



Guía Docente. Escenarios 1, 2 y 3:

METODOLOGÍAS AVANZADAS EN QUÍMICA ANALÍTICA



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



ESCENARIO 1. PRESENCIAL

I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA:	Metodologías Avanzadas en Química Analítica
NÚMERO DE CRÉDITOS:	6
CARÁCTER:	Optativa
MATERIA:	Química Analítica Avanzada
MÓDULO:	Avanzado
TITULACIÓN:	Grado en Química
SEMESTRE/CUATRIMESTRE:	Segundo semestre (cuarto curso)
DEPARTAMENTO:	Química Analítica

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Grupo U		
Teoría Seminarario Tutoría	Profesora: Departamento: Despacho: e-mail:	MARÍA EUGENIA DE LEÓN GONZÁLEZ Química Analítica QA-319-A leongon@ucm.es
Teoría Seminarario Tutoría	Profesora: Departamento: Despacho: e-mail:	JOSÉ LUIS LUQUE GARCIA Química Analítica QB-439 jlluque@ucm.es

II.- OBJETIVOS

■ **OBJETIVO GENERAL**

Estudiar y aplicar metodologías avanzadas en el campo de la Química Analítica relacionadas con la optimización y diseño experimental, el análisis de datos, la hibridación instrumental, la automatización y miniaturización, y los aspectos más relevantes de los sensores químicos y bioquímicos y de la Química Bioanalítica.

■ **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Proporcionar una base de conocimientos sobre metodologías avanzadas del análisis químico.
- Conocer y aplicar los fundamentos de la quimiometría en optimización y diseño experimental.
- Conocer y aplicar los fundamentos de la quimiometría en calibración multicomponente y en procesamiento de señales.
- Conocer y utilizar los principios generales de la hibridación instrumental.



- Conocer el fundamento y las aplicaciones de las principales técnicas automáticas de análisis.
- Conocer el fundamento y las aplicaciones de la miniaturización en procesos de análisis.
- Conocer el fundamento de los principales sensores químicos y bioquímicos.
- Conocer el fundamento de la Química Bioanalítica.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

■ RECOMENDACIONES:

Se recomienda haber superado las asignaturas *Química Analítica I*, *Química Analítica II* y *Química Analítica III* de la materia obligatoria Química Analítica del Módulo Fundamental.

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Contenidos teóricos:

Optimización y diseño experimental. Análisis de datos. Hibridación instrumental: acoplamiento de técnicas cromatográficas y electroforéticas con detección espectroscópica o por espectrometría de masas. Automatización y miniaturización de procesos analíticos. Introducción a los sensores químicos y bioquímicos. Introducción a la Química Bioanalítica: inmunosensores; análisis clínicos

■ PROGRAMA:

Teórico

Tema 1: Métodos multivariantes

- Multidimensionalidad de los datos.
- Análisis de la varianza.
- Métodos no supervisados (Análisis de Componentes Principales, Análisis de agrupamientos o clúster).
- Calibración multivariante (Regresión lineal clásica, inversa, mínimos cuadrados parciales, regresión de componentes principales).
- Análisis multicomponente.

Tema 2: Optimización y diseño experimental

- Fundamentos.
- Tipos de diseños.
- Diseños simultáneos. Diseño factorial y otros diseños.
- Diseños secuenciales. Método Simplex.



Tema 3: Métodos acoplados

- Introducción.
- Espectrometría de masas en tándem.
- Técnicas cromatográficas multidimensionales: cromatografía líquida multidimensional, cromatografía de gases multidimensional, acoplamiento LC-GC.
- Aplicaciones industriales y agroalimentarias.

Tema 4: Automatización y miniaturización

- Automatización en un laboratorio de análisis: definiciones y conceptos.
- Automatización de las diferentes etapas de un proceso analítico.
- Analizadores continuos y discontinuos.
- Miniaturización.

Tema 5: Química Bioanalítica

- Biomoléculas: Características y necesidades analíticas.
- Diferencias entre análisis dirigido y no dirigido. El laboratorio bioanalítico.
- Tratamiento de muestras biológicas. Aislamiento y purificación de ácidos nucleicos, proteínas y metabolitos. Aplicación de técnicas electroforéticas.
- Introducción al análisis de ácidos nucleicos: Determinación de DNA y RNA total. PCR; otras técnicas.
- Introducción al análisis de proteínas: Determinación de proteína total. Degradación de Edman. Identificación de proteínas mediante PMF y MS/MS.
- Introducción al análisis de metabolitos: Técnicas dirigidas (MRM) y no dirigidas (HRMS).
- Métodos enzimáticos.
- Técnicas de inmunoensayo.

Tema 6: Sensores y biosensores

- Principios básicos (características operacionales).
- Elementos de reconocimiento (químicos, biológicos) y de transducción (electroquímicos, ópticos, térmicos, de masa).
- Introducción a los (bio)sensores químicos (tipos según biorreceptor y transductor, inmovilización de biorreceptores, ejemplos representativos).

Prácticas

Los estudiantes realizarán un total de tres prácticas divididas en tres sesiones de 3 horas. Se incluirán aspectos prácticos de diseño experimental, calibración multicomponente, análisis de componentes principales y aplicación de la automatización en el control de parámetros de interés.

- *Práctica 1:* Control de calidad del aire mediante análisis multivariante de los datos de la red de calidad del aire de la Comunidad de Madrid.
- *Práctica 2:* Determinación simultánea de tres analitos en una muestra problema mediante análisis multicomponente y espectrofotometría ultravioleta aplicando un diseño experimental de mezclas.



- *Práctica 3:* Determinación simultánea de los isómeros L- y D- del ácido láctico en muestras de vino empleando un sistema de inyección en flujo y un biosensor amperométrico enzimático.

V.- COMPETENCIAS

■ GENERALES:

- **CG2-MAQA1:** Valorar la importancia de la Química Analítica y su impacto en la sociedad industrial y tecnológica.
- **CG3-MAQA1:** Demostrar una base de conocimientos y habilidades con las que pueda continuar sus estudios en áreas especializadas de Química Analítica o en áreas multidisciplinares.
- **CG4-MAQA1:** Plasmar conocimientos avanzados de Química Analítica en el lenguaje científico, universal, entendido y compartido interdisciplinariamente.
- **CG7-MAQA1:** Aplicar conocimientos teóricos y prácticos a la solución de problemas en Química Analítica y seleccionar el método más adecuado para resolverlos.
- **CG8-MAQA1:** Valorar investigaciones y estudios detallados en el campo de la Química Analítica.
- **CG13-MAQA1:** Desarrollar buenas prácticas científicas de medida y experimentación en Química Analítica.

■ ESPECÍFICAS:

- **CE6-MAQA1:** Reconocer la potencialidad de la hibridación instrumental para la resolución de problemas analíticos complejos.
- **CE6-MAQA2:** Reconocer la importancia de la automatización y de la miniaturización desde el punto de vista de la simplificación y calidad.
- **CE6-MAQA3:** Reconocer la utilidad de sensores y biosensores, en particular para sus aplicaciones en el campo de la Química Analítica.
- **CE7-MAQA3:** Interpretar y analizar los datos procedentes de sistemas de análisis químicos tanto simples como complejos.

■ TRANSVERSALES:

- **CT1-MA1:** Elaborar y escribir informes analíticos de carácter científico y técnico.
- **CT2-MA1:** Trabajar en equipo.
- **CT3-MA1:** Aprender a tomar decisiones ante un problema real práctico.
- **CT4-MA1:** Seleccionar el método más adecuado para resolver un problema analítico planteado.
- **CT5-MA1:** Consultar, utilizar y analizar cualquier fuente bibliográfica.
- **CT5-MA2:** Manejar bibliografía y bases de datos especializadas, y de recursos accesibles a través de Internet.
- **CT7-MA3:** Usar programas informáticos que sirvan, en el mundo de la Química, para calcular, diseñar, simular, aproximar y predecir.



- **CT8-MA1:** Comunicarse en español utilizando los medios audiovisuales más habituales.
- **CT11-MA1:** Desarrollar trabajo autónomo.
- **CT12-MA1:** Desarrollar sensibilidad hacia temas medioambientales y preservación del medioambiente.

VI. – RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Una vez superada esta asignatura, el alumno deberá ser capaz de:

Teoría

- Aplicar los fundamentos del diseño experimental- Identificar los tipos de diseños.
- Planificar experimentos.
- Diferenciar entre calibración univariante y multivariante.
- Describir los tipos de calibración multivariante.
- Definir análisis multicomponente.
- Clasificar los métodos de análisis multicomponente.
- Aplicar análisis multicomponente a sistemas complejos.
- Explicar la necesidad de utilizar técnicas acopladas en análisis químico.
- Clasificar los diferentes métodos acoplados.
- Comparar los diferentes acoplamientos utilizados en análisis.
- Definir los diferentes términos asociados a la automatización.
- Describir cómo se automatizan las diferentes etapas del proceso analítico.
- Clasificar los diferentes analizadores.
- Planificar sistemas de análisis por inyección en flujo, tanto automatizados como no automatizados.
- “Describir los principios básicos de la miniaturización”
- Describir los principios básicos de análisis enzimático.
- Describir los principios básicos del inmunoensayo.
- Describir los principios básicos de las técnicas análisis de ácidos nucleicos, metabolitos y proteínas.
- Describir los principios básicos de los sensores.
- Diferenciar los componentes básicos de un biosensor: elementos de transducción y reconocimiento.
- Diferenciar los tipos de inmovilización básicos sobre distintos soportes.

Prácticas

- Utilizar programas informáticos para el diseño experimental y el análisis multicomponente.
- Analizar mezclas utilizando herramientas de diseño experimental y calibración multicomponente.
- Construir un sistema de análisis por inyección en flujo.



- Manejar un analizador automatizado.

VII. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	30,5	59,5	3,64
Seminarios	5,5	9,5	0,6
Tutorías/Trabajos dirigidos	4	6	0,4
Prácticas	9	6	0,56
Preparación de trabajos y exámenes	9	11	0,8
Total	58	92	6

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 fotocopia 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 en donde se apliquen los temas desarrollados en las clases de teoría y se fomentará la participación de los estudiantes, suministrándole previamente una relación de problemas/ejercicios.
- Prácticas**, en los que se realizarán experimentos de laboratorio para desarrollar aspectos relacionados con el diseño experimental, el análisis multicomponente, la automatización y la utilización de biosensores.
- Tutorías** con grupos reducidos, 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.

En **actividades dirigidas**, los alumnos deberán presentar problemas o cuestiones propuestos por el profesor y una serie de controles sobre distintos aspectos tratados en la asignatura.

Se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre profesores y alumnos y como instrumento básico para poner a disposición de los alumnos el material que los profesores consideren necesario.



IX.- BIBLIOGRAFÍA

■ BÁSICA

- Kellner, R.; Mermet, J.M.; Otto, M., Varcárcel, M. y Widmer, H. M. “*Analytical Chemistry: A Modern Approach to Analytical Science*”, 2ª ed., Wiley-VCH, 2004.

■ COMPLEMENTARIA

- D.A. Skoog.; F.J. Holler y S.R. Crouch “*Principios de Análisis Instrumental*”, 6ª ed., Cengage Learning, 2008.
- L.M. Polo Díez “*Fundamentos de Cromatografía*”, Dextra, 2015.
- M. Valcárcel, M.S. Cárdenas “*Automatización y miniaturización en Química Analítica*”, Springer, 2000.
- F. Lottspeich, J. W. Engels (editores) “*Bioanalytics - Analytical Methods and Concepts in Biochemistry and Molecular Biology*” Wiley, 2018.
- S.R. Mikkelsen, E. Cortón “*Bioanalytical Chemistry*”, John Wiley –Interscience, 2016.
- J. Gross “*Mass spectrometry. A textbook*”, Springer, 2017.
- F. Bănică. “*Chemical Sensors and Biosensors: Fundamentals and Applications*”. Ed. John Wiley & Sons, 2012.

X.- EVALUACIÓN

La evaluación del alumno se realizará a través de las actividades presenciales y no presenciales 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, prácticas y tutorías) es obligatoria. Para poder realizar el examen final de la convocatoria de junio será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura (exámenes parciales, laboratorios, tutorías, entrega de problemas,...) se comunicarán a los estudiantes con la antelación suficiente antes de la realización del examen final, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de ésta u otras asignaturas.

En todo caso, se respetará el plazo mínimo de siete días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura.

■ EXÁMENES ESCRITOS DE TEORÍA

65%

Se realizará un examen final en junio.

En el examen se propondrán problemas y cuestiones teóricas relacionadas con el temario de la asignatura. En cada examen figurarán las puntuaciones máximas que se otorgan a cada cuestión y a cada problema.

Para poder acceder a la calificación global de la asignatura será necesario obtener al menos 4,5 puntos en la nota final del examen.

Competencias evaluadas:

CG2, CG3, CG4, CG7, CG13

CE6-MAQA1, CE6-MAQA2, CE6-MAQA3, CE7-MAQA3

CT3, CT7



■ **TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS** **30%**

Se considerarán en este apartado las prácticas (20%) y los problemas y cuestiones propuestos por el profesor (10%).

Competencias evaluadas:

CG2, CG3, CG4, CG7, CG8, CG13

CE6-MAQA1, CE6-MAQA2, CE6-MAQA3, CE7-MAQA

CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT7, CT8, CT11, CT12

■ **PARTICIPACIÓN ACTIVA** **5%**

Se considerará la participación del alumno en las clases presenciales de teoría y de seminarios.

■ **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA DE JULIO**

Como en la convocatoria de junio, 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. Posteriormente, en el examen de julio, el alumno deberá proceder a la resolución de uno o dos ejercicios, elegidos por el profesor, de entre todos los entregados.

Los alumnos que hayan suspendido las prácticas, siempre que hayan realizado la asistencia requerida, así como aquellos que deseen mejorar su calificación en este apartado, tendrán derecho a un examen final teórico y/o práctico.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	INICIO	FIN
1. Métodos multivariantes	Clase de teoría	6	1ª semana	3ª semana
	Clase de seminarios	2	3ª semana	3ª semana
2. Optimización y diseño experimental	Clase de teoría	5	4ª semana	5ª semana
	Seminario	1	5ª semana	6ª semana
Tutoría*				
3. Métodos acoplados	Clase de teoría	4,5	6ª semana	8ª semana
	Seminario	0,5		
Tutoría*				
4. Automatización y miniaturización	Clase de teoría	5	8ª semana	10ª semana
	Seminario	1		
Tutoría*				
5. Química bioanalítica	Clase de teoría	6	10ª semana	13ª semana
6. Sensores y biosensores	Clase de teoría	4	14ª semana	15ª semana
	Seminario	1		
Tutoría*				
7. Prácticas	A realizar en el laboratorio y aula de informática	9	7ª semana	
Examen final				

* Las tutorías programadas están sujetas a posibles modificaciones según la planificación del resto de asignaturas del curso.



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Clases de teoría	CG2, CG3, CG4, CG7, CG13, CE6, CE7, CT3, CT7	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	30,5	59,5	90	5%
Seminarios	CG2, CG3, CG4, CG7, CG13, CE6, CE7, CT3, CT7	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	5,5	7,5	15	
Actividades dirigidas	CG2, CG3, CG4, CG7, CG8, CG13 CE6, CE7 CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT7, CT8, CT11, CT12	Elaboración y propuesta de trabajos. Valoración crítica de los mismos.	Elaboración por escrito del trabajo propuesto y relacionado con las prácticas en forma individual o en grupo.	Calificación del trabajo realizado		11	11	30%
Tutorías	CG2, CG3, CG4, CG7, CG8, CG13 CE6, CE7 CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT7, CT8, CT11, CT12	Planteamiento de cuestiones y problemas.	Resolución de las cuestiones y problemas planteados.	Calificación de los ejercicios propuestos por el profesor.	4	6	10	
Prácticas	CG2, CG4, CG7, CG13 CE6, CE7 CT1, CT2, CT5, CT7, CT12	Aplicación de la teoría a la resolución de problemas de laboratorio	Elaboración de un cuaderno de prácticas, evaluación de resultados experimentales.	Calificación de los seminarios	9	6	15	
Exámenes	CG2, CG3, CG4, CG7, CG13, CE6, CE7, CT3, CT7	Propuesta y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización de los exámenes.	Calificación de los exámenes realizados.	9		9	65%



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 publicitados 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 grabarán las clases con Blackboard Collaborate o con cualquier otra herramienta disponible por el alumnado de forma que pueda seguirse las clases 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: Blackboard 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 de PowerPoint 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 de 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 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 (Blackboard 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 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: Blackboard 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 alternativas posibles: 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. Se registrará la actividad de los alumnos en el Campus Virtual de la asignatura, al que tienen acceso mediante usuario y contraseña. 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. Consistirá en dos pruebas que se irán entregando y resolviendo de forma secuencial con un tiempo de separación entre ellas de cinco minutos.

- **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 Blackboard Collaborate/Google Meet. El estudiante conservará, en su caso, 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.