



Guía Docente

Escenarios 1, 2 y 3

QUÍMICA ANALÍTICA II



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2020-2021



ESCENARIO 1. PRESENCIAL

I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA:	Química Analítica II
NÚMERO DE CRÉDITOS:	9
CARÁCTER:	Obligatoria
MATERIA:	Química Analítica
MÓDULO:	Fundamental
TITULACIÓN:	Grado en Química
SEMESTRE/CUATRIMESTRE:	Primer semestre (tercer curso)
DEPARTAMENTO/S:	Química Analítica

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Coordinador de la asignatura y del laboratorio	Profesora: ÁNGEL JULIO REVIEJO GARCÍA Departamento: Química Analítica Despacho: QA-316 e-mail: reviejo@ucm.es
--	--

Grupo A

Teoría Seminario Tutoría	Profesor: JOSE LUIS LUQUE GARCÍA Departamento: Química Analítica Despacho: QB- 439 e-mail: jlluque@ucm.es
--------------------------------	--

Grupo B

Teoría Seminario Tutoría	Profesora: REBECA M. TORRENTE RODRÍGUEZ Departamento: Química Analítica Despacho: QA312 e-mail: rebecamt@ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: ALFREDO SÁNCHEZ SÁNCHEZ Departamento: Química Analítica Despacho: QB-433 e-mail: alfredos@ucm.es

Grupo C

Teoría Seminario Tutoría	Profesor: ÁNGEL JULIO REVIEJO GARCÍA Departamento: Química Analítica Despacho: QA-316 e-mail: reviejo@ucm.es
--------------------------------	---



Teoría Seminario Tutoría	Profesor:	LOURDES AGUÍ CHICHARRO
	Departamento:	Química Analítica
	Despacho:	QA-316
	e-mail:	malagui@ucmquim.es

Grupo D		
Teoría Seminario Tutoría	Profesor:	ROBERTO IZQUIERDO HORNILLOS
	Departamento:	Química Analítica
	Despacho:	QA-413
	e-mail:	hornillo@ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor:	FERNANDO NAVARRO VILLOSLADA
	Departamento:	Química Analítica
	Despacho:	QA-402
	e-mail:	fenavi@ucm.es

Grupo E		
Teoría Seminario Tutoría	Profesora:	ALFREDO SÁNCHEZ SÁNCHEZ
	Departamento:	Química Analítica
	Despacho:	QB-433
	e-mail:	alfredos@ucm.es

II.- OBJETIVOS

■ OBJETIVO GENERAL

Adquirir los fundamentos de las principales técnicas instrumentales ópticas que se utilizan en análisis químico. Optimizar, desarrollar y aplicar procesos de medida para obtener información químico-analítica de calidad.

Se pretende, además, que el estudiante sea capaz de resolver problemas analíticos concretos actuando en diversos campos: clínico, agroalimentario, toxicológico, ambiental e industrial empleando técnicas instrumentales ópticas.

Adquisición por parte del alumno de hábitos de trabajo correctos y conocimientos claros de las normas de trabajo y de seguridad en el laboratorio.

■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Proporcionar una base sólida de conocimientos sobre la metodología general del análisis químico, abarcando desde la obtención de la muestra hasta la interpretación de resultados.
- Conocer y aplicar los fundamentos básicos de la quimiometría en la resolución de problemas en Química Analítica.
- Conocer y utilizar los principios generales del análisis instrumental.
- Conocer el fundamento y las aplicaciones de las principales técnicas ópticas de análisis



- Conocer el fundamento y las aplicaciones de la espectrometría de masas al análisis.
- Aprender a validar un método de análisis, evaluando sus características analíticas.
- Desarrollar en los estudiantes la habilidad para aplicar en el laboratorio las principales técnicas instrumentales ópticas para la resolución de problemas analíticos concretos.
- Saber 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:

Es deseable tener conocimientos previos de espectroscopia cursados en la asignatura *Química Física I* de la materia obligatoria Química Física del Módulo Fundamental.

■ RECOMENDACIONES:

Se recomienda haber superado las asignaturas *Química General*, *Operaciones Básicas de Laboratorio* y *Química Analítica I*.

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Contenidos teóricos:

Principios generales del análisis instrumental. Introducción a la Quimiometría. Técnicas ópticas de análisis.

Contenidos prácticos:

Aplicaciones de las principales técnicas instrumentales ópticas a problemas concretos de interés químico analítico en el contexto industrial, agroalimentario, clínico, medioambiental y social.

**PROGRAMA:*****Teórico*****Tema 1: Principios generales del análisis instrumental**

- Fundamentos.
- Clasificación de las técnicas instrumentales.
- Componentes fundamentales de un instrumento analítico.
- Relación señal analítica- concentración.
- Elección de un método analítico en función de sus características.

Tema 2: Introducción a la Quimiometría

- Tratamiento estadístico de datos. Comparación de varianzas y medias.
- Calibración univariante. Parámetros estadísticos.
- Fundamentos de los ejercicios intercomparación.

Tema 3: Introducción a las técnicas ópticas de análisis

- Interacción de la energía electromagnética con la materia: absorción y emisión de radiación electromagnética.
- Clasificación de las técnicas ópticas de análisis.
- Instrumentación general utilizada en espectroscopia analítica.

Tema 4: Técnicas analíticas basadas en espectroscopía molecular ultravioleta visible (UV-Vis) e infrarroja (IR)

- Espectroscopia de absorción molecular UV-Vis: medidas de transmitancia y absorbancia. Ley básica de análisis cuantitativo: Ley de Beer y sus desviaciones. Instrumentación específica. Especies absorbentes. Aplicaciones analíticas.
- Espectroscopia en el infrarrojo: Absorción en el IR. Espectrometría de reflexión. Instrumentación específica. Transformada de Fourier. Aplicaciones analíticas.

Tema 5: Técnicas analíticas basadas en espectroscopía de luminiscencia molecular

- Teoría de la fotoluminiscencia. Factores que afectan a la fotoluminiscencia.
- Relación entre intensidad de emisión y concentración.
- Instrumentación específica.
- Aplicaciones analíticas.
- Quimioluminiscencia: aplicaciones.

Tema 6: Técnicas analíticas basadas en espectroscopía atómica

- Espectros atómicos y sus tipos. Comparación de los espectros atómicos y moleculares. Ensanchamiento de las líneas atómicas.
- Espectroscopía atómica basada en atomización con llama: absorción, emisión y fluorescencia atómica.
- Espectroscopia de absorción atómica: atomización con llama, atomización electrotérmica, generación de hidruros y vapor frío. Instrumentación específica.
- Espectroscopia de emisión atómica: fuentes de atomización. Espectroscopía de emisión con fuentes de plasma-ICP. Instrumentación específica.
- Aplicaciones analíticas.

**Tema 7: Introducción a la espectrometría de masas**

- Introducción
- Espectrómetro de masas: Fuentes de iones, analizadores de masas, detectores de iones
- Espectrometría de masas atómica. Acoplamiento ICP-MS
- Espectrometría de masas molecular. Aspectos específicos
- Aplicaciones analíticas

Práctico

Los estudiantes realizarán un total de siete prácticas divididas en 7 sesiones de 4 horas.

En las prácticas se incluirá la determinación de: iones metálicos, aniones y moléculas orgánicas por técnicas espectroscópicas atómicas y moleculares en muestras biológicas, medioambientales y alimentos.

Se utilizarán diversos tratamientos de muestra mediante ejercicios de intercomparación entre todos los alumnos. Los resultados se discutirán en un seminario.

- *Práctica 1:* Determinación en suelo de fósforo por espectrofotometría de absorción molecular UV-Vis previa formación de azul de molibdeno. *Participación en un ejercicio intercomparación.*
- *Práctica 2:* Determinación de selenio por espectroscopia de absorción atómica con generación de hidruros (HG-AA) en muestras biológicas. *Participación en un ejercicio intercomparación.*
- *Práctica 3:* Determinación de mercurio por espectroscopia de absorción atómica con vapor frío en muestras biológicas. *Participación en un ejercicio intercomparación.*
- *Práctica 4:* Determinación en leche en polvo de cinc, calcio y hierro por espectroscopia de absorción atómica con llama y con cámara de grafito. *Participación en un ejercicio de intercomparación.*
- *Práctica 5:* Espectroscopia de emisión molecular y atómica: Determinación fluorimétrica de quinina en agua tónica y de potasio en vinos.
- *Práctica 6:* Determinación de ácidos grasos en posición “trans” en mantequillas y/o margarinas por espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR).
- *Práctica 7:* Determinación de Fe(II) y Fe(III) en vino por espectrofotometría de absorción molecular UV-Vis, previa formación de complejos con 1,10-fenantrolina y tiocianato.

V.- COMPETENCIAS**■ GENERALES:**

- **CG3-MFQA:** Expresar rigurosamente los conocimientos en Química Analítica adquiridos de forma que puedan ser comprendidos en áreas multidisciplinares.



- **CG5-MFQA:** Demostrar el conocimiento y comprensión de los hechos esenciales, conceptos, principios y teorías relacionadas con la Química Analítica
 - **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 y utilizar información científica y técnicas de forma eficaz en el ámbito de la Química Analítica.
 - **CG9-MFQA:** Demostrar 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 e implementar 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.
 - **CE6-MFQA1:** Aplicar los fundamentos básicos de las principales técnicas instrumentales ópticas.
 - **CE6-MFQA2:** Proponer una técnica instrumental óptica adecuada para la identificación o cuantificación de un determinado analito.
 - **CE7-MFQA1:** Aplicar conceptos básicos de quimiometría como herramienta de la metrología y de la gestión de calidad.
- **TRANSVERSALES:**
- **CT1-MFQA:** Elaborar y escribir informes analíticos de carácter científico y técnico.
 - **CT2-MFQA:** Cooperar con otros estudiantes mediante el trabajo en equipo.
 - **CT3-MFQA:** Aplicar el razonamiento crítico y autocrítico.
 - **CT5-MFQA:** Utilizar información química, bibliográfica y base de datos del ámbito de la Química Analítica.
 - **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 por los temas medioambientales relacionados con la Química Analítica.

VI.- RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al final de la asignatura el estudiante debería ser capaz de:

Teoría

- Aplicar la metodología general del análisis químico.
- Clasificar los diferentes métodos instrumentales.
- Aplicar la estadística básica al análisis instrumental.
- Utilizar las técnicas instrumentales ópticas como herramienta para obtener información cualitativa y cuantitativa.
- Utilizar programas estadísticos para tratar medidas cuantitativas.
- Expresar adecuadamente los resultados del análisis y su incertidumbre.
- Evaluar y comparar las características analíticas de los diferentes métodos ópticos y de espectrometría de masas.
- Analizar la influencia de los diferentes parámetros que afectan a las medidas ópticas y de espectrometría de masas.
- Identificar las características estructurales de una molécula para su detección por métodos ópticos y de espectrometría de masas.
- Valorar las limitaciones de los diferentes métodos ópticos y de espectrometría de masas.
- Comparar los diferentes métodos ópticos.
- Seleccionar un método instrumental para el análisis en muestras complejas.
- Utilizar los métodos instrumentales ópticos y de espectrometría de masas más adecuados en función de la concentración del analito y de la muestra.

Prácticas

- Aplicar los métodos más adecuados para la preparación de muestras.
- Aplicar las medidas de seguridad básica en el laboratorio y utilizar protocolos de eliminación de residuos en el laboratorio.
- Utilizar los equipos de distintas técnicas instrumentales ópticas.
- Interpretar y comparar los resultados obtenidos en los análisis.
- Aplicar herramientas estadísticas y programas informáticos en el ámbito del análisis instrumental.
- Analizar y comparar resultados en ejercicios de intercomparación.
- Preparar memorias e informes de laboratorio.



VII. - HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos (horas)
Clases teóricas	46	54	4 (100)
Seminarios	7	5,5	0,5 (12,5)
Tutorías/Trabajos dirigidos	3	4,5	0,3 (7,5)
Laboratorios	28	24,5	2,1 (52,5)
Seminarios de Laboratorio	3	4,5	0,3 (7,5)
Preparación de trabajos y exámenes	6	39	1,8 (45)
Total	93	132	9 (225)

VIII.- METODOLOGÍA

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

- 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 fotocopias o en el Campus Virtual. La explicación de cada uno de los temas se hará utilizando la pizarra y diversos medios audiovisuales.
- 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.
- 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.
- Laboratorios** impartidos en 7 sesiones de alrededor de 4 horas. 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, problemas o realizar controles 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, etc.

IX.- BIBLIOGRAFÍA

■ BÁSICA:

- [Skoog, Douglas A.; Holler, F. James y Crouch, Stanley R.: "Principios de Análisis Instrumental", 6ª ed., Ed. Cengage Learning, 2008.](#)
- [Hernández Hernández, Lucas y González Pérez, Claudio: "Introducción al análisis instrumental", 1ª ed., Ed. Ariel Ciencia, 2002.](#)
- [Miller, James N. y Miller, Jane C.: "Estadística y Quimiometría para Química Analítica", 4ª ed, Ed. Prentice Hall, 2000](#)

■ COMPLEMENTARIA:

- [Harris, Daniel C.: "Análisis Químico Cuantitativo", 3ª ed., Ed. Reverté, 2007.](#)
- [Skoog, Douglas A.; West, Donald M. F.; Holler, James y Crouch, Stanley R.: "Fundamentos de Química Analítica", 8ª ed., Ed. Thomson, 2004.](#)
- [Rubinson, Kenneth A. y Rubinson, Judith F.: "Análisis Instrumental", 1ª ed., Ed. Prentice Hall, 2002.](#)
- [Séamus Higson, P.J.: "Analytical Chemistry", 1ª ed., Oxford University Press, 2004.](#)
- [Rouessac, Francis y Rouessac, Annick: "Análisis Químico. Métodos y técnicas Instrumentales modernas", 1ª ed., Ed. McGraw Hill, 2003.](#)
- [Mongay Fernández, Carlos: "Quimiometría", Universidad de Valencia, 2005.](#)
- [Stephen L.R. Ellison, Vicki J. Barwick y Trevor J. Duguid Farrant: "Practical Statistics for the Analytical Scientist", 2º ed., RSC Publishing, 2009.](#)
- [Angel Ríos, Mª Cruz Moreno y Bartolomé Simonet, Coordinadores, Técnicas espectroscópicas en Química Analítica, volumen II: Espectrometría atómica de iones y electrones. Editorial Síntesis, 2012.](#)
- [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 de febrero será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70 % de las actividades presenciales.

■ EXÁMENES ESCRITOS DE TEORÍA

65 %



Convocatoria de febrero: Se realizará un único examen final.

El **examen final** 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, **4,5 puntos sobre 10** en la nota final del examen.

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, CG5-MFQA, CG6-MFQA, CG7-MFQA, CG12-MFQA, CG13-MFQA
CE4-MFQA1, CE6-MFQA1, CE6-MFQA2, CE7-MFQA1
CT3-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 solo 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 de un examen escrito (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** sobre **10** 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 de febrero, siempre que hayan realizado la totalidad del mismo, deberán efectuar, en la convocatoria de julio, un examen escrito y/o 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:

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

■ TRABAJO PERSONAL, ACTIVIDADES DIRIGIDAS Y PARTICIPACIÓN ACTIVA

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, CG5-MFQA, CG6-MFQA, CG7-MFQA, CG8-MFQA, CG12-MFQA, CG13-MFQA

CE6-MFQA, CE6-MFQA, CE7-MFQA1

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.

Al igual que en la convocatoria de febrero, el examen escrito de teoría constituirá 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 su calificación en el apartado de actividades dirigidas en la convocatoria de julio deberán resolver y entregar, con antelación a la realización del examen, un conjunto de problemas y ejercicios propuestos por el profesor, que opcionalmente podrán preguntarse en el examen.

Los alumnos que hayan suspendido el laboratorio, siempre que hayan realizado la asistencia requerida durante el periodo de prácticas, tendrán derecho a un examen final teórico y/o práctico.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	INICIO	FIN
1. Principios generales del análisis instrumental	Clase de teoría	2	1ª semana	1ª semana
2. Introducción a la Quimiometría	Clase de teoría	8	1ª semana	3ª semana
	Seminario	2		
3. Introducción a las técnicas ópticas de análisis	Clase de teoría	6	4ª semana	5ª semana
	Seminario	2		
4. Técnicas analíticas basadas en espectroscopía molecular ultravioleta visible e infrarroja	Clase de teoría	9	5ª semana	8ª semana
	Seminario	2		
5. Técnicas analíticas basadas en espectroscopía de luminiscencia molecular	Clases de teoría	4	8ª semana	10ª semana
	Seminario	1		
6. Técnicas analíticas basadas en espectroscopía atómica	Clases de teoría	13	10ª semana	13ª semana
	Seminario	2		
7. Introducción a la espectrometría de masas	Clase de teoría	4	13ª semana	14ª semana
	Seminario	1		
Examen final				



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Clases de teoría	CG3, CG5, CG6, CG7, CG12, CG13 CE4, CE6, CE7 CT3	Exposición de conceptos teóricos. Planteamiento de cuestiones.	Participación en las preguntas formuladas por el profesor. Formulación de preguntas y dudas.	Calificación de la participación activa en lo relacionado con los conceptos teóricos	46	54	100	65%
Seminarios	CG3, CG5, CG6, CG7, CG12, CG13 CE4, CE6, CE7 CT3	Aplicación de la teoría a la resolución de problemas. Planteamiento de cuestiones.	Resolución de ejercicios y cuestiones. Formulación de preguntas y dudas.	Calificación de la participación activa en lo relacionado con la resolución de los ejercicios prácticos	7	5,5	12,5	
Laboratorio	CG9, CG10, CG11, CG12, CG13 CE6, CE7 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.	Calificación del trabajo personal, memorias y respuestas a los problemas prácticos planteados. Examen escrito.	28	24,5	52,5	
Seminario de laboratorio	CG9, CG10, CG12, CG13 CE6, CE7 CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CT7, CT11, CT12	Exposición de aspectos prácticos relacionados con las enseñanzas del laboratorio. Discusión resultados	Asistencia, y participación mediante la formulación de preguntas y dudas relacionadas con las prácticas	Calificación de la participación activa en estos seminarios relacionados con las prácticas de laboratorio.	3	4,5	7,5	
Actividades dirigidas	CG3-, CG5, CG6, CG7, CG8, CG12, CG13 CE6, CE7 CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CT7, CT11, CT12,	Elaboración y propuesta de cuestiones, problemas y controles. Valoración crítica de los mismos.	Resolución por escrito de los problemas y cuestiones propuesto, que se realizarán de forma individual o en grupo. Participación activa	Calificación del trabajo realizado		39	39	15%
Tutorías	CG3, CG5, CG6, CG7, CG8, CG12, CG13 CE6, CE7 CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CT7, CT11, CT12	Planteamiento de cuestiones y problemas.	Resolución de las cuestiones y problemas planteados. Participación activa	Calificación de los ejercicios propuestos por el profesor.	3	4,5	7,5	
Exámenes	CG3, CG5, CG6, CG7, CG12, CG13, CE4, CE6, CE7 CT3	Propuesta y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización de los exámenes.	Calificación de los exámenes realizados.	6		6	65%

P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación



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.
 - El material docente utilizado estará constituido por las presentaciones de clase habilitadas en el Campus Virtual UCM empleadas también en el Escenario 1, así como por vídeos relacionados con la materia y otros tipos de materiales que los profesores de la asignatura consideren 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: Collaborate disponible en el CV, Google Meet, Microsoft Teams 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 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 vídeos comerciales.
 - Las otras dos partes serán impartidas atendiendo a alguna 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 videoconferencia 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 (Collaborate), 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 serán 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: Collaborate disponible en el CV, Google Meet, Microsoft Teams 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 experimentos y vídeos 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 Collaborate (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. Las preguntas podrán ser tipo test, cuestiones cortas y/o problemas

- **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 Blackboard Collaborate 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 Collaborate/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.