



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales  
 Departamento: Física  
 Area: Area Unica - Física

(Programa del año 2024)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 18/09/2024 11:01:23)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
() FISICA MEDICA II-FISICA DE LA RADIOTERAPIA	LIC.EN FISICA	015/06	2024	2° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
NIETO QUINTAS, FELIX DANIEL	Prof. Responsable	P.Tit. Exc	40 Hs
OLGUIN, OSVALDO ROBERTO	Responsable de Práctico	JTP Semi	20 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	4 Hs	3 Hs	Hs	7 Hs

Tipificación	Periodo
E - Teoria con prácticas de aula, laboratorio y campo	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
05/08/2024	15/11/2024	15	112

### IV - Fundamentación

La Física Médica es en la actualidad una especialidad sanitaria bien desarrollada y ampliamente aceptada en el ámbito de las Ciencias de la Salud, que tiene su origen en el uso de las radiaciones en Medicina.

Las aplicaciones de las radiaciones se basan en sus interacciones con la materia y los efectos biológicos que se producen sobre la materia viva hay que conocer con detalle para que puedan ser evaluados y cuantificados con precisión.

La necesidad de medir y valorar las radiaciones constituye la base de la dosimetría en Radioterapia.

La aplicación de las radiaciones en los exámenes y tratamiento médicos, unido a la complejidad de la tecnología utilizada, crean la necesidad de que los Sistemas de Salud cuenten con especialistas que acrediten conocimientos en Física de las Radiaciones, superiores a los que sobre esta materia tienen los profesionales tradicionalmente implicados en la Asistencia Sanitaria, lo que contribuirá a una eficiente utilización de las radiaciones en ese ámbito.

La participación de Físicos Médicos en el ámbito sanitario se va generalizando a medida que los equipos y fuentes de radiación se multiplican y se hacen más complejos, hasta el punto de que actualmente es necesaria una formación reglada de postgrado de estos profesionales.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Se pretende:  
 que el alumno adquiera una extensa formación teórica y práctica en las bases físicas de las aplicaciones terapéuticas y de investigación de las radiaciones en el ámbito sanitario, profundizar en campos teóricos y prácticos específicos de la Física Radioterápica: factores físicos en relación con el diseño de equipos, planificación de tratamientos, cálculo de dosis

administrada al paciente, métodos de vigilancia y medida, diseño de blindajes y normas de radioprotección.

Vincular la docencia con el servicio, a la vez que se vincula el campo de formación con el campo profesional.

## **VI - Contenidos**

**UNIDAD I. Introducción a la Radioterapia. Objetivos de la radioterapia. Fundamentos. Interacción de la radiación con el tejido vivo. Principios de radiobiología. Biología Molecular.**

**UNIDAD II. Aspectos físicos de la Radioterapia. Magnitudes y medidas. Magnitudes en radioterapia y magnitudes en radioprotección. Modalidades de la Radioterapia. Principios físicos de la Radioterapia Externa. Principios físicos de la braquiterapia.**

**UNIDAD III. Aspectos técnicos de la Radioterapia Externa. Radioterapia 2D Ortovoltaje y de Megavoltaje. Telecobaltoterapia. Acelerador Lineal de Electrones. Radioterapia 3D. Radioterapia de Intensidad Modulada. Radioterapia Guiada por Imágenes.**

**UNIDAD IV. Características de los haces de fotones y electrones. Características de los haces de fotones y electrones. Geometría del haz de fotones y electrones. Ley del inverso del cuadrado de la distancia. Porcentaje de dosis en profundidad (PPD). Dosis en puntos fuera del eje. Tamaño del campo. Curva de isodosis. Dosis en piel y profundidad, Curvas de dosis en profundidad. Falta de homogeneidad en el tejido. Factores Modificadores del haz de radiación. Colimadores. Colimadores Asimétricos y colimadores multileaf. Conos aplicadores. Bloques conformadores de haz y de campo. Filtros. Filtros en cuña. Bolus. Compensadores y atenuadores.**

### **UNIDAD V. DOSIMETRÍA**

Concepto físico de Kerma y Dosis. Relación entre kerma, exposición y dosis absorbida. Constate específica gamma. Determinación de la tasa de dosis y tasa de exposición de fuentes puntuales gamma. Resolución de problemas con y sin blindajes interpuesto. Determinación de la dosis acumulada para fuentes puntuales. Teoría de la cavidad de Bragg-Gray. Equilibrio electrónico.

Medición de la dosis absorbida por dosímetros termoluminiscentes (TLD) y dosimetría por película: consideraciones generales.

### **UNIDAD VI. INSTRUMENTACIÓN PARA DOSIMETRÍA**

Medición de la radiación ionizante. Exposición. Cámara de ionización de aire libre. Cámara dedal.: características deseadas de una cámara. Electrómetros. Cámaras plano-paralelas. Eficiencia de colección. Saturación. Condiciones ambientales. Medición de exposición. Cámaras de ionización. Contadores proporcionales. Tubos Geiger-Müller. Detectores de centelleo sólido y centelleo líquido. Detectores de radiación electromagnética por semiconducción.

### **UNIDAD VII. TERAPIA ESTÁTICA**

Definición de volumen blanco, volumen de tratamiento y volumen irradiado. Puntos calientes (hot-spots). Simulación y verificación de tratamientos. Concepto físico y definición de las funciones de radioterapia: PDD, TAR, PSF, TMR, TPR, OF. Variación de las mismas con el tamaño de campo, DFS, energía y profundidad. Uso de compensadores de tejido. Filtros en cuña. Factor de transmisión de cuña. Efecto en la calidad del haz. Concepto de dosis dada. Curvas de isodosis; modificación de las mismas por presencia de cuña, bloques e inhomogeneidad. Planificación de tratamientos en terapia estática con acelerador lineal con fotones y electrones

### **UNIDAD VIII. DOSIMETRÍA DE FUENTES LINEALES (BRAQUITERAPIA)**

Descripción y uso de fuentes selladas utilizadas en braquiterapia. Constante de tasa de exposición. Especificación de la actividad de las fuentes: tasa de exposición y kerma en aire a una distancia determinada. Distribución de dosis en fuentes lineales. Cálculo de dosis de fuentes lineales (tubos, agujas y alambres): aplicadores vaginales, intrauterinos, moldes e

implantes planares. Terapia intersticial e intracavitaria. Sistema de Paterson-Parker y Sistema de París.

### **UNIDAD IX. RADIOBIOLOGIA**

Introducción a la Biología molecular y celular. Repuesta de los tejidos a la radiación a nivel molecular y celular. Efectos deterministas y estocásticos. Daño celular y curvas de supervivencia celular. Respuesta macroscópica del tejido a la radiación. Respuesta de tumores y tejido normal a la radiación a niveles terapéuticos. Dependencia con el fraccionamiento, la tasa y el volumen. Modelos radiobiológicos. Dosis de tolerancia y probabilidad de control tumoral. Efectos dosis-volumen. Modelos TCP (Tumor Control Probability) y NTCP (Normal Tissue Control Probability). Aplicaciones en la práctica clínica. Bases biológicas del riesgo radiológico. Carcinogénesis, riesgos genéticos y somáticos para los individuos expuestos y para la población. Efectos de la radiación en el embrión y el feto.

### **UNIDAD X. PROTECCION RADIOLOGICA**

Magnitudes utilizadas en Protección Radiológica y sus unidades. Magnitudes dosimétricas básicas: dosis absorbida, dosis equivalente, dosis efectiva. Magnitudes dosimétricas secundarias. Aspectos biológicos de la protección radiológica. Efectos Biológicos de las Radiaciones Ionizantes: efectos determinísticos y efectos estocásticos. El Sistema de Protección Radiológica: Justificación de la Práctica, optimización de la protección y límites individuales de Dosis y riesgo. Sistemas de Protección Radiológica en la Exposición Ocupacional. Sistema de Protección Radiológica en la Exposición Médica. Sistema de Protección en la Exposición del Público. Sistema de Protección en Intervenciones: accidentes y emergencias. Control de Exposición Ocupacional: restricciones de dosis, límite de dosis. Control de la exposición médica y control de la exposición al público. Planificación de Emergencias en un Servicio de Radioterapia . Simulacros. Línea de autoridad. Vigilancia ambiental e individual Control radiológico de áreas de trabajo (fuentes selladas y fuentes abiertas): detectores portátiles y fijos. Sweep-test. Contaminación del aire. Monitoraje radiológico de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes: dosimetría individual de la radiación externa, monitoraje de la contaminación interna, medición de la piel y la ropa. Programa de Control de Calidad en Equipos de Radioterapia. Registro de fallas Aspectos regulatorios. Normativa específica. Responsabilidades del titular de la licencia y del responsable por la seguridad radiológica. Instrucciones para solicitar permisos individuales y licencias de Operación.

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

Guías de problemas de aula

Práctico N°1: Resolución de problemas dosimétricos.

Práctico N°2: Resolución de problemas terapia estática.

Práctico N°3: Resolución de problemas de planificación de tratamientos

Práctico N°4: Cálculo de dosis de fuentes lineales (tubos, agujas y alambres): aplicadores vaginales, intrauterinos, moldes e implantes planares. Terapia intersticial e intracavitaria. Sistema de Paterson-Parker y Sistema de París.

Laboratorios

**CALIBRACIÓN DE UN EQUIPO DE RAYOS X**

Laboratorio N°1: Calibración de un equipo de rayos X. Determinación de la Capa Hemirreductora (CHR o HVL). Filtros

Laboratorio N°2: Verificación a través de mediciones del cumplimiento de la ley del cuadrado inverso de la distancia.

Laboratorio N°3: Determinación de la tasa de dosis en superficie en un equipo de RX

## **VIII - Regimen de Aprobación**

**CONDICIONES DE APROBACIÓN:**

**REGLAMENTO DE PROMOCIÓN**

Esta asignatura podrá aprobarse por el régimen de Promoción sin Examen siempre que se cumplan los dos requisitos establecidos a continuación:

- i) Haber realizado el 100% de las actividades de Laboratorios.
- ii) la aprobación del 100% de los exámenes parciales.

Se tomarán dos exámenes parciales. Cada parcial puede ser recuperado una vez, en caso de no ser aprobado en primera instancia. Los alumnos que trabajen tendrán acceso a una recuperación extra. Se obtiene la aprobación de la materia por

promoción.

Podrán recuperarse hasta un total de 2 (dos) laboratorios que no se hubieran realizado por razones de fuerza mayor (por ejemplo, enfermedad) debidamente certificada.

Se considerará Regular a un alumno que haya cumplido con el requisito i), pero que ha obtenido un puntaje promedio entre 5 (cinco) y 7 (siete).

Se considerará Libre a un alumno en cualquier otra situación.

## IX - Bibliografía Básica

[1] [1] Johns, H.E. and Cunningham, J.R. "The Physics of Radiology," 4th Ed., Thomas, Springfield, 1983.

[2] [2] Khan, F.M. "The Physics of Radiation Therapy," Williams and Wilkins, Baltimore, 1983.

[3] [3] Steel G.G., "Basic Clinical Radiobiology", Edward Arnold, London, 1993.

[4] [4] Tubiana M., Dutreix J., Wambersie A., "Introduction to Radiobiology", Taylor & Francis, London, 1990.

[5] Fundamentos de Física Médica Volumen 3 Radioterapia externa I. Bases físicas, equipos, determinación de la dosis absorbida. Editor de la colección: Antonio Brosed Serreta Editor del volumen: María Cruz Lizuain Arroyo. Sociedad Española de Física Médica. ISBN: 978-84-938016-7-0

## X - Bibliografía Complementaria

[1] [1] Attix, FH. Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry. New York: John Wiley & Sons, 1986.

[2] [2] ICRP. Publication 60. Recomendaciones de la CIPR, (19). Publ. SEPR nº1.

[3] [3] ICRP. Publicación 73. (Annals of the ICRP Vol. 26, nº 2. 1996). Radiological protection and safety in Medicine.

[4] [4] ICRP. Publication 75. (Annals of the ICRP Vol. 27, nº 1, 1997) General principles for the radiation protection of workers.

[5] [5] ICRP. Publication 84 (Annals of the ICRP Vol 30, 2000). Pregnancy and Medical Radiation.

[6] [6] Normas Internacionales y Nacionales de Protección Radiológica:

[7] [7] AR 10-0.0 . Normas Argentinas para la Operación de Equipos de Teleterapia y Braquiterapia: AR 8.2.1, AR 8.2.2 y AR 8.2.3.

[8] [8] Normas para El uso de Radioisótopos en Medicina: Resolución C.N.E.A. Nº 1790/76.

## XI - Resumen de Objetivos

Se pretende:

que el alumno adquiera una extensa formación teórica y práctica en las bases físicas de las aplicaciones terapéuticas y de investigación de las radiaciones en el ámbito sanitario,

profundizar en campos teóricos y prácticos específicos de la Física Radioterápica: factores físicos en relación con el diseño de equipos, planificación de tratamientos, cálculo de dosis administrada al paciente, métodos de vigilancia y medida, diseño de blindajes y normas de radioprotección.

Vincular la docencia con el servicio, a la vez que se vincula el campo de formación con el campo profesional.

## XII - Resumen del Programa

Interacción de la radiación con la materia. Producción y Espectro de los Rayos X: radiación de frenado y radiación característica. El tubo de Rayos X. Absorción Fotoeléctrica. Dispersión Compton. Ley exponencial del proceso de atenuación y ley del inverso del cuadrado de la distancia. Concepto de capa hemirreductora. Formación de la imagen radiológica. Magnitudes y unidades radiológicas. Concepto de Energía y sus unidades. Concepto de transferencia lineal de Energía (LET). Exposición X. Dosis absorbida (D). Kerma (K).

Características físicas de los equipos de rayos x. Generador y tubo de rayos X. Dispositivos de: filtración, limitadores y rejillas. Características del haz de radiación. Imágenes con tubos de rayos x. Película radiográfica. Pantallas de refuerzo. Chasis. Propiedades de la imagen radiológica (resolución, contraste, ruido). Influencia del tamaño de foco. Limitación del tamaño de campo y su importancia en la calidad de la imagen. Efectos de variación del kilovoltaje y del miliamperaje. Detectores utilizados en radiodiagnóstico. Cámara de ionización. Equilibrio Concepto físico de Kerma y Dosis. Relación

entre kerma, exposición y dosis absorbida.

Teoría de la cavidad de Bragg-Gray. Equilibrio electrónico.

Medición de la radiación ionizante. Exposición. Cámara de ionización de aire libre. Cámara dedal.: características deseadas de una cámara. Electrómetros. Cámaras plano-paralelas. Calibración dosimétrica de un equipo de cobaltoterapia en condiciones de referencia, Calibración de un equipo de rayos X. Determinación de la Capa Hemirreductora (CHR o HVL). Filtros.

Descripción y uso de fuentes selladas utilizadas en braquiterapia. Distribución de dosis en fuentes lineales. Cálculo de dosis de fuentes lineales (tubos, agujas y alambres): aplicadores vaginales, intrauterinos, moldes e implantes planares.

Terapia intersticial e intracavitaria. Sistema de Paterson-Parker y Sistema de París.

Definición de volumen blanco, volumen de tratamiento y volumen irradiado. Puntos calientes (hot-spots). Simulación y verificación de tratamientos.

Concepto físico y definición de las funciones de radioterapia: PDD, TAR, PSF, TMR, TPR, OF. Curvas de isodosis; modificación de las mismas por presencia de cuña, bloques e inhomogeneidad. Planificación de tratamientos en terapia estática para equipos de RX, de cobaltoterapia y acelerador lineal con fotones. Contaminación electrónica en haces de fotones. Terapia cinética con fotones y electrones: patologías y volúmenes a irradiar. Dosimetría de electrones: Espectro energético de electrones. Rango práctico. Energía media, máxima y más probable, energía en profundidad. Protección radiológica.

### **XIII - Imprevistos**

El presente programa puede presentar ajustes, atento al surgimiento de imprevistos.

### **XIV - Otros**

<b>ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA</b>	
	<b>Profesor Responsable</b>
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	