

## 27108 - Bioquímica

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2020/21

**Asignatura:** 27108 - Bioquímica

**Centro académico:** 100 - Facultad de Ciencias

**Titulación:** 446 - Graduado en Biotecnología

**Créditos:** 12.0

**Curso:** 2

**Periodo de impartición:** Anual

**Clase de asignatura:** Obligatoria

**Materia:** ---

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Se trata de una asignatura de formación básica dentro del Grado de Biotecnología. La Enzimología y la Bioquímica Metabólica buscan conocer los procesos y mecanismos a través de los cuales los seres vivos son capaces de obtener y transformar energía y sustratos para formar sus propios componentes y llevar a cabo las funciones que los caracterizan. La actividad catalítica de las enzimas es clave para posibilitar estos procesos vitales en condiciones fisiológicas gracias a su gran eficacia e significativa especificidad.

Los objetivos generales que se persiguen son los siguientes:

- Que el alumno conozca el concepto de enzima, los diferentes aspectos cinéticos y de regulación de su actividad catalítica y los mecanismos que subyacen en la acción catalítica.
- Que el alumno conozca los aspectos básicos del uso industrial y tecnológico de las enzimas.
- Que el alumno conozca y relacione los procesos metabólicos que hacen posible el funcionamiento de los seres vivos.
- Que el alumno conozca y relacione alteraciones en los procesos metabólicos con diferentes patologías.
- Que el alumno conozca algunas de las aproximaciones experimentales que permiten alcanzar los conocimientos anteriores.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Se trata de una asignatura de carácter obligatorio incluida en el Módulo de formación Fundamental. Su conocimiento y comprensión contribuyen de forma significativa a sentar las bases para todo el aprendizaje posterior de las asignaturas biológicas del Grado en particular las materias de Biocatálisis y Biotransformaciones, Biotecnología Clínica, Biología Molecular, Farmacología y Biofísica.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

- Se recomienda la asistencia a clase y la participación activa en todas las actividades así como, el estudio continuado apoyado en la resolución de problemas y la utilización de las tutorías de la asignatura.
- Se recomienda tener superadas las asignaturas de Biología General, Química General del 1er curso y estar cursando la asignatura de Estructura de Macromoléculas de 2º curso
- Se recomienda inscribirse y participar de forma activa en el Programa Proyecto Tutor implantado por el Centro.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

**Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

Comprender el papel de los enzimas como necesarios y eficientes catalizadores biológico.

Comprender sus características generales.

Comprender los diferentes aspectos cinéticos y de regulación de la actividad catalítica así como los mecanismos que subyacen en la acción catalítica.

Comprender los aspectos básicos del uso industrial y tecnológico de las enzimas.

Comprender los diferentes procesos metabólicos que hacen posible el funcionamiento de los seres vivos

Comprender las bases de la regulación e integración de los procesos metabólicos para el funcionamiento correcto de todo el organismo

Comprender las bases de la adaptación de los procesos metabólicos a situaciones fisiológicas diversas

Relacionar las alteraciones de los procesos metabólicos como base de las enfermedades

Además de estas competencias específicas, el alumno seguirá progresado en:

- 1) capacidad para resolver problemas
- 2) selección y análisis crítico de la información
- 3) síntesis e integración de conocimientos.

## 2.2.Resultados de aprendizaje

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

Comprender el concepto de enzima y sus características generales.

Conocer los diferentes aspectos cinéticos y de regulación de su actividad catalítica.

Conocer los mecanismos que subyacen en la actividad catalítica de las enzimas.

Conocer los aspectos básicos del uso industrial y tecnológico de las enzimas.

Conocer y comprender los principios básicos de la bioenergética y el metabolismo.

Conocer las principales vías metabólicas y los órganos donde tienen lugar.

Comprender detalladamente las funciones de las principales vías metabólicas, así como la estrecha interrelación existente entre ellas.

Comprender y ser capaz de describir detalladamente algunos de los mecanismos de regulación del metabolismo: acción alostérica y hormonal y factores de transcripción.

Comprender el papel de los procesos de transporte como parte de una transformación metabólica y su posible función en la regulación de la misma

Comprender y conocer algunos ejemplos concretos de los defectos metabólicos que producen enfermedades

Ser capaz de describir los principales eventos metabólicos y órganos implicados en respuestas a situaciones metabólicas específicas como ejercicio, acidosis, ayuno y patologías como diabetes, obesidad y cáncer.

## 2.3.Importancia de los resultados de aprendizaje

El conocimiento y comprensión de esta asignatura son importantes porque sientan las bases para todo el aprendizaje posterior de las asignaturas biológicas del Grado y las posibles aplicaciones biotecnológicas

## 3.Evaluación

### 3.1.Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

Los resultados de aprendizaje previstos a través de las actividades formativas 1 y 2 serán evaluados atendiendo a los siguientes criterios:

La asignatura se divide en dos partes que se evaluarán de forma independiente constituyendo los llamados 1º y 2º parcial.

**CALIFICACIÓN FINAL:** la calificación final de la asignatura en las dos convocatorias será la suma del 35% de la calificación final del 1º parcial más el 65% de la calificación final del 2º parcial siempre y cuando la calificación obtenida en cada uno de ellos sea igual o superior a 4 puntos (sobre 10).

Si la calificación final de alguno de los parciales es inferior a 4, la calificación numérica final que figurará en el Acta será la menor de las obtenidas (No presentado a uno de los parciales será equivalente a 0 puntos)

Los criterios de evaluación de cada uno de los parciales serán los siguientes:

#### **1º Parcial: comprenderá la 1ª parte, Enzimología (Temas 1 a 9)**

- Las Actividades formativas 1 y 2 se evaluarán a través de una única prueba global escrita que tendrá lugar al finalizar el 1er cuatrimestre dentro del periodo de exámenes de las pruebas globales de la 1ª convocatoria oficial fijado por el centro. Si el alumno supera esta prueba con una calificación igual o superior a 5 puntos (sobre 10) no tendrá que volver a examinarse de ella en la prueba global de junio o septiembre.
- Esta prueba valorará el grado de cumplimiento de los objetivos de la asignatura: 1.- Conocer los contenidos

específicos de la materia recogidos en el programa. 2.- Interrelacionar esos contenidos y 3.- Aplicar esos conocimientos a la resolución de problemas concretos de forma justificada. Se hará especial hincapié en los objetivos 2 y 3.

- La prueba global escrita puede contener diversos tipos de preguntas (tipo resolución de problemas, desarrollo de temas, preguntas cortas o preguntas de tipo test de respuesta única) o consistir únicamente en preguntas de tipo test de respuesta única.
- No superar este parcial en febrero no supone consumo de convocatoria. Los alumnos que no hayan superado el 1<sup>er</sup> Parcial en febrero podrán presentarse de nuevo en junio o en septiembre, coincidiendo con el 2<sup>o</sup> Parcial, a una prueba adicional que cubra la materia del 1<sup>er</sup> Parcial.

#### **2º Parcial: comprenderá la 2ª parte, Bioquímica Metabólica (Temas 10 a 28)**

- Las actividades formativas 1 y 2 se evaluarán a través de una única prueba global escrita que tendrá lugar al finalizar el 2º cuatrimestre dentro del periodo de exámenes de las pruebas globales de la 1ª convocatoria oficial fijado por el centro. Si el alumno supera esta prueba con una calificación igual o superior a 5 puntos (sobre 10) no tendrá que volver a examinarse de ella en la prueba global de septiembre.
- Esta prueba valorará el grado de cumplimiento de los objetivos de la asignatura: 1) conocer los contenidos específicos de la materia recogidos en el programa, 2) interrelacionar esos contenidos y 3) aplicar esos conocimientos a la resolución de problemas concretos de forma justificada. Se hará especial hincapié en los objetivos 2 y 3.
- La prueba puede contener diversos tipos de preguntas (tipo resolución de problemas, desarrollo de temas, preguntas cortas o preguntas de tipo test de respuesta única) o consistir únicamente en preguntas de tipo test de respuesta única.

El fraude o plagio total o parcial en cualquiera de las pruebas de evaluación dará lugar al suspenso de la asignatura con la mínima nota, además de las sanciones disciplinarias que la comisión de garantía adopte para estos casos.

El programa de contenidos que los estudiantes deben utilizar para preparar las diferentes pruebas se encuentra en el apartado 4.3 Programa de esta misma guía docente.

## **4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos**

### **4.1. Presentación metodológica general**

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

**Actividad formativa 1:** Adquisición de conocimientos básicos de Bioquímica (9 ECTS)

*Metodología:* Los contenidos teóricos y de integración se desarrollarán de forma mayoritaria por medio de clases de teoría en grupo único promoviendo la actitud participativa e inquisitiva del alumno durante su desarrollo. Esta participación será facilitada por la disponibilidad en el ADD para el estudiante del material utilizado en las exposiciones, recomendándole su previa lectura.

**Actividad formativa 2:** Desarrollo de competencias y habilidades de síntesis, análisis, integración y comprensión de las actuales y futuras aplicaciones de la Bioquímica. (3 ECTS)

*Metodología:*

- Planteamiento y resolución de problemas de Bioquímica: el alumno se enfrentará a la resolución de diferentes tipos de cuestiones y problemas, numéricos o teóricos, sobre los distintos contenidos del programa para desarrollar la capacidad de integración y aplicación de los conocimientos teóricos. Estas clases se impartirán en grupos más reducidos.

- Tutorías personalizadas o en grupo: el alumno podrá acudir al profesor individualmente o en grupo, en los horarios programados para ello, con el fin de resolver las dudas, de contenido o de forma de aprendizaje relativo a la asignatura, que se le vayan presentado durante el curso; esto permitirá un seguimiento más personalizado del estudiante por parte del profesor.

- Impartición de Seminarios de temas novedosos y especializados: con esta actividad se pretende enfrentar al alumno a la constante evolución de los conocimientos en el ámbito bioquímica y desarrollar con ello su espíritu inquisitivo, crítico e investigador.

### **4.2. Actividades de aprendizaje**

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades:**

- 1) Clases de teoría en forma de clases magistrales participativas.
- 2) Clases de problemas participativas en grupos reducidos.
- 3) Impartición de Seminarios de temas de actualidad a cargo de profesionales especializados. La selección de los temas de Seminarios se hará cada curso en función del desarrollo del mismo, su actualidad y la disponibilidad de profesionales para impartirlos (ver Programa, Apartado 4.3).
- 4) Tutorías personalizadas o en grupo.
- 5) Apoyo a la formación mediante recursos disponibles en el espacio asignado a la asignatura en el Anillo Digital Docente (ADD, Moodle 2).

6) Bibliografía especializada o complementaria: a) además de los textos recomendados podrá ofrecerse al alumnos bibliografía específica en forma de trabajos de investigación cuyos textos o referencias apropiadas se incluirán en la página de la asignatura en el ADD, b) la mayor parte de los libros recomendados contienen series de problemas y cuestiones resueltas y sus correspondientes editoriales tienen página web donde puede encontrarse material adicional accesible a estudiantes (problemas y test resueltos, figuras, animaciones, etc.).

Los contenidos generales de estas actividades se distribuyen en dos partes según el Programa descrito a continuación (4.3).

*Las actividades docentes y de evaluación se llevarán a cabo de modo presencial salvo que, debido a la situación sanitaria, las disposiciones emitidas por las autoridades competentes y por la Universidad de Zaragoza dispongan realizarlas de forma telemática.*

### 4.3. Programa

#### **1ª Parte: Enzimología** (4,5 ECTS, 3,5 Teoría y 1 Problemas/Seminarios).

**1.- Enzimología.** Introducción histórica: Concepto de enzima y características. Clasificación y nomenclatura. Determinación de la actividad enzimática. Unidades.

**2.- Cofactores enzimáticos.** Cofactores orgánicos. Características de los cofactores orgánicos. Cofactores metálicos.

**3.- Cinética enzimática.** Reacciones monosustrato: Ecuación de Michaelis Menten. Reacciones bisustrato.

**4.- Inhibición enzimática.** Inhibición reversible e irreversible. Inhibición competitiva, y no competitiva. Determinación de la  $K_i$ .

**5. - Efecto del pH y de la temperatura sobre la actividad enzimática.**

**6.- Regulación de la actividad enzimática.** Enzimas alostéricos. Modificación covalente reversible. Otros mecanismos de regulación de la actividad enzimática

**7.- Estrategias catalíticas de las enzimas.** Principios de catálisis. Estabilización de la carga eléctrica. Catálisis covalente. Efectos de orientación y proximidad. Utilización de la energía de unión.

**8.- Mecanismos de acción de las enzimas:** Interés por conocer los mecanismos de acción enzimática. Métodos para diseccionar el mecanismo de acción de una enzima. La lisozima: mecanismo a partir de la estructura. Las serín-proteasas: ejemplo de catálisis covalente. La tiosil-tRNA sintetasa: la Ingeniería de proteínas para deducir el mecanismo. Anticuerpos catalíticos: la confirmación de una hipótesis.

**9.- Tecnología enzimática.** Enzimas de interés industrial. Estabilización de enzimas. Inmovilización de las enzimas y de otros sistemas biocatalíticos. Biocatálisis: Reacciones de óxido-reducción; Reacciones de hidroxilación; Reacciones de hidrólisis. Empleo de enzimas en la industria de la alimentación. Bioeliminación.

#### **2ª PARTE: BIOQUÍMICA METABÓLICA** (7,5 ECTS, 5,5 Teoría y 2 Problemas/Seminarios)

**10.- Introducción al estudio del metabolismo.** Organización de las rutas metabólicas. La oxidación como fuente de energía biológica: cofactores de óxido-reducción. El ATP como intercambiador de energía. El ATP como dador de grupos fosfato o grupos adenilato (AMP, ADP). El Coenzima-A: energética y función de los enlaces tioéster. Regulación metabólica: mecanismos generales y acción hormonal. Materiales biológicos y técnicas de estudio.

#### **METABOLISMO DE LOS HIDRATOS DE CARBONO**

**11.- Catabolismo anaerobio de los hidratos de carbono.** Utilización de los glúcidos de la dieta: digestión y absorción intestinal. Transportadores de glucosa: regulación en distintos tejidos y órganos. Glucolisis: importancia biológica. Papel del 2,3 bisfosfoglicerato en el eritrocito. Destino anaerobio del piruvato: Fermentaciones. Oxidación mitocondrial del NADH citosólico: sistema de lanzaderas. Efecto Pasteur. Incorporación de otros azúcares a la vía glucolítica. Defectos en la digestión y absorción de los hidratos de carbono.

**12.- Catabolismo aerobio de los hidratos de carbono.** Destino aerobio del piruvato: complejo piruvato deshidrogenasa y su regulación. Ciclo de Krebs: a) reacciones y enzimas implicadas, b) estequiometría global y balance energético, c) regulación del ciclo y d) naturaleza anfóbica del ciclo y reacciones anapleróticas.

**13.- Transporte electrónico y fosforilación oxidativa.** Cadena respiratoria mitocondrial: transportadores de electrones y mecanismo de transporte. Generación de la fuerza protón-motriz. Inhibidores del transporte electrónico. Síntesis de ATP: fosforilación oxidativa. Acoplamiento entre el transporte electrónico y la síntesis de ATP: teoría quimiosmótica. Agentes desacoplantes. Complejo ATP-sintasa: estructura y mecanismo de acción.

**14.- Otras vías de oxidación de la glucosa: Ruta de las pentosas-fosfato.** Carácter anabólico y catabólico de esta vía. Papel biológico y diferencias entre tejidos. Fases oxidativa y no oxidativa: etapas enzimáticas implicadas. Regulación de la fase oxidativa: destino del NADPH. Relación entre la glucolisis y la vía de las pentosas fosfato. Defectos metabólicos: deficiencia en glucosa-6P deshidrogenasa, estrés oxidativo, eritrocitos y malaria.

**15.- Gluconeogénesis.** Formación de glucosa a partir de precursores no glucídicos. Ciclos fútiles o de sustrato. Secuencia de reacciones. Origen del poder reductor. Gluconeogénesis a partir de Acetil-CoA en plantas y microorganismos: Ciclo del Glioxilato. Biosíntesis de disacáridos: sacarosa y lactosa. Función de la  $\gamma$ -lactalbúmina en la síntesis de lactosa.

**16.- Metabolismo del glucógeno.** Papel fisiológico del glucógeno en los animales. Síntesis y degradación del glucógeno: vías y enzimas implicadas. Ciclos fútiles o ciclos de sustrato. Patologías del metabolismo del glucógeno.

**17.- Regulación del metabolismo de los hidratos de carbono.** Regulación de la glucolisis: mecanismos hormonales y alostéricos. Regulación coordinada de glucolisis y gluconeogénesis: Fructosa 2, 6 bisfosfato y Fosfofructoquinasa II. Nivel energético celular y regulación de la fosforilación oxidativa. Regulación del metabolismo del glucógeno: glucógeno fosforilasa quinasa, glucógeno fosforilasa y glucógeno sintasa. A) Diferencias entre músculo e hígado, B) Regulación hormonal: glucagón, adrenalina e insulina y Regulación alostérica: glucosa sanguínea, C) Papel de las fosfatasa PP1 y proteínas reguladoras.

## **METABOLISMO DE LOS LÍPIDOS**

**18.- Origen y transporte de los lípidos en el organismo.** Digestión y absorción de los lípidos de la dieta. Movilización de lípidos de reserva y hormonas movilizadoras: papel de la proteína perilipina y de las distintas enzimas lipasas del adipocito. Acciones antilipolíticas: papel de la insulina y la retroinhibición. Albúmina y Lipoproteínas plasmáticas.

**19.- Catabolismo de los ácidos grasos y cetogénesis.** Activación de los ácidos grasos y transporte a la mitocondria. Papel de la carnitina. b-Oxidación: mitocondrial y peroxisomal. Funciones de la degradación de ácidos grasos: Termogénesis y Proteínas desacoplantes (UCPs). Oxidación de los ácidos grasos de cadena impar: destino del propionato. Degradación de los ácidos grasos insaturados. Otros procesos de oxidación: w-Oxidación y a-oxidación. Metabolismo de los cuerpos cetónicos: síntesis y degradación. Utilización de los cuerpos cetónicos como fuentes de energía.

**20.- Biosíntesis de ácidos grasos.** Biosíntesis de ácidos grasos saturados: fuentes de carbono y poder reductor. Papel de la Acetil-CoA carboxilasa y del Complejo ácido graso-sintasa. Síntesis de ácidos grasos insaturados: desaturación y elongación de los ácidos grasos. Papel de los peroxisomas. **Regulación del metabolismo de los ácidos grasos:** a) papel de las hormonas glucagón, adrenalina, insulina, b) factores de transcripción: CHREBP, SREBP y PPARs.

**21.- Biosíntesis de Lípidos complejos.** Biosíntesis de triacilglicéridos: origen del glicerol y etapas generales. **Ciclo de los triacilglicéridos y regulación.** Biosíntesis de Fosfoacilglicéridos y Esfingolípidos. Eicosanoides: tipos y vías generales de síntesis. Ciclooxygenasa (COX): función, tipo y mecanismos de acción. Implicaciones terapéuticas.

**22.- Biosíntesis de colesterol.** Acetil-CoA como precursor del colesterol. Etapas generales de la biosíntesis del colesterol. Transporte e incorporación celular del colesterol: lipoproteínas plasmáticas y mecanismo de acción. Regulación de la síntesis de colesterol: Hidroximetilglutaril-CoA reductasa y receptores de lipoproteínas de baja densidad (LDL): a) modificación covalente y b) factores de transcripción: SREBP y las proteínas reguladoras SCAP e INSIG. El colesterol como precursor de hormonas y ácidos biliares.

## **METABOLISMO DE LOS COMPUESTOS NITROGENADOS**

**23.- Características generales del metabolismo del nitrógeno:** importancia metabólica, nuevos tipos de reacciones y cofactores implicados, interconexión de rutas y modos de regulación. Incorporación del amoníaco a los esqueletos carbonados: glutamato deshidrogenasa, glutamina sintetasa y glutamato sintasa. Regulación del metabolismo nitrogenado: regulación de la enzima Glutamina sintetasa. **Degradación de proteínas y aminoácidos I.** Origen y funciones. Utilización de las proteínas de la dieta: digestión y absorción intestinal de aminoácidos y oligopéptidos. Proteólisis intracelular: recambio proteico y obtención de sustratos energéticos. Etapas generales: eliminación de nitrógeno y degradación del esqueleto carbonado.

**24.- Degradación de aminoácidos II:** Eliminación de nitrógeno. Reacciones de transaminación y deaminación oxidativa. Cofactores principales: piridoxal fosfato. Papel de los aminoácidos glutamato, glutamina y alanina. Ciclo alanina-glucosa. Glutamina sintetasa y Glutaminasa en músculo e hígado: actividad y papel en la eliminación de nitrógeno y regulación del pH sanguíneo. Ciclo de la urea: secuencia de reacciones, energética, regulación y defectos genéticos. Relación con el ciclo del ácido cítrico. Papel de la glutamina sintetasa hepática en la regulación del pH sanguíneo.

**25.- Degradación de los aminoácidos III:** Degradación de los esqueletos carbonados de los aminoácidos: funciones y productos finales. Reacciones más importantes: oxidaciones y transferencias de carbono. Cofactores principales: tetrahidropterina, tetrahidrofolatos (vitamina ácido fólico) y S-adenosilmetionina. Ciclo de los metilos activados. Interconexión con otras rutas celulares. Principales errores congénitos del metabolismo de los aminoácidos.

**26.- Biosíntesis de aminoácidos y procesos biosintéticos relacionados.** Síntesis de aminoácidos: precursores y aspectos generales de las rutas de síntesis (transferencias de carbono y grupos nitrogenados). Principios generales de la regulación de la síntesis de aminoácidos. Los aminoácidos como precursores de otras biomoléculas.

**27.- Metabolismo de los nucleótidos.** Biosíntesis de nucleótidos: síntesis *de novo* y rutas de recuperación. Síntesis *de novo* de ribonucleótidos de purinas y pirimidinas: precursores, etapas principales y regulación. Función y síntesis del PRPP (5-fosforribosil-1-pirofosfato). Síntesis de desoxirribo-nucleótidos: Ribonucleótido reductasa, sustratos, mecanismo y regulación. Síntesis de timidilato: Timidilato sintasa y Dihidrofolato reductasa. Inhibidores de la síntesis de nucleótidos: fluorouracilo y metotrexato, enzimas diana y mecanismo de acción. Rutas de recuperación: a) degradación de ácidos nucleicos, b) PRPP-transferasas y quinasas específicas. Degradación de nucleótidos. Aspectos patológicos del metabolismo de los nucleótidos.

**28.- Integración del metabolismo.** A) Relaciones recíprocas en el metabolismo entre órganos. Perfiles metabólicos de los órganos más importantes: cerebro, músculo, tejido adiposo, hígado y riñón. B) Principales mecanismos de la regulación hormonal. C) Adaptaciones metabólicas durante el ayuno, el ejercicio, la obesidad y la diabetes. **Estos aspectos pueden ser tratados de forma integrada en este único tema o pueden irse introduciendo a lo largo de la exposición de los temas anteriores.**

**PROBLEMAS:** relativos a los temas anteriores. Los problemas propuestos estarán disponibles en el Anillo Digital Docente (ADD, Moodle 2).

**SEMINARIOS:** En función de la marcha del curso y del tiempo disponible se impartirán algunos de los siguientes seminarios:

- La Biotecnología: una nueva materia de enseñanza y actividad empresarial
- A professional career in Biotechnology
- Optimización de proteínas para su uso industrial.
- Glucólisis y cáncer. Efecto Warburg. Hipoxia: factores inducibles por hipoxia (HIF).
- Sistema OXPHOS: modelos organizativos y genética funcional.
- Nuevas estrategias en el tratamiento de la Diabetes de Tipo II. Incretinas.
- Adipoquinas: leptina y adiponectina.
- etc.

## 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Los horarios oficiales se podrán consultar en la página web de la Facultad de Ciencias: <http://ciencias.unizar.es>

Las fechas concretas de las distintas actividades se anunciarán durante el curso en clase, tablones de anuncios y ADD. Las fechas de las actividades complementarias se concretarán en función del desarrollo del curso y en general comenzarán después de haber tratado los contenidos teóricos correspondientes.

Los horarios de tutorías de los distintos profesores se darán a conocer al inicio del curso o, en su defecto, puede contactarse con ellos a través del correo electrónico para concertar cita.

El periodo de exámenes se ajustará a los días y horas asignados por el centro.

Una información más precisa de fechas y horarios de las distintas actividades será facilitada durante el curso a través de diferentes medios (en clase, tablón de anuncios y Anillo Digital Docente, ADD) con suficiente antelación.

### Observaciones

#### Cambios en la guía docente:

Cualquier información necesaria para el desarrollo del curso que no esté incluida en esta Guía Docente o que haya debido ser modificada con posterioridad a su publicación se hará saber a los alumnos, siendo de obligado conocimiento y aplicación, al inicio del curso en clase, a través de la página web de la asignatura en el Anillo Digital Docente o en el tablón de anuncios de la asignatura ubicado en el exterior del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular en la Facultad de Ciencias. En ningún caso dicha información entrará en conflicto con lo que se indica en esta Guía.

## 4.5. Bibliografía y recursos recomendados

[http://biblos.unizar.es/br/br\\_citas.php?codigo=27108&year=2020](http://biblos.unizar.es/br/br_citas.php?codigo=27108&year=2020)