |
| 3.3 | Reacciones nucleares, fisión y fusión |
| 3.4 | Caracterización del campo de radiación: Uso de las magnitudes de protección radiológica: cálculo de rapidez de exposición, rapidez de kerma, dosis absorbida y rapidez de dosis absorbida, en un campo de radiación |
| Unidad 4 | Detección y medida de la radiación |
| 4.1 | Detectores por ionización en gases: a) Cámaras de ionización, b) Detector proporcional, c) Contador Geiger |
| 4.2 | Detectores por centelleo, límite inferior de detección, determinación de la eficiencia |
| 4.3 | Detectores semiconductores de barrera superficial y de GeHP |
| 4.4 | Espectrometría gamma, analizadores monocanal y multicanal. Identificación del Núcleo y determinación de su actividad a partir del espectro |
| 4.5 | Detectores para neutrones |
| 4.6 | Dosímetros personales y su utilización |
| 4.7 | Criterios generales para la selección de un instrumento de medición |
| 4.8 | Dependencia direccional y energética de los detectores |
| 4.9 | Calibración de monitores portátiles |
| Unidad 5 | Caracterización del posible efecto biológico |
| 5.1 | Efectos deterministas, ejemplos, valores umbral. Efectos estocásticos, ejemplos, concepto de riesgo |
| 5.2 | Factor de calidad y factores de ponderación por radiación |
| 5.3 | Equivalente de dosis y dosis equivalente |
| 5.4 | Equivalente de dosis ambiental, direccional y personal |
| 5.5 | Factores de ponderación por tipo de tejido. Dosis efectiva. Ejercicios y problemas |
| Unidad 6 | Filosofía de la protección radiológica |
| 6.1 | La Comisión Internacional de Protección Radiológica, origen y funciones |
| 6.2 | Marco conceptual de la protección radiológica. Sistema de protección para las prácticas. Factores de riesgo, fundamentación de los límites |
| 6.3 | Exposición ocupacional, médica y del público, límites de dosis |
| 6.4 | Exposiciones potenciales y atención de emergencias. Sistema de protección para |

| | |
|------------------|--|
| | las intervenciones |
| 6.5 | Implantación de las recomendaciones |
| Unidad 7 | Exposición a las fuentes de radiación |
| 7.1 | Fuentes naturales: Rayos cósmicos y radionúclidos cosmogénicos, radiación terrestre y radón, valores promedio de las dosis anuales |
| 7.2 | Fuentes antropogénicas: Exposición ocupacional y médica. El problema de las dosis bajas de radiación |
| Unidad 8 | Protección contra la radiación externa |
| 8.1 | Factores de protección: Tiempo, distancia y blindaje |
| 8.2 | Campo de radiación debido a fuentes puntuales, lineales y superficiales |
| 8.3 | Atenuación de la radiación. Factor de incremento |
| 8.4 | Cálculo de blindajes para fotones. Gráficas de atenuación. Ejercicios y problemas |
| 8.5 | Contenido de la memoria analítica para una instalación de radioterapia, barreras primarias y secundarias, ejemplos |
| 8.6 | Cálculo de blindajes para radiación beta |
| 8.7 | Seguridad de las fuentes selladas, prueba de fuga |
| 8.8 | Recomendaciones para la toma de frotis en diferentes fuentes |
| 8.9 | Coeficientes de conversión para el cálculo de magnitudes operacionales, y de protección |
| Unidad 9 | Protección contra la radiación interna |
| 9.1 | Recepción, almacenamiento y control de fuentes abiertas |
| 9.2 | Contabilidad del material radiactivo |
| 9.3 | Manejo de fuentes abiertas, reglas de laboratorio. Ropa de protección, protección respiratoria |
| 9.4 | Manejo y disposición de desechos radiactivos. Término fuente |
| 9.5 | Descarga al ambiente y protección del público, grupo crítico y dosis a la población. Gestión de desechos OIEA |
| 9.6 | Transporte de material radiactivo |
| 9.7 | Accidentes, emergencias y control de la contaminación |
| 9.8 | Descontaminación, factor de descontaminación y límites de contaminación superficial |
| 9.9 | Contaminación e incorporación de material radiactivo |
| 9.10 | Determinación de la contaminación interna |
| 9.11 | Dosimetría interna |
| 9.12 | Metodología del MIRD |
| 9.13 | Límite Anual de Incorporación. Ejercicios |
| Unidad 10 | Protección radiológica en hospitales |
| 10.1 | Cultura de seguridad y garantía de calidad. Criterios generales para la protección del personal, del paciente y del público. Control de calidad y protección |
| 10.2 | Análisis de riesgos |
| 10.3 | Vigilancia individual de los trabajadores, registros y constancias |
| 10.4 | Necesidad y contenido de un programa de protección radiológica |

| | |
|------------------|--|
| 10.5 | Protección radiológica en radiodiagnóstico |
| 10.6 | Protección radiológica en Medicina Nuclear. Análisis de casos |
| 10.7 | Protección radiológica en Radioterapia. Análisis de accidentes |
| Prácticas | |
| 1 | Uso de un contador de pulsos con detector Geiger, estadística de conteo, preparación de una fuente radiactiva y determinación de su vida media |
| 2 | Absorción de la radiación alfa; penetración, alcance y retrodispersión de la radiación beta |
| 3 | Dispersión y atenuación de la radiación gamma. y CHR en función de la energía |
| 4 | Manejo y uso de cámaras de ionización |
| 5 | Manejo y uso de monitores Geiger y del factor de calibración |
| 6 | Espectrometría gamma y Efecto Compton para fuente monoenergética |
| 7 | Termalización y absorción de neutrones |
| 8 | Calibración de un dosímetro de lectura directa |
| 9 | Dependencia direccional de un monitor |
| 10 | Calibración de rutina para un monitor Geiger |
| 11 | Tiempo, distancia y blindaje, capa hemirreductora y factor de incremento |
| 12 | Blindaje para radiación beta, radiación de frenado |
| 13 | Prueba de fuga |
| 14 | Manipulación de fuentes abiertas |
| 15 | Descontaminación de superficies |
| 16 | Simulacro de un accidente con fuentes abiertas |

| Estrategias didácticas | | Evaluación del aprendizaje | |
|---|---|----------------------------|---|
| Exposición | | Exámenes parciales | x |
| Trabajo en equipo | x | Examen final | x |
| Lecturas | x | Trabajos y tareas | x |
| Trabajo de investigación | x | Presentación de tema | |
| Prácticas (taller o laboratorio) | x | Participación en clase | x |
| Prácticas de campo | | Asistencia | x |
| Aprendizaje por proyectos | | Rúbricas | |
| Aprendizaje basado en problemas | | Portafolios | |
| Casos de enseñanza | | Listas de cotejo | |
| Otras (especificar) | | Otras (especificar) | |
| Bibliografía básica: | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Attix, F. H., <i>Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry</i>, John Wiley & Sons, 1986. ▪ Cember Herman, <i>Introduction to Health Physics</i>, Pergamon Press, 2008. ▪ CNSNS, <i>Instructivo para la preparación del manual de procedimientos de seguridad radiológica</i>, CNSNS, 1994. ▪ Knoll Glenn F., <i>Radiation Detection and Measurement</i>, John Wiley & Sons, 2010. ▪ Martin J. E., <i>Physics for Radiation Protection</i>, John Wiley & Sons, 2000. ▪ Thompson M. A. et-al, <i>Principles of Imaging Science and Protection</i>, W.B. Saunders Co., 1994. | | | |

- Turner, JE, *Atoms, Radiation, and Radiation Protection*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., 2007.
- Cherry, SR, Sorenson, JA and Phelps, ME, *Physics in Nuclear Medicine, 4th Ed.*, Elsevier Canada, 2012.
- Gordon G. y Heminway J. D., *Practical Gamma-Ray Spectrometry*, Wiley & Sons, 1995.
- Lederer C. M. y Shirley V. S., *Table of isotopes*, 7th Ed., John Wiley- Interscience Pub., 1978.
- González A. J., *Los efectos biológicos de las dosis bajas de radiación ionizante*, *Seguridad Radiológica*, 15.

Bibliografía complementaria:

- ICRP Publication 92: *Relative Biological Effectiveness (RBE), Quality Factor (Q) and Radiation Weighting Factor wR*. ICRP, 2005.
- ICRP Publication 103: *2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, 2007.
- ICRU Report 51: *Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry*, 1993.
- ICRU Report 60: *Radiation Quantities and Units*, 1998.
- NCRP Report No. 49: *Structural Shielding Design and Evaluation for Medical use of X X Ray and Gamma Rays of Energies up to 10 MeV*, 1976.
- NCRP Report No 51: *Radiation Protection Design Guidelines for 0.1-100 MeV Particle Accelerator Facilities*, NCRP, 1977.
- NCRP Report No. 151 - *Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X- and Gamma-Ray Radiotherapy*, NCRP, 2005.
- NOM- 002- SSA3: *Para la organización, funcionamiento e ingeniería sanitaria del servicio de radioterapia*, 2017.
- NOM- 008- NUCL: *Control de la contaminación radiactiva*, 2011.
- NOM- 229 – SSA1: *Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos*, 2002.
- OIEA PRSM- 6: *Manual sobre los usos terapéuticos del yodo 131*, OIEA, Viena, 1994.
- OIEA SRS 17: *Lessons Learned from Accidental Exposures in Radiotherapy*, Safety Report Series No. 17, IAEA, Vienna, 2000.
- OIEA SRS 37: *Methods for Assessing Occupational Radiation Doses due to Intakes of Radionuclides*, Safety Report Series No. 37, IAEA, Vienna, 2004.
- OIEA SRS 47: *Radiation Protection in the Design of Radiotherapy Facilities*, Safety Report Series No. 47, IAEA, Vienna , 2006.
- OIEA SS- 102 : *Recomendations for the Safe use and Regulation of Radiation Sources In Industry, Medicine, Research and Teaching*, Safety Series No. 102, OIEA, 1990.
- OIEA SS- 111F: *The Principles of Radioactive Waste Management*, OIEA, 1995.
- OIEA SSS WS- G- 2.7: *Management of Waste from the Use of Radiactive Material in Medicine, Industry, Agriculture, Research and Education*, Safety Standards Series N°WS- G- 2.7 OIEA, Viena Austria, 2005.
- UNSCEAR: *Sources and effects of ionizing radiation*, UNSCEAR Report to the General Assembly with Scientific Annexes, 1993.

Perfil Profesiográfico:

Quienes impartan esta actividad deberán contar con el grado de Maestro(a) o Doctor(a) o con la dispensa de grado otorgada por el Comité Académico, en alguna disciplina afín a los contenidos de esta actividad académica; experiencia académica o profesional relacionadas con la docencia en los campos del conocimiento del Programa. Tener producción académica o profesional reciente, demostrada con obra académica o profesional reconocida. Manejo y conocimiento de técnicas de enseñanza y aprendizaje.