

NUEVO



FACULTAD DE MEDICINA | ESCUELA DE
UNIVERSIDAD DE CHILE | POSTGRADO
EDUCACIÓN CONTINUA



Diploma Dosimetría y Física de Radiaciones Médicas

Información General



Versión:	1ª Versión (2023)
Modalidad:	E-Learning a través de plataforma U-Cursos
Duración Total:	247,5 Horas
Fecha de Inicio:	1 de abril de 2024
Fecha de Término:	8 de noviembre de 2024
Vacantes*:	Mínimo 15, máximo 30 Alumnos
Precio:	\$ 1.500.000.-

Dirigido a:**

Tecnólogos Médicos con mención en Imagenología, Radioterapia y Física Médica (o equivalente), Licenciados en Ciencias con mención en Física e Ingenieros.

* La realización del programa está sujeta a la cantidad mínima de participantes.

** La definición de los destinatarios es de exclusiva responsabilidad del Departamento que imparte este Programa.

Descripción y Fundamentos

Las radiaciones ionizantes entraron al compendio del conocimiento físico a finales del siglo XIX y su uso en aplicaciones médicas fue prácticamente inmediato. Más de un siglo de experiencia ha permitido conocer de mejor manera el efecto que tiene la radiación ionizante sobre la salud humana, junto con un avance vertiginoso en el desarrollo de la medicina actual. El aumento de conocimiento y complejidad asociado a este crecimiento ha llevado a la especialización de las profesiones y, al igual que con el surgimiento especialidades médicas enfocadas al uso de las radiaciones en medicina, a decir, radiólogos, médicos intervencionistas, médicos nucleares y radioterapeutas, el uso de radiaciones ha vinculado a físicos, ingenieros y tecnólogos médicos al ejercicio de la física médica que, según el Organismo Internacional de Energía Atómica, corresponde a la aplicación de procedimientos y conceptos de la física en medicina para prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades [1].

Actualmente varias aplicaciones que utilizan radiación ionizante se consideran fundamentales en la práctica médica, destacando al diagnóstico por imágenes, al apoyo de intervenciones quirúrgicas y a aplicaciones de medicina nuclear. En este tipo de prácticas es de particular interés la estimación de la dosis por radiación en los pacientes y en los operadores, pues además de influir en la calidad de los procedimientos, tiene un impacto directo en la salud y por lo tanto requiere de un manejo específico para prevenir o minimizar los riesgos asociados [2]. Por otro lado, con respecto a las dosis sumamente altas que reciben los pacientes en tratamientos de radioterapia, es necesario garantizar que su administración se mantenga dentro de estrictos márgenes de seguridad [3].

El Departamento de Tecnología Médica de la Universidad de Chile cuenta con una larga experiencia integrando competencias asociadas a la física médica en la formación de pregrado de los tecnólogos médicos con mención en Imagenología, Radioterapia y Física Médica. Nuestra intención es avanzar en este camino iniciando este diplomado en conjunto con el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile y con el Instituto Nacional del Cáncer, institución de referencia que cuenta con un largo historial de colaboración con nuestra Facultad de Medicina.

El diploma pretende otorgar a los estudiantes un acercamiento teórico a la física médica con especial énfasis en la dosimetría. Se espera que el estudiante adquiera sólidos conocimientos teóricos que le permitan enfrentarse luego a estudios de posgrado relacionados.

- [1] Organismo Internacional de Energía Atómica. Normas de Seguridad No. GSR Part 3
- [2] Comisión Internacional de Protección Radiológica. Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. Publicación 103.
- [3] International Commission on Radiation Units & Measurements. ICRU Report 83, Prescribing, Recording, and Reporting Intensity-Modulated Photon-Beam Therapy.

Certificación

Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

- **Unidades Académicas Responsables:**
 - Departamento de Tecnología Médica.

Propósito Formativo

- Analizar los principios físicos de la generación y dosimetría de las radiaciones ionizantes e integrar sus fundamentos en el diagnóstico por imágenes y la terapia con radiaciones.

Contenidos

Módulo 1:

Introducción a la física de radiaciones ionizantes en medicina.

Objetivos Específicos

- Identifica los fundamentos teóricos de electromagnetismo y física atómica.
- Analiza los fenómenos físicos de interacción de fotones y partículas cargadas con la materia, considerando los fenómenos cuánticos involucrados.
- Analiza el fenómeno de atenuación exponencial de fotones y su aplicación en los usos de las radiaciones en medicina.
- Describe cuantitativamente campos de radiación ionizante con magnitudes apropiadas identificando la diferencia entre magnitudes radiométricas y dosimétricas.
- Analiza simulaciones del transporte de la radiación en la materia vinculando los fenómenos de interacción y el comportamiento macroscópico de los haces de radiación.

Contenidos

La física de radiaciones es la ciencia de la radiación ionizante y de su interacción con la materia con especial énfasis en la energía absorbida. Es de interés comprender los principios y fundamentos de la interacción de la radiación con el medio para determinar ciertas magnitudes relacionadas con el depósito de energía en los tejidos biológicos. Los contenidos de este módulo abordan en primer lugar los fenómenos cuánticos de la interacción de partículas individuales, los cuales tienen un fuerte componente estocástico. El siguiente paso es definir promedios, es decir, magnitudes no-estocásticas, para avanzar a una descripción macroscópica y cuantificar la energía absorbida en la materia. Finalmente Se integrarán todos los conceptos revisados en

el análisis de simulaciones del transporte de la radiación de la materia mediante Monte Carlo, incluyendo principios básicos de este tipo de simulaciones.

Docentes responsables

- Carlos Alberto Cárdenas Valencia
- Marianela Hervias Jara
- Cristian Valdés Cortez

Horas presenciales	0
Horas no presenciales	60
Horas totales	60
Créditos	2.2

Módulo 2: **Fuentes de radiación ionizante.**

Objetivos específicos

- Identifica tipos de decaimiento radiactivo.
- Analiza la cinética de decaimiento radiactivo en decaimientos multimodales y en la serie de decaimiento de tres componentes.
- Analiza la emisión de Bremsstrahlung y radiación característica.
- Describe métodos de aceleración de electrones utilizados en dispositivos de producción de rayos X empleados en el ámbito médico.

Contenidos

Se abordarán luego los tres tipos de fuentes de radiación más relevantes: radionúclidos, tubos de rayos X y aceleradores de partículas. Con respecto al primero, se dará especial énfasis a los aspectos energéticos del decaimiento. También se abordará en profundidad la cinética de decaimiento, pues tanto el tiempo de irradiación como la tasa de emisión de la radiación son proporcionales a la energía absorbida.

Finalmente se estudiará que el impacto de electrones acelerados en materiales de alto número atómico es la manera más utilizada para producir rayos X. Con esto claro, se propone abordar dos métodos de aceleración de electrones, precisamente los que utilizan los tubos de rayos X y los aceleradores lineales de partículas.

Docente responsable

- Francisco Javier Muñoz Sáez

Horas presenciales	0
Horas no presenciales	32.5
Horas totales	32.5
Créditos	1.2

Módulo 3: **Efectos sobre el ser humano.**

Objetivos específicos

- Describe el impacto de la dosis absorbida por radiación en sistemas biológicos a nivel celular.
- Describe las manifestaciones clínicas asociadas a la radiación en el ser humano.
- Identifica las magnitudes utilizadas para describir el riesgo de la radiación en personas expuestas.

Contenidos

Las primeras recomendaciones de protección radiológica son de fines del siglo XIX, sin embargo, el avance más significativo ocurrió a mediados del siglo XX luego de que el uso de armamento nuclear aumentará la dosis por radiación en la población. En esta unidad se dará, en primer lugar, una perspectiva celular y radioquímica con énfasis en los procesos de daño y reparación del ADN. Luego se revisarán las manifestaciones clínicas de la radiación en el ser humano y algunas nociones sobre el tratamiento radiante. Por último, se abordarán las magnitudes utilizadas actualmente para cuantificar el riesgo de complicaciones a largo plazo producto de la radiación.

Docentes responsables

- Katherine Marcelain Cubillos
- Marianela Hervias Jara

Horas presenciales	0
Horas no presenciales	27.5
Horas totales	27.5
Créditos	1.0

Módulo 4: **Introducción a la dosimetría.**

Objetivos específicos

- Describe el fundamento de las cámaras de ionización como detectores capaces de realizar dosimetría.
- Analiza el equilibrio electrónico y lo relaciona con la determinación de dosis absorbida en la teoría de cavidades.
- Describe la trazabilidad de calibración de detectores.

Contenidos

La dosimetría de las radiaciones lidia con la determinación cuantitativa de la energía depositada por la interacción de la radiación ionizante con la materia mediante una medición. Como introducción a este tópico se estudiarán las cámaras de ionización como modelo de detector capaz de realizar dosimetría y se vinculará su uso con la muy relevante teoría de cavidades. También se dará una revisión general de otros tipos de detectores. Finalmente se dará énfasis en la trazabilidad de la calibración de detectores siendo esto fundamental para que los usuarios en los servicios de salud puedan medir efectivamente la dosis.

Docentes responsables

- Marianela Hervias Jara
- Camilo De la Barra Olate
- Víctor Castañeda Zeman

Horas presenciales	0
Horas no presenciales	32.5
Horas totales	32.5
Créditos	1.2

Módulo 5: **Dosimetría en teleterapia.**

Objetivos específicos

- Analiza la dosimetría de equipos de radiología y mamografía considerando sus fundamentos físicos, los requerimientos de los sistemas dosimétricos y la metodología descrita en los códigos de prácticas y protocolos.
- Describe las características generales de los equipos utilizados en cada aplicación.

Contenidos

En las aplicaciones de radiodiagnóstico la dosis es un efecto colateral indeseable y, por lo tanto, es de interés valorar el riesgo asociado a la exposición. Debido a que, en el rango de energía empleado, la determinación de la dosis absorbida es técnicamente más difícil, se han desarrollado índices dosimétricos específicos para cada aplicación.

En este módulo se abordarán las características de los equipos de radiología, intervencionismo y mamografía. Se presentarán los índices dosimétricos definidos para estas aplicaciones. Los docentes realizarán una video práctica observacional mostrando los equipos, así como la instrumentación requerida para realizar dosimetría en cada aplicación, siguiendo la metodología recomendada en los protocolos dosimétricos internacionales.

Docentes responsables

- Daniel Castro Acuña
- Denisse Karl Sáez

Horas presenciales	0
Horas no presenciales	30
Horas totales	30
Créditos	1.1

Módulo 6: **Dosimetría en radiología y mamografía.**

Objetivos específicos

- Analiza la dosimetría de equipos de radiología y mamografía considerando sus fundamentos físicos, los requerimientos de los sistemas dosimétricos y la metodología descrita en los códigos de prácticas y protocolos.
- Describe las características generales de los equipos utilizados en cada aplicación

Contenidos

En las aplicaciones de radiodiagnóstico la dosis es un efecto colateral indeseable y, por lo tanto, es de interés valorar el riesgo asociado a la exposición. Debido a que, en el rango de energía empleado, la determinación de la dosis absorbida es técnicamente más difícil, se han desarrollado índices dosimétricos específicos para cada aplicación. En este módulo se abordarán las características de los equipos de radiología, intervencionismo y mamografía. Se presentarán los índices dosimétricos definidos para estas aplicaciones. Los docentes realizarán una video práctica observacional mostrando los equipos, así como la instrumentación requerida para realizar dosimetría en cada aplicación, siguiendo la metodología recomendada en los protocolos dosimétricos internacionales.

Docentes responsables

- Daniel Castro Acuña
- Denisse Karl Sáez

Horas presenciales	0
Horas no presenciales	30
Horas totales	30
Créditos	1.1

Módulo 7: **Dosimetría en tomografía computada y medicina nuclear.**

Objetivos específicos

- Analiza la dosimetría de equipos de tomografía computada y medicina nuclear, considerando sus fundamentos físicos, los requerimientos de los sistemas dosimétricos y la metodología descrita en los códigos de prácticas y protocolos.
- Describe las características generales de los equipos utilizados en cada aplicación

Contenidos

La dosimetría en tomografía computada requiere un tratamiento específico debido a su particular geometría de adquisición de imágenes, con índices dosimétricos específicos para esta técnica. Por otro lado, en medicina nuclear la dosimetría representa un cambio significativo pues los radioisótopos se encuentran distribuidos en el interior de los órganos, por lo que se estudiará la necesidad de caracterizar bien el tamaño y la forma del órgano que contiene al radionúclido y de considerar las energías de los fotones y las partículas cargadas involucradas mediante fracciones de absorción.

En este módulo se abordarán los equipos y la dosimetría de tomografía computada, así como los equipos más representativos para adquisición de imágenes en medicina nuclear y las características generales de la dosimetría asociada. Los docentes realizarán una video práctica observacional mostrando los equipos, así como la instrumentación requerida para la realización de la dosimetría en cada aplicación particular.

Docentes responsables

- Daniel Castro Acuña
- José Luis Rodríguez Pérez

Horas presenciales	0
Horas no presenciales	30
Horas totales	30
Créditos	1.1

Calendario Modular

MÓDULO	HORAS	SEMANAS	FECHA INICIO	FECHA TÉRMINO
1. Introducción a la física de radiaciones ionizantes en medicina	60	9	lunes, 1 de abril	viernes, 31 de mayo
Prueba 1	2.5	1	lunes, 3 de junio	viernes, 7 de junio
2. Fuentes de radiación ionizante	32.5	4	lunes, 10 de junio	viernes, 5 de julio
3. Efectos sobre el ser humano	27.5	4	lunes, 8 de julio	viernes, 2 de agosto
Prueba 2	2.5	1	lunes, 5 de agosto	viernes, 9 de agosto
4. Introducción a la dosimetría	32.5	4	lunes, 12 de agosto	viernes, 6 de septiembre
5. Dosimetría en teleterapia	25	2	lunes, 9 de septiembre	viernes, 27 de septiembre
Prueba 3	2.5	1	lunes, 30 de septiembre	viernes, 4 de octubre
6. Dosimetría en radiología y mamografía	30	2	lunes, 7 de octubre	viernes, 18 de octubre
7. Dosimetría en tomografía computada y medicina nuclear	30	2	lunes, 21 de octubre	viernes, 1 de noviembre
Prueba 4	2.5	1	lunes, 4 de noviembre	viernes, 8 de noviembre
Total	247.5	31	lunes, 1 de abril	viernes, 8 de noviembre

Metodología

Los contenidos del programa se estructuran en 5 módulos organizados de tal manera de presentar aspectos físicos teóricos que fundamentan la generación y medición de las radiaciones ionizantes, para posteriormente y de forma progresiva, introducir aspectos aplicados de su práctica en medicina.

Se utilizará modalidad E-Learning, sumado a dos actividades sincrónicas y asincrónicas vía plataforma U-Cursos.

Los estudiantes recibirán materiales estructurados por los docentes para su estudio, así como bibliografía seleccionada y problemas planteados.

El carácter multidisciplinario de este diploma se considera fundamental para acrecentar los aprendizajes, y por tanto se propiciará en todo momento la interacción entre los estudiantes, movilizandolos los saberes propios de cada una de las áreas y posibilitando de esta manera la construcción conjunta del conocimiento.

La plataforma virtual del curso cuenta con las siguientes herramientas de trabajo:

- Gestor de clases virtuales: Agenda y habilita videoconferencias
- Gestor de Material Docente: Deja a disposición de los estudiantes el material de estudio. Permite el despliegue de contenido en formato texto y video embebido: Permiten revisar y estudiar en forma organizada los contenidos asociados a cada semana y cada módulo, para ello se desplegarán mediante plataforma apuntes base sobre los diversos temas a tratar en las actividades sincrónicas y asincrónicas vía plataforma U-Cursos.
- Bibliografías y Enlaces: Sitios web y libros que apoyen el material docente.
- Blogs: Lugar de publicación de artículos, videos y audios para apoyar las clases.
- Foros de Discusión: Publicación de preguntas y comentarios. Permite la interacción constante entre los estudiantes y el equipo docente, y a la vez entre los propios estudiantes.
- Recepción de Tareas: Permite la entrega de tareas (archivos de texto o audiovisuales) en forma organizada.
- Test en línea: Realización de evaluaciones con modalidad de alternativas, selección múltiple y desarrollo corto en la plataforma.
- Votaciones en Línea: Encuestas para estudiantes y feedback instantáneo para los profesores.
- Calendario de Actividades: Agenda de todos los eventos a realizar en el curso.
- Envío de correos: Gestor de comunicación de forma ágil y sencilla con los profesores del curso.
- Registro de Notas Parciales: Acceso a las notas del curso.

Las actividades que se realizarán incluyen:

- **Clases expositivas vía videoconferencia:** Permiten entregar al estudiante contenidos en forma ordenada y organizada, generando un marco referencial sobre un tema amplio, y además aclarar dudas sobre los contenidos desplegados previamente para las actividades asincrónicas. Se efectuarán a modo de Clases Magistrales impartidas por un académico o profesional especialista en un tema.
- **Lecturas Dirigidas:** Lectura guiada de material estructurado, en donde se amplía la información de la clase. El objetivo de este material es que los estudiantes reflexionen y aumenten sus conocimientos en los diferentes temas utilizando fuentes de información válidas y confiables. Se utilizarán artículos científicos seleccionados sobre el tema y apuntes creados por los profesores encargados de cada tópico para dar complementario y apoyar los contenidos presentados en las clases expositivas. El material quedará a disposición de los estudiantes en la sección “material docente”.
- **Video prácticas:** Se realizará un material audiovisual con los docentes especialistas mostrando los diferentes equipos y realizando una demostración del montaje y ejecución de la dosimetría. Si bien la manipulación de la instrumentación requiere de un entrenamiento mayor y no es viable para los estudiantes en este diploma, se dará a los estudiantes un acercamiento formal al uso y realización de la dosimetría en las diferentes aplicaciones médicas que utilizan radiación ionizante.

Evaluación y Ponderación

Se realizarán cuatro evaluaciones organizadas de la siguiente manera:

	Módulos	Ponderación de los módulos	Ponderación de la prueba
Prueba 1	Introducción a la física de radiaciones	22%	22%
Prueba 2	Fuentes de radiación ionizante	13%	26%
	Efectos sobre el ser humano	13%	
Prueba 3	Introducción a la dosimetría	13%	26%
	Dosimetría en radioterapia	13%	
Prueba 4	Dosimetría en radiología y mamografía	13%	26%
	Dosimetría en tomografía computada y medicina nuclear	13%	

Equipo Docente

Directora del Diploma:

M. Marianela Hervias Jara

Prof. Asistente
Facultad de Medicina U. de Chile
Máster en Física Médica
Universitat de Valencia, España

Coordinador:

T.M. Daniel Castro Acuña

Prof. Asistente
Facultad de Medicina U. de Chile
Máster en Física Médica
Universitat de Valencia, España

Cuerpo Docente:

T.M. Marianela Hervias Jara

Prof. Asistente
Facultad de Medicina U. de Chile
Máster en Física Médica
Universitat de Valencia, España

T.M. Daniel Castro Acuña

Prof. Asistente
Facultad de Medicina U. de Chile
Máster en Física Médica
Universitat de Valencia, España

Ing. Carlos Cárdenas Valencia

Prof. Titular
Facultad de Ciencias U. de Chile
Doctor en Físicoquímica Molecular
Universidad Andrés Bello

Lic. Francisco Muñoz Sáez

Prof. Asociado
Facultad de Ciencias U. de Chile
Doctor en Física
Pontificia U. Católica de Chile

Dra. Katherine Marcelain Cubillos

Prof. Asociada
Facultad de Medicina U. de Chile
Doctora en Ciencias Biomédicas
Universidad de Chile

Ing. Víctor Castañeda Zeman

Prof. Asistente
Facultad de Medicina U. de Chile
PhD. Informática
Technische Universität München

T.M. Denisse Karl Sáez

Prof. Asistente
Facultad de Medicina U. de Chile
Magíster en Biofísica
Universidad de Chile

T.M. Alexis Troncoso Vicencio

Acad. Instructor
Facultad de Medicina U. de Chile
Máster en Física Médica
Universitat de Valencia, España

Docentes Invitados:

Prof. José Luis Rodríguez Pérez

Físico Médico MSc.

Ing. Andrés Pérez Veloso

Ingeniero Civil Eléctrico
Magíster en Física Médica
Pontificia U. Católica de Chile

T. M. Camilo De la Barra Olate

Universidad de Chile
Máster en Física Médica
Universitat de Valencia, España

T.M. Cristian Valdés Cortez

Universidad de Tarapacá
Doctor en Física
Universitat de Valencia, España

Requisitos Técnicos

Para conectarse es necesario un computador que cumpla los siguientes requisitos mínimos de configuración:

- Procesador Pentium IV de 2.0 Ghz o superior equivalente.
- Memoria RAM 256 MB.
- Disco duro de 40 Gb.
- Espacio libre en el disco duro 5 Gb.
- Sistema Operativo Windows XP o superior, Mac OSX (para Mac).
- Quienes cuenten con Windows Vista deberán verificar que los programas funcionen adecuadamente con la plataforma de estudio (como Office 2007)
- Conexión a Internet por Banda Ancha (ADSL/ Cable) o Wi Fi desde el lugar donde se conectará al Curso o Diploma (Hogar, Lugar de Trabajo, Cybercafé o Infocentros, etc.). No se recomienda la conexión mediante módem telefónico por su velocidad.
- Un navegador (Browser) que permita conectarse a Internet y acceder a sitios web. Recomendamos que utilice como browser Mozilla Firefox 1.0.7 o Internet Explorer 6.0.

La rapidez de acceso y navegación en la plataforma, así como la descarga de material educativo, dependerá de:

- Las características técnicas del computador utilizado (Sistema Operativo, Hardware, etc.)
- El proveedor de acceso a internet (ISP) que utilice; si usted se conectará a su Curso o Diploma desde su lugar de trabajo, recuerde verificar con su Depto. de Informática que su red de navegación por internet está habilitada para operar con la aplicación Java.
- El tipo de conexión (ADSL/Cable/Módem) esto determinará su velocidad de navegación.
- Contar con las aplicaciones, programas y herramientas como Java, Microsoft Office, Acrobat Reader, Windows Media Player, Flash Player, Win Zip, etc.