

Radioecología

Información del Plan Docente

Titulación: Máster Universitario en Protección Radiológica Ambiental

Código: 12062

Tipo: Obligatoria

Créditos: 3 ECTS

Curso: 1

Semestre: 1

Profesorado: Dr. Miquel Vidal (UB), Dr. Pablo Martel (ULPCG), Dra. Alicia Tejera (ULPCG)

1. Profesor/es responsable/s

Dr. Miquel Vidal Espinar

Sección Química Analítica. Departament d'Enginyeria Química i Química Analítica. Facultat de Química. Universitat de Barcelona. Martí i Franquès 1, 08028 Barcelona.

934039276

miquel.vidal@ub.edu

2. Lenguas de impartición

2.1. Lenguas vehiculares

Castellano e inglés

2.2. Lenguas de apoyo

- Castellano
- Inglés

3. Contextualización

Asignatura

La asignatura "Radioecología" pertenece al módulo de asignaturas teóricas que forma parte del primer semestre del Máster en Protección Radiológica Ambiental. Esta asignatura presenta los aspectos básicos relacionados con la radioecología, que es una disciplina científica que tiene como principal objetivo el estudio de la presencia y comportamiento de la radioactividad en el medio ambiente. Por medio de experimentos de campo y de laboratorio, las investigaciones en radioecología han de permitir elucidar el comportamiento y destino de radionucleidos en

compartimentos ambientales y desarrollar modelos de predicción de su movilidad y de su impacto en el medio ambiente y en la población.

El objetivo de esta asignatura es que el alumnado se introduzca en los conceptos básicos de radioecología, en las fuentes de contaminación radioactiva significativas para el medio ambiente y la población, en los mecanismos que gobiernan la movilidad y en la interacción de los radionucleidos en los compartimentos ambientales. Además, se proporcionarán las bases para introducir a los estudiantes en aspectos relacionados con la modelización y parametrización de los procesos de movilidad más relevantes y en la evaluación del impacto y del riesgo asociado. Por lo tanto, la presente asignatura ayudará a los estudiantes a adquirir los resultados de aprendizaje del plan de estudios del que forma parte.

Profesorado

El Dr. Miquel Vidal (ORCID ID 0000-0002-8577-9089) es Catedrático de Química Analítica de la Universitat de Barcelona desde 2011. Sus intereses científicos son dilucidar los mecanismos que gobiernan la interacción de contaminantes en muestras ambientales; colaborar en la mejora de la predicción del impacto ambiental de un episodio de contaminación, mediante la parametrización de los procesos clave que gobiernan la movilidad de contaminantes; y diseñar acciones de remediación de áreas contaminadas.

La Dra. Alicia Tejera (ORCID ID 0000-0002-2416-3053) es Profesora Titular de Física Aplicada de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria desde 2003. Actualmente es profesora de Mecánica de Fluidos en el Grado Ingeniería Química y de Radiactividad Marina en el Máster de Oceanografía. Dentro del Grupo de Investigación de Interacción Radiación Materia (GIRMA) se encarga de la espectroscopía alfa de muestras ambientales e investiga en Radiactividad Ambiental, siendo la responsable española de un CRP de la IAEA destinado al análisis de los radionucleidos naturales como trazadores de la dinámica sedimentaria de playas.

El Dr. Pablo Martel (ORCID ID 0000-0001-7883-5970) es Catedrático de Física Aplicada de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria desde noviembre de 2002. Actualmente es profesor de Mecánica de Fluidos Geofísicos en el Grado en Ciencias del Mar y de Radiactividad Marina en el Máster de Oceanografía. Dentro del Grupo de Investigación de Interacción Radiación Materia (GIRMA) se encarga de la espectroscopía gamma de muestras ambientales e investiga en Radiactividad Ambiental, tanto en el ámbito de la evaluación del impacto como del uso de radiotrazadores.

4. Requisitos

No se han establecido requisitos para esta asignatura.

5. Recomendaciones

No se han establecido recomendaciones.

6. Competencias

Los resultados de aprendizaje que se adquirirán al superar esta asignatura son los siguientes:

1. Identificar las principales fuentes de radiactividad naturales y antropogénicas y sus implicaciones ecológicas.
2. Identificar las principales consecuencias ambientales de los accidentes nucleares.
3. Identificar el rol de la especiación en el comportamiento y destino de los radionucleidos.
4. Distinguir el comportamiento y destino de los radionucleidos en los distintos compartimentos ambientales (atmosférico, terrestre y acuático).
5. Aplicar los conceptos adquiridos en el diseño de experimentos de laboratorio y de campo para evaluar y modificar el comportamiento de radionucleidos.
6. Aplicar los parámetros clave en la transferencia de radionucleidos en un compartimento y entre compartimentos ambientales.
7. Identificar las estrategias de remediación de ecosistemas contaminados por radionucleidos.
8. Analizar datos de vigilancia radiológica ambiental para la evaluación del riesgo radioecológico.

Los resultados de aprendizaje de la titulación relacionados directamente con la asignatura son los siguientes:

Conocimientos: CN1, CN2, CN3, CN4,

Habilidades: HA1, HA2, HA3, HA4, HA5

Competencias: CM1, CM2, CM5, CM6

CN1: Poseer y comprender conocimientos sobre las radiaciones ionizantes que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación en el campo de la radiactividad ambiental.

CN2. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos sobre las fuentes de radiactividad, su interacción con la materia y sus efectos sobre los seres vivos y entrenarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CN3. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan referidas a las radiaciones ionizantes, a su uso y efectos en el medio ambiente a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CN4: Caracterizar y comprender los diferentes procesos básicos que actúan y regulan la distribución y destino de los radionucleidos en el medio hídrico, el suelo y la atmósfera.

HA1: Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

HA2: Identificar y aplicar las tecnologías, herramientas y técnicas en el campo de la protección radiológica ambiental.

HA3: Identificar, enunciar y analizar integralmente los problemas derivados de la radiactividad ambiental.

HA4: Ser capaz de aplicar los conceptos científicos y herramientas de tratamiento de datos adecuadas en el diagnóstico y solución de problemas derivados de la radiactividad ambiental.

HA5: Poseer habilidades básicas de métodos de instrumentación y técnicas de tratamiento de datos para la determinación de magnitudes relevantes para el análisis de problemas derivados de la radiactividad ambiental.

CM1: Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CM2: Integrar la protección radiológica en el marco ambiental y del desarrollo sostenible.

CM5: Plantear de forma práctica, según la legislación ambiental aplicable, los adecuados instrumentos de gestión ambiental y de evaluación de riesgos radiológicos ambientales.

CM6. Valorar y aplicar las medidas de protección radiológica para la mejora de la calidad ambiental y de la salud.

7. Contenidos

1. Concepto de radioecología. Fuentes naturales y antropogénicas de radioactividad en el medio ambiente. Descripción de casos relevantes: uso de bombas nucleares, *legacy sites* y situaciones accidentales.

2. Procesos básicos de movilidad e interacción de radionucleidos en compartimentos ambientales: medios atmosférico, terrestre y acuático.

3. Comportamiento de radionucleidos en el ecosistema terrestre. Interacción de radionucleidos en matrices sólidas de interés ambiental. Parametrización y predicción de procesos de sorción. Transferencia suelo-planta. Transferencia a animales. Estrategias de remediación de ecosistemas terrestres contaminados por radionucleidos.

4. Comportamiento de radionucleidos en el ecosistema acuático de aguas dulces. Distribución e inventario de radionucleidos en ríos, lagos, sedimentos y aguas subterráneas. Descargas al océano.

5. Comportamiento de radionucleidos en el ecosistema acuático marino. Inventario y fuentes de radionucleidos en el océano. Bases de datos (IAEA-MARIS y GEOTRACES). Radionucleidos conservativos y no conservativos: coeficientes de distribución. Introducción a la circulación global: transporte de radionúclidos en el medio marino. Sedimentos marinos: radionucleidos en exceso o no soportados. Uso de los radionucleidos como trazadores y cronómetros en el océano.

6. Evaluación del riesgo radiológico: parámetros de entrada, principales herramientas de predicción y estimación de dosis. Caso de la biota marina: bioacumulación, dosis y aplicación del código ERICA.

8. Metodología docente

MD1 Clase magistral participativa

MD2 Prácticas en laboratorios especializados o aulas de informática

MD3 Resolución y discusión en grupo de problemas y ejercicios prácticos

- MD4 Tutorías individuales o colectivas, con interacción profesorado-estudiantes
- MD5 Planteamiento, realización, tutorización y presentación de trabajos
- MD6 Evaluaciones y exámenes

9. Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

9.1. Actividades

La evaluación de la adecuada adquisición de los resultados de aprendizaje establecidos en la asignatura se realizará tras la aplicación de una serie de actividades formativas (AF), que se describen a continuación con indicación de las horas que dedicarán los estudiantes (un total de 75 horas para los 3 ECTS de la asignatura) a cada tipología.

Los exámenes de la asignatura se realizan bajo la supervisión del programa de vigilancia de exámenes Smowl. Por ello, es necesario estar de alta en el sistema y conectarse al mismo para hacer la prueba. La falta de conexión supone automáticamente la no superación del examen y la calificación de 0.

Actividades de trabajo presencial (30 Horas)

1. Sesiones de teoría

Descripción: AF7 Sesiones de teoría (virtual síncrona). Metodología: MD1 Clase magistral participativa. En estas clases se presentarán y explicarán los contenidos de las unidades didácticas que componen la asignatura mediante el método expositivo. Se recomendará material didáctico que tendrán que utilizar los estudiantes para estudiar de forma complementaria y autónoma los contenidos expuestos.

habrá de utilizar el alumnado para preparar de forma autónoma los contenidos.

Horas: 16

Criterios de evaluación: los contenidos expuestos se evaluarán en el examen (prueba escrita) al final de la impartición de la asignatura.

2. Sesiones de resolución de problemas

Descripción: AF8 Sesiones de resolución de problemas y/o casos prácticos (virtual síncrona). Metodología: MD2 Aulas de informática. MD3 Resolución y discusión en grupo de problemas y ejercicios prácticos. Estas sesiones permitirán no solo el aprendizaje de conceptos sino también la adquisición de habilidades. Se realizarán actividades individuales orientadas a la resolución de problemas sencillos, basados en situaciones reales, con el apoyo de publicaciones científicas relacionadas. En algún caso, la resolución de problemas comportará el apoyo y uso de herramientas tecnológicas en un entorno informático.

Horas: 8

Criterios de evaluación: SE2 Presentación de memorias e informes prácticos y de resolución de problemas. Se valorará individualmente las memorias e informes presentados según las rúbricas elaboradas a tal fin. Se evalúan los resultados de aprendizaje CN2, CN3, HA1, HA2, HA3, HA4, HA5, CM1, CM2, CM5 y CM6.

3. Sesiones de tutoría

Descripción: AF10 Apoyo a las actividades académicas (virtual síncrona). Finalidad: aprendizaje conceptual, aprendizaje de destrezas. Metodología: MD4 Tutorías individuales o colectivas, con interacción profesorado-estudiantes. Estas sesiones se dedicarán a discutir y resolver las dudas concretas que puedan surgir entre el alumnado.

Horas: 4

Criterios de evaluación: Sin evaluación

4. Examen

Descripción: AF11 Evaluación y autoevaluación (virtual síncrona). Metodología: MD6 Evaluaciones y exámenes. Se realizará un examen escrito, en el que se plantearán varios problemas y cuestiones de aplicación directa de la teoría vista en la asignatura. La obtención de una nota mínima igual a 3,5 es un requisito para poder aprobar la asignatura.

Horas: 2

Criterios de evaluación: SE1 Pruebas escritas individuales de conocimientos y de resolución de ejercicios y casos prácticos. Se evalúan los resultados de aprendizaje CN1, CN2, CN3, CN4, HA3, HA4, HA5 y CM1.

Monitorización de la evaluación a distancia: Software de vigilancia de exámenes

En el momento de la matrícula, el alumnado se compromete a cumplir las condiciones establecidas para la vigilancia de exámenes.

Condiciones de vigilancia de exámenes

Para asegurar que las pruebas de evaluación se realizan con las máximas garantías y con el mínimo riesgo de fraude, el alumnado se compromete a:

- Identificarse mediante DNI, NIE, pasaporte, carnet universitario u otro medio fiable.
- Aceptar las medidas adoptadas por el profesorado para evitar el fraude en la evaluación, como la limitación del uso de dispositivos electrónicos, libros, apuntes y otros objetos disponibles.
- Cumplir lo establecido en la normativa sobre fraude académico en los procesos de evaluación de la **UIB (<https://seu.uib.cat/fou/acord/13651/>)**

Específicamente, en el caso del MPRA:

Instalarse, al inicio del año académico, el software que facilitado por la universidad para la vigilancia de exámenes (Proctoring).

Contar con dos cámaras (una de ellas puede ser la del móvil).

Para asegurar la calidad de las enseñanzas a distancia, el MPRA dispone de un software de vigilancia de exámenes para las evaluaciones no presenciales (Smowl)

Este programa está integrado en el Aula digital de cada asignatura y se utiliza para todas las evaluaciones de esta asignatura. Los registros y los resultados de las pruebas quedan grabados en el Aula digital, donde se almacenan durante dos años. Los registros de incidencias y la captura de imágenes durante las pruebas quedan guardados en la plataforma del software durante un año.

Para que la vigilancia durante las evaluaciones funcione correctamente, el alumnado, al inicio del año académico, debe comprometerse a instalar en su ordenador el software que facilitado para

la vigilancia de exámenes (Proctoring) y a contar con dos cámaras, ya que el funcionamiento de este software permite:

- La detección de suplantación mediante la verificación de la identidad de los alumnos y la monitorización biométrica durante la prueba.
- La detección de elementos distintos a los necesarios para realizar la evaluación: libros, otras pantallas, intercambiadores de información, programas activos, control de navegación web, uso de comandos de copiar-pegar y de máquinas virtuales, mediante la monitorización del ordenador.
- La detección de otras personas distintas a la evaluada mediante la monitorización del entorno utilizando una segunda cámara (que puede ser la del móvil).
- La detección de alteraciones de audio y objetos, para garantizar que los alumnos no reciben ayuda externa durante la realización de la prueba; el micrófono se activa cada vez que detecta un ruido que supera el umbral definido y, una vez activado, graba durante 20 segundos y la grabación se almacena como incidencia.
- La supervisión automática, que se inicia cada vez que el usuario comienza una actividad en línea; el sistema graba imágenes cada 60 segundos, además de las incidencias detectadas durante toda la prueba; la información se guarda durante un año en los servidores de la empresa y el acceso a estas imágenes está restringido siguiendo los protocolos de seguridad de la empresa.
- La disponibilidad del informe de incidencias para el profesorado tras la realización de la prueba.
- La realización de todas las evaluaciones con la supervisión por parte del profesorado de la asignatura; todo el alumnado, además del profesorado, se conecta al mismo tiempo y lleva a cabo la prueba en el mismo horario.

Actividades de trabajo no presencial (45 Horas)

1. Actividades académicas dirigidas

Descripción: AF9 Actividades académicas dirigidas. Metodología: MD5 Planteamiento, realización, tutorización y presentación de trabajos. Estas actividades permitirán la aplicación de los conceptos estudiados en las sesiones teóricas y prácticas, y la consiguiente adquisición de habilidades. Los estudiantes, organizados por grupos y tutorizados por el profesorado, llevarán a cabo la resolución de casos, basados en situaciones reales, con el apoyo de publicaciones científicas relacionadas.

Horas: 16

Criterios de evaluación: SE3 Presentación y defensa de trabajos tutelados. La resolución de los casos se presentará por medio de informes escritos y comunicaciones orales. La presentación y defensa de los trabajos según rúbricas elaboradas a tal fin. Se evalúan los resultados de aprendizaje CN2, CN3, HA1, HA3, HA4, CM2, CM5 y CM6.

2. Trabajo autónomo del estudiante

Tanto en el contexto de la realización de las actividades académicas dirigidas, como en el estudio de la asignatura para la adquisición de los resultados de aprendizaje, los estudiantes realizarán trabajo autónomo de forma individual y/o en grupo.

Horas: 29

Criterios de evaluación: Sin evaluación

La calificación final de esta asignatura se calculará ponderando los resultados de las siguientes actividades de evaluación, teniendo en cuenta las observaciones indicadas al pie de la tabla. Para que la asignatura pueda considerarse superada, dicha calificación final debe ser igual o superior a 5,0 en la escala de 0 a 10.

Actividades de evaluación	Peso sobre la calificación final	Recuperable (Sí/No)	Nota mínima*	Nota de validación**
Pruebas escritas individuales de conocimientos y de resolución de ejercicios y casos prácticos	50 %	Sí		3,5
Presentación de informes de resolución de problemas prácticos	20 %	No	3,5	
Presentación y defensa de trabajos tutelados	30 %	No	3,5	

* La nota mínima es la calificación exigida para que el elemento de evaluación se considere en la nota media (con su peso correspondiente). Si no se supera, puntuará con 0 puntos. El estudiante puede aprobar la asignatura si la calificación final es suficiente.

** La nota de validación es la calificación exigida para que el elemento de evaluación se considere en la nota media (con su peso correspondiente). Si no se supera, puntuará con 0 puntos. El estudiante no puede aprobar la asignatura.

9.2. Mejora de la calificación

No se contempla la mejora de la calificación.

9.3. Condiciones de uso de la IA

Se pueden utilizar asistentes con inteligencia artificial en actividades de evaluación, pero únicamente con autorización previa del profesor y de acuerdo con las condiciones establecidas sobre cómo deberá indicarse el uso de estas herramientas en el trabajo (texto, código, presentaciones, etc.).

Herramientas autorizadas: Microsoft Copilot, ChatGPT, Grammarly, Perplexity, Claude u otras herramientas similares aprobadas por el profesor.

Contextos de uso aceptable: revisión de textos, realización de gráficos, etc., en general usos que ayuden al estudiante a mejorar las memorias y/o presentaciones de trabajos.

Contextos de uso no aceptable: responder cuestionarios, realizar cálculos, etc., en general usos que suplanten las actividades que debe realizar el estudiante para alcanzar los resultados de aprendizaje.

Requisitos de citación y declaración. Cuando se utilicen herramientas de IA, se deberá indicar claramente:

- El nombre y la versión de la herramienta.
- La finalidad específica del uso.
- La parte del trabajo en la que se ha aplicado.

El uso no autorizado o indebido de la IA se considerará fraude académico.

La ausencia de declaración de uso se considerará una conducta contraria al Código de integridad.

9.4. Fraude en elementos de evaluación

De acuerdo con el Acuerdo normativo 15418, de 26 de marzo de 2024, por el que se aprueba la normativa sobre comportamientos constitutivos de fraude académico y comportamientos contrarios al Código de integridad en los procesos de evaluación de la Universidad de las Illes Balears, se aplicarán las siguientes consecuencias: (a) en caso de fraude académico, se abrirá un procedimiento disciplinario; (b) en caso de comportamiento contrario al Código de integridad, se calificará con «0» el elemento de evaluación en cuestión, y este perderá, en su caso, la condición de recuperable.

10. Recursos, bibliografía y documentación complementaria

Bibliografía básica

- Environmental Radioactivity from natural, industrial and military sources. M. Eisenbud and T. Gesell (eds.). Academic Press. USA. 1997.
- Radioecology. Radioactivity & Ecosystems. E. Van der Stricht and R. Kirchmann (eds.). International Union of Radioecology – Fortemps. Belgium. 2001.
- Marine Radioecology. Jean-Claude Amiard. Wiley-ISTE. 2022.
- Detecting Environmental Radioactivity. Manuel García-León. Springer. 2023.

Bibliografía complementaria

- Sediment distribution coefficients and concentration factors for biota in the marine environment. IAEA-TRS 422. Austria. 2004.
- Marine Radioactivity. H.D. Livingston (Editor). Pergamon. 2004.
- Quantification of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments for radiological assessments. IAEA-TECDOC-1616. Austria. 2009.
- Guidelines for Remediation Strategies to Reduce the Radiological Consequences of Environmental Contamination (S. Fesenko, B.J. Howard eds.). IAEA-TRS 475. Austria. 2012.
- Environmental Transfer of Radionuclides in Japan following the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. IAEA-TECDOC-192. Austria. 2020.
- Radioecology: Sources and Consequences of Ionising Radiation in the Environment (Cambridge Environmental Chemistry Series). R. J. Pentreath. Cambridge University Press. 2021.
- Códigos de evaluación del riesgo radiológico:
ERICA tool: <http://www.ERICA-tool.com/>

RESRAD: <https://resrad.evs.anl.gov/>

Otros recursos

Material disponible en la página web de la asignatura en Aula Digital y material didáctico suministrado por el profesorado.

«La descarga, difusión, distribución o divulgación de la grabación de las clases y particularmente su compartición en redes sociales o servicios dedicados a compartir apuntes atenta contra el derecho fundamental a la protección de datos, el derecho a la propia imagen y los derechos de propiedad intelectual. Estos usos se consideran prohibidos y podrían generar responsabilidad disciplinaria, administrativa y civil al infractor. Únicamente se autoriza la reproducción de las clases virtuales registradas en los medios proporcionados por la Universidad y sólo a través de Aula digital».

11. Adenda: adaptación docente a un cierre de las instalaciones universitarias

No se prevén adaptaciones.