

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
BIOLOGIA	BIOQUIMICA	2º	1º	6	Obligatoria
<b>PROFESORES<sup>(1)</sup></b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS</b> (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<p><b>Profesores de Teoría:</b>                      Salto González, Rafael (Grupo A).                      Girón González, María Dolores (Grupo A).                      Vargas Morales, Alberto Manuel (Grupo B).                      Ramírez Tortosa, María del Carmen (Grupo C).                      Fontana Gallego, Luis (Grupo D).                      Periago Mínguez, José Luis (Grupos E y F).                      Sola Zapata, María del Mar (Grupos E y F).</p> <p><b>Coordinadora de Prácticas:</b>                      Castillo Tello, Mercedes.</p>			<p>Depto. Bioquímica y Biología Molecular 2, 4ª planta, Facultad de Farmacia, Campus de Cartuja s/n, 18071 Granada. +34958243838.</p> <p>958246363 <a href="mailto:rsalto@ugr.es">rsalto@ugr.es</a>                      958249475 <a href="mailto:mgiron@ugr.es">mgiron@ugr.es</a>                      958242844 <a href="mailto:avargas@ugr.es">avargas@ugr.es</a>                      958243885 <a href="mailto:ramirez@ugr.es">ramirez@ugr.es</a>                      958242318 <a href="mailto:fontana@ugr.es">fontana@ugr.es</a>                      958243839 <a href="mailto:periago@ugr.es">periago@ugr.es</a>                      958249478 <a href="mailto:mmsola@ugr.es">mmsola@ugr.es</a>                      958249477 <a href="mailto:mctello@ugr.es">mctello@ugr.es</a></p>		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS<sup>(1)</sup></b>		
			Publicado en la página web del Departamento <a href="http://farmacia.ugr.es/BBM2/index.html">http://farmacia.ugr.es/BBM2/index.html</a>		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en FARMACIA			Se trata de una asignatura básica en todos los grados relacionados con Ciencias Biológicas y Biomédicas, por lo que asignaturas similares con sus peculiaridades para cada Grado se ofertan en Nutrición humana y dietética, Ciencia y tecnología de los alimentos, Bioquímica, Biología, Biotecnología, Medicina, Odontología, Ciencias de		

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (<http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/>!)

la actividad física y del deporte, etc.

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES** (si procede)

Tener conocimientos adecuados sobre:

Biología

Química

Se recomienda tener aprobada la asignatura: Bioquímica Estructural

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)**

Estudio del metabolismo

**COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS**

**COMPETENCIAS GENERALES**

CG3. Saber aplicar el método científico y adquirir habilidades en el manejo de la legislación, fuentes de información, bibliografía, elaboración de protocolos y demás aspectos que se consideran necesarios para el diseño y evaluación crítica de ensayos preclínicos y clínicos.

CG9. Intervenir en las actividades de promoción de la salud, prevención de enfermedad, en el ámbito individual, familiar y comunitario; con una visión integral y multiprofesional del proceso salud-enfermedad.

CG13. Desarrollar habilidades de comunicación e información, tanto orales como escritas, para tratar con pacientes y usuarios del centro donde desempeñe su actividad profesional. Promover las capacidades de trabajo y colaboración en equipos multidisciplinares y las relacionadas con otros profesionales sanitarios.

CB1. Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS**

CE17. Conocer las estructuras de las biomoléculas y sus transformaciones en las células

CE23 - Conocer las propiedades de las membranas celulares y la distribución de fármacos

CE25. Conocer las principales rutas metabólicas que intervienen en la degradación de fármacos

**OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)**

Entender el concepto de metabolismo y las principales rutas metabólicas que se producen en el ser humano. Demostrar la comprensión detallada del Metabolismo oxidativo, glucídico, lipídico y de compuestos nitrogenados.



Entender la integración metabólica y a las adaptaciones más importantes de tejidos y órganos a situaciones fisiopatológicas como ayuno y diabetes.  
Entender cómo las vías metabólicas son utilizadas en los procesos para la degradación de fármacos.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO DE TEORÍA

(El orden de los temas y la estimación de horas por tema son orientativos.)

#### Capítulo I. INTRODUCCIÓN

**1.- Introducción al metabolismo. Conceptos generales. Rutas y fases del metabolismo. Catabolismo y anabolismo. Principios generales de regulación: control de la actividad y de la cantidad de enzima. Compartimentación. DOS HORAS.**

Objetivos:

- Comprender la organización metabólica de los seres vivos, diferenciando los distintos tipos de vías y enzimas.
- Entender la importancia de la cuantificación de los flujos a través de una ruta metabólica, así como que todas las enzimas de dicha ruta se encuentran implicadas en los procesos de regulación y control.
- Establecer la necesidad de disponer de un sistema de regulación metabólica.
- Diferenciar los distintos niveles de regulación que posee un organismo, estableciendo sus principales características y el orden de prelación entre ellos. Destacar la importancia de la regulación hormonal.
- Describir los principales mecanismos de regulación de la actividad enzimática.
- Entender la importancia de la compartimentación subcelular en la regulación de los procesos biológicos en células eucarióticas.

#### Capítulo II. BIOENERGÉTICA Y METABOLISMO OXIDATIVO

**2.- Metabolismo energético. Fuentes de energía biológica. Compuestos "ricos en energía". Acoplamiento energético. UNA HORA.**

Objetivos:

- Enunciar las leyes de la termodinámica y establecer las relaciones entre las diferentes funciones de estado.
- Aplicar los conceptos termodinámicos en el análisis de los sistemas biológicos.
- Conocer el papel que desempeña el ATP en el metabolismo energético.
- Distinguir entre compuestos ricos en energía de acuerdo con su potencial de transferencia de fosforilo.
- Conocer otros compuestos ricos en energía de acuerdo con sus potenciales de transferencia de grupos acilo o metilo.
- Entender que las reacciones de óxido-reducción biológicas constituyen una forma de energía aprovechable por las células.
- Entender el acoplamiento energético como mecanismo para eludir barreras termodinámicas en determinadas reacciones endergónicas.

**3.- Cadena de transporte electrónico mitocondrial. Fosforilación oxidativa. Desacoplantes. Lanzaderas. Especies reactivas de oxígeno. Catalasa y superóxido dismutasa. Transporte electrónico microsomal. TRES HORAS.**

Objetivos:

- Definir qué son el transporte electrónico mitocondrial y la fosforilación oxidativa.
- Describir las características principales de la mitocondria como orgánulo celular productor de energía.
- Enumerar las características y funciones más significativas de los componentes que participan en la cadena de transporte electrónico mitocondrial.
- Representar esquemáticamente el diagrama de la CTEM, indicando la ruta de transferencia electrónica y de bombeo de protones en los distintos complejos.
- Señalar los lugares de acción de los distintos inhibidores respiratorios y entender el control de la CTEM.
- Entender el concepto de fuerza protón-motriz y describir el papel y el modo de acción de la enzima ATP sintasa



translocadora de protones y el acoplamiento entre la CTEM y la fosforilación oxidativa. Definir el modo de acción de los inhibidores de la fosforilación oxidativa.

- Explicar el efecto de los agentes desacopladores de la fosforilación oxidativa y su relación con la termogénesis y obesidad.
- Formular el balance energético global del transporte electrónico y de la fosforilación oxidativa.
- Entender los mecanismos moleculares que permiten la importación de poder reductor desde el citosol a la matriz mitocondrial.
- Entender los efectos nocivos de los radicales libres y los mecanismos de eliminación de especies reactivas de oxígeno.
- Describir la cadena de transporte de electrones microsomal y su relación con los procesos metabólicos de hidroxilación y de eliminación de xenobióticos.

#### **4.- Ciclo del ácido cítrico. Reacciones. Estequiometría. Relación con otros procesos metabólicos. Rutas anapleróticas y catapleróticas. Regulación. DOS HORAS.**

Objetivos:

- Conocer las funciones, las características generales y la estequiometría global del ciclo de los ácidos tricarbóxicos.
- Establecer el origen metabólico del acetilCoA producido en las diferentes rutas catabólicas.
- Analizar las reacciones enzimáticas del ciclo.
- Determinar el destino de los átomos de carbono del acetil-CoA por cada vuelta del ciclo
- Calcular el balance energético del ciclo.
- Conocer los mecanismos de regulación del ciclo.
- Establecer la naturaleza anfóbica del ciclo.
- Entender las principales reacciones anapleróticas y su necesidad para mantener el flujo metabólico del ciclo.
- Conocer las rutas catapleróticas que permiten la oxidación de aminoácidos como el aspartato y el glutamato.

### **Capítulo III. METABOLISMO GLUCÍDICO**

#### **5.- Transporte celular de glucosa. Vías generales del metabolismo de los hidratos de carbono. UNA HORA.**

Objetivos:

- Comprender la necesidad de que existan diferentes transportadores de glucosa en la membrana plasmática de distintos tejidos.
- Comprender la regulación hormonal del transporte de glucosa en músculo esquelético y tejido adiposo en contraposición al hígado.
- Conocer el papel de la glucosa en el metabolismo celular.
- Entender la estrategia general del metabolismo de los hidratos de carbono.

#### **6.- Glucólisis: etapas enzimáticas y regulación. TRES HORAS.**

Objetivos:

- Explicar qué es la glucólisis, comentar sus características más importantes e indicar las fases en que se desarrolla.
- Analizar cada una de las reacciones enzimáticas de la glucólisis, el destino de los átomos de carbono y el rendimiento energético.
- Identificar las reacciones de fosforilación a nivel de sustrato.
- Identificar las etapas irreversibles de la glucólisis como principales puntos de control de la ruta.
- Entender los mecanismos implicados en la regulación de la glucólisis.

#### **7.- Vías metabólicas del piruvato. Formación del acetil CoA: Piruvato deshidrogenasa y su regulación. Vía de las pentosas fosfato. Vía del ácido glucurónico. Oxidación y excreción de fármacos. TRES HORAS.**

Objetivos:

- Establecer los destinos del piruvato en los metabolismos aeróbico (respiración) y anaeróbico (fermentación).
- Distinguir las reacciones en las que participa el piruvato en relación con su compartimentación subcelular: reacciones



citosólicas y mitocondriales.

- Entender las diferencias en la obtención de energía por la célula en función del destino metabólico del piruvato.
- Describir el mecanismo de la reacción catalizada por el complejo de la piruvato deshidrogenasa y su regulación.
- Explicar la degradación de azúcares por la vía de las pentosas fosfato, su finalidad metabólica y su regulación.
- Explicar las características más importantes de la biosíntesis de glucuronato y su relación con la vitamina C.
- Entender los mecanismos de conjugación con glucurónico u otros compuestos hidrosolubles para la eliminación de productos metabólicos de desecho y de fármacos.

#### **8.- Gluconeogénesis: precursores, etapas enzimáticas y regulación. Biosíntesis y degradación del glucógeno. Regulación del metabolismo del glucógeno. Metabolismo de galactosa, fructosa y derivados de azúcares. Biosíntesis de lactosa. TRES HORAS.**

Objetivos:

- Explicar qué es la gluconeogénesis y las enzimas que catalizan las reacciones específicas.
- Indicar las características más importantes de la ruta y la localización subcelular de las diferentes etapas.
- Entender las diferencias en la ruta en función de la compartimentación subcelular de la fosfoenolpiruvato carboxikinasa y de los diferentes sustratos gluconeogénicos.
- Describir la regulación de la gluconeogénesis coordinada con la glucólisis.
- Establecer el ciclo de Cori de utilización de lactato para mantener los niveles de glucosa en células animales.
- Exponer el metabolismo del glucógeno y su regulación alostérica y hormonal en hígado y músculo esquelético.
- Destacar el catabolismo del glucógeno como ejemplo de cascada de amplificación de señales metabólicas.
- Describir las vías de incorporación de los disacáridos a la glucólisis.
- Entender las vías de utilización de fructosa y galactosa y su relación con la nutrición y con diversas enfermedades.
- Entender la biosíntesis de lactosa en la glándula mamaria.

### **Capítulo IV. METABOLISMO LIPÍDICO**

#### **9.- Visión general. Transporte de lípidos: lipoproteínas plasmáticas. Metabolismo de triacilgliceroles y su regulación. DOS HORAS.**

Objetivos:

Conocer los principales tejidos implicados en el metabolismo lipídico.

- Conocer la composición y funciones de las diferentes lipoproteínas presentes en el plasma.
- Describir las principales transformaciones intravasculares en el metabolismo lipoproteico.
- Conocer los mecanismos moleculares de captación tisular de las lipoproteínas, subrayando los mecanismos de regulación ejercidos por los niveles de colesterol intracelulares.
- Conocer el ciclo exógeno y endógeno del metabolismo de lipoproteínas.
- Describir la síntesis y degradación de triacilgliceroles así como su regulación.
- Discutir las funciones endocrinas del tejido adiposo.

#### **10.- Oxidación de ácidos grasos: activación, transporte, $\beta$ -oxidación, oxidación de ácidos grasos insaturados, oxidación de ácidos grasos de cadena impar. Regulación. Otras rutas de oxidación de ácidos grasos. Metabolismo de los cuerpos cetónicos. TRES HORAS.**

Objetivos:

- Describir las rutas de activación y transporte de ácidos grasos a la mitocondria para su catabolismo.
- Señalar las reacciones implicadas en la  $\beta$ -oxidación.
- Conocer las características generales y reacciones específicas para la oxidación de ácidos grasos insaturados, ácidos grasos de cadena impar y de cadena ramificada.
- Conocer el papel regulador de la CAT-I sobre la  $\beta$ -oxidación.
- Describir otras rutas de oxidación:  $\alpha$  y  $\omega$ - oxidación y  $\beta$ -oxidación peroxisomal.



- Explicar la formación y utilización de compuestos cetónicos.
- Conocer las situaciones metabólicas en las que la cetogénesis es muy activa y los problemas clínicos relacionados.

**11.- Biosíntesis de ácidos grasos: transporte de acetyl-CoA, reacciones de biosíntesis, elongación e insaturación. Regulación. Ácidos grasos esenciales. Metabolismo de eicosanoides. TRES HORAS.**

Objetivos:

- Describir la ruta de síntesis de ácidos grasos y su contraposición a la degradación en cuanto a la compartimentación y coenzimas redox.
- Conocer los mecanismos operativos de la acetyl CoA carboxilasa y del complejo de la ácido graso sintasa.
- Conocer qué mecanismos intervienen en la regulación a corto y largo plazo sobre la lipogénesis.
- Conocer cómo a partir del palmitato por reacciones de elongación e insaturación se sintetizan otros ácidos grasos. Conocer la esencialidad de linoleico y linolénico para el ser humano.
- Conocer los principales ácidos grasos poliinsaturados de las series n-9,n-6,n-3 y su importancia biológica.
- Conocer las principales enzimas implicadas en la biosíntesis de eicosanoides.
- Conocer la implicación de los eicosanoides en diversos procesos fisiopatológicos y la modulación de éstos a través de la dieta o intervenciones farmacológicas.

**12.- Metabolismo de otros lípidos. Biosíntesis del ácido fosfatídico. Metabolismo de glicerofosfolípidos. Metabolismo de esfingolípidos. UNA HORA.**

Objetivos:

- Conocer la ruta de biosíntesis de los glicerofosfolípidos y las reacciones de interconversión.
- Describir el papel que ejercen los nucleótidos de citosina en la activación de los intermediarios biosintéticos.
- Conocer la ruta biosintética de la esfingosina.
- Reconocer las esfingoliposis como enfermedades hereditarias graves.

**13.- Compuestos isoprenoides. Esteroles. Biosíntesis de esteroides: biosíntesis del colesterol y su regulación. Formación de ácidos biliares y hormonas esteroideas. DOS HORAS.**

Objetivos:

- Conocer las principales etapas en la ruta biosintética del colesterol.
- Reconocer el papel regulador de la HMG-CoA reductasa y los mecanismos por los que se lleva a cabo.
- Conocer la ruta biosintética de la formación de ácidos biliares.
- Conocer las principales etapas en la síntesis de las hormonas esteroideas.

Capítulo V. METABOLISMO DE LOS COMPUESTOS NITROGENADOS

**14.- Visión general del metabolismo nitrogenado. Reacciones generales del metabolismo de los aminoácidos. Estudio especial de las reacciones de transaminación y de desaminación oxidativa. DOS HORAS.**

Objetivos:

- Sumarizar las vías generales de incorporación del nitrógeno en los seres vivos.
- Enfatizar la importancia de la ausencia de almacenamiento de compuestos nitrogenados en animales y por ello la importancia de un balance nitrogenado adecuado.
- Conocer la importancia del recambio proteico.
- Conocer las reacciones generales implicadas en la retirada del nitrógeno de los aminoácidos, previas al metabolismo de su esqueleto carbonado.
- Describir el papel que la vitamina B6, precursora del Piridoxal fosfato, tiene en el metabolismo de los aminoácidos.

**15.- Papel de la glutamina y la alanina como transportadores de nitrógeno entre tejidos. Ciclo de la urea. Catabolismo del esqueleto carbonado de los aminoácidos. DOS HORAS.**

Objetivos:

- Definir el papel central de glutamina y alanina en el transporte de nitrógeno y carbono entre distintos tejidos.



- Conocer la importancia del ciclo de la urea como vía de excreción del nitrógeno de los aminoácidos.
- Conocer la secuencia de reacciones por las que transcurre el ciclo de la urea haciendo especial énfasis en su regulación en distintas situaciones fisiológicas.
- Conocer la interrelación entre el ciclo de la urea y el ciclo de los ácidos tricarboxílicos.
- Describir los puntos principales de ingreso del esqueleto carbonado de los distintos aminoácidos en las rutas centrales del metabolismo.
- Definir los términos de aminoácidos gluconeogénicos y cetogénicos.
- Explicar la base bioquímica y el tratamiento de algunas enfermedades del metabolismo de aminoácidos.

**16.- Vías de formación de aminoácidos. Aminoácidos esenciales y no esenciales. Funciones precursoras de los aminoácidos. Metabolismo de fragmentos monocarbonados: ácido fólico, coenzima B12 y S-Adenosilmetionina. DOS HORAS.**

**Objetivos:**

- Identificar los aminoácidos nutricionalmente esenciales, semiesenciales y no esenciales.
- Conocer las rutas generales para la biosíntesis de aminoácidos no esenciales a partir de intermediarios metabólicos.
- Conocer la utilización de aminoácidos para la biosíntesis de otros compuestos nitrogenados de interés biológico.
- Conocer las funciones del ácido fólico, de la vitamina B12 y de la S-Adenosilmetionina en el metabolismo de fragmentos monocarbonados. Relacionarlas con la anemiamegaloblástica y otras situaciones patológicas tales como la aterosclerosis.

**17.- Biosíntesis y degradación del anillo porfirínico. Regulación. Formación de pigmentos biliares. UNA HORA.**

**Objetivos:**

- Conocer la ruta de formación del anillo porfirínico a partir de aminoácidos y su regulación.
- Describir las porfirias como enfermedades ocasionadas por alteraciones de la ruta biosintética.
- Analizar la ruta de formación de los pigmentos biliares y la conjugación de bilirrubina en hígado para su eliminación a través de la bilis, así como su relación con las ictericias.

**18.- Biosíntesis de novo de nucleótidos de purina y de pirimidina y su regulación. Vías de recuperación de bases nitrogenadas. Biosíntesis de desoxirribonucleótidos. Catabolismo de los nucleótidos. Formación de ácido úrico. DOS HORAS.**

**Objetivos:**

- Comprender la necesidad que tienen las células de sintetizar los nucleótidos de purina y pirimidina.
- Entender que los nucleótidos no constituyen una reserva alimenticia ni de obtención de energía.
- Comparar y contrastar las rutas de biosíntesis de novo de nucleótidos púricos y pirimidínicos y establecer las diferencias con la vía de recuperación.
- Conocer la vía de formación de desoxirribonucleótidos y la regulación de la enzima responsable.
- Conocer las vías de la degradación de ácidos nucleicos hasta nucleótidos, nucleósidos y bases nitrogenadas, así como su utilización en distintos tejidos por la vía de recuperación.
- Conocer las rutas de formación de los productos nitrogenados finales de la degradación de los nucleótidos, en especial la del ácido úrico cuyo acúmulo origina gota.

**Capítulo VI. INTEGRACIÓN METABÓLICA**

**19.- Características bioquímicas y especialización metabólica de tejidos y órganos. Interrelaciones tisulares. Adaptación metabólica al ayuno. Alteraciones metabólicas en la diabetes. Regulación del metabolismo por nutrientes. CUATRO HORAS.**

**Objetivos:**

- Conocer las diferencias metabólicas entre los distintos tejidos y analizar el papel central del hígado.
- Comprender la importancia del control hormonal en el mantenimiento de la homeostasis en el organismo y en la



interrelación tisular y en especial en el control de la glucemia

- Conocer las adaptaciones metabólicas que se producen en el organismo humano en el estado postabsortivo, en los diferentes periodos del ayuno y en la realimentación.
- Analizar los cambios metabólicos que se originan en las Diabetes mellitus tipo 1 y tipo 2.
- Comprender los principios de regulación del metabolismo por nutrientes.

#### TEMARIO DE PRÁCTICAS

Determinaciones de metabolitos y enzimas en muestras de suero y tejidos de animales de experimentación con el objeto de valorar diferentes situaciones metabólicas como ayuno y alimentación. Las determinaciones incluirán metabolitos y/o enzimas del metabolismo glucídico, lipídico y nitrogenado. QUINCE HORAS incluyendo el tiempo del examen.

- Determinación de la concentración de Glucosa en plasma. Método GOD-POD.
- Extracción de lípidos y separación por cromatografía en capa fina.
- Determinación de la concentración de Glicerol en plasma.
- Determinación de la concentración de  $\beta$ -Hidroxibutirato en plasma.
- Determinación de la actividad enzimática de la Glucosa-6-fosfatasa de hígado.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Devlin TM. "Bioquímica". 4ª Edición. Reverté, Barcelona, 2015.
- Elliott WH, Elliott DC. "Bioquímica y Biología Molecular". Ariel, Barcelona, 2002.
- Feduchi E, Romero CS, Yáñez E, Blasco I, García-Hoz C. "Bioquímica. Conceptos esenciales". 2ª edición. Panamericana. Madrid, 2015.
- Gil A. "Tratado de Nutrición" tomo I. 3ª Edición. Panamericana, Madrid, 2017.
- Mathews CK, Van Holde KE. "Bioquímica". Pearson, Madrid, 2013.
- Nelson DL, Cox MM. "Lehninger. Principios de Bioquímica". 6ª Edición. Ediciones Omega, Barcelona, 2014.
- Sánchez-Medina F y Vargas AM. "Bioquímica Estructural y Metabólica". 2ª Edición. Editorial Técnica AVICAM, Granada, 2015.
- Stryer L, Berg JM, Tymoczko JL. "Bioquímica". 7ª Edición. Reverté, Barcelona, 2013.
- Tymoczko JL, Berg JM, Stryer L. "Bioquímica. Curso básico". Reverté, Barcelona, 2014.
- Voet D y Voet J. "Bioquímica". 3ª edición. Panamericana, Madrid, 2006.
- Voet D, Voet J y Pratt CW. "Fundamentos de Bioquímica". 4ª edición. Panamericana, Madrid, 2016.
- Teijón Rivera JM, Blanco Gaitán MD. "Fundamentos de Bioquímica Metabólica". 4ª edición. Editorial Tébar Flores, Madrid, 2017.

#### ENLACES RECOMENDADOS

- <http://www.biorom.uma.es/indices/index.html> (Página con contenidos relacionados con Bioquímica y especialmente metabolismo. Incluye presentaciones de clase, problemas y preguntas tipo test)
- [http://expasy.org/cgi-bin/show\\_thumbnails.pl](http://expasy.org/cgi-bin/show_thumbnails.pl) ; <http://www.genome.jp/kegg/pathway.html>
- <http://www.sigmaaldrich.com/life-science/metabolomics/learning-center/metabolic-pathways.html>
- (Páginas que contienen información de rutas y mapas metabólicos, clasificados por diferentes tipos de metabolismo.)

#### METODOLOGÍA DOCENTE

**Clases teóricas:** Se impartirán clases teóricas presenciales en las que se empleará la pizarra y como material de apoyo transparencias, diapositivas, esquemas animados y vídeos. Este material será asequible al alumno a través de la página web de la asignatura, que utilizará el programa PRADO2 de la Universidad de Granada, aunque además se podrá utilizar la



plataforma SWAD. Cuando sea necesario se suministrarán en clase fotocopias con los esquemas pertinentes. Los estudiantes podrán preguntar aclaraciones o solventar dudas y/o reclamar información adicional. De igual modo, el profesor podrá requerir la participación de los estudiantes en la discusión. A lo largo del curso se podrán realizar seminarios de refuerzo a criterio del profesor y de acuerdo con el alumnado.

**Clases prácticas de laboratorio:** Clases sobre fundamentos de prácticas en un laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular. De asistencia obligatoria, se realizarán en 5 sesiones de 3 horas de duración, bajo la supervisión de un profesor. Para la evaluación del alumnado se atenderá a la calidad de los resultados prácticos obtenidos diariamente, al interés en la ejecución de la práctica correspondiente y a la calificación obtenida en una prueba escrita que versará sobre los contenidos de las prácticas y se realizará normalmente el último día.

**Tutorías colectivas:** Donde se revisará la labor global de los alumnos y se resolverán problemas generales de la asignatura.

**Tutorías personalizadas:** Donde se resolverán de manera individual las dudas de los alumnos y se les ayudará a elegir el modo de trabajo más adecuado para un óptimo rendimiento.

**Trabajo personal autónomo:** Los alumnos tendrán que estudiar de forma autónoma los contenidos del programa.

## **EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

De acuerdo con la normativa de evaluación y calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada, aprobada el 20 de mayo de 2013 y sus modificaciones posteriores, la evaluación será continua con la excepción prevista en dicha normativa, en la que se realizará un único examen final.

### **EVALUACIÓN CONTINUA**

Se basará en la evaluación del trabajo de los estudiantes a lo largo del curso y se valorará la participación activa en clases teóricas y prácticas, realización de actividades propuestas, seminarios, tutorías, etc. Será absolutamente obligatoria la realización de las prácticas de laboratorio.

### **TEORÍA**

Es fundamental haber alcanzado un conocimiento adecuado de los aspectos teóricos de la asignatura. Para su evaluación se realizarán cuatro exámenes:

1. Prueba de nivel, sobre los temas 1-4.
2. Cuestionario, sobre los temas 5-8.
3. Prueba de nivel, sobre los temas 9-13.
4. Cuestionario, sobre los temas 14-19.

Cada uno de los exámenes constará de treinta preguntas tipo test, en las que se plantearán cinco respuestas posibles con una sola respuesta correcta. Para la calificación del test se tendrán en cuenta las respuestas correctas y las incorrectas, proporcionalmente cada 4 respuestas incorrectas restarán una correcta. Los grupos A, B, D, E y F tendrán exámenes comunes.

Para aprobar la teoría será necesario que, en su conjunto, la media aritmética de las calificaciones obtenidas en los cuatro exámenes sea igual o superior a cinco sobre diez. Para hacer dicha media será imprescindible haber obtenido una



calificación superior a cuatro en cada examen. Los alumnos que hayan obtenido una calificación inferior a cuatro en algún examen podrán hacer su recuperación el día de la convocatoria ordinaria oficial. Asimismo, todos los alumnos que quieran mejorar su calificación podrán hacerlo presentándose a los exámenes que deseen el día de la convocatoria ordinaria oficial. Los exámenes aprobados se guardarán para la convocatoria extraordinaria.

### PRÁCTICAS

Inmediatamente tras la realización de las prácticas los alumnos tendrán que realizar un examen escrito para demostrar la consecución de los objetivos. En caso de que no superaran este examen, serán convocados a un examen de recuperación.

PARA APROBAR LA ASIGNATURA SERÁ IMPRESCINDIBLE:

- Haber realizado las prácticas y haber superado el examen correspondiente. En caso de que algún alumno no realice las prácticas podrá pasar un examen teórico-práctico en el laboratorio.
- Haber superado las pruebas descritas en el apartado TEORÍA.
- La calificación final de la asignatura, una vez superadas las limitaciones arriba indicadas, se calculará teniendo en cuenta el peso relativo de teoría, prácticas y otras actividades que será:

	Peso
Prácticas	10 %
Diversas actividades, Nivel de asistencia y participación en clases teóricas, trabajos, seminarios, etc.	10 %
Pruebas de nivel	40 %
Cuestionarios	40 %

La fórmula a aplicar será, por tanto:

$$\text{Calificación final} = \text{CP} \times 0,10 + \text{CA} \times 0,10 + \text{CPN} \times 0,40 + \text{CC} \times 0,40$$

Siendo CP la calificación de prácticas, CA la calificación por diversas actividades, CPN las calificaciones de las pruebas de nivel y CC las calificaciones de los cuestionarios.

### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

Los alumnos que no hayan superado la asignatura podrán presentarse a un examen, correspondiente a la convocatoria extraordinaria. El examen constará de ciento veinte preguntas tipo test, distribuidas en cuatro partes, correspondientes a los bloques presentados en la convocatoria ordinaria. Las preguntas test tendrán similares características a las descritas para los exámenes de la evaluación continua.

También en este examen se propondrá una prueba de prácticas para los alumnos que no las hubieran superado.

La teoría representará el 90% de la calificación final de la asignatura y las prácticas el 10%.

### EXÁMENES CON TRIBUNAL



Los alumnos que hubieran solicitado examinarse con un tribunal deberán realizar un examen escrito equivalente al descrito para la evaluación única final. El examen será evaluado por un tribunal formado por tres profesores del Departamento, entre los que no figurará ninguno de los profesores de teoría asignados en su docencia.

#### **ALUMNOS CON NECESIDADES ESPECÍFICAS DE APOYO EDUCATIVO (NEAE)**

La metodología docente y la evaluación serán adaptadas a los estudiantes con necesidades específicas de apoyo educativo (NEAE), conforme al Artículo 11 de la Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada, publicada en el Boletín Oficial de la Universidad de Granada nº 112, de 9 de noviembre de 2016.

#### **IMPORTANTE**

- Los profesores podrán realizar exámenes orales complementarios siempre que sea necesario para ponderar mejor la calificación o ante cualquier duda sobre la autenticidad de los ejercicios escritos. Cuando sea pertinente, se realizará una evaluación final mediante una entrevista individual del alumno con el profesor de la asignatura o bien con un tribunal formado por 3 profesores del Departamento.
- En caso de haber superado los exámenes de teoría en la convocatoria ordinaria y haber suspendido las prácticas, se guardará la calificación de teoría para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico.

Una vez superadas las prácticas se mantiene la calificación en prácticas de forma indefinida, no obstante, los alumnos con las prácticas aprobadas podrán repetirlas de forma voluntaria y recibir la calificación pertinente.

#### **DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"**

Los alumnos que hubieran optado por este sistema y hubieran sido admitidos al mismo durante las dos primeras semanas de docencia, tendrán que realizar dos exámenes:

- Examen teórico de toda la materia constará de cien preguntas tipo test de similares características a las descritas en la evaluación continua.
- Examen práctico en el laboratorio. Este examen podrá dispensarse si el alumno hubiera realizado las prácticas y las hubiera superado.

El peso de estos exámenes en la calificación de la asignatura será del 90% para la teoría y 10% para las prácticas.

#### **ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)**

#### **ATENCIÓN TUTORIAL**

##### **HORARIO**

(Según lo establecido en el POD)

##### **HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL**

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

No se modifica el horario.

Correo electrónico de los profesores  
SWAD  
PRADO 2



## MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

### Programa de teoría:

- Grabaciones de audio con explicación detallada de presentaciones de Powerpoint u otros programas, accesibles a los alumnos en sus grupos de SWAD o de PRADO.
- Grabaciones de PowerPoint con voz e imagen de diversas presentaciones.
- Elaboración de vídeos colocados en YouTube con acceso mediante clave distribuida a todos los alumnos.
- Propuesta de actividades diversas, entre las que se incluyen resolución de problemas, preparación y resolución de cuestionarios, etc.
- Clases magistrales mediante GoogleMeet en el horario establecido cuando no sea posible dar clases presenciales.
- Tutorías colectivas, presenciales o no presenciales, dependiendo de la situación, en horarios pactados con los alumnos, o mediante petición expresa del alumnado, sobre temas generales o específicos del programa.
- Tutorías individuales, presenciales o no presenciales, dependiendo de la situación.
- Respuesta individual por correo electrónico a preguntas y dudas individuales planteadas por este medio.

### Programa de prácticas:

- Las clases prácticas se realizarán en grupos pequeños, atendiendo a la normativa de distanciamiento actual por la COVID 19.

## MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

### Convocatoria Ordinaria

La evaluación en la convocatoria ordinaria se realizará siguiendo el mismo sistema que en la enseñanza exclusivamente presencial.

### Convocatoria Extraordinaria

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará siguiendo el mismo sistema que en la enseñanza exclusivamente presencial.

### Evaluación Única Final

La evaluación en la convocatoria única final se realizará siguiendo el mismo sistema que en la enseñanza exclusivamente presencial.

## ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

### ATENCIÓN TUTORIAL

#### HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

#### HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

No se modifica el horario.

Correo electrónico de los profesores  
SWAD  
PRADO 2



## MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

### Programa de teoría:

- Grabaciones de audio con explicación detallada de presentaciones de Powerpoint u otros programas, accesibles a los alumnos en sus grupos de SWAD o de PRADO
- Grabaciones de PowerPoint con voz e imagen de diversas presentaciones
- Elaboración de vídeos colocados en YouTube con acceso mediante clave distribuida a todos los alumnos
- Propuesta de actividades diversas, entre las que se incluyen resolución de problemas, preparación y resolución de cuestionarios, etc.
- Clases magistrales mediante GoogleMeet en el horario establecido
- Tutorías colectivas en horarios pactados con los alumnos, o mediante petición expresa del alumnado, sobre temas generales o específicos del programa
- Tutorías individuales
- Respuesta individual por correo electrónico a preguntas y dudas individuales planteadas por este medio

### Programa de prácticas:

- Elaboración de vídeos con explicación de todas las prácticas, con imágenes y diagramas del material necesario, colocados en YouTube con acceso mediante clave distribuida a todos los alumnos.
- Convocatoria en grupos pequeños, de acuerdo con la programación existente, para la realización de videoconferencias cumpliendo con los horarios previstos.
- Explicación específica de cada práctica
- Explicación de productos necesarios y preparación de reactivos para las prácticas.
- Simulaciones de realización de prácticas.
- Aportación por parte del profesorado de resultados experimentales de prácticas reales realizadas previamente.
- Explicación y realización de todos los cálculos necesarios para la obtención de los resultados finales.
- Explicación del significado de los resultados.
- Resolución de problemas y aclaración de todas las dudas.

Los profesores de cada grupo de prácticas evaluarán a sus alumnos de acuerdo con la participación activa de los alumnos en las prácticas virtuales, la valoración de las actividades propuestas y la calificación de los cuestionarios, que se realizarán el último día de las prácticas. En caso de que fuese necesario, los profesores podrán también realizar entrevistas personales a los alumnos para comprobar su nivel de conocimiento.

## MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

### Convocatoria Ordinaria

La evaluación en la convocatoria ordinaria se realizará siguiendo el mismo sistema que en la enseñanza exclusivamente presencial. No obstante, los exámenes se realizarán de forma virtual utilizando la plataforma PRADOEXAMEN de la UGR, los alumnos deberán entrar a la misma con su cuenta de la UGR.

### Convocatoria Extraordinaria

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará siguiendo el mismo sistema que en la enseñanza exclusivamente presencial. No obstante, los exámenes se realizarán de forma virtual utilizando la plataforma PRADOEXAMEN de la UGR, los alumnos deberán entrar a la misma con su cuenta de la UGR.



#### Evaluación Única Final

La evaluación única final se realizará siguiendo el mismo sistema que en la enseñanza exclusivamente presencial. No obstante, los exámenes se realizarán de forma virtual utilizando la plataforma PRADOEXAMEN de la UGR, los alumnos deberán entrar a la misma con su cuenta de la UGR.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL (Si procede)

Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado

