



# Guía Docente

## Escenarios 1, 2 y 3

---

### QUÍMICA ANALÍTICA III



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**CURSO 2021-2022**



**ESCENARIO 1. PRESENCIAL**

**I.- IDENTIFICACIÓN**

**NOMBRE DE LA ASIGNATURA:** Química Analítica III  
**NÚMERO DE CRÉDITOS:** 6  
**CARÁCTER:** Obligatoria  
**MATERIA:** Química Analítica  
**MÓDULO:** Fundamental  
**TITULACIÓN:** Grado en Química  
**SEMESTRE/CUATRIMESTRE:** Segundo semestre (tercer curso)  
**DEPARTAMENTO/S:** Química Analítica

**PROFESOR/ES RESPONSABLE:**

|                                      |                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Coordinadora de la asignatura</b> | <b>Profesora:</b> PALOMA YAÑEZ-SEDEÑO ORIVE<br><b>Departamento:</b> Química Analítica<br><b>Despacho:</b> QA- 322C<br><b>e-mail:</b> <a href="mailto:yseo@ucm.es">yseo@ucm.es</a>             |
| <b>Coordinadora del laboratorio</b>  | <b>Profesora:</b> ELENA BENITO PEÑA<br><b>Departamento:</b> Química Analítica<br><b>Despacho:</b> QB- 437<br><b>e-mail:</b> <a href="mailto:elenabp@ucm.es">elenabp@ucm.es</a>                |
| <b>Grupo A</b>                       |                                                                                                                                                                                               |
| <b>Teoría Seminario Tutoría</b>      | <b>Profesora:</b> PALOMA YAÑEZ-SEDEÑO ORIVE<br><b>Departamento:</b> Química Analítica<br><b>Despacho:</b> QA-322C<br><b>e-mail:</b> <a href="mailto:yseo@ucm.es">yseo@ucm.es</a>              |
| <b>Teoría Seminario Tutoría</b>      | <b>Profesor:</b> RIANSAIRES MUÑOZ OLIVAS<br><b>Departamento:</b> Química Analítica<br><b>Despacho:</b> QA-319B<br><b>e-mail:</b> <a href="mailto:rimumoz@quim.ucm.es">rimumoz@quim.ucm.es</a> |
| <b>Grupo B</b>                       |                                                                                                                                                                                               |
| <b>Teoría Seminario Tutoría</b>      | <b>Profesor:</b> PALOMA YAÑEZ-SEDEÑO ORIVE<br><b>Departamento:</b> Química Analítica<br><b>Despacho:</b> QA-322C<br><b>e-mail:</b> <a href="mailto:yseo@ucm.es">yseo@ucm.es</a>               |
| <b>Teoría Seminario Tutoría</b>      | <b>Profesor:</b> ALFREDO SÁNCHEZ SÁNCHEZ<br><b>Departamento:</b> Química Analítica<br><b>Despacho:</b> QB-433<br><b>e-mail:</b> <a href="mailto:alfredos@ucm.es">alfredos@ucm.es</a>          |



| Grupo C                        |                                                     |                                                                                                                               |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teoría<br>Seminario<br>Tutoría | Profesora:<br>Departamento:<br>Despacho:<br>e-mail: | PALOMA YAÑEZ-SEDEÑO ORIVE<br>Química Analítica<br>QA-322C<br><a href="mailto:yseo@ucm.es">yseo@ucm.es</a>                     |
| Teoría<br>Seminario<br>Tutoría | Profesor:<br>Departamento:<br>Despacho:<br>e-mail:  | M <sup>a</sup> EUGENIA DE LEÓN GONZÁLEZ<br>Química Analítica<br>QA-319A<br><a href="mailto:leongon@ucm.es">leongon@ucm.es</a> |
| Grupo D                        |                                                     |                                                                                                                               |
| Teoría<br>Seminario<br>Tutoría | Profesor:<br>Departamento:<br>Despacho:<br>e-mail:  | ÁNGEL JULIO REVIEJO GARCÍA<br>Química Analítica<br>QA-316<br><a href="mailto:reviejo@ucm.es">reviejo@ucm.es</a>               |
| Teoría<br>Seminario<br>Tutoría | Profesor:<br>Departamento:<br>Despacho:<br>e-mail:  | NOELIA ROSALES CONRADO<br>Química Analítica<br>QA-322B<br><a href="mailto:nrosales@ucm.es">nrosales@ucm.es</a>                |
| Grupo E                        |                                                     |                                                                                                                               |
| Teoría<br>Seminario<br>Tutoría | Profesora:<br>Departamento:<br>Despacho:<br>e-mail: | ÁNGEL JULIO REVIEJO GARCÍA<br>Química Analítica<br>QA-316<br><a href="mailto:reviejo@ucm.es">reviejo@ucm.es</a>               |
|                                | Profesora:<br>Departamento:<br>Despacho:<br>e-mail: | MILAGROS GÓMEZ GÓMEZ<br>Química Analítica<br>QB-436<br><a href="mailto:mmgomez@ucm.es">mmgomez@ucm.es</a>                     |

## II.- OBJETIVOS

### ■ OBJETIVO GENERAL

Conocer los fundamentos de las principales técnicas instrumentales electroquímicas y de separación cromatográficas y no cromatográficas que se utilizan en análisis químico.

Se pretende que el estudiante aprenda a resolver problemas analíticos concretos, actuando en diversos campos: clínico, agroalimentario, toxicológico, ambiental e industrial y adquiera hábitos de trabajo correctos y conocimientos claros de las normas de trabajo y de seguridad en el laboratorio.

### ■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer el fundamento y las aplicaciones de las principales técnicas electroquímicas.
- Conocer el fundamento y las aplicaciones de las principales técnicas de separación: cromatográficas y no cromatográficas.



- Aplicar las metodologías asociadas al tratamiento de la muestra como etapa del proceso analítico.
- Desarrollar la capacidad de elegir una técnica instrumental electroquímica y/o cromatográfica adecuada para resolver un problema analítico concreto.
- Aprender a evaluar las características analíticas de un método de análisis.
- Desarrollar en los estudiantes la habilidad para aplicar las principales técnicas instrumentales electroquímicas y cromatográficas para la resolución de problemas analíticos.
- Aprender a presentar un informe de los resultados obtenidos atendiendo a los aspectos metrológicos de calidad.
- Manipular con seguridad materiales químicos. Valorar los riesgos del uso de las sustancias químicas y procesos químicos.

### III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

#### ■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

#### ■ RECOMENDACIONES:

Se recomienda haber superado las asignaturas *Química General* y *Operaciones Básicas de Laboratorio* y la asignatura *Química Analítica I* de la materia obligatoria Química Analítica del Módulo Fundamental.

Se recomienda haber cursado la asignatura de *Química Analítica II* (primer semestre).

### IV.- CONTENIDOS

#### ■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

##### *Contenidos teóricos:*

Técnicas electroquímicas. Técnicas de separación cromatográficas y no cromatográficas.

##### *Contenidos prácticos*

Procedimientos de tratamiento de muestra aplicados a análisis concretos en campos de interés industrial, agroalimentario, clínico, medioambiental y social. Aplicaciones de las principales técnicas instrumentales electroquímicas y cromatográficas.

#### ■ PROGRAMA:

##### Teórico

##### Tema 1: Fundamento de las técnicas electroquímicas de análisis

- Reacción electroquímica y células electroquímicas.
- Procesos faradaicos y no faradaicos.
- Factores que afectan a la velocidad de la reacción electrodica y a la intensidad de corriente. Modos de transporte.
- Curvas intensidad-potencial en sistemas simples. Sistemas rápidos y lentos.

##### Tema 2: Técnicas potenciométricas y voltamperométricas



- Técnicas potenciométricas.
- Técnicas polarográficas y voltamperométricas: polarografía normal de corriente continua y de muestreo de corriente. Técnicas de impulsos. Voltamperometría de onda cuadrada. Técnicas de redisolución.

### **Tema 3: Introducción a las técnicas cromatográficas**

- Introducción a las técnicas de separación.
- Principios generales de la cromatografía.
- Clasificación de las técnicas cromatográficas.
- Parámetros cromatográficos.

### **Tema 4: Cromatografía de gases y de líquidos**

- Principios de la cromatografía de gases.
- Instrumentación.
- Aplicaciones de la cromatografía de gases.
- Principios de la cromatografía de líquidos (HPLC).
- Instrumentación.
- Aplicaciones de la cromatografía de líquidos.

### **Tema 5: Acoplamientos de técnicas cromatográficas a espectrometría de masas**

- Cromatografía de gases-espectrometría de masas: interfases, ionización de la muestra, instrumentación específica.
- Cromatografía de líquidos espectrometría de masas: Sistemas de ionización e interfases, miniaturización, instrumentación específica.

### **Tema 6: Técnicas de separación no cromatográficas**

- Introducción.
- Extracción en fase sólida. Aplicaciones.
- Fundamento de la electroforesis.
- Electroforesis capilar. Aplicaciones

### **Práctico**

Los estudiantes realizarán un total de siete prácticas divididas en siete sesiones de 4 horas. En las sesiones prácticas se determinarán tanto especies inorgánicas como compuestos orgánicos en diversas muestras. Se utilizarán distintos tratamientos de muestras, así como diversas técnicas electroquímicas y cromatográficas.

Los resultados obtenidos por los distintos grupos se evaluarán mediante un ejercicio de intercomparación.

#### **1. Electroanálisis**

- *Práctica 1: Determinación potenciométrica de fluoruro en pasta dentífrica, té y agua.*
- *Práctica 2: Determinación de cadmio y plomo en vino por voltamperometría de redisolución anódica.*
- *Práctica 3: Técnicas voltamperométricas aplicadas al estudio electroquímico de compuestos de interés clínico. Aplicación a su determinación en fluidos biológicos.*

#### **2. Cromatografía**



- *Práctica 4: Análisis de un preparado farmacéutico. Determinación de ácido acetilsalicílico y paracetamol por HPLC con detección ultravioleta. Participación en un ejercicio de intercomparación.*
- *Práctica 5: Determinación del herbicida atrazina y sus productos de degradación mediante HPLC con detección ultravioleta.*
- *Práctica 6: Cromatografía de gases: a) optimización de parámetros implicados en un método cromatográfico; b) identificación de aceites vegetales mediante su composición en ácidos grasos.*
- *Práctica 7: Análisis de cerveza. Determinación de pH, acidez total y etanol. Participación en un ejercicio de intercomparación.*

## V.- COMPETENCIAS

### ■ GENERALES:

- **CG3-MFQA:** Expresar rigurosamente los conocimientos adquiridos en Química Analítica de forma que puedan ser comprendidos en áreas multidisciplinares
- **CG6-MFQA:** Analizar y resolver problemas cualitativos y cuantitativos.
- **CG7-MFQA:** Reconocer nuevos problemas de índole analítica y planear estrategias para solucionarlos.
- **CG8-MFQA:** Consultar e interpretar datos e información química dentro del ámbito de la Química Analítica.
- **CG9-MFQA:** Demostrar una base sólida y equilibrada de conocimientos sobre materiales de laboratorio y habilidades prácticas.
- **CG10-MFQA1:** Manipular con seguridad materiales químicos.
- **CG10-MFQA2:** Reconocer y valorar los riesgos en el uso de sustancias químicas y procedimientos de laboratorio.
- **CG11-MFQA:** Manejar instrumentación química estándar.
- **CG12-MFQA:** Interpretar datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio de análisis.
- **CG13-MFQA:** Reconocer y aplicar buenas prácticas científicas de medida y experimentación en Química Analítica.

### ■ ESPECÍFICAS:

- **CE4-MFQA1:** Describir las etapas del proceso analítico y saber ponderar la importancia de cada una de ellas.
- **CE4-MFQA2:** Aplicar las metodologías asociadas al tratamiento de la muestra y reconocer la problemática asociada al mismo.
- **CE6-MFQA1:** Aplicar los fundamentos básicos de las principales técnicas instrumentales electroquímicas, así como de las técnicas cromatográficas y electroforéticas.
- **CE6-MFQA2:** Proponer una técnica electroanalítica o cromatográfica adecuada para la identificación o cuantificación de un determinado analito.



- **CE7-MFQA1:** Aplicar conceptos básicos de estadística como herramienta para resolver problemas analíticos, de la metrología y de la gestión de calidad.
- **CE7-MFQA2:** Desarrollar en los estudiantes la habilidad de aplicar en el laboratorio las principales técnicas instrumentales y de separación para la resolución de problemas analíticos concretos.

■ **TRANSVERSALES:**

- **CT1-MFQA:** Elaborar y escribir informes de carácter científico y técnico.
- **CT2-MFQA:** Colaborar con otros estudiantes mediante el trabajo en equipo.
- **CT3-MFQA:** Aplicar el razonamiento crítico y autocrítico.
- **CT5-MFQA:** Utilizar información química, bibliografía y bases de datos especializadas.
- **CT6-MFQA:** Identificar la importancia de la Química Analítica en el contexto industrial, medioambiental y social
- **CT7-MFQA:** Utilizar herramientas y programas informáticos para el tratamiento de resultados experimentales.
- **CT11-MFQA:** Desarrollar el aprendizaje autónomo.
- **CT12-MFQA:** Desarrollar la sensibilidad sobre temas medioambientales relacionados con la química analítica.

## VI. – RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar esta asignatura el estudiante debería ser capaz de:

- Describir el fundamento de las principales técnicas electroquímicas.
- Diferenciar las curvas i-E en sistemas electroquímicos simples.
- Describir el fundamento de las técnicas potenciométricas y de los electrodos selectivos de iones.
- Describir el fundamento de las principales técnicas voltamperométricas.
- Describir el fundamento de las técnicas cromatográficas.
- Calcular los parámetros cromatográficos a partir de los cromatogramas.
- Predecir el orden de elución de los compuestos en unas determinadas condiciones cromatográficas.
- Seleccionar el modo cromatográfico adecuado a los analitos a separar.
- Explicar los procesos de extracción en fase sólida.
- Describir el fundamento de la electroforesis.
- Aplicar los métodos más adecuados para la preparación de muestras de diferente naturaleza.
- Aplicar las medidas de seguridad básica en el laboratorio.



- Utilizar los equipos de distintas técnicas instrumentales electroquímicas y cromatográficas.
- Interpretar la información obtenida de los instrumentos analíticos.
- Aplicar herramientas estadísticas y programas informáticos en el ámbito del análisis instrumental.
- Analizar y comparar resultados en ejercicios intercomparación.
- Preparar memorias e informes de laboratorio.
- Utilizar protocolos de eliminación de residuos en el laboratorio.

## **VII. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD**

| <b>Actividad</b>                          | <b>Presencial<br/>(horas)</b> | <b>Trabajo<br/>autónomo<br/>(horas)</b> | <b>Créditos<br/>(horas)</b> |
|-------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Clases teóricas</b>                    | 25                            | 30                                      | 2,2 (55)                    |
| <b>Seminarios</b>                         | 8                             | 12                                      | 0,8 (20)                    |
| <b>Tutorías/Trabajos dirigidos</b>        | 2                             | 3                                       | 0,2 (5)                     |
| <b>Laboratorios</b>                       | 28                            | 24,5                                    | 2,1 (52,5)                  |
| <b>Seminarios laboratorio</b>             | 2                             | 5,5                                     | 0,3(7,5)                    |
| <b>Preparación de trabajos y exámenes</b> | 4                             | 6                                       | 0,4 (10)                    |
| <b>Total</b>                              | <b>69</b>                     | <b>81</b>                               | <b>6 (150)</b>              |



## VIII.- METODOLOGÍA

Los contenidos de la asignatura se presentan a los alumnos en clases presenciales, de cuatro tipos:

- (a) **Clases de teoría** en las que se dará a conocer al alumno el contenido de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrán claramente los objetivos principales del tema en estudio. Al final del tema se plantearán cuestiones que permitirán interrelacionar los conocimientos ya adquiridos. Para facilitar la labor de seguimiento por parte del alumno de las clases presenciales se le proporcionará parte del material docente utilizado por el profesor, bien en fotocopia o en el Campus Virtual. La explicación de cada uno de los temas se hará utilizando la pizarra y diversos medios audiovisuales.
- (b) **Clases de seminarios** en las que se explicarán problemas numéricos y cuestiones en donde se apliquen los temas desarrollados en las clases de teoría y se fomentará la participación de los estudiantes, suministrándoles previamente una relación de problemas/ejercicios.
- (c) **Tutorías**, en las que se discutirán los problemas y las cuestiones propuestos por el profesor relacionadas con el temario de la asignatura, así como casos prácticos concretos.
- (d) **Laboratorios** impartidos en siete sesiones de cuatro horas, en una franja horaria diferente a la de sus sesiones de clases. Con anterioridad a las sesiones de prácticas se hará una serie de seminarios para la preparación de las mismas y, con posterioridad, se realizará un seminario encaminado a la discusión de los resultados obtenidos en el ejercicio de intercomparación. El departamento de Química Analítica ha elaborado diverso material audiovisual para una mejor comprensión de las prácticas de laboratorio.

En **actividades dirigidas**, los alumnos deberán resolver cuestiones y problemas propuestos por el profesor sobre temas relacionados con la asignatura, que se evaluarán como actividades de trabajo autónomo. El objetivo general de estos trabajos es que los alumnos conozcan la utilidad de los métodos analíticos estudiados en la asignatura, para su aplicación real en áreas tales como la medioambiental, clínica, de análisis de alimentos, industrial. Se fomentará la búsqueda del material bibliográfico.

El **Campus Virtual** se utilizará como instrumento para poner a disposición de los alumnos el material que los profesores consideren necesario y para permitir la comunicación entre profesores y alumnos.

## IX.- BIBLIOGRAFÍA

### ■ BÁSICA:

- Douglas A. Skoog, F. James Holler, Stanley R. Crouch, "*Principios de Análisis Instrumental*", Ed. Cengage Learning, 6ª ed., 2008
- Lucas Hernández Hernández, Claudio González Pérez, "*Introducción al análisis instrumental*", Ed. Ariel Ciencia, 1ª ed, 2002



### ■ COMPLEMENTARIA:

- José M. Pingarrón Carrazón, P. Sánchez Batanero, “*Química Electroanalítica: Fundamentos y Aplicaciones*”, Ed. Síntesis, 1999.
- Luis María Polo Díez, “*Fundamentos de Cromatografía*”, Editorial Dextra, 2015.
- Harris, Daniel, C.: “*Análisis Químico Cuantitativo*”, 3ª ed., Ed. Reverté, 2007.
- Rouessac, Francis y Rouessac, Annick: “*Análisis Químico. Métodos y técnicas Instrumentales modernas*”, 1ª ed., McGraw Hill, 2003.
- Ángel Ríos, Mª Cruz Moreno y Bartolomé Simonet, Coordinadores, Técnicas espectroscópicas en Química Analítica, volumen II. Editorial Síntesis, 2012.
- Bob Ardrey, Liquid Chromatography-Mass Spectrometry: An introduction. Wiley 2003.
- R. Kellner, J-M. Mermet, M. Otto, M. Valcárcel, H.M. Widmer, eds. Analytical Chemistry. Wiley-VCH 2004, 2nd edition.

## X.- EVALUACIÓN

La evaluación del alumno se realizará a través de las actividades presenciales y dirigidas en las que participe. La calificación de la asignatura se realizará entre 0 y 10 puntos. Para aprobar la asignatura será necesario obtener 5 puntos.

La asistencia a las clases presenciales (teoría, seminarios y tutorías) es obligatoria. Para poder realizar el examen final de la convocatoria ordinaria será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales

Los alumnos que hayan suspendido la teoría y/o el laboratorio tendrán derecho a un examen final de la parte suspendida en la convocatoria de julio.

### ■ EXÁMENES ESCRITOS DE TEORÍA:

65 %

En la convocatoria ordinaria se realizará un examen final, que constituirá el **65%** de la nota final de la asignatura. Para poder acceder a la calificación global de la asignatura será necesario obtener al menos una calificación de **4,5** en la nota del examen final.

En todos los exámenes se propondrán problemas y cuestiones teóricas relacionadas con el temario de la asignatura. En cada examen figurarán las puntuaciones máximas de cada pregunta.

#### Competencias evaluadas:

CG3-MFQA, CG6-MFQA, CG7-MFQA  
CE4-MFQA1, CE6-MFQA1, CE6-MFQA2, CE7-MFQA1  
CT3-MFQA, CT11-MFQA

### ■ LABORATORIO

20%

La asistencia al laboratorio y sus seminarios es **obligatoria**. Una falta no justificada en el laboratorio puede ser motivo suficiente para suspender la asignatura. Los cambios de grupo sólo se realizarán con certificados que justifiquen el cambio.

El **laboratorio** constituirá el **20%** de la nota final de la asignatura. Al terminar cada práctica se podrán realizar unas preguntas por escrito relacionadas con el trabajo llevado



a cabo. Asimismo, se entregará una memoria correspondiente al trabajo realizado. Al finalizar el laboratorio se realizará un examen escrito que contemplará los fundamentos, métodos de trabajo y cálculos numéricos de las prácticas realizadas, pudiendo incluir preguntas tipo test.

La calificación global del laboratorio será la media del examen (50%) y de la calificación de la parte práctica (50%) obtenida a partir del trabajo personal de cada estudiante (participación activa, preguntas y memorias). Para aprobar el laboratorio será necesario obtener una calificación igual o superior a **4** en el examen escrito, así como una calificación igual o superior a **5** en la parte práctica. El **no aprobar el laboratorio supone suspender la asignatura**.

Los alumnos que no hayan aprobado el laboratorio en la convocatoria ordinaria deberán realizar, en la convocatoria de julio, un examen escrito/práctico de las prácticas realizadas en el laboratorio.

En aquellos casos en que un estudiante suspenda la asignatura pero haya aprobado el laboratorio (**calificación  $\geq 5,0$** ), la calificación de éste se le **mantendrá durante un año**, no siendo necesario volver a realizar el laboratorio.

#### **Competencias evaluadas:**

CG8-MFQA, CG9-MFQA, CG10-MFQA, CG11-MFQA, CG12-MFQA, CG13-MFQA  
CE4-MFQA2, CE6-MFQA1, CE7-MFQA1-2  
CT1-MFQA, CT2-MFQA, CT3-MFQA, CT5-MFQA, CT6-MFQA, CT7-MFQA, CT11-MFQA, CT12-MFQA

### ■ **TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS:** **15%**

Se considerarán en este apartado los problemas, cuestiones o controles propuestos por el profesor, para su calificación a lo largo del curso, de los diferentes temas incluidos en el programa de la asignatura, constituyendo el **15%** de la nota final de la asignatura.

#### **Competencias evaluadas:**

CG3-MFQA, CG6-MFQA, CG7-MFQA, CG8-MFQA, CG12-MFQA, CG13-MFQA  
CE6-MFQA, CE6-MFQA, CE7-MFQA  
CT1-MFQA, CT2-MFQA, CT3-MFQA, CT5-MFQA, CT6-MFQA, CT7-MFQA: CT11-MFQA, CT12-MFQA

### ■ **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA DE JULIO**

No podrán presentarse a esta convocatoria extraordinaria los alumnos que no hayan cursado, con la asistencia exigida, el laboratorio de la asignatura.

Como en la convocatoria ordinaria, el examen escrito de teoría contará el 65% de la nota final, siendo necesario obtener una calificación mínima de **4,5 sobre 10** para poder promediar con el resto de las actividades.

Aquellos alumnos que deseen mejorar, para la convocatoria de julio, su calificación en el apartado de actividades dirigidas, deberán resolver y entregar, con antelación a la realización del examen, un conjunto de problemas y ejercicios propuestos por el profesor. Opcionalmente, se podrá requerir la resolución de alguno de estos ejercicios en el examen.



Los alumnos que hayan suspendido el laboratorio (examen o prácticas), y siempre que lo hayan cursado con la asistencia requerida tendrán derecho a un examen final teórico y/o práctico.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

| TEMA                                                                   |  |  | ACTIVIDAD         | HORAS | INICIO*    | FIN*       |
|------------------------------------------------------------------------|--|--|-------------------|-------|------------|------------|
| 1. Fundamento de las técnicas electroquímicas de análisis              |  |  | Clase de teoría   | 5     | 1ª semana  | 3ª semana  |
|                                                                        |  |  | Seminario/Tutoría | 2     |            |            |
| 2. Técnicas potenciométricas y voltamperométricas                      |  |  | Clase de teoría   | 6     | 3ª semana  | 5ª semana  |
|                                                                        |  |  | Seminario/Tutoría | 2     |            |            |
| 3. Introducción a las técnicas cromatográficas                         |  |  | Clase de teoría   | 4     | 6ª semana  | 8ª semana  |
|                                                                        |  |  | Seminario/Tutoría | 2     |            |            |
| 4. Cromatografía de gases y de líquidos                                |  |  | Clase de teoría   | 6     | 8ª semana  | 13ª semana |
|                                                                        |  |  | Seminario/Tutoría | 2     |            |            |
| 5. Acoplamientos de técnicas cromatográficas a espectrometría de masas |  |  | Clase de teoría   | 2     |            |            |
|                                                                        |  |  | Seminario/Tutoría | 1     |            |            |
| 6. Técnicas de separación no cromatográficas                           |  |  | Clase de teoría   | 2     | 13ª semana | 14ª semana |
|                                                                        |  |  | Seminario/Tutoría | 1     |            |            |
| Examen final                                                           |  |  |                   |       |            |            |

\*Suponiendo 3 horas/semana las primeras 7 semanas y 2 horas/semana las restantes semanas



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

| Actividad docente               | Competencias asociadas                                                                  | Actividad Profesor                                                                                                                               | Actividad alumno                                                                                                  | Procedimiento de evaluación                                                                                                 | P  | NP   | Total | C   |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|-------|-----|
| <b>Clases de teoría</b>         | CG3, CG6, CG7, CG12, CG13<br>CE4, CE6, CE7<br>CT3                                       | Exposición de conceptos teóricos.<br>Planteamiento de cuestiones.                                                                                | Participación en las preguntas formuladas por el profesor.<br>Formulación de preguntas y dudas.                   | Calificación de la participación activa en lo relacionado con los conceptos teóricos                                        | 25 | 30   | 55    | 65% |
| <b>Seminarios</b>               | CG3, CG6, CG7, CG12, CG13<br>CE4, CE6, CE7<br>CT3                                       | Aplicación de la teoría a la resolución de problemas.<br>Planteamiento de cuestiones.                                                            | Resolución de ejercicios y cuestiones.<br>Formulación de preguntas y dudas                                        | Calificación de la participación activa en lo relacionado con la resolución de los ejercicios prácticos                     | 8  | 12   | 20    |     |
| <b>Laboratorio</b>              | CG9, CG10, CG11, CG12, CG13<br>CE6, CE7<br>CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CT7, CT11, CT12     | Ayudar al alumno a realizar las prácticas con explicaciones y recomendaciones metodológicas. Proyección de videos.                               | Realización de las prácticas propuestas y presentación de las memorias y de las preguntas planteadas.             | Asistencia, calificación de las respuestas a los problemas prácticos planteados, examen escrito sobre cuestiones prácticas. | 28 | 24,5 | 52.5  | 20% |
| <b>Seminario de laboratorio</b> | CG12, CG13<br>CE6, CE7<br>CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CT7, CT11, CT12                      | Exposición de aspectos prácticos relacionados con las enseñanzas del laboratorio. Discusión sobre los resultados del ejercicio intercomparación. | Resolución de problemas y cuestiones relacionadas con las prácticas                                               | Asistencia y calificación de las respuestas a los problemas en relación a las prácticas realizadas. Examen final            | 2  | 5,5  | 7,5   |     |
| <b>Actividades dirigidas</b>    | CG3, CG6, CG7, CG8, CG12, CG13<br>CE6, CE7<br>CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CT7, CT11, CT12, | Elaboración y propuesta de cuestiones y problemas. Valoración crítica de los mismos.                                                             | Resolución por escrito de los problemas y cuestiones propuesto, que se realizarán de forma individual o en grupo. | Calificación del trabajo realizado                                                                                          |    | 6    | 6     | 15% |



| Actividad docente                                                                | Competencias asociadas                                                                 | Actividad Profesor                                             | Actividad alumno                                     | Procedimiento de evaluación                                | P | NP | Total | C   |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---|----|-------|-----|
| <b>Tutorías</b>                                                                  | CG3, CG6, CG7, CG8, CG12, CG13<br>CE6, CE7<br>CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CT7, CT11, CT12 | Planteamiento de cuestiones y problemas.                       | Resolución de las cuestiones y problemas planteados. | Calificación de los ejercicios propuestos por el profesor. | 2 | 3  | 5     |     |
| <b>Exámenes</b>                                                                  | CG3, CG6, CG7, CG12, CG13,<br>CE4, CE6, CE7<br>CT3                                     | Propuesta y corrección del examen.<br>Calificación del alumno. | Preparación y realización de los exámenes.           | Calificación de los exámenes realizados.                   | 4 |    | 4     | 65% |
| <b>P : presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación</b> |                                                                                        |                                                                |                                                      |                                                            |   |    |       |     |



## ESCENARIO 2. SEMIPRESENCIAL

## VIII.- METODOLOGÍA

- **Clases de teoría y seminarios** impartidos por el profesor en el régimen habitual, como en el Escenario 1, y con el mismo contenido. Atendiendo al principio de *máxima presencialidad* aprobado por el Rectorado de la UCM, la sesión será seguida presencialmente por los alumnos en el aula, hasta aforo completo considerando distancia social. Los alumnos ubicados en aulas provistas de cámaras, y que no quepan en el aula, seguirán la sesión virtualmente, bien desde su domicilio o en las zonas de uso público habilitadas por la Facultad para este fin, que estarán debidamente publicitadas en el CV. Para las aulas que no tienen cámara, se establecerá un turno rotatorio de alumnos presenciales en el aula, atendiendo a la numeración del DNI. Este procedimiento podrá ser modificado por el profesor a lo largo del curso, según considere oportuno, para ir ajustando el aforo del aula con los estudiantes asistentes a su clase. Siempre que sea posible se grabará la clase con Microsoft Teams o con cualquier otra herramienta informática disponible por los estudiantes, de forma que pueda seguirse tanto de forma síncrona como asíncrona.
  - El material docente utilizado será las presentaciones de clase habilitadas en el Campus Virtual UCM empleadas también en el Escenario 1, así como vídeos relacionados con la materia y otros tipos de materiales que los profesores de la asignatura consideran de relevancia e interés. Todo el material estará con antelación a disposición de los estudiantes a través del Campus Virtual para su utilización.
  - Los medios telemáticos utilizados para que los alumnos sin presencialidad en el aula sigan virtualmente las sesiones serán las plataformas disponibles en el CV, Microsoft Teams, Google Meet o Zoom. El profesor mantendrá abierta una sesión de este tipo para mantener una relación directa y fluida con los estudiantes que asisten virtualmente, pudiendo así proyectarse simultáneamente la presentación Power Point y seguir las tradicionales explicaciones que se den en la pizarra.
- **Prácticas de laboratorio** previstas con una presencialidad general mínima del 60% para poder cumplir con la distancia social necesaria. Atendiendo a las particularidades de cada práctica, si es posible en algún caso la presencialidad podrá verse modificada ligeramente. La organización docente experimental se sustenta en los siguientes aspectos:
  - Se tiene previsto la resolución de un test antes del inicio de cada sesión.
  - La impartición de cada sesión prácticas se estructura en tres partes: introducción teórico-práctica, procedimiento experimental y tratamiento de resultados.
  - El procedimiento experimental se desarrollará de forma presencial. En los casos en los que esto no pueda ser viable se prevé la utilización de material grabado o de videos comerciales.
  - Las otras dos partes serán impartidas atendiendo a alguno de estas situaciones, o combinaciones entre ellas:
    - (a) Presenciales en un aula, manteniendo así mayor distancia social.
    - (b) Virtuales en sesiones síncronas
    - (c) Virtuales en sesiones asíncronas.



- El material docente empleado será el mismo que el utilizado en el Escenario 1, además de material escrito en forma de manuales, resultados numéricos y gráficos y/o presentaciones en PowerPoint acompañadas de explicaciones.
  - Todo el material estará a disposición de los alumnos con antelación a través del Campus Virtual.
- **Tutorías individuales**  
Se realizarán por video conferencia y/o correo electrónico.
  - **Seguimiento del alumnado**  
En la parte de docencia que se realiza de forma presencial se seguirán las mismas técnicas empleadas de forma tradicional.  
En la parte de docencia virtual el seguimiento se realizará por diversas técnicas, según considere el profesor: mediante la herramienta de registro de actividades de cada sesión (Microsoft Teams), el nombre de los asistentes (Google Meet), hoja de firmas habilitada en el CV a modo de cuestionario, análisis de descargas efectuadas por los alumnos en el CV, etc.

## X.- EVALUACIÓN

Se realizarán exámenes presenciales con el procedimiento descrito en el Escenario 1.

**ESCENARIO 3. TOTALMENTE VIRTUAL****VIII.- METODOLOGÍA**

- **Clases de teoría y seminario** que serán impartidas de forma combinada en sesiones: (a) síncronas, en el horario oficial establecido y (b) asíncronas.
  - El material docente utilizado será las presentaciones de clase habilitadas en el Campus Virtual UCM empleadas también en los Escenarios 1 y 2, presentaciones PowerPoint acompañadas de grabaciones de voz donde se incluyen las explicaciones necesarias como si fuese una clase presencial, así como vídeos relacionados con la materia y otros tipos de materiales que los profesores de la asignatura consideran de relevancia e interés. Como en los Escenarios anteriores, todo el material estará con antelación a disposición de los estudiantes a través del Campus Virtual para su utilización.
  - Los medios telemáticos utilizados serán las plataformas ya mencionadas en el Escenario 2: Microsoft Teams disponible en el CV, Google Meet o Zoom.
- **Prácticas de laboratorio** que se desarrollarán como en el Escenario 2, pero el procedimiento experimental presencial será reemplazado por distintas posibles alternativas: material escrito a modo de tutorial donde se describa detalladamente el procedimiento, grabaciones previas de los experimento y videos de experiencias similares que garanticen la adquisición de las habilidades y competencias que se pretende.
- **Las tutorías individuales** se realizarán como en el Escenario 2.
- **Seguimiento del alumnado**  
Se realizará igual que lo descrito en el Escenario 2 para la docencia virtual.

**X.- EVALUACIÓN****DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN**

- **Identificación de estudiantes:**

En los minutos anteriores al inicio del examen, los alumnos deberán entregar un documento de compromiso escrito a mano y digitalizado en formato PDF, aceptando las normas para la realización de la prueba. El texto del documento, elaborado por el Departamento, estará disponible en el espacio de la asignatura del Campus Virtual. En dicho documento se deberá hacer constar: nombre y apellidos, firma, lugar y copia del DNI. La identificación de los alumnos que realicen el examen se llevará a cabo a través de: (i) entrada al Campus Virtual para poder visualizar los enunciados del examen, (ii) imagen de video a través de Google Meet o Microsoft Teams (desde la cámara del ordenador o del móvil), (iii) documento de compromiso, y (iv) posible comprobación telemática a lo largo del examen por parte del profesor.



- **Tipo de examen:**

El examen se realizará utilizando una o varias de las herramientas disponibles en el Campus Virtual “Cuestionarios” y/o “Tareas” con acceso secuencial a las preguntas. Consistirá en cuatro pruebas que se irán entregando y resolviendo de forma secuencial con un tiempo de separación entre ellas de cinco minutos. Para la parte de Técnicas Electroquímicas, las pruebas consistirán en una primera de preguntas tipo test y una segunda de cuestiones cortas, y para la parte de Técnicas Cromatográficas, la primera prueba será de cuestiones cortas y la segunda de un problema.

- **Seguimiento de estudiantes durante la prueba:**

El nivel de seguimiento será avanzado, detectando comportamientos extraños en cuanto al uso del Campus Virtual, tras analizar los registros de acceso al Campus de cada usuario particular. Este mecanismo simple asíncrono no invasivo se complementará con un visionado síncrono aleatorio de estudiantes y su área de trabajo durante la prueba, mediante sesión Microsoft Teams o Google Meet. Asimismo, al terminar el examen, los alumnos deberán permanecer conectados media hora más y el profesor podrá pedir a un subconjunto de ellos que, o bien mediante videoconferencia o vídeo grabado, expliquen detalles de la prueba enviada.

Si durante la prueba algún estudiante tiene problemas técnicos que quedan fuera de su control y pierde la conexión de forma que le impida realizarla con normalidad, se lo comunicará a su profesor adjuntando fotos de la pantalla completa del ordenador donde se vea la hora. Para estos estudiantes se plantearía como alternativa un examen oral.

Todas las reclamaciones debidas a problemas técnicos deben ser identificadas y notificadas el mismo día de la prueba. No se admitirán reclamaciones de este tipo ni en días posteriores a la fecha del examen, ni tras la publicación de las calificaciones, ni en la fase de revisión de estas.

- **Revisión de exámenes:**

Los estudiantes que deseen revisión se pondrán en contacto con los profesores de su grupo mediante correo electrónico y se establecerá el horario de revisión individual mediante Microsoft Teams/Google Meet. El estudiante conservará copia de los ficheros PDF enviados como respuesta del examen para facilitar la revisión. Por otra parte, el profesor podrá requerir del alumno la revisión y discusión interactiva de su examen dentro del plazo que se establezca para la revisión de los mismos que se notificará en el CV.

- **Mecanismo empleado para la documentación/grabación de las pruebas de evaluación para su posterior visualización y evidencia:**

El profesor conservará los ficheros (en el formato electrónico que se especifique) del ejercicio de examen enviados por el estudiante, con las calificaciones parciales que estime oportunas. Además, si se estima oportuno, se podrá proceder a la grabación de la sesión del examen, con las limitaciones establecidas por la UCM, para posterior revisión si fuera necesario. Dicha grabación, de efectuarse, se almacenará con las medidas de seguridad necesarias en equipos de UCM y será eliminada pasado el tiempo de revisión.