

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Asignatura	Química Analítica II		
Materia	Química Analítica		
Módulo	Química		
Titulación	Grado en Química		
Plan	611	Código	45955
Periodo de impartición	Primer cuatrimestre	Tipo/Carácter	OB/Obligatoria
Nivel/Ciclo	Grado	Curso	Tercero
Créditos ECTS	6		
Lengua en que se imparte	Castellano		
Profesores responsables	José Bernal del Nozal; Ana María Ares Sacristán; María Teresa Martín Gómez; Silvia Valverde Bastardo.		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	jose.bernal@uva.es, 983184252, despacho C211; ana.maria.ares@uva.es, 983184249, despacho C214; mariateresa.martin.gomez@uva.es, 983185898, despacho C239; silvia.valverde@uva.es, 983183280, despacho 213.		
Horario de tutorías	Consultar página web de la UVa (Grado en Química)		
Departamento	Química Analítica		
Fecha de revisión por el Comité de Título	17/07/2023		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

La Química Analítica se define como la sub-disciplina química que desarrolla y proporciona métodos y herramientas apropiadas para obtener información sobre la composición y estructura de la materia. La Química Analítica moderna incluye la enseñanza de la identificación, determinación cuantitativa y cualitativa, separación analítica, transformación y medida, o la presentación de tácticas y estrategias para su solución. En asignaturas de esta materia situadas en cursos anteriores se han visto y desarrollado los principios de la Química Analítica, que son necesarios para asimilar los contenidos de esta asignatura. En concreto, con la asignatura **Química Analítica II** se pretende esencialmente que los estudiantes adquieran los conocimientos básicos de las técnicas analíticas de separación más utilizadas en la actualidad. Así se estudiarán los fundamentos básicos, instrumentación y aplicaciones prácticas de las separaciones por intercambio iónico, extracción, cromatográficas y electroforéticas. La asignatura se sitúa en el tercer curso del Grado en Química, ya que se considera que los estudiantes han adquirido los fundamentos básicos de esta materia, y por lo tanto, ya estarán en condiciones de recibir y asimilar una información más específica sobre las técnicas avanzadas que están siendo más utilizadas en actualmente. Finalmente, ha de destacarse la importancia de la temática desarrollada en esta asignatura es evidente si se atiende al número de ofertas de empleo, másteres y cursos de postgrado relacionados con las técnicas de separación, y en particular con las técnicas cromatográficas. Por lo que las competencias que adquirirán los estudiantes en esta asignatura, en particular las específicas relacionadas con la separación, identificación y análisis (**EC6** y **EC7**) les serán de gran utilidad para su currículum.

1.2 Relación con otras materias

La asignatura **Química Analítica II**, que trata sobre las técnicas analíticas de separación (fundamento, instrumentación y aplicaciones), está situada en el tercer curso del Grado en Química, pertenece a la parte teórica del Bloque Fundamental del Grado en Química de la Universidad de Valladolid. Dentro de la estructura del Grado en Químicas, esta asignatura se relaciona con otras de la misma materia (**Química Analítica**) de manera diversa. Por ejemplo, en el Bloque Básico se sitúan dos asignaturas de la misma materia: **Química III** y **Operaciones básicas de Laboratorio II**. La primera de ellas es fundamentalmente teórica, y se explica a los estudiantes como han de expresarse los datos analíticos de una manera correcta, y también se le introduce en el mundo de los equilibrios químicos, de especial importancia para las técnicas analíticas de separación y por lo tanto para la asignatura de **Química Analítica II**. La segunda asignatura se puede considerar como experimental ya que se desarrolla en su mayor parte en el laboratorio, y su propósito es de dar a conocer a los estudiantes las diferentes etapas del análisis cualitativo, y no está directamente relacionada con la asignatura que se trata en esta guía docente. En el Bloque Fundamental, donde se encuentra la asignatura **Química Analítica II**, hay otras dos asignaturas teóricas (**Química Analítica I** y **III**) y dos experimentales (**Química Experimental I** y **IV**). En la asignatura **Química Analítica I**, se hablará en unos primeros temas introductorios del proceso analítico, la expresión de resultados, y de la toma y preparación de la muestra. A continuación se explicarán los fundamentos del análisis volumétrico, para posteriormente comentar de forma



individualizada las volumetrías ácido-base, de formación de complejos, redox, y de precipitación. Mientras que en los últimos temas se hablará de la formación de precipitados y del análisis gravimétrico. En este caso la relación con la asignatura a tratar se limita a los primeros temas relacionados con el proceso analítico y expresión de resultados. Por otro lado, en la asignatura **Química Analítica III** se abordarán diversos aspectos del Análisis Instrumental, se comentarán diversos aspectos (fundamentos, principios y aplicaciones) de las técnicas electroanalíticas y las técnicas ópticas de análisis. En este caso si que hay una mayor relación con la asignatura, ya que algunas de las técnicas (Espectroscopia de absorción molecular UV-Vis, o las técnicas electroanalíticas) se trataran como sistemas de detección en las **Lecciones 8 y 9**. En cuanto a las asignaturas experimentales, la primera de ellas **Química Experimental I** no tiene relación con la asignatura a tratar en esta Guía Docente, pero sí con **Química Analítica I**, ya que se realizarán experiencias relacionadas con el análisis cuantitativo clásico (Volumetrías ácido-base y redox, yodometrías, complexometrías y gravimetrías). En cambio, **Química Experimental IV** está unida de manera muy directa a **Química Analítica II**, ya que la base de la asignatura es el Análisis Instrumental, por lo que las prácticas constarán de ejemplos de diversas técnicas como la extracción con disolventes o las cromatográficas. En el último de los Bloques (Avanzado), sólo hay dos asignaturas de la misma materia (**Química Analítica Aplicada y Control de Calidad**). De manera general, ambas asignaturas tendrían la intención de desarrollar la capacidad del estudiante para resolver problemas reales que puedan surgir en cualquier ámbito, en el marco de la normativa exigida al respecto para cada caso. Para ello, es imprescindible hoy en día que el estudiante tenga nociones de las técnicas de separación más empleadas, ya que a la hora de enfrentarse a un problema analítico, es indispensable el conocer todas las alternativas existentes para desarrollar el método adecuado, y ese es uno de los objetivos de la asignatura **Química Analítica II** en cuanto a las técnicas de separación se refiere. Por último comentar que esta asignatura no tiene una relación directa con las otras materias que se encuentran en el Grado de Química, aunque es cierto que es necesario que los estudiantes posean nociones básicas de formulación química tanto orgánica como inorgánica (**Química I y IV**), y alguna de las técnicas de separación comentadas en esta asignatura pueden ser empleadas por alguno de los estudiantes en sus **Trabajos Fin de Grado** en otras materias, como sucede con la **Química Orgánica**.

1.3 Prerrequisitos

A los estudiantes que cursen la asignatura de **Química Analítica II** se les supondrá que saben expresar correctamente las concentraciones, los resultados, y calcular los errores asociados a los mismos. También han de poseer un conocimiento de los equilibrios químicos, ya que van a ser la base de muchas de las técnicas de separación que se van a ver en esta asignatura. Y a su vez serán necesarios para la resolución de problemas ya que en muchos de ellos, por ejemplo, se utilizarán constantes de equilibrios, o será necesario saber calcular el pH de una disolución. Estos resultados de aprendizaje se suponen adquiridos al haber cursado la asignatura **Química III**, y en otros casos en la formación pre-universitaria recibida. Además, es necesario que los alumnos sepan formular los compuestos de manera correcta, conocimiento que deberían haber obtenido en su etapa pre-universitaria, y que ha sido reforzado en las asignaturas **Química I y IV**.



2. Competencias

2.1 Generales

- G.1- Ser capaz de comunicarse con corrección tanto de forma oral como escrita.
- G.2- Ser capaz de resolver problemas tanto de naturaleza cualitativa como cuantitativa y de tomar decisiones.
- G.3- Ser capaz de encontrar y manejar información, tanto de fuentes primarias como secundarias.
- G.4- Ser capaz de trabajar de forma eficaz y autónoma mediante la planificación y la organización de su trabajo y de su tiempo.
- G.6- Conseguir usar con destreza las tecnologías de la información, en lo que se refiere al software más habitual, recursos audiovisuales e Internet.
- G.7- Alcanzar un manejo del idioma inglés suficiente para leer y comunicarse, en aspectos generales y también específicos de su campo científico.
- G.8- Poseer los hábitos, capacidad de aprendizaje y autonomía necesarios para proseguir su formación posterior.
- G.9- Conocer y apreciar las responsabilidades éticas y profesionales

2.2 Específicas

- EC.4- Comprender los principios fisicoquímicos que rigen las reacciones químicas y conocer los tipos fundamentales de reacciones químicas.
- EC.5- Conocer los principales tipos de compuestos orgánicos e inorgánicos
- EC.6- Conocer los procesos generales de síntesis, aislamiento y purificación de sustancias químicas.
- EC.7- Conocer los métodos fundamentales de análisis y caracterización estructural de compuestos químicos.
- EC.8- Reconocer aquellos aspectos dentro de la química que son interdisciplinarios o que suponen una frontera en el conocimiento.
- EH.1- Ser capaz de demostrar el conocimiento y comprensión de conceptos, principios y teorías esenciales en relación con la química.
- EH.2- Ser capaz de aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos.
- EH.3- Ser capaz de reconocer y analizar un problema y plantear estrategias para su resolución.
- EH.4- Ser capaz de analizar, interpretar y evaluar información química y datos químicos.
- EH.5- Ser capaz de comunicar información química y argumentar sobre ella.
- EH.6- Manejar las herramientas computacionales y de tecnología de la información básicas para el procesamiento de datos e información química.



3. Objetivos

3.1 Generales

- Mostrar al estudiante las técnicas analíticas de separación más importantes y empleadas en la actualidad, tanto cromatográficas como no cromatográficas, y que posteriormente podrá utilizar tanto en tareas de investigación como en la industria.
- Una vez cursada la asignatura el estudiante tendrá que ser capaz de identificar, distinguir y comparar las distintas técnicas de separación, lo que le permitirá evaluar la idoneidad de cada una de ellas para resolver problemas analíticos concretos.

3.2 Específicas

- Mostrar a los estudiantes el fundamento y las aplicaciones de las separaciones por cambio iónico y extracción, de las técnicas cromatográficas, y de las técnicas electroforéticas.
- Aprender a resolver problemas numéricos, eligiendo la opción más adecuada y argumentando las respuestas de forma analítica.
- Fomentar en los estudiantes la mentalidad analítica adecuada para poder elegir la técnica de separación más adecuada en función de cada caso.
- Promover la capacidad síntesis y de argumentación de los estudiantes a la hora de responder problemas/preguntas específicas.

4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LAS TÉCNICAS DE SEPARACIÓN

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

En este primer bloque, que consta de una única lección, se introducen los fundamentos teóricos de las técnicas de separación. Es un Bloque que tiene la finalidad de mostrar a los estudiantes el fundamento de la asignatura, situarla en el contexto del Grado en Química, y comentarles la utilidad real de los conocimientos que van adquirir para su futura vida laboral. Aunque la teoría básica es conocida por los alumnos, es conveniente recordarla y ordenarla de acuerdo a los contenidos que se van a impartir en esta asignatura. Se explicarán brevemente los conceptos de factor de separación y recuperación junto a los errores asociados a los procesos de separación. También se comentarán las distintas clasificaciones, para que los alumnos adquieran una idea global del conjunto de técnicas existentes, mientras que en el último apartado de este tema se intentará dar una idea general de las propiedades que deben tenerse en cuenta en la elección de un método de separación.

b. Objetivos de aprendizaje

- Definir los criterios generales que poseen las técnicas de separación.
- Identificar los conceptos de factor de separación, recuperación y los errores asociados los procesos de separación.
- Aplicar las fórmulas adecuadas para calcular los factores de separación, recuperación y los errores asociados.
- Distinguir y clasificar las técnicas de separación existentes, mostrando especial atención a las más utilizadas.
- Argumentar de manera razonada que método de separación, a priori, es el más adecuado dependiendo del contexto.

c. Contenidos

Lección 1.- Generalidades sobre los métodos de separación. Introducción. Factores de separación y recuperación. Errores asociados a los procesos de separación. Clasificación. Elección de un método de separación.

d. Métodos docentes

Los métodos docentes empleados en este bloque temático son los siguientes:

- **Lecciones magistrales participativas.** Exposición, explicación y discusión de los contenidos de este bloque.
- **Tutorías (grupo reducido ó individuales).** Sesiones orientadas a la aclaración de dudas relacionadas con las lecciones magistrales.
- Se utilizará el Campus Virtual de la UVa para la comunicación con los estudiantes y para poner a su disposición el material que se considere adecuado para un mejor aprovechamiento de las clases.



e. Plan de trabajo

Al ser un bloque corto de duración y centrado en la introducción de la asignatura, el plan de trabajo se limitará a lecciones magistrales participativas y tutorías cuando los estudiantes lo consideren oportuno.

f. Evaluación

Ver Sección 7.

g. Bibliografía básica

- **M. Valcárcel y A. Gómez**, "*Técnicas Analíticas de Separación*", Ed. Reverté, S. A. 1990.
- **R. Cela, R.A. Lorenzo, M. C. Casais**, "*Técnicas de Separación en Química Analítica*", Ed. Síntesis, 2003.

h. Bibliografía complementaria

- **D. A. Skoog, F. H. Holler, T. A. Nieman** "*Principios de Análisis Instrumental*" Ed. McGraw-Hill, 2001.

i. Recursos necesarios

- La bibliografía recomendada se puede encontrar en la Biblioteca de la Facultad de Ciencias y en la del Departamento de Química Analítica. **Enlace LEGANTO:** https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC_UVA/lists/4869045460005774?auth=SAML.
- Los estudiantes dispondrán en la página correspondiente a la asignatura en el Campus Virtual (MOODLE) de las presentaciones que se comentarán en las clases presenciales

j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
0.1	0.6 semanas (septiembre 2023)

Bloque 2: SEPARACIONES POR CAMBIO IÓNICO Y EXTRACCIÓNCarga de trabajo en créditos ECTS: **a. Contextualización y justificación**

En este segundo Bloque que constará de dos lecciones (2 y 3) se explicarán las nociones básicas, características y aplicaciones de una serie de técnicas de separación que son muy utilizadas en la actualidad. Este Bloque es independiente del resto, ya que no tiene una relación directa con ellos, y se han agrupado alguna de las técnicas de separación no cromatográficas que más se utilizan tanto en la industria como en la investigación. Estas técnicas, en general, son más simples en cuanto a instrumentación y fundamentos que las técnicas cromatográficas y electroforéticas, y por ello se ha decidido que es conveniente explicarlas antes que las anteriormente citadas, con el fin de que la dificultad de la signatura vaya aumentando de manera progresiva, para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. En la primera lección (**Lección 2**), se comentarán las características de la técnica de intercambio iónico y las características de los diferentes tipos de resina intercambiadoras. A continuación, se explicará los equilibrios de intercambio y los factores que ejercen influencia sobre él, se comentarán las técnicas más utilizadas de intercambio iónico, y se finalizará comentando algunas aplicaciones analíticas de esta técnica de separación. La siguiente lección (**Lección 3**) se centra en la explicación de las separaciones por extracción, se hará una breve introducción, y se comentarán los aspectos más relevantes de la extracción líquido-líquido, se considerarán los aspectos termodinámicos del equilibrio, los parámetros y relaciones fundamentales, así como la eficacia de este tipo de extracciones, así como las técnicas de extracción más utilizadas. En la siguiente parte de esta lección se abordará la extracción en fase sólida, estudiando su fundamento teórico. Se estudiarán tanto la extracción con cartucho como con fibras, explicando los distintos tipos de fases sólidas de acuerdo con su constitución química y con el fundamento de su actuación. Para a continuación explicar las aplicaciones más importantes, entre las que se encuentran la concentración de constituyentes trazas, purificación de disolventes y reactivos, etc.

b. Objetivos de aprendizaje

- Reconocer los criterios generales que poseen ambos grupos de técnicas de separación.
- Conocer los fundamentos, instrumentación y aplicaciones analíticas de las separaciones por intercambio iónico.
- Conocer los fundamentos, instrumentación y aplicaciones analíticas de la extracción líquido-líquido.
- Conocer los fundamentos, instrumentación y aplicaciones analíticas de la extracción en fase sólida.

c. Contenidos

Lección 2.- Separaciones por cambio iónico. Introducción. Clasificación de los cambiadores iónicos. Equilibrios de cambio iónico: coeficiente de selectividad, coeficiente de intercambio y rendimiento del proceso. Factores que influyen sobre el proceso de cambio. Técnicas de separación por cambio iónico. Aplicaciones analíticas.

Lección 3.- Separaciones por extracción. Introducción. Extracción líquido-líquido. Equilibrio de extracción: constante de extracción, coeficiente de reparto y rendimiento del proceso.

Factores que influyen sobre el proceso de extracción. Técnicas de extracción. Extracción en fase sólida: cartuchos y fibras . Aplicaciones analíticas.

d. Métodos docentes

Los métodos docentes empleados en este bloque temático son los siguientes:

- **Lecciones magistrales participativas.** Exposición, explicación y discusión de los contenidos de este bloque.
- **Resolución de problemas.** Sesiones complementarias a las lecciones magistrales donde se propondrán y resolverán problemas relacionados con las lecciones que comprenden este Bloque.
- **Tutorías (grupo reducido ó individuales).** Sesiones orientadas a la aclaración de dudas relacionadas con las lecciones magistrales o la resolución de problemas.
- Se utilizará el Campus Virtual de la UVa para la comunicación con los estudiantes y para poner a su disposición el material que se considere adecuado para un mejor aprovechamiento de las clases.

e. Plan de trabajo

En este bloque se seguirá un plan de trabajo idéntico para ambas lecciones. En una primera parte se impartirán una serie de lecciones magistrales participativas. Una vez finalizadas, se resolverán en clase una serie de problemas prácticos que fueron proporcionados a los estudiantes en el Campus Virtual de la UVa. Al final de cada lección, se propondrá un problema para que el estudiante los resuelva de manera individual y se comentará su resolución en las sesiones de resolución de problemas o en las tutorías, donde se tratarán también las dudas que hayan podido surgir.

f. Evaluación

Ver Sección 7.

g. Bibliografía básica

- **M. Valcárcel y A. Gómez,** "*Técnicas Analíticas de Separación*", Ed. Reverté, S. A. 1990.
- **R. Cela, R.A. Lorenzo, M. C. Casais,** "*Técnicas de Separación en Química Analítica*", Ed. Síntesis, 2003.

h. Bibliografía complementaria

- **D. A. Skoog, F. H. Holler, T. A. Nieman** "*Principios de Análisis Instrumental*" Ed. McGraw-Hill, 2001.
- **W. Rieman III, H. F. Walton,** "*Ion Exchange in Analytical Chemistry*", Ed. Pergamon Press, 1970.
- **M. Valcárcel, M. Silva,** "*Teoría y Práctica de la Extracción Líquido-Líquido*", Ed. Alhambra, 1984.
- **N. J. K. Simpson,** "*Solid-Phase Extraction: principles, techniques and applications*" Ed. Marcel Dekker Inc., 2000.



i. Recursos necesarios

- La bibliografía recomendada se puede encontrar en la Biblioteca de la Facultad de Ciencias y en la del Departamento de Química Analítica. **Enlace LEGANTO:** https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC_UVA/lists/4869045460005774?auth=SAML.
- Los estudiantes dispondrán en la página correspondiente a la asignatura en el Campus Virtual (MOODLE) de las presentaciones que se comentarán en las clases presenciales, los enunciados de los problemas, y de la hoja de constantes necesarias para su resolución.
- Será necesario el uso de calculadora científica para la resolución de los problemas.

j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
2.0	4.5 semanas (septiembre-octubre 2023)

**Bloque 3: SEPARACIONES CROMATOGRÁFICAS**Carga de trabajo en créditos ECTS: **a. Contextualización y justificación**

La finalidad de este bloque (el más extenso del temario) es el de explicar el grupo de técnicas de separación más utilizado en la actualidad, las técnicas cromatográficas. Estas técnicas son ampliamente utilizadas en todo tipo de industria y en la investigación en diversos ámbitos de la Química, no sólo en la parte Analítica. Por este motivo, aparece todos los años nueva instrumentación relacionada con estas técnicas, especialmente con la cromatografía de gases y de líquidos, lo que hace necesario el ir actualizando el contenido de las lecciones correspondientes. Se ha decidido agrupar todas las lecciones en un sólo Bloque, ya que aparte de ser la opción más lógica debido a la temática tratada, permite ir consolidando el conocimiento del alumnado sobre estas técnicas de manera progresiva, comenzando con una introducción genérica sobre estas técnicas, para posteriormente ir explicándolas una a una de menor a mayor complejidad. La **Lección 4** sirve como introducción a estas técnicas cromatográficas. Los métodos cromatográficos pueden ser clasificados de distintas formas atendiendo a como se realiza el contacto entre fase móvil y estacionaria, en función de la naturaleza de ambas fases, en la clase de equilibrios implicados en la transferencia de solutos entre las fases, o de los mecanismos responsables de las separaciones cromatográficas. En esta lección, se prestará mayor atención a esta última forma de clasificar basada en los mecanismos de separación. La **Lección 5**, está dedicada al estudio de la cromatografía plana. Se realizará una breve introducción de la técnica, se nombrarán los distintos tipos y se enumerarán los fundamentos teóricos. Para en una segunda parte, centrar la explicación en la cromatografía en capa fina, y comentar su modo de empleo, características y aplicaciones analíticas, haciendo especial mención al uso de aditivos. La **Lección 6**, está dedicada a la cromatografía en columna. Se realizará una introducción donde se comentarán los principios de la técnica y se nombrarán y explicarán de forma breve los principales tipos de desarrollo en columna. Siendo explicado únicamente el desarrollo por elución, ya que es el que está más relacionado con las técnicas cromatográficas que se explicarán en lecciones posteriores. La **Lección 7**, tiene como objetivo el introducir, clasificar y comentar los procedimientos que se utilizan en las técnicas cromatográficas para realizar el análisis cualitativo y cuantitativo. No sólo se comentarán aspectos teóricos, sino que se mostrará como realizar estos análisis de forma práctica con ejemplos. En las **Lecciones 8 y 9**, correspondientes al estudio de la cromatografía de gases y de líquidos, no se van a explicar ni la cromatografía de fluidos supercríticos, ni las técnicas híbridas (fundamentalmente el acoplamiento de cromatografía de líquidos o gases con la espectrometría de masas), o las técnicas cromatográficas multidimensionales, porque como ha sucedido con otros contenidos y casos, se explicarán en las asignaturas correspondientes del Máster. En primer lugar (**Lección 8**) se abordarán las generalidades de la cromatografía de gases, y se comentarán las principales características de esta técnica. A continuación, se estudiarán los distintos tipos de adsorbentes y los componentes de un cromatógrafo de gases de manera detallada, haciendo especial mención al estudio de columnas y sistemas de detección. Finalmente, se comentarán las principales aplicaciones analíticas de esta técnica en el campo de la industria, medioambiente, clínica o de la alimentación. La cromatografía de líquidos de alta resolución se estudia en la **Lección 9**. Se comenzará la explicación con una introducción de los fundamentos y principios de esta técnica. Se explicarán de forma detallada e individualizada los componentes de un cromatógrafo de líquidos, comentando sus características más importantes, y dedicando un mayor tiempo como sucedía en el caso de la cromatografía de gases a los sistemas de

detección. Para finalizar la exposición de esta lección comentando sus aplicaciones más relevantes en los numerosos campos donde se emplea.

b. Objetivos de aprendizaje

- Clasificar las distintas técnicas cromatográficas y conocer sus generalidades.
- Conocer y distinguir los mecanismos responsables de la separación en las técnicas cromatográficas, e identificar las fases utilizadas en cada mecanismo.
- Conocer los fundamentos teóricos de la cromatografía plana.
- Conocer los principios, características y aplicaciones analíticas de la cromatografía en capa fina.
- Conocer los fundamentos teóricos, instrumentación y aplicaciones analíticas de la cromatografía en columna.
- Reconocer los principios del desarrollo por elución e identificar las causas del ensanchamiento de las bandas cromatográficas en este tipo de desarrollo.
- Identificar, definir y calcular los parámetros de retención.
- Conocer el fundamento teórico, instrumentación y aplicaciones analíticas de la cromatografía de gases.
- Conocer el fundamento teórico, instrumentación y aplicaciones analíticas de la cromatografía de líquidos.

c. Contenidos

Lección 4.- Separaciones cromatográficas I. Generalidades. Introducción. Clasificación de las técnicas cromatográficas. Mecanismos responsables de la separación en las técnicas cromatográficas: adsorción, reparto, cambio iónico y exclusión por tamaños. Naturaleza de las fases utilizadas en cada mecanismo.

Lección 5.- Separaciones cromatográficas II. Cromatografía plana. Introducción. Principios teóricos. Cromatografía en capa fina: aditivos, técnica operatoria y aplicaciones.

Lección 6.- Separaciones cromatográficas III. Cromatografía en columna. Introducción. Tipos de desarrollos. Desarrollo por elución: teorías de la elución, causas del ensanchamiento de los bandas cromatográficas y eficacia, parámetros de retención.

Lección 7.- Separaciones cromatográficas IV. Análisis cualitativo y cuantitativo. Introducción. Análisis cualitativo: utilización de los tiempos de retención, identificación de técnicas complementarias y métodos híbridos. Análisis cuantitativo: medida de la respuesta y métodos de cuantificación.

Lección 8.- Separaciones cromatográficas V. Cromatografía de gases. Introducción. Instrumentación: gas portador, sistemas de regulación y medidas del caudal, sistema de introducción de muestra, columnas y detectores. Aplicaciones analíticas.

Lección 9.- Separaciones cromatográficas VI. Cromatografía líquida de alta resolución. Introducción. Instrumentación: bombas, sistemas de introducción de muestra, columnas y detectores. Aplicaciones analíticas.

d. Métodos docentes

Los métodos docentes empleados en este bloque temático son los siguientes:

- **Lecciones magistrales participativas.** Exposición, explicación y discusión de los contenidos de este bloque.
- **Resolución de problemas.** Sesiones complementarias a las lecciones magistrales donde se propondrán y resolverán problemas relacionados con las lecciones que comprenden este Bloque.
- **Tutorías (grupo reducido ó individuales).** Sesiones orientadas a la aclaración de dudas relacionadas con las lecciones magistrales o la resolución de problemas.
- Se utilizará el Campus Virtual de la UVa para la comunicación con los estudiantes y para poner a su disposición el material que se considere adecuado para un mejor aprovechamiento de las clases.

e. Plan de trabajo

En este bloque se seguirá un plan de trabajo muy similar al del Bloque anterior. En una primera parte se impartirán una serie de lecciones magistrales participativas. Una vez finalizada la **Lección 6**, se resolverán en clase una serie de problemas prácticos que fueron proporcionados a los estudiantes en el Campus Virtual de la UVa. Se comentará su resolución en las sesiones de resolución de problemas o en las tutorías, donde se tratarán también las dudas que hayan podido surgir.

f. Evaluación

Ver Sección 7.

g. Bibliografía básica

- **M. Valcárcel y A. Gómez,** "*Técnicas Analíticas de Separación*", Ed. Reverté, S. A. 1990.
- **R. Cela, R.A. Lorenzo, M. C. Casais,** "*Técnicas de Separación en Química Analítica*", Ed. Síntesis, 2003.

h. Bibliografía complementaria

- **D. A. Skoog, F. H. Holler, T. A. Nieman** "*Principios de Análisis Instrumental*" Ed. McGraw-Hill, 2001.
- **M. V. Dabrio y colaboradores.** "*Cromatografía y Electroforesis en Columna*", Springer-Verlag Ibérica, 2000.
- **H. M. McNair, J. M. Miller,** "*Basic Gas Chromatography*" Ed. Wiley-VCH, 2009.
- **L. R. Snyder, J. J. Kirkland, J. W. Dolan,** "*Introduction to Modern Liquid Chromatography*", Ed. Wiley Interscience, 2010.

i. Recursos necesarios

- La bibliografía recomendada se puede encontrar en la Biblioteca de la Facultad de Ciencias y en la del Departamento de Química Analítica. **Enlace LEGANTO:**



https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC_UVA/lists/4869045460005774?auth=SAML.

- Los estudiantes dispondrán en la página correspondiente a la asignatura en el Campus Virtual (MOODLE) de las presentaciones que se comentarán en las clases presenciales, los enunciados de los problemas, y de la hoja de constantes necesarias para su resolución.
- Será necesario el uso de calculadora científica para la resolución de los problemas.

j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3.0	7.5 semanas (octubre-diciembre 2023)



Bloque 4: SEPARACIONES ELECTROFORÉTICASCarga de trabajo en créditos ECTS: **a. Contextualización y justificación**

La última lección (**Lección 10**) se centrará en el estudio de la electroforesis capilar. Esta técnica de separación se puede considerar similar en cuanto a fundamento, instrumentación y aplicaciones a las técnicas cromatográficas. Por ello, se ha decidido explicarla después de estas. Se comentarán los fundamentos teóricos, principios de funcionamiento y los mecanismos o modos de separación. Estos últimos se incluirán en la introducción, y se comentarán de manera más general. El resto de los contenidos relacionados con la instrumentación, sistemas de detección y aplicaciones serán comentados de la misma manera que en las Lecciones **8** y **9**, aunque se dedicará menos tiempo a su explicación ya que esta técnica de separación no es tan utilizada como las anteriores.

b. Objetivos de aprendizaje

- Conocer el fundamento teórico, la instrumentación y las aplicaciones analíticas más relevantes de la electroforesis capilar.
- Seleccionar el modo de trabajo más adecuado dependiendo de cada caso particular.

c. Contenidos

Lección 10.- Electroforesis capilar Introducción. Instrumentación. Sistemas de detección. Aplicaciones analíticas.

d. Métodos docentes

Los métodos docentes empleados en este bloque temático son los siguientes:

- **Lecciones magistrales participativas.** Exposición, explicación y discusión de los contenidos de este bloque.
- **Tutorías (grupo reducido ó individuales).** Sesiones orientadas a la aclaración de dudas relacionadas con las lecciones magistrales.
- Se utilizará el Campus Virtual de la UVa para la comunicación con los estudiantes y para poner a su disposición el material que se considere adecuado para un mejor aprovechamiento de las clases.

e. Plan de trabajo

Es un bloque corto de duración y centrado en una sola técnica de separación. El plan de trabajo se limitará a lecciones magistrales participativas y tutorías cuando los estudiantes lo consideren oportuno.

f. Evaluación

Ver Sección 7.



g. Bibliografía básica

- **M. Valcárcel y A. Gómez**, "*Técnicas Analíticas de Separación*", Ed. Reverté, S. A. 1990.
- **R. Cela, R.A. Lorenzo, M. C. Casais**, "*Técnicas de Separación en Química Analítica*", Ed. Síntesis, 2003.

h. Bibliografía complementaria

- **D. A. Skoog, F. H. Holler, T. A. Nieman** "*Principios de Análisis Instrumental*" Ed. McGraw-Hill, 2001.
- **M. V. Dabrio y colaboradores**. "*Cromatografía y Electroforesis en Columna*", Springer-Verlag Ibérica, 2000.
- **C. Cruces**, "*Electroforesis Capilar*", Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería, 1998.

i. Recursos necesarios

- La bibliografía recomendada se puede encontrar en la Biblioteca de la Facultad de Ciencias y en la del Departamento de Química Analítica. **Enlace LEGANTO:** https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC_UVA/lists/4869045460005774?auth=SAML.
- Los estudiantes dispondrán en la página correspondiente a la asignatura en el Campus Virtual (MOODLE) de las presentaciones que se comentarán en las clases presenciales.

j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
0.9	2.4 semanas (diciembre 2023)

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Los métodos docentes empleados en esta asignatura son los siguientes:

- **Lecciones magistrales participativas.** Exposición, explicación y discusión de los contenidos de este bloque.
- **Tutorías (grupo reducido ó individuales).** Sesiones orientadas a la aclaración de dudas relacionadas con las lecciones magistrales.
- **Resolución de problemas.** Sesiones complementarias a las lecciones magistrales donde se propondrán y resolverán problemas relacionados con las lecciones que comprenden este Bloque.
- Se utilizará el Campus Virtual de la UVa para la comunicación con los estudiantes y para poner a su disposición el material que se considere adecuado para un mejor aprovechamiento de las clases.

En relación con los principios metodológicos, hay que comentar que en el primer y último bloque (Lecciones 1 y 10), al ser de corta duración en comparación con los otros dos, y centrado en los fundamentos teóricos, el plan de trabajo se limitará a clases de teoría. Mientras que en los bloques 2 y 3, se seguirá un plan de trabajo idéntico. En una primera parte se impartirán una serie de clases de teoría. Una vez finalizadas y cuando sea preceptivo, se resolverán en clase una serie de problemas prácticos que fueron suministrados al alumno al comienzo de curso. Y al final de cada una de esas lecciones, se propondrá un problema para que el estudiante los resuelva de manera individual y se resolverá en las clases de seminario, donde se comentarán también las dudas que hayan podido surgir.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾	HORAS (ECTS)	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS (ECTS)
Clases en grupo grande	40 (1.6)	Estudio autónomo individual o en grupo	40 (1.6)
Clases en grupo reducido	--	Resolución de ejercicios u otros trabajos	15 (0.6)
Clases con ordenador en grupo reducido	--	Resolución de ejercicios, prácticas con ordenador	--
Tutorías en grupos muy reducidos o individualizados	10 (0.4)	Preparación de presentaciones orales, escritas, elaboración de ejercicios propuestos. Actividades en biblioteca o similar	15 (0.6)
Prácticas de laboratorio	--	Preparación teórica de las prácticas	--
Otras sesiones con profesor. Especificar: Exámenes + revisión	10 (0.4)	Preparación de exámenes	20 (0.8)
Total presencial	60 (2.4)	Total no presencial	90 (3.6)

- (1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor para otro grupo presente en el aula.

7. Sistema y características de la evaluación

La evaluación de las competencias adquiridas en esta asignatura se realizará mediante una evaluación **SUMATIVA (CONTINUA)** que considera los distintos ejercicios evaluables desarrollados durante el curso (ver **Tabla**) y una prueba (examen) final donde el alumno deberá demostrar los conocimientos y competencias adquiridos. La nota final resultará de la contribución de: **i)** ejercicios evaluables (prueba objetiva escrita y cuestionarios *Kahoot!*); **ii)** examen escrito (relacionado con los fundamentos de la asignatura). El peso y características de cada una de las partes en la nota final se encuentra detallado en la **Tabla** adjunta. En el caso de no superar la asignatura en primera instancia, los estudiantes dispondrán de un examen extraordinario, cuya nota será la calificación final de la asignatura.

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Ejercicios evaluables	30%	<ul style="list-style-type: none">- Se realizará una prueba objetiva escrita (tipo test) antes de la finalización del cuatrimestre con un peso del 25% sobre la calificación final de la asignatura. Constará de 10 preguntas relacionadas con las Lecciones que se indicarán con la suficiente antelación, y el alumno deberá elegir la respuesta correcta y justificarla adecuadamente.- Se realizarán una serie de cuestionarios <i>Kahoot!</i> con preguntas relacionadas con la materia impartida en cada uno de los bloques de la asignatura. Dependiendo de la clasificación final se asignará una calificación que tendrá un peso del 5% en la calificación final de la asignatura.- Para poder realizar un examen final escrito será necesario que el alumno haya participado al menos en un 70% de las actividades presenciales.
Examen final ordinario	70%	Se realizará una prueba escrita el día fijado en el calendario académico en la que habrá cuatro preguntas de desarrollo escrito correspondientes a los distintos bloques de la asignatura, y un problema relacionado con las Lecciones 2 y 3 . Se exigirá nota mínima de 4.0 en el examen final de la asignatura para poder promediar con la calificación de los ejercicios evaluables.
Calificación final (ordinaria)	100%	ejercicios evaluables (30%) + examen final (70%)
Examen extraordinario	100%	Se realizará una prueba escrita el día fijado en el calendario académico en la que habrá cuatro preguntas de desarrollo escrito correspondientes a los distintos bloques de la asignatura y un



		problema relacionado con las Lecciones 2 y 3 . La nota del examen será la calificación final de la asignatura.
--	--	---

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - La calificación en la convocatoria ordinaria constará de 2 partes, tal y como se ha descrito en la tabla anterior. En primer lugar, los ejercicios evaluables (prueba escrita y *Kahoot!*) tendrán un peso del 30% en la calificación final, y para poder realizar un examen final escrito será necesario que el alumno haya participado al menos en un 70% de las actividades presenciales. Por otro lado, el examen final ordinario de un 70%, exigiéndose una calificación mínima de 4.0 para poder promediar con el apartado anterior. Finalmente, la calificación final en la convocatoria ordinaria será la suma de ambas partes.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - La calificación final de la asignatura en esta convocatoria será la obtenida en la correspondiente prueba escrita (examen extraordinario) descrita en la tabla anterior.





8. Consideraciones finales

Como se ha comentado en la **Sección 1**, La importancia de la temática desarrollada en esta asignatura es evidente si se atiende al número de ofertas de empleo, másteres y cursos de postgrado relacionados con las técnicas de separación, y en particular con las técnicas cromatográficas. A partir de esta asignatura, el estudiante estará en disposición de seleccionar y utilizar adecuadamente la técnica de separación más adecuada para la resolución de problemas analíticos reales que involucre el análisis cuantitativo en campos tan distintos como la industria, agricultura, el medio-ambiente o la salud. Por todo ello, animamos al alumnado a que participe activamente en la asignatura y a que refleje en su currículum los conocimientos adquiridos, dado que las competencias que se lograrán están ampliamente demandadas en la actualidad.

