

**UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE CURSO**

Unidad Académica:	Departamento de Física
Nombre del curso:	Efectos de las radiaciones sobre los seres vivos
Código de curso:	Por asignar
Créditos:	3
Nivel:	Bachillerato
Naturaleza:	Teórico-práctico
Tipo de curso:	Optativo para toda la comunidad universitaria
Periodo lectivo:	I o II Ciclo
Modalidad:	Ciclo lectivo 17 semanas
Horas presenciales:	4 (2T-2P)
Horas de estudio independiente:	4
Horas totales semanales:	8
Horas docente:	4
Horario de atención estudiante:	1 hora
Requisitos:	Ninguno
Correquisitos:	Ninguno
Nombre del Docente:	M.Sc. Andrés Araya Brenes

Descripción

El curso está dirigido a estudiantes de las diferentes carreras de la Universidad Nacional, especialmente a aquellos en las áreas de ciencias exactas y naturales, así como de las ciencias de la salud. Busca dar una visión general de los conceptos y aplicaciones de la Radiobiología en distintos campos del quehacer y la investigación diaria, así como compartir conocimientos que contribuyan a mejorar el perfil académico y profesional del estudiante.

Abarcará el estudio teórico-práctico de técnicas básicas que permiten detectar, monitorear y analizar el efecto de las radiaciones sobre los diferentes niveles de organización en los seres vivos así como su entorno, con un enfoque dirigido hacia los mecanismos actuales que buscan la implementación de nuevas terapias y tratamientos para radioprotección.

Incluye la realización de una visita a alguna instalación radiológica o bien a un centro de investigación donde existan sistemas generadores de radiaciones ionizantes

Objetivo general:

Comprender la interacción de las radiaciones ionizantes con los seres vivos y su entorno, así como su efecto sobre las moléculas orgánicas, células, tejidos y sistemas biológicos.

Objetivos específicos:

1. Comprender los conceptos fundamentales relacionados a la radiobiología y su aplicación en distintos campos de las ciencias.
2. Estudiar las consecuencias a nivel celular, tejidos y órganos por la exposición a las radiaciones ionizantes.
3. Analizar los efectos que las radiaciones provocan en las relaciones ecológicas entre los seres vivos y su entorno.
4. Conocer y debatir acerca de la realidad actual en el tema de las radiaciones y su uso benéfico para la sociedad y el medioambiente.

Contenidos temáticos:

1. Historia y hechos relevantes.

Conceptos fundamentales en radiobiología.
Organizaciones y entidades reguladoras.
Accidentes e incidentes radiológicos.

2. Conceptos químicos, físicos y biológicos de importancia en radiología.

Elementos de física nuclear.
Propiedades de las radiaciones.
Equipamiento básico para medición y protección contra radiaciones ionizantes.

3. Fundamentos de Genética y Biología Celular

Estructuras celulares.
Proteómica.
Cromosomas y división celular.
Aberraciones cromosómicas.
Genética de poblaciones.

4. Aspectos físico-químicos relacionados a la absorción de radiación.

Interacción de la radiación con la materia.
Efectos directos e indirectos de las radiaciones ionizantes.
Tipos de lesiones causadas por la radiación.
Efecto de los radicales libres de oxígeno.
Curvas de supervivencia.

5. Efecto de la radiación a nivel molecular y celular.

Alteraciones en las proteínas y estructuras citoplasmáticas.
Lesiones moleculares y mecanismos de auto-reparación.
Oncogenes y transformación oncogénica.
Cambios y alteraciones epigenéticas.
Muerte celular y otros efectos adversos.

6. Efecto de la radiación sobre los tejidos animales y vegetales.

Biología del desarrollo.
Riesgos sobre el embarazo.
Efectos teratogénicos.
Efectos producidos sobre los tumores y tejidos normales.

7. Impactos ambientales.

Radioecología.
Radón, el asesino silencioso.
La constante amenaza de los ensayos nucleares.
Efectos sobre la vida silvestre y especies domésticas.
Zonas muertas y monitoreos ambientales.

8. Herramientas para detección, control y monitoreo.

Efectos determinísticos y estocásticos.
Epidemiología.
Histotecnología y microtécnicas.
Equipamiento especializado en radiobiología.

9. Protección radiológica.

Principios de dosimetría.
Evaluación de la exposición interna y externa.
Medidas especiales de seguridad.
Transporte y gestión de materiales peligrosos.

10. Radioterapia.

Aspectos clínicos relacionados con la radiobiología.
Aplicaciones de los radioisótopos.
Toxicidad aguda y crónica.
Avances tecnológicos para el tratamiento del cáncer.

11. Terapias alternativas en radiobiología.

Variabilidad genética y respuesta a la radiación.
Radiosensibilizadores.
Radioprotectores.
Radioquímica y radiofarmacia.

12. Análisis de la realidad actual del sector.

Lineamientos internacionales para la regulación de las radiaciones.
Políticas públicas y financiamiento de la investigación.
Logros y retos de Costa Rica.

Metodología:

La metodología del curso contempla un importante espacio para el debate y la construcción de conocimientos con un rol docente que facilitará la participación, la generación y el intercambio de ideas sobre la importancia de las aplicaciones de la Radiobiología en los campos de las ciencias exactas, naturales y médicas.

Los temas del curso serán desarrollados por el profesor haciendo uso de los recursos multimedia disponibles en el Departamento de Física (proyector, pizarra, pantalla interactiva, entre otros). Adicionalmente, se aprovecharán los equipos de cómputo del laboratorio para que los estudiantes utilicen el Aula Virtual de la Universidad Nacional, lo cual permitirá potenciar un adecuado intercambio de información mediante foros y enlaces a datos de interés para el desarrollo del curso.

Para las actividades prácticas, se utilizará los recursos con que cuenta el Departamento de Física, especialmente aquellos que posee la Sección de Radiaciones, como equipos para estudios de dosimetría, detectores de radiación, sistemas para control de calidad en radiología, entre otros.

El curso iniciará con la presentación del profesor así como de cada estudiante. Se discutirá el programa, su dinámica organizativa así como su forma de evaluación. Por otra parte, se darán los lineamientos para el trabajo grupal de investigación y se brindará a los alumnos algunos temas relacionados para su consideración.

La dinámica contempla la lectura de documentos asignados y además, la participación directa de los y las estudiantes en exposiciones relacionadas a los mismos. Estas actividades pueden ser individuales o grupales, siendo obligatorio realizar como mínimo una presentación.

Se realizará una visita a alguna instalación radiológica o bien a un centro de investigación donde existan sistemas generadores de radiaciones ionizantes, con el objetivo de que el estudiante se familiarice con parte del equipamiento utilizado en la práctica clínica o investigación.

El trabajo grupal se desarrollará sobre algún tema de interés, previa aprobación o sugerencia del profesor y el mismo deberá ser expuesto por los estudiantes en la fecha indicada en el cronograma. La idea será utilizar los diferentes conocimientos adquiridos en el curso para realizar un trabajo de investigación básica que se enfoque hacia alguno de los ejes de la radiobiología y sus aplicaciones en diferentes campos.

Para la semana 8 los estudiantes deberán entregar al profesor un avance de la investigación para su retroalimentación, donde se incluyan debidamente delimitados: el título, la justificación, los objetivos y la estrategia metodológica a utilizar para abordar el tema.

Se realizarán 2 exámenes parciales, que abarcarán la materia vista en clase hasta una semana antes de su aplicación.

Se realizarán además dos trabajos escritos individuales. El primero será un informe técnico sobre uno de los ejercicios prácticos realizados en el curso mientras el segundo será una investigación documental acerca del quehacer de alguna de las instituciones o entidades que regulan la práctica clínica y la investigación en el campo de la Radiobiología; este último trabajo deberá, además, ser expuesto ante la clase. El propósito de este último trabajo será que el estudiante pueda determinar el objetivo que cada institución cumple dentro del esquema nacional relacionado con este campo.

Los trabajos prácticos que se desarrollarán se relacionarán con las temáticas de: Uso de equipamiento básico, estudio de muestras histológicas, monitoreo ambiental, dosimetría y radioprotectores.

Se procurará la realización de charlas por parte de expositores invitados con alto profesionalismo en su área de acción, sobre temas específicos y concordantes con lo visto en clase. Lo anterior, en virtud de sus respectivos compromisos laborales y disponibilidad de horario.

Adicional a las clases presenciales y al horario extraclase para consultas, se promoverá una abierta comunicación por correo electrónico.

Además de la bibliografía en formato digital que el profesor entregará a los estudiantes, se dispondrá de los recursos con que cuentan las bibliotecas de la Universidad Nacional, así como las demás bibliotecas que se encuentran en el país. Esto permitirá a los alumnos obtener información complementaria para una mejor comprensión de los temas que se abarcarán durante el curso.

Evaluación:

La ponderación del curso, incluyendo los componentes teóricos y prácticos, se hará según la siguiente distribución:

Informe técnico.....	10 %
Trabajo documental.....	10%
(Trabajo escrito: 5 %, exposición: 5 %)	
Exámenes parciales.....	40 %
Trabajo grupal de investigación.....	30 %
(Trabajo escrito: 20 %, exposición: 10 %)	
Participación.....	10 %

Durante la primera sesión, se entregará a los estudiantes el Programa del Curso así como el “Reglamento General sobre los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje de la Universidad Nacional”, para su conocimiento y entendimiento mutuo con el profesor como la normativa de acatamiento obligatorio.

La asistencia a las clases magistrales no es obligatoria pero sí es recomendable que el estudiante lleve la materia actualizada y se haga responsable por ponerse al día en caso de ausencia. La ausencia justificada a un examen, práctica o actividad planificada como parte del curso debe ser presentada por escrito con la documentación probatoria original correspondiente. Debido a que el curso es de tipo teórico-práctico y dada la naturaleza de la práctica, el mismo no contempla la realización de una prueba escrita extraordinaria.

La participación será evaluada teniendo en cuenta la atención del alumno durante las discusiones en clase así como su aporte con ideas y preguntas relevantes sobre los diferentes temas desarrollados.

Cronograma:

SEMANA	TEMA	SUBTEMAS
Semana 1	Historia y hechos relevantes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción al curso – Metodología y evaluación. ▪ Conceptos fundamentales en radiobiología. ▪ Organizaciones y entidades reguladoras. ▪ Accidentes e incidentes y radiológicos. ▪ Proposición de temas de investigación para el trabajo grupal.
Semana 2	Conceptos químicos, físicos y biológicos de importancia en radiología.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Selección de temas de investigación para el trabajo grupal. ▪ Elementos de física nuclear. ▪ Propiedades de las radiaciones. ▪ Equipamiento básico para medición y protección contra radiaciones ionizantes. ▪ Práctica: Uso de equipamiento básico.
Semana 3	Fundamentos de Genética y Biología Celular	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estructuras celulares. ▪ Proteómica. ▪ Cromosomas y división celular. ▪ Aberraciones cromosómicas. ▪ Genética de poblaciones. ▪ Discusión sobre lecturas asignadas.
Semana 4	Aspectos físico-químicos relacionados a la absorción de radiación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interacción de la radiación con la materia. ▪ Efectos directos e indirectos de las radiaciones ionizantes. ▪ Tipos de lesiones causadas por la radiación. ▪ Curvas de supervivencia. ▪ Efecto de los radicales libres de oxígeno. ▪ Práctica: Estudio de muestras histológicas.
Semana 5	Efecto de la radiación a nivel molecular y celular.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alteraciones en las proteínas y estructuras citoplasmáticas. ▪ Lesiones moleculares y mecanismos de auto-reparación. ▪ Oncogenes y transformación oncogénica. ▪ Cambios y alteraciones epigenéticas. ▪ Muerte celular y otros efectos adversos. ▪ Vídeo: The effects of radiation on our health.
Semana 6	Efecto de la radiación sobre los tejidos animales y vegetales.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Biología del desarrollo. ▪ Riesgos sobre el embarazo. ▪ Efectos teratogénicos. ▪ Efectos producidos sobre los tejidos normales. ▪ Discusión sobre lecturas asignadas.
Semana 7	I examen parcial	I examen parcial
Semana 8	Avance de la investigación grupal	Avance de la investigación grupal
Semana 9	Impactos ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Radioecología. ▪ Radón, el asesino silencioso. ▪ La constante amenaza de los ensayos nucleares. ▪ Efectos sobre la vida silvestre y especies domésticas. ▪ Zonas muertas y monitoreos ambientales. ▪ Práctica: Monitoreo ambiental.

Semana 10	Herramientas para detección, control y monitoreo.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efectos determinísticos y estocásticos. ▪ Epidemiología. ▪ Histotecnología y microtécnicas. ▪ Equipamiento especializado en radiobiología. ▪ Discusión sobre lecturas asignadas.
Semana 11	Protección radiológica.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Principios de dosimetría. ▪ Evaluación de la exposición interna y externa. ▪ Medidas especiales de seguridad. ▪ Transporte y gestión de materiales peligrosos. ▪ Práctica: Dosimetría.
Semana 12	Radioterapia.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aspectos clínicos relacionados con la radiobiología. ▪ Aplicaciones de los radioisótopos. ▪ Toxicidad aguda y crónica. ▪ Aplicaciones veterinarias. ▪ Avances tecnológicos para el tratamiento del cáncer. ▪ Foro: Radiodiagnóstico y medicina nuclear – Riesgos vs. beneficios.
Semana 13	Visita a una instalación radiactiva	Visita a una instalación radiactiva.
Semana 14	Terapias alternativas en radiobiología.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variabilidad genética y respuesta a la radiación. ▪ Radiosensibilizadores. ▪ Radioprotectores. ▪ Radioquímica y radiofarmacia. ▪ Práctica: Radioprotectores.
Semana 15	Análisis de la realidad actual del sector	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lineamientos internacionales para la regulación de las radiaciones. ▪ Políticas públicas y financiamiento de la investigación. ▪ Logros y retos de Costa Rica. ▪ Discusión final del curso.
Semana 16	Exposición de la investigación grupal y entrega del trabajo escrito	Exposición de la investigación grupal y entrega del trabajo escrito
Semana 17	II examen parcial	II examen parcial

Referencias bibliográficas obligatorias:

- Hubbard, R. 1994. The Technology of Study. Bridge Publications Inc. 48 pp.
- Universidad Nacional. (2006). Reglamento general sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Universidad Nacional. Costa Rica. 21 pp.

Referencias bibliográficas de consulta:

- Choppin, G.; J.A. Liljezin; J. Rydberg y C. Ekberg. 2013. Radiochemistry and Nuclear Chemistry. Fourth Edition. Elsevier Inc. UK. 858pp.
- Decreto No. 24037-S. 1995. Reglamento sobre protección contra las radiaciones ionizantes. Ministerio de Salud, Costa Rica. 20pp.
- Hall, E. 2011. Radiobiology for the Radiologist. Seventh Edition. Lippincott Co. USA. 535pp.
- International Commission for Radiological Protection. 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37(2-4). Elsevier Inc, UK. 35pp.
- International Commission for Radiological Protection. 2009. Environmental Protection: Transfer Parameters for Reference Animals and Plants. ICRP Publication 114, Ann. ICRP 39(6). Elsevier Inc, UK. 78pp.
- International Commission for Radiological Protection. 2006. Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of the Radiation Protection of the Public. ICRP Publication 101a. Ann. ICRP 36 (3). Elsevier Inc, UK. 137pp.
- International Commission for Radiological Protection. 2013. Radiological protection in geological disposal of long-lived solid radioactive waste. ICRP Publication 122. Ann. ICRP 42(3). Elsevier Inc, UK. 47pp.
- International Commission for Radiological Protection. 2014. Protection of the Environment under Different Exposure Situations. ICRP Publication 124. Ann. ICRP 43(1). Elsevier Inc, UK. 63pp.
- Joiner, M. y A. Van der Kogel. 2009. Basic Clinical Radiobiology. Fourth Edition. Arnold Hodder Publication. UK. 375pp.
- Slater, R. 2002. Radioisotopes in Biology. Second Edition. Oxford University Press, USA. 328pp.
- World Health Organization. 2009. Who Handbook on Indoor Radon. A Public Health Perspective. WHO Publications, Suiza. 110pp.

Referencias bibliográficas para la elaboración del informe grupal:

- Canales, T. 2002. Formato APA, Quinta edición. 10p. Disponible en: http://avanzada.idict.cu/Apa_Edicion5.pdf
- Levine J. 2011. Cómo escribir y presentar su tesis o disertación. 29p. Disponible en: <http://www.learnerassociates.net/dissthes/guidesp.htm>
- Marín, E.; Rincón, Á.; Morales, O. 2008. El manual de publicación “APA” al alcance de todos. 18p.
- Zavala S. 2009. Guía a la redacción en el estilo APA 6ta edición. Caracas, Venezuela. Biblioteca de la Universidad Metropolitana. 11p.

Temas propuestos para la investigación grupal:

- Redes para promover la innovación en radiobiología.
- Las TIC's y su impacto en las tecnologías de diagnóstico.
- La investigación en las universidades públicas o privadas.
- La investigación en el sector estatal costarricense.
- Innovación en las ciencias médicas.
- Manejo y disposición de desechos radiactivos.
- Análisis de precursores y agentes teratogénicos o mutagénicos.
- Nuevas técnicas para el diagnóstico veterinario.
- Enfermedades hereditarias producidas por la radiación.
- El rol de las Cdks y las ciclinas para el ciclo celular.
- Programas y procedimientos para vigilancia radiológica ambiental.
- Medidas de mitigación ante los efectos del radón en infraestructuras.
- Avances tecnológicos en equipamiento radiológico.
- Nuevos planes de seguridad radiológica en instalaciones clínicas.
- Requisitos para la importación y funcionamiento de equipamiento radiológico.
- Seguridad alimentaria para seres humanos y animales.

Temas propuestos para la investigación sobre institucionalidad:

- Comisión Nacional de Energía Atómica (Costa Rica).
- Ministerio de Salud (Costa Rica).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (Costa Rica).
- Agencia Internacional de Energía Atómica (ONG).
- Comisión Internacional para Protección Radiológica (ONG).
- Consejo de Seguridad Nuclear (España).
- CIEMAT (España).
- Comisión Reguladora Nuclear (Estados Unidos).
- Universidad de Buenos Aires / CNEA (Argentina).
- Foros y convenios internacionales para la implementación de políticas.
- Infraestructura clínica privada en Costa Rica.