



Facultad de Medicina
Universidad de la República

CONTRATO DIDÁCTICO – PROGRAMA DE CURSO

PROGRAMA DE CURSO

FÍSICA APLICADA 2025

DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA

La asignatura de Física Aplicada es una asignatura anual, teórico-práctica con

una carga semanal de 5 horas de clase semipresencial que contribuye a la

formación de especialidad de los estudiantes de la tecnicatura en Radioterapia.

Esta asignatura pretende entregar a los alumnos los elementos fundamentales

de las interacciones de las radiaciones ionizantes con la materia; un profundo

conocimiento del equipamiento utilizado en radioterapia y las competencias

necesarias para el cálculo manual en diferentes casos clínicos donde aplicar la

esta técnica.

OBJETIVOS

Objetivos generales

Adquirir la base científica de aplicación general que posibilitará el desarrollo del

trabajo del técnico y que le proporcionará herramientas específicas para la

solución de problemas de su especialidad.

Objetivos específicos

Dominar el conocimiento de la estructura de la materia, de las radiaciones y de

las interacciones entre ambas.

Conocer los fundamentos de la metrología y la teoría de la medida en general, y

los de la dosimetría de las radiaciones en particular.

Conocer los fundamentos científicos de las aplicaciones terapéuticas de las

radiaciones producidas por equipos generadores de RX, aceleradores de

partículas y fuentes radiactivas encapsuladas y no encapsuladas.

Conocer el equipamiento asociado.

Desarrollar competencias en el cálculo manual de deposición de dosis para las

diferentes técnicas en Radioterapia.

Conocer los estándares nacionales e internacionales de calidad en el ámbito de

la especialidad.

Conocer los principios básicos de la Protección Radiológica.

Conocer las normas legales y recomendaciones locales, nacionales e

internacionales en materia de Protección y Seguridad Radiológicas.

METODOLOGÍA

Clases expositivas teóricas en donde se presentarán los conceptos principales y

fundamentales de la Física de las radiaciones ionizantes. Se considera además

la entrega de material de apoyo como guía de las clases teóricas y la

profundización de los diversos temas a través del desarrollo de ejercicios

prácticos. Se complementan las competencias del alumno mediante visitas

guiadas a los equipos de Radioterapia para reconocimiento y manipulación de

los mismos. Los alumnos deben realizar un trabajo individual de búsqueda de

información, lectura de artículos, libros internet, etc., para exponer en forma oral

un tema específico asignado.

EVALUACIÓN Y CONDICIONES DE APROBACIÓN DEL CURSO

a) 2 pruebas parciales: total 60 puntos

Ambos parciales contendrán dos problemas a resolver y dos preguntas de

carácter teórico y serán calificados sobre 30 puntos cada uno.

b) 4 instancias de evaluación grupal sobre resolución de problemas: total

30 puntos

Cada instancia consistirá en la resolución de un problema de nivel de parcial o

examen, por un grupo de hasta tres estudiantes, con asistencia del profesor. Las

fechas de las pruebas se irán asignando de acuerdo al avance del curso,

anunciándose con una antelación mínima de una semana. Cada entrega será

calificada sobre 7,5 puntos. Dado que el trabajo será grupal y asistido, la evaluación

del profesor acerca del proceso acaecido en clase tendrá un peso decisivo en la

calificación asignada al grupo, aún por sobre la resolución entregada. El profesor se

reserva el derecho de calificar en forma diferencial a integrantes de un mismo grupo

si a su juicio el aporte de los mismos no es balanceado. Asimismo, se reserva el

derecho de reasignar grupos si a su criterio esto redundará en un mejor desempeño

de los estudiantes. No se considerarán instancias de recuperación de estas

evaluaciones en caso de inasistencia.

c) 1 entrega individual de un informe sobre un tema designado: total 10

puntos

En setiembre se asignará a cada alumno por sorteo un tema para profundizar

que será evaluado en diciembre mediante la entrega de una carpeta de no

menos de 10 carillas y no más de 20 carillas que deberá ser defendida en forma

oral.

Requisitos para la ganancia del curso:

- mínimo de 15 puntos en el segundo parcial

- *mínimo de 70 puntos por concepto del total de los ítems*
- *mínimo del 80% de asistencia a las clases dictadas, a efectos de lo cual se pasará lista.*

PREVIATURAS

Según Reglamento Vigente.

<http://www.eutm.fmed.edu.uy/LICENCIATURAS%20MVD/BEDELIA/ReglamentoPre>

viaturas200 6EUTM.pdf

CONTENIDOS TEMÁTICOS

1. ESTRUCTURA Y RADIACIÓN ATÓMICA

1.1 Naturaleza atómica de la materia

1.2 Elemento químico. Isótopos

1.3 El mol. Masa molar

1.4 Unidades de masa y energía

1.5 Equivalencia entre masa y energía

1.6 Radiación electromagnética. El fotón.

1.7 El átomo de Bohr Energía de enlace de los electrones.

1.8 Ionización y excitación.

1.9 Espectro de rayos X

1.10 Emisión de electrones Auger

2. ESTRUCTURA NUCLEAR

2.1 Constitución del núcleo

2.2 Nucleídos

2.3 Masa, carga y radios nucleares

2.4 Energía de enlace del núcleo

2.5 Estabilidad nuclear

2.6 Modelos nucleares. Estados excitados del núcleo.

3. RADIOACTIVIDAD Y REACCIONES NUCLEARES

3.1 Radioactividad

3.1.1 Tipos de procesos radiactivos.

3.1.2 Leyes de desintegración radiactiva.

3.1.3 Período de semidesintegración

3.1.4 Actividad y actividad específica.

3.1.5 Ramificación.

3.1.6 Cadenas de desintegración radiactiva.

3.1.6.1 Equilibrio secular

3.1.6.2 Equilibrio transitorio

3.1.7 Radioactividad natural.

3.1.8 Radioactividad artificial.

3.1.9 Decaimientos α

3.1.10 Decaimientos β y captura electrónica.

3.1.11 Emisión de rayos γ . Isomerismo nuclear.

3.1.12 Conversión interna.

3.2 Reacciones nucleares.

3.2.1 Generalidades

3.2.2 Cinemática de las reacciones nucleares.

3.2.3 Sección eficaz de una reacción nuclear.

3.2.4 Tipos de reacciones nucleares.

4. INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN CON LA MATERIA

4.1 Interacción de partículas cargadas con la materia.

4.1.1 Mecanismos de pérdida de energía.

4.1.2 Ionización, excitación y radiación de frenado.

4.1.3 Poder de frenado. Transferencia lineal de energía.

4.1.4 Alcance.

4.1.5 Interacción de partículas α con la materia.

4.1.6 Interacción de partículas β con la materia.

4.1.6.1 Partículas β

-

4.1.6.2 Partículas β

+

. Aniquilación electrón – positrón.

4.2 Interacción de fotones con la materia.

4.2.1 Efecto fotoeléctrico.

4.2.2 Dispersión coherente o Rayleigh.

4.2.3 Dispersión incoherente o Compton.

4.2.4 Creación de pares.

4.2.5 Reacciones fotonucleares.

4.3 Interacción de neutrones con la materia.

4.3.1 Fuentes de neutrones.

4.3.2 Clasificación de neutrones según su energía cinética.

4.3.3 Interacción con la materia.

4.4 Producción de radioisótopos.

1. MAGNITUDES Y UNIDADES RADIOLÓGICAS

1.1 Aspectos generales.

1.2 Magnitudes y unidades.

1.2.1 Fluencia de partículas.

1.2.2 Exposición.

1.2.3 Dosis absorbida.

1.2.4 Relación entre exposición y dosis absorbida.

1.2.5 Eficacia biológica relativa, factor de calidad y dosis equivalente.

2. DETECCIÓN Y MEDIDA DE LA RADIACIÓN

2.1 Detectores de ionización gaseosa.

2.1.1 Cámaras de ionización.

2.1.2 Contadores proporcionales.

2.1.3 Contadores Geiger – Müller

2.2 Detectores de centelleo.

2.3 Detectores basados en semiconductores.

2.4 Detectores de termoluminiscencia.

2.5 Dosimetría por emulsión fotográfica.

2.6 Espectrometría.

2.6.1 Espectrometría γ

2.6.2 Espectrometría α

2.6.3 Espectrometría de neutrones.

3. DOSIMETRÍA DE LA RADIACIÓN

3.1 Dosimetría de partículas cargadas.

3.2 Dosimetría de fotones.

3.2.1 Dosis absorbida debida a emisores gamma.

3.2.2 Constante específica de radiación gamma

3.2.3 Exposición debida a emisores gamma.

3.2.4 Exposición debida a emisores de rayos X.

3.3 Dispositivos de dosimetría y protección radiológica.

3.3.1 Dosímetros individuales.

3.3.2 Dosímetros portátiles.

3.3.3 Dosímetros de área.

3.4 Calibración de instrumentos

4. PRINCIPIOS BÁSICOS DE RADIOBIOLOGÍA

4.1 Aspectos básicos de biología celular.

4.2 Radiobiología.

4.2.1 Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes.

4.2.2 Respuesta celular a las radiaciones ionizantes.

4.2.3 Radiosensibilidad celular.

4.2.4 Respuesta sistémica a las radiaciones ionizantes.

4.2.5 Respuesta orgánica total.

4.2.6 Efectos radiobiológicos en embrión y feto.

4.2.7 Efectos estocásticos somáticos.

4.2.8 Efectos hereditarios.

5. FUENTES DE RADIACIÓN Y SU IMPACTO RADIOLÓGICO

5.1 Fuentes de radiación natural.

5.1.1 Radiación cósmica.

5.1.2 Radiación natural terrestre.

5.2 Radiaciones de origen artificial.

5.2.1 Reactores nucleares.

5.2.2 Aceleradores de partículas.

5.3 Impacto radiológico de las distintas fuentes de radiación.

5.3.1 Vías de irradiación del individuo.

5.3.2 Dosis producidas por fuentes naturales.

5.3.3 Exposición debida a las aplicaciones militares.

5.3.4 Efectos de accidentes nucleares.

5.3.5 Dosis absorbidas en exposiciones médicas.

5.3.6 Dosis originadas en actividades industriales.

5.3.7 Exposición ocupacional.

6. APLICACIONES MÉDICAS DE LAS RADIACIONES IONIZANTES

6.1 Aplicaciones diagnósticas con rayos X.

6.2 Aplicaciones diagnósticas y terapéuticas con radioisótopos no encapsulados.

6.3 Aplicaciones terapéuticas con Radioterapia.

6.3.1 Teleterapia.

6.3.2 Braquiterapia.

7. PARÁMETROS Y FUNCIONES QUE CARACTERIZAN UN HAZ DE RADIACIÓN DE

FOTONES

7.1 Funciones que expresan el grado de penetrabilidad del haz de radiación en un

medio homogéneo.

7.1.1 Ley del inverso del cuadrado de la distancia.

7.1.2 Porcentaje de dosis absorbida en profundidad (PDD).

7.1.3 Tissue-Air ratio (TAR) Razón tejido-aire.

7.1.4 Dependencia con la calidad del haz y la profundidad.

7.1.5 Dependencia con la distancia fuente superficie.

7.1.6 Scatter-Air Ratio (SAR) Razón dispersión-aire.

7.1.7 Backscatter factor (BSF) Factor de retro-dispersión.

7.1.8 Relación entre TAR y PDD.

7.1.9 Conversión de PDD con un SSD a otro SSD.

7.1.10 Collimator scatter (Sc).

7.1.11 Phantom scatter (Sp).

7.1.12 Tissue-Phantom Ratio (TPR) Razón tejido-maniquí

7.1.13 Tissue-Maximun Ratio (TMR) Razón tejido-máximo.

7.1.14 Scatter- Primary Ratio (SPR) Razón dispersa-primaria.

7.1.15 Off axis ratio (OAR) Razón fuera del eje.

7.2 Cálculo de unidades monitor en campos rectangulares

7.2.1 Cuadrado equivalente.

7.2.2 Circulo equivalente.

7.2.3 Técnica isocéntrica (SAD).

7.2.4 Técnica no isocéntrica (SSD).

7.3 Cálculo de unidades monitor con atenuadores y moduladores físicos.

7.3.1 Bandejas.

7.3.2 Cuñas.

7.3.3 Compensadores.

7.4 Cálculo de unidades monitor en campos asimétricos.

7.4.1 Método de Thomas–Thomas.

7.4.2 Método de Lee.

7.5 Cálculo de unidades monitor en campos irregulares determinados por bloques y colimadores multilámina.

7.5.1 Método de Clarkson.

7.6 Tratamiento de las heterogeneidades y su influencia en el cálculo de unidades monitor.

7.6.1 Método de Batho.

7.6.2 Método de Young y Gaylord.

7.6.3 Curvas de equivalencia de unidades Hounsfield a densidad electrónica.

7.7 Correcciones para superficies irregulares.

7.7.1 Corrección por incidencia oblicua.

7.7.2 Corrección por falta de tejido.

7.8 Cálculo de unidades de monitor en campos con bloqueo central.

7.8.1 Ejemplo de Boost de Paramétricos.

7.8.2 Ejemplo de bloqueo en vía aérea.

7.9 Macheo de campos.

7.9.1 Ejemplo de irradiación de columna.

7.10 Corrección por el método del elipsoide en plan de mama

8. PARÁMETROS Y FUNCIONES QUE CARACTERIZAN UN HAZ

DE RADIACIÓN DE ELECTRONES

8.1 Interacción de los electrones en un equipo de tratamiento.

8.1.1 Pérdidas por colisión (ionización y excitación), pérdidas por Bremsstrahlung, efecto de polarización.

8.2 Stopping Power y Dosis absorbida.

8.3 Especificaciones de la energía y caracterización del haz.

8.3.1 Energía más probable.

8.3.2 Rango práctico.

12.3.3 R50.

12.3.4 Energía promedio.

12.3.5 Energía en profundidad.

8.4 Características de un haz clínico de electrones.

8.4.1 Porcentaje de dosis en profundidad (PDD).

8.4.2 Curvas de isodosis.

8.4.3 Simetría y planicidad.

8.4.4 Dependencia con el tamaño de campo.

8.5 Determinación de la distancia virtual de la fuente.

8.6 Cálculo de UM para un tratamiento de Radioterapia con electrones.

8.6.1 Caso estándar.

8.6.2 Casos especiales con bloqueos de pequeño tamaño.

8.6.3 Casos especiales con incidencia oblicua.

8.7 Técnicas especiales.

8.7.1 Irradiación total con electrones para tratamiento de Miosis

Fungoide.

8.7.2 Arcos de electrones.

9. BRAQUITERAPIA

9.1 Fuentes radiactivas utilizadas.

9.1.1 Radio 226

9.1.2 Cesio 137

9.1.3 Cobalto 60

9.1.4 Iridio 192

9.1.5 Oro 198

9.1.6 Iodo 125

9.1.7 Paladio 103

9.2 Calibración de una fuente.

9.2.1 Actividad, tasa de exposición a una distancia.

9.2.2 Masa equivalente de radio.

9.2.3 Actividad aparente

9.2.4 Air Kerma Strength.

9.3 Dosimetría de fuentes puntuales.

9.3.1 Corrección del inverso cuadrado de la distancia.

9.3.2 Corrección por decaimiento.

9.3.3 Corrección por atenuación del aplicador.

9.3.4 Corrección por atenuación del medio (polinomio de Meissberger).

9.4 Dosimetría de fuentes lineales.

9.4.1 Integral de Sievert.

9.5 Formalismo TG 43

9.6 Técnicas en Braquiterapia.

9.6.1 Superficial.

9.6.2 Intersticial.

9.6.3 Intracavitaria.

9.7 Radiobiología en LDR, MDR y HDR.

9.7.1 Efectos de la tasa de dosis.

9.8 Braquiterapia de cáncer de Cérvix.

9.8.1 Dosis y volúmenes para reportar, ICRU 38.

9.8.2 Técnicas de tratamiento

ORGANIZACIÓN DEL CURSO

Las clases se dictan en forma presencial los miércoles de 8:00h a 10:00h

en la sala docente del INCA y un taller online con una carga estimada de 3

horas.

Comienzo del curso: miércoles 12 de marzo

Finalización del curso: miércoles 12 de noviembre

Primer parcial: miércoles 16 de julio

Segundo parcial: miércoles 5 de noviembre

Examen: viernes 5 de diciembre

BIBLIOGRAFÍA

F.H. Attix. Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry.

WileyVCH, 1987

E.B. Podgorsak, Ed. IAEA, 2003.

New technologies in radiation oncology. W. Schlegel, T. Bortfeld and A.L.

GrosuEds.). Springer, 2006.

Handbook of Radiotherapy Physics. Theory and Practice. P. Mayles, A. Nahum,

J-C. Rosenwald, Taylor & Francis, 2007.