



Guía Docente: Escenarios 1, 2 y 3

FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2020-21



ESCENARIO 1. PRESENCIAL

I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA:	Fundamentos de Ingeniería Bioquímica
NÚMERO DE CRÉDITOS:	6
CARÁCTER:	Obligatoria
MATERIA:	Bioingeniería
MÓDULO:	Integración
TITULACIÓN:	Grado en Bioquímica
SEMESTRE/CUATRIMESTRE:	Quinto semestre (tercer curso)
DEPARTAMENTO/S:	Ingeniería Química y de Materiales
PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:	

Grupo A	
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: JUAN CARLOS DOMÍNGUEZ TORIBIO Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QB-533 e-mail: jucdomin@ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: RUBÉN MIRANDA CARREÑO Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QB-531B e-mail: rmiranda@ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: ANTONIO TIJERO CRUZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QB-501 e-mail: atijero@quim.ucm.es

II.- OBJETIVOS

■ OBJETIVO GENERAL

- El objetivo general de la asignatura se centra en el aprendizaje de las operaciones básicas más importantes de la Bioingeniería. El contenido de la asignatura se aborda desde una perspectiva ingenieril, pero teniendo en cuenta que está dirigida a alumnos con formación preferentemente en bioquímica.

■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Entender el concepto de operación unitaria, así como conocer las principales operaciones básicas y los equipos en los que se llevan a cabo.



- Aprender los conceptos básicos subyacentes en los balances de materia y energía, así como los aspectos prácticos que permiten la resolución de problemas basados en la ley de conservación de materia y energía.
- Ser capaz de plantear y resolver problemas de balances de materia en estado estacionario, tanto de unidades aisladas como de varias unidades de proceso conectadas entre sí.
- Entender el concepto de fluido y de viscosidad. Conocer los diferentes tipos de fluidos desde un punto de vista reológico. Conocer los aparatos para medir la viscosidad: viscosímetros.
- Conocer el objetivo de la fluidodinámica, el concepto de flujo y sus tipos. Conocer las principales operaciones controladas por el flujo de fluidos: sedimentación, centrifugación, filtración y agitación. Entender el objeto de cada operación y su fundamento, así como conocer los equipos en los que se opera y las diferencias entre ellos.
- Comprender los diversos mecanismos de transmisión de calor y resolver problemas sencillos relacionados con la conducción y la convección.
- Entender la ecuación de diseño de intercambiadores de tubos concéntricos y resolver problemas relacionados con el dimensionado de dichos equipos. Conocer cualitativamente los equipos de intercambio de calor utilizados industrialmente.
- Conocer las principales operaciones básicas controladas por la transmisión de calor, que son de importancia en la industria bioquímica: evaporación y esterilización.
- Comprender los diversos mecanismos de transferencia de materia.
- Conocer las principales operaciones controladas por la transferencia de materia, que son de importancia en las separaciones bioquímicas.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Nomenclatura y formulación química inorgánica y orgánica. Estequiometría. Conversión de unidades. Matemáticas básicas.

■ RECOMENDACIONES:

Haber cursado la asignatura *Estadística y Cálculo Matemático*, perteneciente al primer curso del Grado en Bioquímica.

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Cálculo de balances de materia y energía. Fundamentos del flujo de fluidos. Operaciones básicas controladas por el flujo de fluidos. Transmisión de calor y sus mecanismos. Diseño de cambiadores de calor. Diseño de equipos en los que se realizan operaciones de transmisión de calor. Fundamentos de transferencias de materia. Operaciones realizadas en fermentadores: aireación. Diseño de equipos industriales de separación.



■ PROGRAMA:

BLOQUE 1: GENERALIDADES

1. **Introducción a la Ingeniería Bioquímica.** Definición y objetivo de la Ingeniería Bioquímica. Evolución y partes de la Ingeniería Bioquímica. Concepto de operación básica. Operaciones de pretratamiento y de separación. Formas de operación. Contacto entre fases no miscibles. Concepto de etapa ideal. Variables extensivas e intensivas. Cambio de escala.
2. **Introducción a los Fenómenos de Transporte.** Generalidades. Flujo de propiedad extensiva. Mecanismos de transporte. Régimen laminar y turbulento. Ecuaciones cinéticas del transporte molecular: Leyes de Newton, Fourier y Fick. Ecuaciones cinéticas del transporte molecular: coeficientes de transporte individuales y globales. Capa límite.

BLOQUE 2: BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

3. **Balances de materia.** Ley de conservación de la materia. Procedimiento para resolver balances de materia. Estequiometría del crecimiento celular y formación de producto. Balances elementales y de electrones. Demanda de oxígeno teórica. Rendimiento máximo posible. Resolución de ejemplos de dificultad creciente.
4. **Balances de energía.** Formas de expresión de la energía. Balance de energía general. Balances de entalpía. Cálculos de las entalpías. Vapor de agua como agente de calefacción. Tablas de vapor. Cálculo de entalpía de reacción y de producción de biomasa. Procedimiento para cálculo de balances de energía sin y con reacción. Resolución de ejemplos de dificultad creciente.

BLOQUE 3: FLUJO DE FLUIDOS

5. **Fundamentos de reología.** Definición y clasificación de los fluidos. Fluidos newtonianos y no newtonianos. Clasificación y características reológicas. Factores que afectan a la viscosidad. Medida de parámetros reológicos: Viscosímetros.

BLOQUE 4: TRANSMISIÓN DE CALOR

6. **Transmisión de calor.** Introducción. Mecanismos de transmisión de calor: conducción, convección y radiación. Mecanismos combinados. Conducción en sólidos. Equipos para la transmisión de calor en bioprocesos: camisas, serpentines, cambiadores. Ecuaciones de diseño. Ensuciamiento.
7. **Operaciones básicas controladas por la transmisión de calor. A) Esterilización.** Usos en bioprocesos. Métodos. Esterilización térmica. Cinética de muerte microbiana. Esterilización de medios en discontinuo y en continuo. Esterilización de sólidos y aire. Equipos. **B) Evaporación.** Aplicaciones en bioprocesos. Esquema y operación de un evaporador. Diseño. Parámetros económicos. Evaporadores de múltiple efecto. Equipos industriales.

BLOQUE 5: OPERACIONES BÁSICAS DE RECUPERACIÓN, CONCENTRACIÓN Y PURIFICACIÓN (BIOSEPARACIONES)

8. **Operaciones de separación de sólidos.** Eliminación de restos celulares. Recuperación de productos sólidos. **A) Filtración.** Finalidad. Fundamentos. Teoría de la filtración. Formas de operar. Desarrollo práctico de la filtración. Equipos. **B)**



- Sedimentación.* Fundamentos. Sedimentación libre. Sedimentación impedida. Operación en discontinuo y en continuo. Equipos. **C) Centrifugación.** Fundamentos. Teoría de la centrifugación. Separación de líquidos inmiscibles. Separación de sólidos. Desarrollo práctico de la centrifugación. Cambio de escala. Equipos.
9. **Operaciones de ruptura celular y aislamiento primario: extracción.** Métodos para la ruptura celular: mecánicos, químicos, térmicos. Fundamentos y definición de la extracción líquido-líquido. Operación en múltiples etapas y contracorriente. Criterios de selección del disolvente. Ejemplos en bioprocesos. Extracción con disolventes orgánicos. Extracción con dos fases acuosas. Equipos.
 10. **Operaciones de recuperación y purificación de productos sólidos.** A) *Cristalización.* Objetivos y aplicaciones en el proceso de downstream. Definición y fundamentos. Caracterización de los cristales. Análisis del tamaño y propiedades por tamizado. Mecanismo de formación de los cristales: nucleación y crecimiento. Cristalizador ideal MSMPR. Equipos. B) *Precipitación.* Objetivos y aplicaciones en la recuperación y purificación de proteínas. Química superficial de las proteínas. Métodos de precipitación. Mecanismos y etapas de la formación de precipitados.
 11. **Operaciones de concentración y purificación mediante agentes sólidos.** A) *Adsorción.* B) *Intercambio iónico.* C) *Cromatografía.* D) *Electroforesis.* Definición. Fundamentos. Aplicaciones. Tipos. Propiedades y tipos de agentes sólidos en cada operación. Etapas del proceso. Modo de operación. Equipos.
 12. **Operaciones de recuperación y purificación mediante membranas.** Definición. Fundamentos. Objetivos y aplicaciones en bioprocesos. Oportunidad tecnológica. Teoría de la separación con membranas. Tipos de membranas. Compactación en módulos. Disposición en cascadas. Operaciones más importantes en bioprocesos: A) *Osmosis inversa.* B) *Micro y ultrafiltración.* C) *Electrodiálisis.* Principios de operación. Comparación con filtración. Problemas de operación: polarización de la concentración y ensuciamiento. Aplicaciones.
 13. **Operaciones de acabado.** A) *Secado.* Objetivos y aplicaciones. Fundamentos. Curvas de secado. Mecanismo. Cinética. Modos de secado y secaderos de bioproductos. B) *Liofilización.* Aplicaciones. Ventajas para el secado de bioproductos. Fundamentos. Etapas de la operación. Liofilizadores.

V.- COMPETENCIAS

■ GENERALES:

- **CG9-MI5:** Integrar los fundamentos de las ciencias de la vida y las ciencias de la ingeniería en el desarrollo de productos y aplicaciones.
- **CG9-MI7:** Definir los conceptos básicos de la biotecnología y expresarse correctamente utilizando dichos términos.
- **CG13-MI6:** Explicar las actuaciones básicas para la minimización del impacto ambiental en la producción biotecnológica.

■ ESPECÍFICAS:



- **CE38-BI5:** Analizar los balances de materia y energía en procesos biotecnológicos.
- **CE38-BI6:** Describir los fundamentos del flujo de fluidos.
- **CE38-BI7:** Describir los mecanismos de transmisión de calor y las ecuaciones básicas que los rigen.
- **CE38-BI8:** Describir los fundamentos de la transferencia de materia.
- **CE38-BI9:** Diseñar operaciones controladas por la transferencia de materia.

■ **TRANSVERSALES:**

- **CT2-MI5:** Razonar de modo crítico.
- **CT14-MI6:** Desarrollar una motivación por la calidad.

VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	40,5	57	3,9
Seminarios	12	18	1,2
Tutorías/Trabajos dirigidos	3	4,5	0,3
Preparación de trabajos y exámenes	3	12	0,6
Total	58,5	91,5	6

VII.- METODOLOGÍA

La actividad docente seguirá una metodología híbrida, que hará uso de un aprendizaje colaborativo y un aprendizaje individual. Las actividades presenciales de la asignatura se estructuran en **clases de teoría, seminarios y tutorías**.

En las **clases de teoría** el profesor dará a conocer al alumno el contenido de la asignatura. Se presentarán los conceptos teóricos y algunos procesos que permitan al alumno obtener una visión global y comprensiva de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrán el contenido y objetivos principales de dicho tema. Como apoyo a las explicaciones teóricas, se proporcionará a los alumnos el material docente apropiado, bien en fotocopias bien en el **Campus Virtual**.

Las **clases de seminarios** tendrán como objetivo aplicar los conocimientos adquiridos a un conjunto de cuestiones y/o ejercicios. Con anterioridad se entregará a los estudiantes una relación de problemas para que intenten su resolución previa a dichas clases. Parte de los mismos serán resueltos en clase por el profesor y en otros casos se llevará a cabo la resolución por parte de los alumnos, bien individualmente, bien en grupos de 2 o 3 personas, trabajando interactivamente con el profesor.



Se programarán varias sesiones **presenciales de tutorías** sobre ejercicios relacionados con el temario de la asignatura. En ellas el profesor planteará uno o varios problemas para su resolución, bien individualmente, bien en grupos de 2 o 3 personas.

VIII.- BIBLIOGRAFÍA

■ BÁSICA:

- P. M. Doran: “*Bioprocess engineering principles*”, London, Academic Press, 2013.
- G. Calleja (Ed.): “*Introducción a la Ingeniería Química*”, Síntesis, Madrid, 2008.
- J. Aguado, (Ed.): “*Ingeniería de la Industria Alimentaria, Vol. I. Conceptos Básicos*”, Síntesis, Madrid, 1999.
- E.J. Henley, J.D. Seader, D. K. Roper: “*Separation process principles*”, New York, John Wiley & Sons, 2011.

■ COMPLEMENTARIA:

- D. M. Himmelblau, J. B. Riggs: “*Basic principles and calculations in chemical engineering*”, Upper Saddle River, N.J., Prentice Hall, 2012. [Recurso electrónico].
- D. Forciniti: “*Industrial bioseparations*”, Ames, Iowa, Blackwell Publishing, 2008.
- Wiley-VCH staff (Eds.): “*Ullmann's biotechnology and biochemical engineering*”, Weinheim, Wiley-VCH, 2007.
- F. Gòdia, J. López (Eds.): “*Ingeniería bioquímica*”, Madrid, Síntesis, 2005.
- M. R. Ladisch: “*Bioseparations engineering: principles, practice, and economics*”, New York, John Wiley & Sons, 2001.
- E. Goldberg: “*Handbook of downstream processing*”, London, Blackie Academic & Professional, 1997.
- B. Atkinson, F. Mavituna: “*Biochemical engineering and biotechnology handbook*”, New York, Stockton Press, 1991.
- R. Miranda (Ed.): “*Ingeniería de Procesos*”, Madrid, Dextra, 2020.

IX.- EVALUACIÓN

Para la evaluación final es obligatoria la participación en las diferentes actividades propuestas. Para poder superar la asignatura será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales y asistido al 100 % de los seminarios y tutorías.

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán de forma ponderada atendiendo a los siguientes porcentajes, que se mantendrán en todas las convocatorias:

■ EXÁMENES ESCRITOS:

70%

La evaluación de las competencias adquiridas en la parte teórica de la asignatura se llevará a cabo mediante la realización de un único examen final. El examen constará de preguntas teóricas sobre los conceptos aprendidos durante el curso y cuestiones prácticas relacionadas. Será necesario obtener una nota mínima de 5 en el examen escrito para superar la asignatura. Para aprobar el examen, será necesario que el estudiante obtenga,



al menos, un 3 sobre 10 en cada parte del examen: conceptos teóricos y cuestiones prácticas o problemas relacionados.

■ **SEMINARIOS:** **15%**

La evaluación del trabajo de aprendizaje realizado por el alumno considerará la destreza del alumno en la resolución de los problemas propuestos al inicio del curso. La asistencia a los seminarios es obligatoria.

■ **TUTORÍAS:** **15%**

Los alumnos resolverán cuestiones prácticas propuestas por el profesor durante un tiempo determinado de forma individualizada. La asistencia a las tutorías es obligatoria.

Se exigirá tener una nota mínima de 4 en seminarios y tutorías para poder superar la asignatura.

Siempre se respetará un plazo mínimo de siete días entre la publicación de cualquier calificación, si fuera el caso, y la fecha del examen final de la asignatura.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
1. BLOQUE 1: Generalidades	Clases Teoría	4	1	1ª Semana	2ª Semana
	Seminarios	1	1		
2. BLOQUE 2: Balances de materia y energía	Clases Teoría	12	1	3ª Semana	6ª Semana
	Seminarios	4	1		
3. BLOQUE 3: Flujo de fluidos	Clases Teoría	4	1	7ª Semana	8ª Semana
	Seminarios	1	1		
4. BLOQUE 4: Transmisión de calor y operaciones relacionadas	Clases Teoría	7	1	9ª Semana	11ª Semana
	Seminarios	2	1		
5. BLOQUE 5: Bioseparaciones	Clases Teoría	13,5	1	12ª Semana	15ª Semana
	Seminarios	4	1		
	Tutorías	3	2	Por determinar	



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Clases de teoría	CG9-MI5 CG9-MI7 CG13-MI6 CE38-BI5 CE38-BI6 CE38-BI7 CE38-BI8 CE38-BI9 CT2-MI5 CT14-MI6	Exposición de conceptos teóricos. Planteamiento de cuestiones.	Toma de apuntes, formulación y contestación de cuestiones.	Valoración de las respuestas a preguntas relacionadas con los conceptos teóricos explicados.	40,5	57	3,9	20%
Seminarios		Aplicación de la teoría a la resolución de ejercicios y problemas.	Toma de apuntes. Realización de ejercicios. Formulación y contestación de cuestiones.	Valoración de la resolución de problemas prácticos.	12	18	1,2	
Tutorías		Dirección y supervisión del estudio y actividades del alumno. Planteamiento de cuestiones.	Resolución de las cuestiones planteadas.	Valoración del ejercicio solicitado.	3	4,5	0,3	
Exámenes		Propuesta, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización.		3	12	0,6	

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

Si el desarrollo del curso 2020-21 se viese afectado por medidas conducentes a la no presencialidad, se procederá a la adaptación de la Guía Docente para su tránsito a la docencia y evaluación en línea, adoptando medidas similares a las recogidas en las Adendas de las asignaturas del Título del curso 2019-20.

ESCENARIO 2. SEMIPRESENCIAL**VII.- METODOLOGÍA**

Los cursos primero y segundo del Grado en Bioquímica se prevé que se desarrollen con 100% de presencialidad. No obstante, esta asignatura tiene un número de alumnos que permite el desarrollo presencial manteniendo la distancia social. Ello se debe a que los estudiantes del Doble Grado en Bioquímica y Química (20 estudiantes) la cursan en el cuarto año. Por eso, durante el curso 2020-21 sólo participarán los estudiantes de tercero del Grado en Bioquímica. Es así que este escenario 2 es coincidente con el anterior.

IX.- EVALUACIÓN

La evaluación del trabajo personal y los exámenes se realizarán de la misma manera descrita en el escenario 1.

ESCENARIO 3. TOTALMENTE VIRTUAL

VII.- METODOLOGÍA

- **Clases de teoría, seminarios y tutorías:** serán impartidas de forma combinada en sesiones: (a) síncronas, en el horario oficial establecido y (b), asíncronas.
 - El material docente básico serán las presentaciones de clase habilitadas en el Campus Virtual UCM, empleadas también en los Escenarios 1 y 2, así como presentaciones PowerPoint acompañadas de grabaciones de voz (o vídeos) donde se incluyen las explicaciones necesarias, como si fuera una clase presencial. También se utilizarán 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 y las sesiones síncronas se dejarán grabadas en el CV.
 - Los medios telemáticos utilizados serán las plataformas ya mencionadas en el Escenario 2: Collaborate (disponible en el CV), Google Meet o Microsoft Teams o Zoom.
 - Se utilizará el CV para la entrega de ejercicios evaluables y mediante los medios telemáticos comentados.
- **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

- **Exámenes:** se realizarán dos exámenes finales de manera virtual, uno en la convocatoria ordinaria y otro en la convocatoria extraordinaria. Cada examen constará de dos partes claramente diferenciadas, correspondientes a la teoría impartida (clases teóricas) y a los casos prácticos planteados y resueltos. Los exámenes se llevarán a cabo de acuerdo con las siguientes pautas:

1) ANTES DEL EXAMEN:

Conexión, Identificación y firma comportamiento ético.

La identificación de los alumnos que realicen el examen deberá ser llevada a cabo a través de:

- Su acceso al Campus Virtual (usuario y contraseña UCM), lo cual queda registrado.
- Envío de DNI, pasaporte, o carnet de estudiante UCM (escaneado o foto).

- Imagen de video a través de Google Meet o Collaborate (desde la cámara del ordenador o del móvil).

La identificación debe realizarse antes del inicio del examen. Así, se les debe convocar con suficiente tiempo para que puedan acceder al campus virtual (usuario y contraseña UCM), lo cual queda registrado. También puede programarse una TAREA en el espacio del Campus Virtual de la asignatura para que los estudiantes envíen una imagen escaneada o una foto de su carnet de estudiante UCM, del DNI, NIE o PASAPORTE junto a una declaración manuscrita y firmada indicando que su comportamiento durante el examen va a ser ético aceptando las normas a tener en cuenta respecto a la utilización o cooperación en procedimientos fraudulentos. El profesor incluirá en la tarea el texto del documento que tienen que escribir y firmar. El documento enviado por los estudiantes para la identificación se albergará en el Campus Virtual bajo la protección legal de la UCM y, transcurrido el plazo legalmente establecido, se procederá a su borrado permanente. Adicionalmente pueden realizarse comprobaciones telemáticas a lo largo del examen por parte del profesor mediante la cámara y en cualquier momento el profesor podrá requerir a cualquier estudiante que identifique su presencia mediante voz y vídeo.

En este periodo, antes del examen, el profesor recordará en qué va a consistir el examen y como pueden contactar los estudiantes si hay eventualidades: por correo electrónico o a través del chat de Moodle.

2) TIPO DE EXAMEN:

Los profesores subirán con antelación suficiente al Campus Virtual de su asignatura, las instrucciones detalladas en las que se informe correctamente a los estudiantes del formato de examen a utilizar. Además, se indicarán los recursos y material necesario, así como el tipo de identificación antes y durante el examen, y cómo llevar a cabo el examen.

Previamente al examen, se llevará a cabo un simulacro telemático de examen, utilizando las mismas herramientas que en el examen final, de carácter explicativo, a fin de que se puedan adelantar y solucionar distintos problemas técnicos que los alumnos puedan encontrar durante el desarrollo de la prueba. El propósito del simulacro es que los estudiantes comprendan y se familiaricen con la metodología con la que se realizará el examen y comprueben que todo funciona correctamente.

El examen virtual se diseñará en el Campus Virtual (Moodle) utilizando las herramientas disponibles de la plataforma. Al igual que en el Escenario 1 y 2, el examen constará de dos partes: la de conceptos teóricos y la de cuestiones prácticas o problemas relacionados. Las herramientas que se utilizarán para cada una de estas dos partes son diferentes:

- Conceptos teóricos. Se utilizarán fundamentalmente cuestionarios de preguntas multi-respuesta, de respuesta corta o desarrollo, utilizando las opciones disponibles en Moodle.
- Tareas secuenciales, con un único envío por tarea. Cuando se trate de tareas que requieran de cálculos y planteamientos, el estudiante debe enviar la solución manuscrita con la justificación de todos los cálculos y razonamientos hechos en

formato .pdf o .jpg. Los ficheros han de estar ordenados, han de poder verse de forma clara, las páginas tienen que estar numeradas y con la orientación adecuada, habiendo firmado e incluido el DNI o el documento de identificación utilizado en cada una de las hojas.

En determinadas circunstancias, se podría recurrir a realizar pruebas orales, grabadas en sesiones de Collaborate o Google Meet.

En cualquier caso, el tiempo máximo por examen es de 3 horas.

Al igual que en el Escenario 1 y 2, es necesario obtener una nota mínima de 5 en el examen final para superar la asignatura, teniendo en cuenta que en cada una de las partes es necesario obtener al menos un 3 sobre 10, para que se haga la media entre ambas.

3) DURANTE EL EXAMEN: Seguimiento de la prueba

El seguimiento de estudiantes durante la prueba se podrá efectuar tanto de forma síncrona mediante conexión abierta de Collaborate en Moodle o mediante Google Meet, así como de forma asíncrona, comprobando el correcto desarrollo de la prueba mediante la sección de registros de actividad de la asignatura en el Campus Virtual. Google Meet dispone de dos extensiones que pueden resultar de utilidad y se instalan en el navegador con facilidad: Grid View (para poder ver un mosaico en pantalla con todos los que están conectados) y Meet Attendance (para obtener un Excel con la lista de asistentes). Los alumnos podrán dirigir al profesor sus dudas y preguntas durante la realización del examen por vía telemática utilizando el chat o el correo electrónico del Campus Virtual y/o a través del chat de Collaborate o Meet.

4) REVISIÓN DE EXÁMENES NO PRESENCIAL

Consistirá en revisiones síncronas mediante Collaborate o Google Meet, previa solicitud razonada de los estudiantes y asignando una duración limitada a cada uno de ellos. El estudiante tiene el derecho a revisar todas las evidencias que se hayan usado para decidir su calificación, que se le podrán mostrar tanto mediante Collaborate o Google Meet para su revisión. Si ha sido necesaria la realización de alguna prueba oral a algún estudiante, también se dispondrá de la correspondiente grabación para la revisión del estudiante. Las videoconferencias de las revisiones de exámenes serán grabadas, y así se les advertirá a los estudiantes previamente a la revisión.

5) DOCUMENTACIÓN/GRABACIÓN DE LAS PRUEBAS DE EVALUACIÓN PARA SU POSTERIOR VISUALIZACIÓN Y EVIDENCIA.

Los exámenes y demás evidencias utilizadas para la evaluación se grabarán y almacenarán en el Campus Virtual, de manera que sean accesibles para todos los profesores de la asignatura. Dichas grabaciones no se podrán utilizar para fines distintos que la identificación de los estudiantes o el seguimiento de la realización de los exámenes. Las grabaciones realizadas durante la entrevista para la revisión de

las calificaciones solicitada por un estudiante sólo podrán utilizarse para este fin. Todas las sesiones grabadas se mantendrán únicamente durante el tiempo previsto en la normativa académica para la conservación de las pruebas de evaluación y para futuras auditorías externas y serán almacenadas en los servidores de la UCM con las medidas de seguridad adecuadas, nunca en dispositivos privados.

Con carácter general, la referencia de actuación será la recogida en <https://quimicas.ucm.es/informacion-en-relacion-al-coronavirus>.

Las actividades de evaluación de tutorías y seminarios se llevarán a cabo vía Campus Virtual y/o mediante los medios telemáticos comentados con anterioridad: Collaborate (Campus Virtual), Google Meet o Microsoft Teams. Aunque estas actividades pueden revisarse a lo largo del desarrollo de la asignatura, tras la publicación de la nota final, y como se ha comentado con anterioridad, los estudiantes podrán revisar todas las evidencias correspondientes a su calificación.