

Guía Docente de la Asignatura Optativa de Segundo Ciclo de la Licenciatura de Farmacia

RADIONÚCLIDOS Y SUS APLICACIONES

Código en la guía de la Facultad: RN	Plan de estudios: 2002	Créditos LRU de teoría: 3 Créditos LRU de prácticas: 1.5 Créditos LRU totales: 4.5	
Ciclo: 2º	Curso: 4º	Cuatrimestre: 1º	Grupos: 2 (A y C)
Área de conocimiento: Química Inorgánica.		Departamento: Química Inorgánica.	
Profesor responsable: Prof. D. Antonio Matilla Hernández.		e-mail: amatilla@ugr.es	

URL WEB: Acceso identificado > Tablón de docencia > Directorio asignaturas > Radionúclidos

DATOS ESPECIFICOS DE LA ASIGNATURA

PRERREQUISITOS

- Recomendable tener aprobadas las asignaturas de Química Inorgánica y Matemática Aplicada a la Farmacia.
- Recomendable saber utilizar hojas de cálculo electrónicas.

COMPETENCIAS Y CONOCIMIENTOS A ADQUIRIR POR EL ALUMNO.

COMPETENCIAS GENÉRICAS

- Identificar, diseñar, obtener, analizar, controlar y producir fármacos y medicamentos, así como otros productos y materias primas de interés sanitario de uso humano o veterinario.
- Saber aplicar el método científico y adquirir habilidades en el manejo de la legislación, fuentes de información, bibliografía, elaboración de protocolos y demás aspectos que se consideran necesarios para el diseño y evaluación crítica de ensayos preclínicos y clínicos.
- Diseñar, preparar, suministrar y dispensar medicamentos y otros productos de interés sanitario.
- Diseñar, aplicar y evaluar reactivos, métodos y técnicas analíticas clínicas, conociendo los fundamentos básicos de los análisis clínicos y las características y contenidos de los dictámenes de diagnóstico de laboratorio.
- Desarrollar habilidades de comunicación e información, tanto oral como escrita, para tratar con pacientes y usuarios del centro donde desempeñe su actividad profesional. Promover las capacidades de trabajo y colaboración en equipos multidisciplinares y las relacionadas con otros profesionales sanitarios.
- Reconocer las propias limitaciones y la necesidad de mantener y actualizar la competencia profesional, prestando especial importancia al autoaprendizaje de nuevos conocimientos basándose en la evidencia científica disponible.

COMPETENCIAS ESPECIFICAS

- Identificar, diseñar, obtener, analizar y producir principios activos, fármacos y otros productos y materiales de interés sanitario.
- Seleccionar las técnicas y procedimientos apropiados en el diseño, aplicación y evaluación de reactivos, métodos y técnicas analíticas.
- Llevar a cabo procesos de laboratorio estándar incluyendo el uso de equipos científicos de síntesis y análisis, instrumentación apropiada incluida.
- Estimar los riesgos asociados a la utilización de sustancias químicas y procesos de laboratorio.
- Utilizar el análisis estadístico aplicado a las ciencias farmacéuticas.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

- Adquirir los conocimientos básicos sobre radiactividad, cálculos y radioprotección, que permitan la utilización segura de técnicas radiactivas en la preparación, control de calidad de radiofármacos, análisis clínicos e investigaciones biomédicas.
- Conocer los Radiofármacos autorizados en la Unión Europea, sus indicaciones clínicas y los protocolos generales de preparación y control de calidad.
- Conocer los principios del Radioinmunoensayo y su utilización en analítica clínica.
- Conocer las técnicas radiactivas habitualmente utilizadas en investigaciones biomédicas.
- Los conocimientos adquiridos se corresponden con los exigidos por el Consejo de Seguridad Nuclear para los Operadores de Instalaciones Radiactivas, si bien el desempeño en España de esta titulación exige superar el correspondiente examen y estar en posesión de la correspondiente licencia.

METODOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN HORARIA.

METODOLOGÍA

- Las enseñanzas se basaran fundamentalmente en la Lección Magistral.
- Lecciones expositivas de los contenidos de cada tema apoyadas en presentaciones. El material utilizado en clase, así como los problemas y ejercicios a resolver, estará disponible para los alumnos al comienzo de cada tema en la web específica de la asignatura en el tablón de docencia, así como en la plataforma SWAD (Sistema Web de Apoyo a la Docencia).
- Prácticas de Laboratorio
- Sesiones de discusión y resolución de problemas y ejercicios previamente trabajados por los alumnos.

DISTRIBUCIÓN DELAS HORAS DE TRABAJO.

La asignatura se imparte durante el primer cuatrimestre y los créditos ECTS resultantes de la conversión de los correspondientes créditos LRU se han distribuido teniendo en cuéntalos siguientes criterios.

La asignatura Radionúclidos y sus aplicaciones cuenta en el Plan de Estudios con 4.5 créditos LRU. Se han transformado los 4.5 créditos LRU (3 teóricos y 1.5 prácticos) de acuerdo con la fórmula recomendada en 4 ECTS

$$\text{ECTS} = \text{Créditos LRU teóricos} + (\text{créditos LRU prácticos} / 1.45) = 3 + (1.5/1.45) = 4.03$$

Estos 4.03 créditos ECTS deben representar el tiempo total de trabajo de un alumno medio para superar la asignatura, habiendo estimado 25 horas de trabajo por cada ECTS, lo que constituye un total de 101 horas, que se han distribuido de la siguiente forma: el 40% corresponde a actividades presenciales del alumno y el 60% restante a actividades no presenciales

PRIMER CUATRIMESTRE:

Nº de Horas: 101

Presenciales: 41

- Clases Teóricas: **20**
-
- Clases Prácticas: **15**
-
- Exposiciones y Seminarios: **2**
-
- Tutorías Individuales: **1**
-
- Exámenes escritos: **3**
-

No Presenciales: Trabajo Personal Autónomo:

- Horas de estudio: **60**
-
- Preparación de Trabajo Personal: **20**

DESARROLLO Y JUSTIFICACIÓN:

Las actividades docentes de la asignatura se estructuran de la siguiente forma:

20 Horas de clases presenciales en las cuales se explicarán los fundamentos teóricos de la asignatura.

15 Horas de sesiones prácticas en el Laboratorio, donde se estudiará las normas básicas y el material de radioprotección y se realizarán las prácticas que se indican en el correspondiente apartado. Dichas prácticas se realizarán en grupos de 15 alumnos cuando se trabaje con muestras encapsuladas y en grupos de 5 alumnos si se maneja material no encapsulado. Se impartirán en 5 sesiones de 2.5 horas. Será obligatorio presentar, al término de las sesiones, un Cuaderno de Prácticas en el que se incluya tanto el contenido de los trabajos realizados como las cuestiones planteadas en el transcurso de los mismos.

2 horas de seminarios en las que se aclararán, resolverán y discutirán las cuestiones relacionadas con las clases teóricas y se resolverán problemas y ejercicios que previamente el alumno ha debido trabajar por sí solo.

1 Hora de tutorías individualizadas que se distribuirán a lo largo del curso según criterio del alumno y del profesor.

3 Horas que se dedicarán a la realización de controles y exámenes.

EVALUACIÓN

- Dos controles a lo largo del cuatrimestre, más el examen final. Dichos controles y examen constará de varias cuestiones expositivas y/o problemas numéricos.
- Cuaderno de prácticas.
- Trabajo individual.
- Asistencia a clase.

Para aprobar la asignatura es necesario:

- Aprobar el/los exámenes de teoría.
- Realizar las prácticas y entregar completado para su revisión el cuaderno de prácticas.

Los alumnos repetidores, con las prácticas aprobadas de otros años, podrán, si lo desean, realizar las prácticas pero si deciden no hacerlas tendrán que superar un examen de las mismas.

Se realizará dos controles y un examen final. Los controles son eliminatorios, los alumnos que superen los dos primeros controles solo se examinarán de la materia no eliminada. Los alumnos que no superen cualquier control se deberán examinar de toda la materia.

Las prácticas serán obligatorias para los alumnos que cursen por primera vez la asignatura.

La calificación final, para los alumnos que hayan superado la teoría y las prácticas, se ponderará de la siguiente forma: Nota de teoría: Hasta un 70%. Nota de prácticas: Hasta un 20%. El 10% restante se dará por la asistencia a clase y por la realización de actividades programadas.

ORGANIZACIÓN DOCENTE SEMANAL

SEMANA	Nº de horas de sesiones Teóricas	Nº de horas de sesiones prácticas	Nº de horas Exposiciones y seminarios	Nº de horas Tutorías individuales	Nº Controles periódicos en horas de clase	Nº de horas Exámenes	Temas del temario a tratar
Primer Cuatrimestre	20	**15 horas (5 sesiones de 2.5 horas)	2	1	3	1	
1ª Semana	2	**		***			1
2ª Semana	2	**		***			2
3ª Semana	2	**		***			2
4ª Semana	1	**	1	***			3
5ª Semana	1	**		***	1		4
6ª Semana	2	**		***			5
7ª Semana	2	**		***			6-7
8ª Semana	2	**		***			8-9
9ª Semana	1	**	1	***			10
10ª Semana	1	**		***	1		10
11ª Semana	1	**		***			11
12ª Semana	1	**		***			12
13ª Semana	1	**		***			13
14ª Semana	1	**		***			14
15ª Semana		**		***	1		15
16ª Semana							
17ª Semana						1	
18ª Semana							

* El número de horas se ha distribuido por cuatrimestres de 18 semanas, 15 de docencia más 3 de exámenes, según lo indicado en el Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, (BOE 224, de 18-09-2003).

** Las prácticas se impartirán a grupos de 15 alumnos durante 5 sesiones consecutivas de 2.5 horas.

*** Las tutorías individualizadas se distribuirán a lo largo del curso según criterio del alumno y del profesor.

CONTENIDOS

BLOQUES TEMÁTICOS.

BLOQUE 1: RADIATIVIDAD

- Naturaleza de la materia, partículas elementales y emisión radiactiva.
- Tipos de radiaciones.
- Interacción con la materia.
- Conceptos, cálculos básicos y unidades.
- Detectores y equipos utilizados en su cuantificación.
- Normas de seguridad en el trabajo con productos radiactivos.
- Nociones básicas de radioprotección y dosimetría, legislación.

BLOQUE 2: RADIOISÓTOPOS UTILIZADOS EN INVESTIGACIÓN Y SANIDAD

- Características de los isótopos utilizados en estas áreas.
- Radioisótopos utilizados en investigación.
- Radioisótopos utilizados en radioinmunoensayo y otras técnicas analíticas.
-

BLOQUE 3: RADIOFÁRMACOS, CARACTERÍSTICAS, PREPARACIÓN Y CONTROL

- Radiofármacos de ^{99m}Tc .
- Radiofármacos de otros radionúclidos.
- Control de calidad de radiofármacos.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- Normas de trabajo en laboratorios de radioisótopos: Reglamento de la instalación, señalización, precauciones y normas de actuación.
- Manejo de equipos detectores y contadores
- Estadística de contaje.
- Manejo de equipos de dosimetría y radioprotección.
- Estudio de los diferentes tipos de radiaciones: Espectros de energía, cuantificación, etc..
- Generadores. Manejo, elución y controles.
- Marcaje mediante reacciones de coordinación.
- Marcaje de productos biológicos.
- Control de calidad de radiofármacos (determinación de la pureza radioquímica).

TEMARIO

TEMA 1: CONSTITUCIÓN DE LA MATERIA: NÚCLEO ATÓMICO.

- Naturaleza Eléctrica de la Materia.
 - Partículas Elementales: Leptones , Quarks y Portadoras de Fuerza
- Estructura Atómica: Corteza y Núcleo.
 - Corteza Electrónica: Niveles Energéticos y Transiciones Electrónicas
 - Núcleo Modelo Neutrón-Protón:
 - Propiedades de los Núcleos: (Tamaño, Carga, Masa, Spin, Momento magnético)
 - Estabilidad Nuclear: Energía de enlace por nucleón.
 - Relación Neutrón/Protón
 - Núcleos Inestables: Estabilización

TEMA 2: RADIATIVIDAD

- Introducción a la Radiactividad.
- Tipos de desintegraciones radiactivas.
- Esquemas de desintegración.
- Características de radiación .
- Características de radiación (+/-).
- Características de radiación .
- Magnitudes y unidades utilizadas en radiactividad.
- Ley de desintegración radiactiva:
 - Constante de desintegración, tiempo de semidesintegración, vida media.
- Ramificación de las desintegraciones: desintegración de mezclas de radionúclidos.
- Cálculos y Problemas.

TEMA 3: INTERACCIÓN DE LAS RADIACIONES CON LA MATERIA

- Aspectos generales de la interacción de las partículas cargadas con la materia.
- Mecanismos de interacción
 - Interacción de las partículas con la materia.
 - Mecanismos, Alcance, Autoabsorción.
 - Interacción de la radiación con la materia.
 - Mecanismos, Alcance, Radiación de frenado.
 - Interacción de la radiación con la materia.
 - Mecanismos. Alcance, Cálculos.
- Interacción de la radiaciones con los sistemas biológicos.
 - Consecuencias químicas de la interacción
 - Efectos biológicos.

TEMA 4: DETECCIÓN Y MEDIDA DE LAS RADIACIONES

- Clasificación de los sistemas detectores
 - Detectores de ionización de gases: Funcionamiento y tipos.
 - Detectores de Centelleo: Funcionamiento, Centelleadores.
 - Centelleo Sólido: Fundamento, Calibración
 - Centelleo Líquido: Extinción, Luminiscencia, Calibración.
 - Detectores de Semiconductor: Funcionamiento y tipos.
 - Detectores de Termoluminiscencia.
 - Detectores de Película Fotográfica.
 - Espectrometría.

TEMA 5: INTRODUCCIÓN A LA RADIOPROTECCIÓN

- Radioprotección: Definición.
- Irradiación y Contaminación
- Normas Básicas a Seguir en el Trabajo con Emisores Radiactivos.
- Dosimetría de las Radiaciones:
 - Tipos de Dosis: Dosis Absorbida, Dosis Equivalente.
 - Tasa de Dosis y Dosis Acumulada.
 - Límites de Dosis: Legislación.
- Clasificación de las Zonas de Trabajo.
 - Zona Vigilada, Señalización.
 - Zona Controlada, Señalización.
 - Zona de Permanencia Limitada, Señalización.
 - Zona de Permanencia regulada, Señalización.
 - Zona de Acceso Prohibido, Señalización.
- Equipos usados en Dosimetría de radiaciones.

TEMA 6: INTRODUCCIÓN A LA RADIOQUÍMICA.

- Radiactividad natural, series radiactivas.
- Radiactividad artificial. Reacciones nucleares, generalidades y clasificación.

TEMA 7: RADIOISÓTOPOS EN INVESTIGACIÓN Y SANIDAD

- Características a tener en cuenta en función de su utilización:
 - Disponibilidad
 - Tiempo de semidesintegración
 - Tipo de radiación
 - Energía de la radiación.
- Utilización en Terapia.
- Utilización en diagnóstico "in vivo".
- Utilización en diagnóstico "in vitro".
- Utilización en Investigación.

TEMA 8: PRODUCCIÓN DE ISÓTOPOS RADIATIVOS.

- Producción de radionúclidos en reactores.
- Producción de radionúclidos mediante aceleradores de partículas.

TEMA 9: SISTEMA GENERADORES DE RADIONÚCLIDOS.

- Disponibilidad de radionúclidos para uso clínico utilizando generadores
- Principios del funcionamiento de los sistemas generadores.
- Calculo de actividades
- Procedimientos de separación
- Clasificación de los generadores de columna cromatográfica
- Ventajas e inconvenientes de cada tipo
- Principales sistemas generadores
- Problemas que pueden presentar los sistemas generadores

TEMA 10: GENERADOR $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$

- Principio de funcionamiento.
- Construcción.
- Métodos de obtención del ^{99}Mo .
- Elución y Rendimiento.
- Control de calidad del eluido.
 - pH.
 - Ausencia de ^{99}Mo .
 - Ausencia de otros radionúclidos.
 - Ausencia de Al.
 - Pureza radioquímica.
- Cálculos y problemas.

TEMA 11: RADIOQUÍMICA Y RADIOFÁRMACOS DE TECNECIO

- Características Químicas del Tc.
- Propiedades Químicas, Estados de Oxidación y Estereoquímica.
- Compuestos de Coordinación.
- Preparación de Radiofármacos de Tc.
- Reducción de TcO_4^-
- "Kits Fríos": Definición y Composición.
- Radiofármacos de Tecnecio autorizados en España.
- Radiofármacos Tc-Albumina.
- Radiofármacos para exploraciones Renales.
- Radiofármacos para exploraciones Cerebrales.
- Radiofármacos para exploraciones Óseas.
- Radiofármacos para exploraciones Cardiacas.
- Radiofármacos para marcajes Celulares.
- Otros Radiofármacos de Tecnecio.

TEMA 12: RADIOQUÍMICA Y RADIOFÁRMACOS DE OTROS RADIONÚCLIDOS

- Radiofármacos de Yodo ^{123}I y ^{131}I .
 - Propiedades Químicas del I.
 - Radiofármacos de I.
- Radiofármacos de Elementos de transición.
 - Radiofármacos de ^{51}Cr
 - Radiofármacos de ^{57}Co
 - Radiofármacos de ^{90}Y
- Radiofármacos de Elementos de Postransición.
 - Radiofármacos de ^{67}Ga , ^{111}In , ^{201}Tl .
- Radiofármacos Elementos del bloque d.
 - Radiofármacos ^{75}Se .
 - Radiofármacos de ^{18}F .
- Radiofármacos de Gases Nobles.
 - Radiofármacos de $^{81\text{m}}\text{Kr}$, ^{133}Xe .
- Radiofármacos Usados en Radioterapia

TEMA 13: PREPARACIÓN DE MOLÉCULAS MARCADAS..

- Marcaje de moléculas: métodos de marcaje.
- Reacciones de cambio isotópico.
- Marcaje mediante reacciones de coordinación.
- Síntesis de compuestos marcados mediante procesos químicos, biológicos y por radiación.

TEMA 14: CONTROL DE COMPUESTOS MARCADOS.

- Control de calidad de compuestos marcados.
- Control de la Pureza Radionucleica.
- Control de la Pureza Química.
- Control de la Pureza Radioquímica.
- Control de la eficiencia del Marcaje.
- Control de calidad de Radiofármacos
- Marco legal
- Controles mínimos y frecuencia:
 - Radiofármacos listos para su uso.
 - Radiofármacos obtenidos a partir de equipos reactivos y generadores.
 - Radiofármacos Obtenidos de muestras autólogas, de fabricación propia etc.
- Programas de Calidad en la Unidades de Radiofarmacia

TEMA 15: MONOGRAFÍAS DE ALGUNOS COMPUESTOS MARCADOS.

- IOBENGUANO ¹²³I.
 - Definición, Características, Identificación, Ensayos, Radiactividad, Conservación y Etiquetado.
- ^{99m}Tc-ALBÚMINA HUMANA.
 - Definición, Características, Identificación, Ensayos, Radiactividad y Etiquetado
- Marcajes celulares.
 - Marcaje de leucocitos con tecnecio (^{99m}Tc) exametazima (HM-PAO).
 - Marcaje de plaquetas con ¹¹¹In-OXINA
 - Marcaje in vitro de hematíes con ⁵¹Cr
 - Marcaje in vitro de hematíes con ^{99m}Tc

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía general:

- M. Tubis and W. Wolf, Ed.; Radiopharmacy; John Wiley & sons, 1980.

Bibliografía específica:

Radiactividad

- J. Ortega Aramburu y J. Jorba Bisbal.(Eds), *Las radiaciones ionizantes. Su utilización y riesgos*, Ediciones de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Volumen 1 (1994), Volumen 2 (1996) .

Radioisótopos en Biología Molecular y Radioinmunoensayo

- A. J. Moss, G. V. Dalrymple, C. M. Boyd; *Radioinmunoensayo Práctico*; Ed. Reverté, 1982, 186 p.; ISBN: 84-291-2675-9.
- RF Boyer *Modern experimental biochemistry*, Addison-Wesley Publishing Co, Reading (Mass., USA), p.185-6, 1996.

Radiofarmacia

- Gopal B. Saha, Springer-Verlag, *Fundamentals of Nuclear Pharmacy*, 4th ed., 1998, ISBN: 0-387-98341-4
- C. A. Sampson (Ed), *Textbook of Radiopharmacy. Theory and Practice*, Gordon and Breach Science Publisher, 1999.

OTROS MECANISMOS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO

- Controles periódicos en horas de clase.
- Encuesta sobre horas de estudio y preparación de exámenes.