



**DOBLE GRADO
FARMACIA - NUTRICIÓN
HUMANA Y DIETÉTICA**

**Ficha Docente:
QUÍMICA ANALÍTICA I**

CURSO 2023-24

**FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Química Analítica I

CARÁCTER: Obligatorio

MATERIA: Química

MÓDULO: Química

CURSO: Primero

SEMESTRE: Segundo

CRÉDITOS: 6 ECTS

DEPARTAMENTO/S: Química en Ciencias Farmacéuticas: U. D. Química Analítica

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Coordinador: Prof^a Dra. Dña. Beatriz López Ruiz
bealopru@farm.ucm.es

Profesores:

Prof ^a Dra. D ^a . Mar Caja López:	Profesor Ayudante Doctor mcaja01@ucm.es
Prof ^a D ^a . Cristina Coronel Gonzalo:	Profesor Asociado ccoronel@ucm.es
Prof Dr. D. José Luis López Colón:	Profesor Asociado josellop@ucm.es
Prof ^a Dra. D ^a . Beatriz López Ruiz:	Catedrática de Universidad bealopru@ucm.es
Prof ^a Dra. D ^a . M ^a Laura Martín Carbajo:	Profesor Asociado lauramartin@farm.ucm.es
Prof ^a Dra. D ^a . M ^a Antonia Martín Carmona:	Titular de Universidad mantonia@ucm.es
Prof ^a Dra. D ^a . María Moreno Guzmán:	Profesor contratado Doctor marimore@ucm.es
Prof ^a Dra. D ^a . Irene Ojeda Fernández:	Profesor Ayudante Doctor ireojeda@ucm.es
Prof ^a Dra. D ^a . Ana Isabel Olives Barba:	Profesor Contratado Doctor aiolives@ucm.es
Prof ^a Dra. D ^a . Marta Pacheco Jerez:	Profesor Ayudante Doctor ireojeda@ucm.es
Prof ^a Dra. D ^a . Elena Rodríguez Rodríguez:	Titular de Universidad elerodri@ucm.es
Prof ^a Dra. D ^a . Marta Sánchez-Paniagua López:	Titular de Universidad martasan@ucm.es

II.- OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Introducir al estudiante en el componente analítico de la Química y sus aplicaciones: el proceso analítico. Diseñar un método analítico. Conocer y comprender los equilibrios químicos y sus aplicaciones. Conocer y comprender los aspectos cuantitativos de los equilibrios químicos: volumetrías y gravimetrías. Establecer las bases y aplicaciones del análisis cualitativo, del análisis cuantitativo, gravimétrico y volumétrico y de las separaciones analíticas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprender las distintas etapas del proceso analítico.
- Evaluar la fiabilidad de una medida analítica.
- Adquirir las bases teóricas y metodológicas del análisis cualitativo y cuantitativo.
- Comprender los distintos equilibrios en disolución, así como sus interacciones, y aplicar estos conocimientos al análisis cualitativo y cuantitativo.
- Conocer los distintos tipos de volumetrías y sus aplicaciones.
- Conocer los fundamentos del análisis gravimétrico y sus ventajas y limitaciones.
- Adquirir las habilidades necesarias para la resolución numérica de problemas relacionados con el análisis químico.
- Adquirir las destrezas necesarias para desarrollar y llevar a cabo métodos de análisis químico cualitativo y cuantitativo.
- Familiarizarse con el tratamiento de datos y la correcta presentación de resultados mediante la elaboración de un cuaderno de laboratorio.
- Relacionar las experiencias prácticas con los principios teóricos.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

REQUISITOS PREVIOS

Los estudiantes deben tener conocimientos básicos de Matemáticas, Física y Química General y Físico-química.

IV.- CONTENIDOS

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

- Introducción a la Química Analítica. Proceso analítico: etapas. Toma y preparación de la muestra, validación del método analítico y tratamiento de los datos analíticos.
- Equilibrios químicos homogéneos y heterogéneos. Estudio sistemático del equilibrio.

- Análisis Químico Cualitativo.
- Análisis Químico Cuantitativo: Métodos gravimétricos y Métodos volumétricos.
- Separaciones analíticas. Equilibrios de distribución. Principios generales de las separaciones cromatográficas.

PROGRAMA TEORÍA

Tema 1. Introducción a la Química Analítica. Métodos analíticos. Concepto y objetivo de la Química Analítica. Importancia de la Química Analítica en la sociedad. El problema analítico. Etapas del proceso analítico. Fuentes de información en Química Analítica. Métodos analíticos. Clasificación. Criterios a considerar en la elección de un método analítico.

Tema 2. Conceptos básicos en toma y preparación de las muestras analíticas. Definición de muestra. Representatividad. Plan de muestreo. Manejo y conservación de las muestras. Preparación de las muestras para el análisis. Homogeneización. Desecado. Extracción. Descomposición y disolución de muestras. Eliminación de interferentes.

Tema 3. Medida analítica. Evaluación y expresión de los resultados analíticos. Patrones y materiales de referencia. Calibración analítica e instrumental. Validación del método analítico. Control de calidad del método analítico. Errores en los resultados analíticos. Criterios de rechazo de datos. Expresión de los resultados analíticos. Importancia del informe analítico.

Tema 4. Equilibrios químicos de interés en Química Analítica. Consideraciones generales. Influencia de los electrolitos en el equilibrio químico. Ecuaciones de balance de masas y de balance de cargas. Estudio sistemático de los equilibrios químicos. Aplicaciones de los equilibrios químicos en Química Analítica.

Tema 5. Introducción a los métodos de análisis cuantitativo. Análisis gravimétrico. Análisis volumétrico. Métodos de análisis volumétrico. Reacciones de valoración. Disoluciones patrón y estandarización de disoluciones. Características de las curvas de valoración. Punto de equivalencia y punto final de las valoraciones. Errores de las valoraciones. Detección del punto final. Factibilidad de las valoraciones.

Tema 6. Valoraciones ácido-base de especies monofuncionales. Efecto nivelador y diferenciador del disolvente en las reacciones ácido-base. Curvas de valoración de protolitos fuertes monofuncionales. Curvas de valoración de protolitos débiles monofuncionales. Valoraciones de mezclas de especies monofuncionales. Detección del punto final de las valoraciones ácido-base. Preparación de las disoluciones reguladoras de pH: determinación de su eficacia y capacidad reguladora. Aplicaciones de las valoraciones ácido base de especies monofuncionales.

Tema 7. Valoraciones ácido-base de especies polifuncionales. pH de ácidos y bases polifuncionales. pH de especies anfóteras. Disoluciones reguladoras de especies polifuncionales: preparación y determinación de la capacidad reguladora. Curvas de valoración de ácidos polifuncionales, bases polifuncionales y especies anfóteras. Distribución de las especies en función del pH. Aplicaciones de las valoraciones ácido base de especies polifuncionales.

Tema 8. Valoraciones ácido-base en medios no acuosos. Autodisociación de los disolventes no acuosos. Efecto nivelador y diferenciador de los disolventes no acuosos. Fuerza ácido-base en medios no acuosos. pH en disoluciones no acuosas. Curvas de valoración ácido-base en disolventes no acuosos Indicadores en disolventes no acuosos anfipróticos. Factibilidad de las valoraciones. Importancia del ácido acético como disolvente en las valoraciones ácido-base. Aplicaciones de las valoraciones ácido-base en medios no acuosos.

Tema 9. Valoraciones de formación de complejos (I). Reacciones de formación de complejos: tipos de ligandos y constantes de equilibrio. Equilibrios múltiples de formación de complejos. Constantes condicionales de formación. Influencia del pH. Agentes complejantes auxiliares.

Tema 10. Valoraciones de formación de complejos (II). Curvas de valoración con ligandos monodentados. Curvas de valoración con ligandos polidentados: EDTA. Curvas de valoración con agentes complejantes auxiliares. Detección del punto final. Modalidades de valoraciones con EDTA. Aplicaciones de las valoraciones con EDTA. Reacciones de enmascaramiento.

Tema 11. Valoraciones de precipitación (I). Consideraciones generales. Factores que afectan a la solubilidad. Influencia de las reacciones concurrentes en las reacciones de precipitación: reacciones ácido-base, de formación de complejos, hidrólisis.

Tema 12. Valoraciones de precipitación (II). Curvas de valoración de precipitación. Valoraciones de mezclas. Detección del punto final. Aplicaciones de las valoraciones de precipitación: métodos de Mohr, Volhard y Fajans. Otras aplicaciones.

Tema 13. Valoraciones de oxido-reducción. Celdas electroquímicas. Potenciales estándar y formal. Ecuación de Nernst. Fuerza electromotriz de la pila. Potencial de unión-líquida. Electrodo de referencia. Electrodo indicadores. Curvas de valoración redox. Factores que afectan a la reacción de valoración. Detección del punto final.

Tema 14. Aplicaciones de las valoraciones de oxido-reducción. Agentes oxidantes y agentes reductores. Pretratamiento de las muestras. Cerimetrías. Características redox. Preparación, conservación y estandarización de las sales de Ce (IV). Aplicaciones más relevantes. Permanganimetrías. Características redox. Preparación, conservación y estandarización del KMnO_4 . Aplicaciones más relevantes. Dicromatometrías. Características redox. Aplicaciones más relevantes. Valoraciones con iodo: yodometrías y

yodimetrías. Características redox. Preparación, conservación y estandarización del I_3^- y del $Na_2S_2O_3$. Aplicaciones más relevantes. Otros agentes tituladores oxidantes y reductores.

Tema 15. Gravimetrías. El proceso de precipitación. Crecimiento cristalino. Precipitación homogénea. Factores que afectan a la precipitación. Precipitación en presencia de electrolitos. Reactivos precipitantes orgánicos. Secado y combustión de los precipitados. Estequiometría. Factor gravimétrico. Aplicaciones del análisis gravimétrico.

Tema 16. Separaciones analíticas. Consideraciones generales. Relación de distribución y factores que lo definen. Porcentaje de analito extraído. Extracciones que implican equilibrios adicionales: Formación de complejos metálicos y pares iónicos. Extracción de compuestos orgánicos. Modalidades de extracción. Extracción múltiple y extracción en contracorriente. Principios de los procesos cromatográficos. Equilibrios de distribución de fases.

Tema 17. Análisis cualitativo. Concepto. Importancia del análisis cualitativo. Ensayos de identificación. Ensayos límite. Técnicas de cribado (*screening*). Análisis cualitativo de compuestos inorgánicos. Ensayos de identificación de cationes. Ensayos de identificación de aniones. Análisis cualitativo de compuestos orgánicos. Reacciones de identificación de grupos funcionales. Técnicas de cribado en matrices complejas. Ensayos de identificación de compuestos de interés farmacológico, bioquímico, toxicológico y ambiental.

PROGRAMA DE PRÁCTICAS

Práctica 1. Volumetría ácido-base. Estandarización de una disolución de ácido clorhídrico con carbonato de sodio. Valoración de una disolución de hidróxido de sodio.

Práctica 2. Volumetría de formación de complejos. Determinación de la dureza del agua.

Práctica 3. Volumetría redox. Estandarización de una disolución de permanganato de potasio con oxalato de sodio. Valoración de agua oxigenada de uso medicinal.

Práctica 4. Potenciometría. Valoración potenciométrica de un ácido débil y determinación de la constante de acidez.

Práctica 5. Volumetría ácido-base en medio no acuoso. Valoración de clorhidrato de efedrina en medio no acuoso.

V.- BIBLIOGRAFÍA

- D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch "Fundamentos de Química Analítica 9ª Edición Cengage Learning 2015.
- D.C. Harris. W.H. "Análisis Químico Cuantitativo"-3º Edición (6ª Edición original) Reverté 2007.
- G Christian. "Química Analítica". 6ª ed. Ed. McGraw Hill, 2008.

- R.A. Day y A.L. Underwood. "Química Analítica Cuantitativa", 5ª ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, México, 1989.
- D. Harvey. "Química Analítica Moderna" McGraw-Hill 2002.
- J.H. Kennedy. "Analytical Chemistry: Principles", 2ª ed. Saunders Collage Publishing, New Cork, 1990.
- R. Kellmer, J-M. Mermet, M. Otto, M. Valcárcel y H.M. Widmer. "Analytical Chemistry". 2ª ed. Wiley-VCH, Weinheim, 2004.
- P. Sánchez Batanero, M.I. Gómez del Río. "Química Analítica general" volumen I. Síntesis 2006.
- M. Silva y J. Barbosa. "Equilibrios iónicos y sus aplicaciones analíticas". Editorial Síntesis. Madrid, 2002.
- P. Yáñez-Sedeño Orive, J.M. Pingarrón Carrazón, F.J. Manuel de Villena Rueda. "Problemas resueltos de Química Analítica". Ed. Síntesis. Madrid, 2003.
- M.I. Gómez del Río, M.D. Álvarez Jiménez, F. Montes de Juan. "Prácticas de Análisis Químico Cualitativo y Cuantitativo". Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, 2001.

VI.- COMPETENCIAS

BÁSICAS, GENERALES Y TRANSVERSALES

Todas las de la Titulación Grado en Farmacia.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CEQ1.- Identificar, diseñar, obtener, analizar y producir principios activos, fármacos y otros productos y materiales de interés sanitario.

CEQ2.- Seleccionar las técnicas y procedimientos apropiados en el diseño, aplicación y evaluación de reactivos, métodos y técnicas analíticas.

CEQ3.- Llevar a cabo procesos de laboratorio estándar incluyendo el uso de equipos científicos de síntesis y análisis, instrumentación apropiada incluida.

CEQ4.- Estimar los riesgos asociados a la utilización de sustancias químicas y procesos de laboratorio.

CEQ6.- Conocer y comprender las características de las reacciones en disolución, los diferentes estados de la materia y los principios de la termodinámica y su aplicación a las ciencias farmacéuticas.

CEQ25.- Adquirir la capacidad de definir y resolver un problema analítico, seleccionando los métodos de análisis (químicos e instrumentales) considerando los aspectos cualitativos y cuantitativos.

CEQ26.- Conocer y comprender los equilibrios químicos y sus aplicaciones. Conocer y comprender los aspectos cuantitativos de los equilibrios químicos: volumetrías y gravimetrías.

VII.- RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

1. Conocer y comprender los fundamentos de la Química Analítica.
2. Capacidad de seleccionar y aplicar las técnicas analíticas y procedimientos adecuados para la resolución del problema analítico.
3. Capacidad de planificar, diseñar y desarrollar experimentos químicos, interpretar los resultados y emitir informes que puedan ser comprensibles para no expertos en la materia.
4. Capacidad y habilidad para realizar el análisis de muestras y productos de interés farmacéutico y sanitario.
5. Relacionar la Química Analítica con otras materias y reconocer y valorar los procesos químicos de aplicación en la actividad profesional.

VIII.- HORAS DE TRABAJO POR ACTIVIDAD FORMATIVA

Actividades formativas	Metodología	Horas	ECTS	Relación con las competencias(**)
Clase magistral	Explicación de fundamentos teóricos, haciendo uso de herramientas informáticas.	35	1,4	Competencias: CEQ1, CEQ2, CEQ6, CEQ25-CEQ26. Resultados de aprendizaje: 1-3, 5
Clases prácticas en laboratorio	Aplicación a nivel experimental de los conocimientos adquiridos.	10	0,4	Competencias: CEQ1-CEQ4, CEQ6, CEQ25-CEQ26. Resultados de aprendizaje: 2-5
Seminarios	Presentación y discusión de casos prácticos. Exposiciones.	10	0,4	Competencias: CEQ1-CEQ4, CEQ6, CEQ25-CEQ26. Resultados de aprendizaje: 1-5
Aprendizaje virtual	Aprendizaje no presencial interactivo a través del campus virtual	5	0,2	Competencias: CEQ1-CEQ4, CEQ6, CEQ25-CEQ26. Resultados de aprendizaje: 1-5
Tutorías individuales y colectivas	Orientación y resolución de dudas.	10	0,4	Competencias: CEQ1-CEQ4, CEQ6, CEQ25-CEQ26. Resultados de aprendizaje: 1-5
Trabajo personal	Estudio. Búsqueda bibliográfica.	75	3	Competencias: CEQ1-CEQ4, CEQ6, CEQ25-CEQ26. Resultados de aprendizaje: 1-5
Examen	Pruebas orales y escritas.	5	0,2	Competencias: CEQ1-CEQ4, CEQ6, CEQ25-CEQ26. Resultados de aprendizaje: 1-5

(**) Además de las competencias específicas indicadas, todas las actividades formativas permiten adquirir las competencias básicas CB1 a CB5, las generales CG1 a CG15 y las transversales CT7 a CT22.

IX.- METODOLOGÍA

Las **clases magistrales** serán de tipo expositivo utilizando fundamentalmente la pizarra y medios audiovisuales. En ellas se pretende establecer los principios básicos de los contenidos mencionados e interactuar con los estudiantes sobre algunos de los aspectos de mayor relevancia teórica y práctica. Previamente a las clases magistrales los estudiantes dispondrán, en el campus virtual, de material de apoyo sobre los temas a desarrollar. Así mismo se abrirá un foro de debate para exponer dudas, sugerencias y observaciones referentes al temario desarrollado. Las **clases prácticas** se desarrollarán en el laboratorio y estarán dirigidas a grupos reducidos de alumnos. Se dedicarán cinco sesiones, de aproximadamente tres horas, por grupo. Las prácticas estarán tutorizadas por los profesores de la asignatura y en ellas se pretende que el estudiante adquiera la habilidad necesaria para manipular sustancias químicas con seguridad y realizar con eficacia procedimientos de análisis químico. El estudiante dispondrá de un cuaderno de prácticas con el protocolo de las prácticas a realizar. En este cuaderno, el estudiante introducirá los resultados obtenidos, el tratamiento de datos y la interpretación del análisis químico realizado. El profesor supervisará cada día dicho cuaderno, y realizará un seguimiento del aprovechamiento del estudiante. En los **seminarios** la metodología a seguir consistirá en la propuesta previa por parte del profesor de una serie de problemas sencillos y cuestiones teóricas que serán sometidos a discusión, con la correspondiente resolución de dudas. Además, se resolverán y discutirán problemas más complejos. El **trabajo en grupo** estará dedicado a que grupos de estudiantes, de forma voluntaria, presente y defienda un trabajo, seleccionado por el profesor, que versará sobre un tema concreto que despierte el interés de los estudiantes. Las **tutorías colectivas**, en grupos de 8-10 estudiantes, se dedicarán a la discusión preliminar y preparación del trabajo en grupo y a realizar un debate, coordinado por el profesor, que permitirá la resolución de dudas sobre el contenido de las clases magistrales y seminarios. Las **tutorías individuales** serán solicitadas por los estudiantes a través del correo electrónico del campus virtual y estarán destinadas a la resolución de dudas concretas de aquellos estudiantes que, habiendo asistido al resto de las actividades, requieran de un apoyo adicional.

X.- EVALUACIÓN

- La realización de las prácticas y superación de la evaluación de las mismas es condición necesaria para superar la asignatura. Las clases prácticas de laboratorio se evaluarán de forma continuada en el laboratorio donde se controlará el desarrollo de las mismas. También se evaluará el contenido de un Cuaderno de Prácticas que el/la estudiante elaborará durante su realización y fuera del laboratorio. Al finalizar las prácticas se realizará un examen sobre el contenido de las mismas. Además, se realizarán una o varias pruebas para

determinar el grado de adquisición de competencias prácticas. Todo ello contribuirá en un 20% sobre la nota final.

- Exámenes: Se realizará una prueba final sobre los contenidos de la materia.

En los ejercicios de control se valorarán los contenidos teóricos del programa, resolución de ejercicios numéricos y de supuestos prácticos.

El examen/prueba final contribuirá a la nota global en un 80%.

Estos criterios de evaluación se mantienen tanto en la convocatoria ordinaria como en la convocatoria extraordinaria.

- Con el objetivo de potenciar la adquisición de las competencias y capacidades del alumnado, los profesores, en los casos que lo estimen oportuno, podrán optar por una EVALUACION CONTINUA, en la que el porcentaje correspondiente a los contenidos teóricos, puedan ser alcanzados a través de pruebas objetivas y/o otras actividades dirigidas.
- En cualquier caso, para la superación de la materia los alumnos, deberán obtener una nota de 5 o superior, de forma separada, tanto en los contenidos prácticos como en los teóricos.

El Consejo del Departamento de Química en Ciencias Farmacéuticas en su **reunión del 15 de febrero de 2019**, adoptó el siguiente acuerdo en relación a las posibles actividades fraudulentas:

"Tanto la suplantación de la identidad, como la copia, acción o actividad fraudulenta **durante cualquier actividad docente** conllevará el suspenso de la asignatura correspondiente en la presente convocatoria. La utilización o presencia de apuntes, libros de texto, calculadoras, teléfonos móviles u otros medios que no hayan sido expresamente autorizados por el profesor en el enunciado del examen se considerará como una actividad fraudulenta. En cualquiera de estas circunstancias, la infracción podrá ser objeto del correspondiente expediente informativo y en su caso sancionador a la inspección de servicios de la UCM."

ADENDA DOCENCIA NO PRESENCIAL

En el caso de que sea necesario realizar las actividades propuestas de forma no presencial, se realizarán las siguientes modificaciones:

Metodología docente

Si las circunstancias impiden la docencia presencial, se llevará a cabo docencia no presencial de forma que, en los distintos grupos y a criterio del profesor, se impartirán los contenidos teóricos y prácticos según modelos sincrónico, asincrónico o mixtos. Las clases sincrónicas se impartirán respetando los horarios fijados para la asignatura o bien en aquellos pactados con los estudiantes, a través de la plataforma Moodle y haciendo uso de las herramientas disponibles como "Microsoft Teams" y de aplicaciones de videoconferencias como "Google meet" y, de manera excepcional "Zoom" o "Skype", y con soportes de presentación como power point y material multi-media el cual se proyectará durante la explicación. Para el modelo asincrónico se pondrán, a disposición de los alumnos, grabaciones de las clases, además de material multimedia explicativo de los conceptos de la asignatura, de elaboración propia o externa, así como documentos de lectura y presentaciones (material siempre verificado con antelación, por los profesores de la asignatura).

Tutorías

Siempre a petición de los estudiantes, se realizan tutorías sincrónicas en línea, colectivas e individuales, a través de Google meet, Microsoft Teams, etc... las cuales se realizarán de forma flexible y pactando fecha y hora de forma previa, con los estudiantes.

También se realizarán Tutorías asincrónicas con actividades de apoyo y asistencia al estudio a través de email y/o los foros del Campus Virtual.

Plataformas virtuales

Entre las herramientas virtuales utilizadas se incluyen "Google Meet", "Microsoft Teams" y, de forma excepcional, "Zoom" o "Skype".

Evaluación

Los criterios de evaluación serán los ya indicados en el apartado X. En casos de excepcionalidad se podrá tener en cuenta, además, en la calificación final y a criterio del profesor, la trayectoria del alumno a lo largo del curso, su asistencia a las clases, su interés en la asignatura, su participación en tutorías y en las actividades propuestas por el profesor, etc....

Para la evaluación de toda la docencia se utilizará la plataforma Moodle haciendo uso de herramientas como Cuestionarios, Tareas, Talleres, etc...

El examen se realizará online, con el mismo esquema y la misma valoración que el examen presencial. El alumno será informado con antelación de qué tipo de pruebas va a constar el examen.

Para la revisión de exámenes se utilizarán las herramientas "Google Meet" y "Microsoft Teams".