20-21

GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
PRIMER CURSO

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



BIOLOGÍA I

CÓDIGO 61011029

UNED

20-21

BIOLOGÍA I

CÓDIGO 61011029

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA
EQUIPO DOCENTE
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE
TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE
RESULTADOS DE APRENDIZAJE
CONTENIDOS
METODOLOGÍA
SISTEMA DE EVALUACIÓN
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA
PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Nombre de la asignatura	BIOLOGÍA I
Código	61011029
Curso académico	2020/2021
Departamento	FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUÍDOS
Título en que se imparte	GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
Curso	PRIMER CURSO
Periodo	SEMESTRE 1
Tipo	FORMACIÓN BÁSICA
Nº ETCS	6
Horas	150.0
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La Biología se ocupa del estudio de los seres vivos, en la inmensa variedad de formas que éstos pueden adoptar, para entender su organización, explicar su funcionamiento y definir las relaciones que establecen entre sí y con el medio ambiente en el que habitan. La Biología pretende, en último término, comprender las leyes que rigen la vida en todas sus manifestaciones.

Una definición sencilla de un ser vivo es considerarlo como un sistema ordenado jerárquicamente, con numerosas propiedades que no se observan en la materia inanimada, y cuyas actividades están gobernadas por programas genéticos que contienen información adquirida y modificada a lo largo del tiempo. En la materia viva se establece una jerarquía en la que las unidades, de menor a mayor, incluyen átomos, moléculas, células, tejidos, órganos, organismos, poblaciones y comunidades. Aunque el organismo es la unidad central de estudio en Biología, para entenderlo debe estudiarse la vida en todos sus niveles de organización. Es preciso acercarse a las moléculas, las reacciones químicas y las células para comprender el funcionamiento de los tejidos y de los órganos. El estudio de los órganos y los sistemas de los organismos pluricelulares ayuda a entender el funcionamiento de los organismos y la homeostasis. Este acercamiento gradual permite descubrir las propiedades emergentes que aparecen en cada nivel de organización biológica como por ejemplo ocurre al estudiar las células, que poseen características y llevan a cabo procesos que no se encuentran en las moléculas aisladas que las componen, aunque pueden llegar a explicarse en términos de las interacciones entre las mismas.

La asignatura de BIOLOGÍA I que se imparte en el grado de Ciencias Ambientales pretende aportar los conocimientos básicos sobre la organización de los seres vivos a nivel molecular y celular. Conocer las moléculas que constituyen la materia viva, establecer la estructura celular de los seres vivos, entender la célula como la unidad de funcionamiento donde ocurren o tienen su origen todas las funciones de los mismos, comprender el papel de los genes en su funcionamiento, la organización de los genomas así como los procesos básicos de expresión y transmisión de la información hereditaria, tanto dentro de la célula como entre organismos, son los objetivos de estudio de esta asignatura y constituyen una base fundamental para entender el funcionamiento normal y patológico de los seres vivos a otros niveles superiores de organización.

BIOLOGÍA I es una asignatura obligatoria del primer cuatrimestre del primer curso del grado

de *Ciencias Ambientales* con 6 créditos ETCS de carácter teórico-práctico. El programa teórico contiene 10 temas, y las actividades y prácticas de laboratorio que se proponen tienen carácter obligatorio.
Se encuadra dentro de la materia Biología, y junto con otras asignaturas de este área como son Biología II, Ecología I, Ecología II, Diversidad Vegetal, Diversidad Animal, Gestión y Conservación de Flora y Fauna, Toxicología Ambiental y Salud Pública, y Entomología Aplicada, aportarán los conocimientos biológicos fundamentales que serán necesarios en el futuro desarrollo profesional del graduado(a). El objetivo general de esta asignatura es la adquisición y afianzamiento de los conceptos básicos de Biología molecular, celular y genética que permitan afrontar con éxito las asignaturas de niveles superiores relacionadas con el área de conocimiento, así como ofrecer una formación que posibilite, desde el inicio, encuadrar los diferentes problemas ambientales en su contexto biológico.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Para cursar la asignatura de Biología I es necesario tener los conocimientos básicos de Física, de Química y de Biología general que forman parte del contenido de los cursos preuniversitarios previos. Para aquellos estudiantes que no hayan cursado asignaturas de biología en el bachillerato o quieran actualizar sus conocimientos se recomienda consultar el CURSO CERO de Biología, que contiene diversas fichas accesibles en el portal de Cursos Abiertos de la UNED (*Open Course Ware*)
También se requiere un conocimiento de inglés a nivel básico, necesario para leer libros y artículos científicos y acceder a la información que se encuentra disponible en las bases de datos científicas en Internet que se manejan en las actividades prácticas.
El desarrollo de las prácticas de laboratorio precisa por parte del estudiante tener algunas competencias previas para poder realizar experimentos de forma autónoma y en equipo, que en ocasiones exigen la manipulación fina de objetos, disponer de una adecuada agudeza visual y tener un adecuado grado de responsabilidad para valorar los riesgos derivados del uso de equipos. En caso de duda en torno a estas competencias necesarias, el estudiante que presente una condición de discapacidad puede ponerse en contacto con el Centro de Atención a Universitarios con Discapacidad de la UNED (UNIDIS, estudiantes@unidis.uned.es), o con el Coordinador de Accesibilidad de la Facultad de Ciencias (accesibilidad@ccia.uned.es), para estudiar los ajustes y adaptaciones que sean viables en función de la programación de la asignatura, y las necesidades derivadas de la diversidad funcional.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	JOSE LUIS MARTINEZ GUITARTE
Correo Electrónico	jlmartinez@ccia.uned.es
Teléfono	91398-7644
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

Nombre y Apellidos	RAQUEL MARTIN FOLGAR
Correo Electrónico	mfolgar@ccia.uned.es
Teléfono	91398-7124
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

Nombre y Apellidos	OSCAR HERRERO FELIPE
Correo Electrónico	oscar.herrero@ccia.uned.es
Teléfono	91398-8951
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

Nombre y Apellidos	CONSOLACION MONICA MORALES CAMARZANA
Correo Electrónico	mmorales@ccia.uned.es
Teléfono	91398-8123
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Los Profesores Tutores de los Centros Asociados prestan a los alumnos una ayuda directa y periódica para preparar el programa de la asignatura y realizar las actividades prácticas propuestas por el equipo docente.
Es muy conveniente que al comienzo del curso se ponga en contacto con el Centro Asociado al que está adscrito para recibir la información y las orientaciones pertinentes.
Los alumnos podrán ponerse en contacto con los profesores del Equipo Docente:
Raquel Martín Folgar: mfolgar@ccia.uned.es, 91 398 7124 Horario de tutoria Martes de 11 a 15 h
Oscar Herrero Felipe: oscar.herrero@ccia.uned.es, 91 398 8951 Horario de tutoria Martes de 11 a 13 h
José Luis Martínez Guitarte (Coord.): jlmartinez@ccia.uned.es. 91 398 7644 Horario de tutoria Miércoles de 10 a 14 h
Existe también una página web del **Grupo de Biología y Toxicología Ambiental** de la UNED, con noticias, anuncios y enlaces a las páginas de las asignaturas del área.
Dirección postal:
Facultad de Ciencias - Universidad Nacional de Educación a Distancia
C/ Paseo de la Senda del Rey, 9
Madrid 28040

TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS

En el enlace que aparece a continuación se muestran los centros asociados y extensiones en las que se imparten tutorías de la asignatura. Estas pueden ser:

•**Tutorías de centro o presenciales**: se puede asistir físicamente en un aula o despacho del centro asociado.

•**Tutorías campus/intercampus**: se puede acceder vía internet.

Consultar horarios de tutorización de la asignatura 61011029

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

Entre las competencias generales del grado que se cubren en esta asignatura se encuentran:

CG01 - Gestión autónoma y autorregulada del trabajo. Competencias de gestión y planificación, de calidad y de innovación

CG02 - Gestión de los procesos de comunicación e información a través de distintos medios y con distinto tipo de interlocutores, con uso eficaz de las herramientas y recursos de la Sociedad del Conocimiento

CG03 - Trabajo en equipo desarrollando distinto tipo de funciones o roles Coordinación del trabajo, capacidad de negociación, mediación y resolución de conflictos

CG04 - Compromiso ético, especialmente relacionado con la deontología profesional. Fomento de actitudes y valores éticos, especialmente vinculados a un desempeño profesional ético.

CG05 - Conocer y promover los Derechos Humanos, los principios democráticos, los principios de igualdad entre mujeres y hombres, de solidaridad, de protección ambiental, de accesibilidad universal y de diseño para todos, y de fomento de la cultura de la paz

Además, se adquieren las siguientes competencias específicas:

CE01 - Adquirir las habilidades necesarias para elaborar e interpretar datos y mapas medioambientales

CE02 - Conocer los métodos de análisis medioambiental para la evaluación, conservación y gestión de recursos naturales

CE04 - Saber describir y analizar las relaciones entre los fenómenos naturales, para predecir su evolución y efecto en el medio ambiente

CE05 - Adquirir las técnicas necesarias para la toma de datos, su tratamiento e interpretación con rigor y precisión

CE06 - Adquirir la capacidad de construir modelos para el procesamiento de datos para la predicción de problemas medioambientales

CE07 - Adquirir la capacidad de observación y comprensión del medio ambiente de una forma integral

CE10 - Aprender a evaluar los recursos medioambientales y las posibles alteraciones en los mismos

CE11 - Poder comprender las dimensiones espacial y temporal de los fenómenos medioambientales, y sus efectos sobre la sociedad

CE13 - Adquirir la capacidad para abordar problemas del medio ambiente desde un punto de vista interdisciplinar

CE14 - Conocer las bases para la planificación territorial, la previsión y la mitigación de riesgos de origen natural y antrópico

CE15 - Adquirir la capacidad de análisis, de crítica y de decisión necesaria para la planificación y gestión de proyectos y servicios enfocados al conocimiento, explotación y conservación de los recursos naturales

CE16 - Saber asesorar acerca de los recursos naturales, su gestión y conservación, en la formulación de políticas, normas, planes y programas de desarrollo

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Como referencia básica de los aprendizajes que se pretende que alcancen los estudiantes se presenta a modo de orientación una relación de los conocimientos referidos a contenidos temáticos:
Conocer la estructura química y las propiedades de las macromoléculas biológicas: proteínas, ácidos nucleicos, hidratos de carbono y lípidos.
Entender la célula como la unidad básica de la vida. Conocer su papel fundamental en la estructura y función de los seres vivos, distinguir los diferentes orgánulos del interior de la célula que permiten explicar la diversidad de procesos moleculares que ocurren simultáneamente de forma ordenada en su interior.
Comprender la importancia de las membranas y conocer las distintas e importantes funciones que tienen los sistemas de membrana para la vida de la célula.
Conocer los procesos de respiración celular, fermentación y fotosíntesis como las principales rutas metabólicas relacionadas con la obtención de energía en las células.
Comprender los procesos de interacción entre células y su relevancia en la fisiología celular.
Entender el ciclo celular y la importancia vital de los procesos de control del ciclo celular, los mecanismos que operan a este nivel y los tipos de genes implicados en su regulación.
Conocer los tipos fundamentales de reproducción de las células, la división celular por mitosis y la división por meiosis, así como su papel en los procesos de reproducción sexual.
Conocer el papel de los genes como responsables de las características y propiedades de un individuo, y los mecanismos básicos de la transmisión hereditaria.
Conocer la naturaleza química del material hereditario, la organización del DNA en genomas, las características de los genomas y su replicación.
Conocer los procesos de expresión de la información codificada en los genes, el significado del código genético y las reglas de su interpretación.
Entender el proceso de transcripción, la maduración del RNA y la existencia de regiones codificantes y no codificantes dentro de un gen.

Conocer los procesos de traducción o síntesis de proteínas y los elementos celulares implicados en el mismo.
Conocer las principales técnicas de ingeniería génica, su implicación para el estudio de los genomas y sus aplicaciones en el campo de la biotecnología y la genómica.
Entender el papel de los mecanismos de regulación de los genes en las respuestas de los organismos al medio ambiente.
Distinguir entre la organización unicelular y pluricelular. Conocer los mecanismos principales que operan en el desarrollo de los organismos pluricelulares.
Conocer los patrones básicos y las características del mundo microscópico, especialmente la organización general de virus y bacterias. Conocer el impacto de estas formas de vida en nuestra sociedad y en la biosfera.
En cuanto a habilidades y destrezas se espera que los estudiantes adquieran:
Capacidad de análisis y síntesis
Razonamiento, argumentación y memorización de aspectos básicos
Habilidad para trabajar de forma autónoma
Capacidad de organizar y planificar el trabajo
Adoptar hábitos de estudio necesarios para la formación y el desarrollo profesional
Mejorar su capacidad de comunicación oral y escrita
Capacidad para utilizar las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) con sentido crítico
Desarrollar capacidad de recogida, evaluación e interpretación de datos. Ser capaz de deducir conclusiones lógicas y elaborar hipótesis razonables susceptibles de evaluación
Habilidades para la solución de problemas relativos a información cuantitativa y cualitativa
Familiarización con las principales fuentes bibliográficas en el campo de la biología, que permita al alumno encontrar, seleccionar y utilizar la información de forma correcta.

CONTENIDOS

TEMA 1. Moléculas biológicas

Todas las formas de vida, desde la bacteria más pequeña hasta el hombre, se componen de los mismos tipos de moléculas. También las reacciones y procesos bioquímicos son similares en todos los organismos lo que prueba el origen evolutivo común de todas las formas vivas.
La química de la materia viva es similar en todo el mundo biológico, y se basa en moléculas formadas por carbono. Las especiales propiedades del enlace de carbono permiten la formación de una gran variedad de moléculas exclusivas de los seres vivos.
En este tema nos centraremos en analizar las proteínas, los ácidos nucleicos, los hidratos de carbono y los lípidos, que representan los cuatro grandes tipos de moléculas biológicas. Conocer la estructura de estas moléculas de la cual se derivan sus propiedades y, por tanto, sus funciones biológicas es un requisito básico para entender la esencia de los seres vivos y la función de los organismos.

La lógica molecular de la vida se basa en una estrategia modular. Todas las grandes moléculas que constituyen la materia viva son polímeros formados por unidades más pequeñas, monómeros. Un ejemplo sencillo es el del hidrato de carbono celulosa, un componente de las paredes celulares de las plantas. La celulosa es un polímero formado por la unión de miles de moléculas de glucosa (un azúcar sencillo). En este polímero todos los enlaces químicos entre los monómeros son idénticos. Se forman enlaces covalentes entre las unidades de glucosa mediante la eliminación de una molécula de agua entre dos moléculas adyacentes de glucosa. Dado que la celulosa es un polímero de un azúcar simple o monosacárido se llama polisacárido. Los ácidos nucleicos son polímeros de cuatro nucleótidos y por este motivo se les llaman polinucleótidos. De igual manera las proteínas se forman mediante las combinaciones de veinte aminoácidos diferentes y las cadenas proteicas se denominan polipéptidos, término que procede del enlace peptídico que une dos aminoácidos.

Las **proteínas** son macromoléculas formadas por largas cadenas de **aminoácidos** unidos por enlaces peptídicos. Las propiedades y funciones de las proteínas se deben a las propiedades de las cadenas o radicales laterales de cada aminoácido.

Cada proteína se pliega de una forma característica adquiriendo una estructura tridimensional propia que condiciona su actividad biológica. Se distinguen cuatro niveles en su estructura, la estructura primaria es la secuencia lineal de sus aminoácidos. La estructura secundaria se mantiene por puentes de hidrógeno establecidos entre los residuos de aminoácidos próximos. La estructura terciara es generada por el plegamiento de la cadena polipeptídica. Las proteínas formadas por más de un polipéptido presentan estructura cuaternaria. La estructura de las proteínas determina su función. En general las proteínas fibrosas poseen una secuencia regular y repetida de aminoácidos, tienen una función estructural o de soporte (elastina, queratina, miosina fibrina). Las proteínas globulares son el grupo más abundante de proteínas. Su estructura es terciaria o cuaternaria y tienen varias funciones: estructural, de reserva, de transporte, o de catálisis llevada a cabo por un grupo especial de proteínas, las enzimas, que se estudiarán con detalle en un tema posterior.

A continuación se analiza la estructura molecular de **los ácidos nucleicos**, las macromoléculas informativas que constituyen el material hereditario que gobierna todas las funciones de la célula. Comenzando por los **nucleótidos** como los eslabones de estas macromoléculas, se estudiarán a continuación cómo se enlazan estos nucleótidos mediante enlaces fosfodiester para formar los ácidos nucleicos: el DNA y el RNA. El DNA puede considerarse como una "cinta" de la que se extrae linealmente la información genética, que es la información necesaria para especificar la estructura de un organismo. Estas cadenas son extraordinariamente largas; por ejemplo, si se extendieran de extremo a extremo las moléculas de DNA de una sola célula humana alcanzarían la longitud de dos metros. Algunos nucleótidos también son muy importantes como **intercambiadores de energía** en

las reacciones químicas de los seres vivos. El principal portador de energía en la mayoría de reacciones es el **adenosin trifosfato** (**ATP**).

Los **hidratos de carbono** (carbohidratos o glúcidos) constituyen una importante fuente de energía. Los monosacáridos son los hidratos de carbono más sencillos que como la glucosa, pueden ser usados como fuente de energía, o como monómeros para formar polímeros. Los disacáridos están formados por dos monosacáridos unidos por un **enlace glicosídico**. Los seres vivos almacenan sustancias de reserva en forma de polisacáridos simples, glucógeno en las células animales y almidón en las vegetales. Estos polisacáridos están constituidos por moléculas de glucosa, constituyendo así una reserva que será movilizada en caso de necesitar el ser vivo un aporte energético. Los hidratos de carbono tienen también una función estructural en la célula, formando parte de la pared vegetal (celulosa, pectina, lignina) o de la membrana plasmática en combinación con proteínas (glicoproteínas) o con los lípidos (glucolípidos).

Finalmente, los **lípidos** constituyen un grupo químicamente muy heterogéneo que sólo tienen en común algunas propiedades físicas que permiten definirlos, como su insolubilidad en agua. Esta baja solubilidad dota a los lípidos para una de sus funciones más importantes, la de actuar como el elemento estructural principal de las membranas, que rodean a las células y las dividen en compartimentos, como veremos en los dos temas siguientes. Se pueden emplear diferentes criterios para su clasificación, aquí se clasifican por su función; los aceites y grasas sirven para almacenar gran cantidad de energía; otros como los fosfolípidos constituyen los principales componentes de las membranas celulares; los esteroides, que incluyen compuestos de gran importancia biológica como el colesterol, sales biliares y algunos tipos de hormonas; y algunos lípidos son vitaminas.

TEMA 2. La Célula

Las moléculas fundamentales de los seres vivos, que estudiamos en el primer tema, se encuentran ordenadas y organizadas formando unidades elementales dotadas de vida, **las células**. Toda célula es una unidad independiente metabólicamente completa, con una membrana, que controla la entrada y salida de materiales en su interior, y mantiene un intenso contacto con el medio externo. Todos los organismos están compuestos por células y todas las células proceden de otras células previas. Desde su descubrimiento, que vino asociado al desarrollo de instrumentos ópticos que permitieron su observación, un enorme cuerpo de conocimiento, proporcionado por miles de investigadores y años de investigaciones, ha confirmado que **la célula es la unidad fundamental de la vida, tanto estructural como funcionalmente.**

Fueron las aportaciones de los microscopistas clásicos, especialmente las de Robert Hooke (1635-1703), las que pusieron las bases de lo que habría de ser, casi doscientos años más tarde, *la teoría celular de los seres vivos*, que constituye uno de los pilares fundamentales de

la biología actual. Hooke (1665) observó que los tejidos de las plantas (concretamente el corcho) estaban divididos en pequeños compartimentos, a los que llamó *cellulae* o células. La observación de muchos tejidos de diversas procedencias llevó a Mathias Schleiden a afirmar en 1838 que cada planta está formada por un agregado de células, aunque algunas de ellas muy modificadas. Al año siguiente Theodor Schwann comprobó que los componentes de los tejidos de animales, por muy diferentes que parecieran entre sí, también eran sólo células modificadas. Se consolida así definitivamente la teoría celular por Schleiden y Schwann, según la cual, la célula se considera desde entonces la unidad elemental de la vida; es decir, **la unidad morfológica, anatómica y fisiológica de todos los seres vivos.**

Muchos procesos metabólicos complejos son llevados a cabo básicamente de la misma manera por todos los organismos: la replicación del DNA, la síntesis de proteínas y la producción de energía química a partir de la conversión de glucosa en dióxido de carbono. Estas similitudes bioquímicas no son mera coincidencia: todas las células tienen un ancestro común a partir del cual han evolucionado. Es por ello que todas las células de todos los organismos comparten ciertas características estructurales, tales como la arquitectura de sus membranas.

La membrana constituye un elemento esencial de la célula. Su aparición fue un paso crucial en el origen de las primeras formas de vida, ya que sin ella la vida de la célula no sería posible. La membrana plasmática que rodea a todas las células define su extensión y mantiene el contenido de la misma, a la vez que la aísla selectivamente del medio externo y regula el intercambio de sustancias entre el interior de la célula y el medio que la rodea. Así mismo, la membrana contienen los elementos que le dan la identidad a cada una de las células (receptores y señales). Las bicapas de fosfolipidos, las proteínas de membrana y los hidratos de carbono asociados a proteínas (glicoproteínas) son las moléculas responsables de estas propiedades.

La estructura y la función de la membrana plasmática así como todas las estructuras membranosas del interior de la célula, responden al mismo esquema organizativo, formado por una bicapa lipídica en las que se encuentran incluidas proteínas globulares, que poseen distintas actividades, transportan moléculas, son enzimas, son receptores de señales químicas, etc.

Después de examinar la estructura y la organización las membranas biológicas pasaremos a estudiar los mecanismos que utilizan las células para transportar pequeñas moléculas, macromoléculas y partículas mayores a través de la membrana plasmática. Las bicapas lipídicas son altamente impermeables a la mayoría de las moléculas polares. Con el fin de transportar estas moléculas hacia el interior o hacia el exterior de la célula, las membranas plasmáticas poseen muchas proteínas específicas de transporte (proteínas transportadoras), cada una de las cuales es responsable de la transferencia de un determinado soluto.

Algunas proteínas transportadoras forman un canal abierto que atraviesan la bicapa, por el cual las moléculas pequeñas se pueden mover por simple difusión. Otras son impulsadas a través de una serie de cambios de conformación por la hidrólisis de ATP o por la unión de iones, y por consiguiente, son capaces de actuar como bombas, transportando activamente el soluto unido, en contra de un gradiente electroquímico. Gracias a la permeabilidad selectiva de las bicapas de fosfolípidos y a la actividad de las proteínas de transporte de la membrana, esta estructura crea un ambiente interno distinto al que existe en el exterior de la célula.

Según el grado de diferenciación estructural alcanzado a través de la evolución, se han establecido dos tipos de organización celular: procariota y eucariota. **La célula procariota** es la más sencilla estructuralmente. Posee una membrana plasmática, a veces rodeada de una pared celular, carece de núcleo y de orgánulos membranosos definidos.

La célula eucariota tiene una estructura más compleja. En todos los casos presenta: un núcleo que contiene el material genético separado del resto de la célula por una envoltura nuclear, y un citoplasma altamente organizado con orgánulos membranosos.

La presencia de sistemas membranosos internos divide la célula en distintos compartimentos. Una de las ventajas de esta compartimentación es que, en el interior de cada estructura, se acumulan las enzimas responsables de las distintas reacciones metabólicas, y se impide que unas interfieran con otras, permitiendo realizar simultáneamente reacciones químicamente incompatibles (por ejemplo, la síntesis proteica se realiza en el citoplasma y su hidrólisis tiene lugar en los lisosomas).

El núcleo de la célula eucariota contiene la información genética de dicha célula, codificada en el DNA que está empaquetado en los cromosomas. Una región diferenciada del núcleo es el nucléolo, donde se construyen las subunidades ribosómicas. Alrededor del núcleo hay una envoltura nuclear perforada por poros a través de los cuales se comunican el núcleo y el citoplasma.

El citoplasma, que constituye la mayor parte de la masa celular, es muy complejo y está altamente organizado, contiene numerosos orgánulos, alrededor de los cuales se encuentra el citosol, que presenta una red de filamentos proteicos que constituyen el citoesqueleto. Orgánulos citoplásmicos característicos de las células eucariotas son los ribosomas así como una serie de sistemas membranosos: el retículo endoplasmático rugoso y liso, el aparato de Golgi, las mitocondrias, los lisosomas, los peroxisomas, etc. En todas las células fotosintéticas también se encuentran los cloroplastos.

El citoesqueleto de las células eucariótas consiste en complejas redes de filamentos proteicos responsables de los cambios de forma de las células; en ciertos casos permiten que la célula se traslade. Está formado fundamentalmente por filamentos de actina y microtúbulos constituidos por tubulina. Estos microtúbulos participan en movimientos celulares, en el desplazamiento de los cromosomas sobre el huso mitótico, durante el

proceso de mitosis. Son también los principales elementos estructurales de los cilios, flagelos, cuerpos basales y centriolos.

Para terminar, se aborda el estudio de las interacciones entre células y la existencia de material extracelular que fortalece las células, las une y las comunica. **La pared celular** da forma y rigidez, es característica de las células vegetales, de los procariotas y de los hongos, pero nunca está presente en las células animales; éstas en cambio pueden estar rodeadas de una **matriz extracelular** formada por proteínas fibrosas como el colágeno y por glicoproteínas. La comunicación entre células tanto adyacentes como alejadas en el espacio, es esencial para ajustar su actividad en respuesta a los estímulos de otras células y a los cambios de las condiciones ambientales. Las **señales químicas y los receptores celulares** son elementos clave para entender el intercambio de información entre las células.

TEMA 3. Metabolismo Celular

La infinidad de reacciones químicas que tienen lugar en las células, que les permiten crecer, mantenerse, moverse, reproducirse y reaccionar ante los estímulos, constituyen el metabolismo; éste puede definirse como el conjunto de transformaciones químicas y energéticas que tienen lugar en el interior de los seres vivos. Estas reacciones metabólicas son muy semejantes en todas las células y todos los organismos, a pesar de las enormes diferencias que podemos apreciar entre éstos. En la mayoría de las células, los azúcares sencillos son metabolizados hasta formar dióxido de carbono y agua a través del proceso de respiración celular. A lo largo de estas reacciones, una parte de la energía química almacenada en la molécula de glucosa es liberada y utilizada por la célula. En estas reacciones metabólicas participan enzimas, muchas de las cuales se localizan en las mitocondrias, bien en las membranas bien en la matriz mitocondrial. Los mecanismos enzimáticos utilizados para obtener energía de la glucosa y para conservar una parte de ella en una forma útil, como es el ATP, también son muy semejantes en todas las células. Los miles de reacciones químicas distintas realizadas simultáneamente en la célula están estrechamente coordinadas. Diversos mecanismos de control regulan las actividades de las enzimas en respuesta a las condiciones cambiantes de la célula. Una forma muy común de regulación consiste en la inhibición por retroalimentación, rápidamente reversible, ejercida por el producto final sobre la primera enzima de una ruta.

Todas las reacciones metabólicas, aunque sean muy diferentes unas a otras, tienen unas características comunes:

- Son reacciones de oxidorreducción

El concepto químico de oxidorreducción se basa esencialmente en la transferencia de electrones entre dos sustancias. Es decir, una molécula se oxida si pierde electrones al tiempo que otra toma esos electrones para reducirse. La mayor o menor facilidad para ceder o captar electrones viene dada por el llamado potencial redox de cada sustancia. Una

molécula con un potencial redox muy electronegativo tiene mucha facilidad para ceder electrones, es decir, para oxidarse, siempre que pueda cederlos a otra de potencial redox menos electronegativo. En tal caso la oxidación libera energía al pasar de un nivel energético superior a otro inferior y puede aprovecharse para formar ATP. En muchas reacciones bioquímicas sucede que los electrones van ligados a los protones en forma de hidrógeno. Por tanto, hay que tener presente que, por ejemplo, cuando se produce una deshidrogenación, el hidrógeno que se transfiere debe considerarse como protones más electrones. En otras ocasiones, la pérdida de electrones va ligada a la acumulación de átomos de oxígeno en la molécula oxidada. Estos átomos de oxígeno proceden de moléculas de agua, nunca del oxígeno atmosférico.

- Están acopladas energéticamente a través del ATP

Las reacciones metabólicas se pueden dividir en reacciones catabólicas, que liberan energía, por ello se llaman exergónicas y reacciones anabólicas, que requieren energía, por eso son endergónicas. Esa energía se transfiere entre unas reacciones y otras empaquetada en los enlaces químicos de una molécula que sirve de intermediario: el adenosín trifosfato o ATP, donde la energía se mantiene transitoriamente contenida en sus enlaces fosfato para volver a liberarse en la hidrólisis de los mismos al pasar el ATP a ADP + Pi.

- Tienen una secuencia encadenada y están catalizadas por enzimas

Esto significa que las reacciones transcurren de modo que el producto final de una reacción sirve como producto inicial de la siguiente, como eslabones de una cadena. El mantenimiento de estas reacciones encadenadas se asegura por la presencia de **enzimas** específicas. Las sustancias intermediarias de estas reacciones reciben el nombre de metabolitos. Resultan así múltiples vías o rutas metabólicas, que pueden ser lineales o ramificadas, es decir, están conectadas entre sí a través de un metabolito, común a varias vías, que se bifurcan o confluyen en él. Incluso hay importantes rutas cíclicas en las que un producto comienza una secuencia de reacciones que terminan otra vez en el producto inicial. A lo largo de las reacciones del ciclo se van liberando productos, mientras los intermediarios que participan en el ciclo no se consumen. El hecho de que cada reacción esté catalizada por una enzima específica es de extraordinaria importancia, porque permite que se puedan realizar a las temperaturas compatibles con la vida y a las velocidades adecuadas, además de poder autorregularse por mecanismos de control como la inhibición por el producto de la reacción o retroalimentación.

- Están separadas en distintos compartimentos de la célula

Distintos tipos de vías metabólicas están separadas en compartimentos o "territorios" celulares diferentes, como consecuencia de la situación que ocupan las enzimas que las catalizan, lo que evita gran número de interferencias entre ellas y hace posible que se desarrollen al mismo tiempo, facilitándose también el control al que nos referíamos antes.

RESPIRACIÓN CELULAR

Las células obtienen energía, es decir, producen ATP a partir de la oxidación de azúcares y otros compuestos con alto potencial de energía. El monosacárido GLUCOSA es el principal combustible de las células. En las células se produce la degradación total por oxidación de esta molécula (de seis átomos de carbono) hasta dar lugar a CO_2 (seis moléculas por molécula de glucosa oxidada). El oxígeno es el receptor final de los electrones liberados en este proceso de oxidación de la glucosa, y la energía liberada se invierte en la producción de ATP.

La reacción global se resume:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O + \text{Energía (30 ATP)}$$

Aunque se puede resumir en una simple ecuación química, la realidad es que se trata de un proceso complejo que incluye una multitud de reacciones en cadena, que tienen lugar en distintos compartimentos celulares. Se pueden diferenciar cuatro etapas:

•Glucólisis: procesamiento de la glucosa a piruvato.

•Procesamiento del piruvato.

•Ciclo de Krebs.

•Transporte de electrones.

Es importante conocer la dinámica de este proceso, lo que ocurre en cada una de estas etapas y dónde se ubica en la célula cada uno de estos procesos, entendiendo el significado, la importancia que tiene para el mantenimiento de la vida de la célula y su diferencias con otros procesos como fermentación y fotosíntesis. Dentro de los objetivos de este tema, centrados en obtener una visión global de estos procesos metabólicos, no es necesario, sin embargo, estudiar en detalle ni memorizar las reacciones parciales que tienen lugar en cada una de estas etapas.

FERMENTACIÓN

La fermentación es una ruta alternativa para producir ATP que tiene lugar en algunas bacterias, arqueas y también en las células eucariotas en ausencia de oxígeno. Permite que la glucólisis continúe cuando la ausencia del receptor de electrones (O_2) cierra las cadenas de transporte de electrones.

FOTOSÍNTESIS

Los organismos fotosintéticos presentan otra vía de obtención de energía: la fotosíntesis, proceso bioquímico esencial para la vida en la Tierra, ya que constituye la ruta de incorporación al mundo vivo de la energía lumínica y componentes inorgánicos, que el resto de los seres vivos no pueden utilizar directamente. La fotosíntesis la realizan las células vegetales y bacterias cuyos pigmentos pueden absorber la energía de la luz y emplearla para transformar materia inorgánica en orgánica.

En la fotosíntesis se producen dos grandes grupos de reacciones diferentes: unas captan energía y otras son fijadoras de carbono, por las que se transforma el CO_2 en gliceraldehido-3-fosfato, gracias al ATP y al NADPH producidos en el primer grupo de reacciones. Este compuesto orgánico se utiliza, en parte para sintetizar ácidos grasos, aminoácidos y almidón en el estroma del cloroplasto; otra parte pasa al citosol donde se transforma en fructosa-6-fosfato y glucosa-6-fosfato, que posteriormente se unen para formar sacarosa, que es la principal forma de transporte de azúcares en la planta.

Gracias a este proceso la atmósfera se enriqueció en oxígeno y la vida evolucionó hacia las condiciones actuales que permiten la existencia de los organismos aerobios.

La reacción global de la fotosíntesis es:

$$6\ CO_2 + 12\ H_2O + E_{Luz} \qquad C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6\ H_2O$$

La energía luminosa no puede utilizarse directamente para impulsar esta reacción y el H_2O no reduce el CO_2 directamente. El proceso global que se describe en esta reacción está separado en dos etapas que se llevan a cabo en compartimentos separados dentro del cloroplasto.

La primera etapa, comprende una serie de pasos que se han denominado reacciones luminosas, en las que la energía de la luz solar se utiliza para llevar a cabo la oxidación fotoquímica del H_2O o fotólisis del H_2O. Con esta oxidación se consiguen dos cosas, en primer lugar la reducción del agente oxidante $NADP^+$ a NADPH, y se libera O_2. En segundo lugar, parte de la energía de la luz solar se captura mediante la fosforilación del ADP para producir ATP. Este proceso se denomina fotofosforilación. En la segunda etapa, las denominadas reacciones oscuras de la fotosíntesis, el NADPH y el ATP producidos por las reacciones luminosas se utilizan para la síntesis reductora de los hidratos de carbono a partir de CO_2 y agua. A estas reacciones se las denomina oscuras porque no requieren la participación *directa* de la energía luminosa pero se producen en todo momento y son realmente aceleradas por la luz.

Ambas etapas se producen en los cloroplastos que guardan un cierto parecido con las mitocondrias. Poseen una membrana externa permeable y una membrana interna con una permeabilidad selectiva. La membrana interna encierra un espacio denominado estroma que es análogo a la matriz mitocondrial. Dentro del estroma están inmersas múltiples estructuras membranosas en forma de sacos planos denominadas tilacoides, que a menudo están apilados como monedas formando unidades denominadas grana. La absorción de la luz y todas las reacciones luminosas se producen dentro de las membranas del tilacoide o sobre ellas. El ATP y el NADPH producidos por estas reacciones se liberan al estroma circundante, en donde se producen todas las reacciones oscuras de síntesis. Existe pues analogía entre la estructura y función de la matriz mitocondrial y el estroma de los cloroplastos, y entre la membrana interna de la mitocondria y la membrana tilacoidal del cloroplasto. Como veremos, se realiza un tipo de producción quimiosmótica de ATP muy similar a través de

estas membranas, tanto en las mitocondrias como en los cloroplastos.

TEMA 4. Ciclo celular y división celular

Como resultado de la actividad metabólica, la célula crece hasta un determinado tamaño, a partir del cual puede dividirse para formar dos células hijas. Las células hijas son estructural y funcionalmente idénticas a su progenitora, porque cada nueva célula recibe la copia exacta de la información genética de aquélla.

En organismos unicelulares, la división celular equivale a reproducción del organismo, hace aumentar el número de individuos de la población. No ocurre así en los seres pluricelulares, donde sólo unas pocas células se especializan para la reproducción del organismo. Sin embargo, muchas células se dividen para desarrollar el individuo adulto, crecer, renovar o reponer células dañadas o envejecidas.

En los seres pluricelulares, como plantas y animales, la división celular es la forma mediante la cual el organismo crece desde una célula única. Es también la manera por la cual los tejidos, que se lesionan o sufren deterioros, se reparan y se reponen. En este tema se estudia el proceso por el cual se dividen las células eucariotas mediante un proceso complicado llamado mitosis, también y se abordará el estudio de los sistemas de control molecular que dirigen el ciclo celular, las señales internas y externas que están implicadas y cómo las células cancerosas escapan a esos controles.

La segunda parte de este tema aborda la meiosis, una división celular especial que permite a los organismos reproducirse sexualmente. La reproducción sexual implica la formación de células especializadas, los gametos. Mediante la meiosis se produce la reducción a la mitad del número de cromosomas y con la fecundación, o unión de dos gametos para formar el cigoto, se restablece el número de cromosomas.

Pero además, la meiosis y la fecundación contribuyen a la variabilidad genética que es uno de los pilares de la evolución. El estudio de este tema sirve de base para comprender los mecanismos de la herencia, que se estudian en el tema siguiente.

TEMA 5. Mecanismos de la herencia

Aunque la herencia de los caracteres es un hecho reconocido desde hace miles de años, la primera idea importante sobre el mecanismo implicado se propuso hace menos de un siglo y medio. En 1866, Gregor Mendel publicó los resultados de una serie de experimentos que sentaron las bases de la herencia de los caracteres de padres a hijos. Ya en el siglo XX se estableció el concepto de **gen** como unidad hereditaria discreta y se clarificó cómo los genes se transmiten a los descendientes y controlan los caracteres hereditarios.

El descubrimiento de que los genes (llamados factores o determinantes hereditarios por Mendel) se encuentran en los cromosomas, y se transmiten según el comportamiento de los

cromosomas en la meiosis (que hemos analizado en el tema anterior), permite hoy día entender los mecanismos de la transmisión hereditaria, y explican las leyes que Mendel descubrió de una forma empírica, sin conocer los elementos celulares que son la base de este comportamiento hereditario.

Cuando Mendel comenzó sus estudios de la herencia utilizando el guisante de jardín (*Pisum sativum*), no se conocía la existencia de los cromosomas, ni el papel, ni el mecanismo de la meiosis. Sin embargo, Mendel propuso la hipótesis de la herencia particulada; esto implica la existencia de unidades discretas de herencia (factores o determinantes hereditarios) que controlan los caracteres o rasgos, propuso que existen en parejas y pudo predecir su comportamiento en la formación de los gametos.

El éxito de Mendel se debió a que en vez de estudiar conjuntamente el comportamiento hereditario de todos los caracteres presentes en un individuo, se limitó a considerar independientemente cada uno de ellos; llegando a la conclusión de que los determinantes hereditarios mantienen su integridad de generación en generación; son independientes entre sí, pasan a la descendencia por separado, conservan su individualidad y permanecen estables de generación en generación.

Tras la formación de los gametos por meiosis, se produce la fecundación en la que éstos se combinan entre sí según los principios de probabilidad, de forma que pueden predecirse los porcentajes de aparición de estos caracteres en la descendencia. Estas decisivas aportaciones realizadas por Mendel al campo de la Genética pasaron desapercibidas en su época; más tarde, sus ideas fueron recogidas por De Vries y Correns, éste último fue quién, en 1902, las formuló en forma de leyes.

Las numerosas excepciones a los casos mendelianos fueron detectadas por numerosos investigadores posteriores a Mendel. Precisamente las excepciones a la ley de la combinación independiente de dos caracteres encontraron su explicación a partir de los trabajos experimentales realizados con *Drosophila melanogaster*, que demostraron que los genes que están localizados en el mismo cromosoma tienden a heredarse juntos y se denominan genes ligados. Posteriormente se comprobó que, tras el proceso de sobrecruzamiento entre cromosomas homólogos, los genes ligados también se pueden heredar por separado.

La explicación cromosómica de las leyes de la herencia propuestas por Mendel, así como el conocimiento de la estructura molecular del gen y su funcionamiento, han permitid entender las numerosas excepciones de las proporciones mendelianas, la herencia del sexo, la herencia ligada al sexo, las interacciones entre genes y los efectos ambientales en la herencia y manifestación de los rasgos hereditarios.

TEMA 6. Funcionamiento de los genes: del DNA a las proteínas

El DNA contiene los genes, o lo que es lo mismo, los genes son DNA. También sabemos que los genes almacenan la información hereditaria y la transmiten entre generaciones, es decir, la información que determina aquellas características, propiedades o actividades de un determinado ser vivo, que lo identifican como individuo de una especie y que transmitirá a sus descendientes. En el tema 1 se estudió la estructura química de esta molécula. El DNA está formado por dos cadenas de nucleótidos, que discurren en direcciones opuestas, y que se encuentran enfrentadas por las bases nitrogenadas por las que se mantienen unidas mediante puentes de hidrógeno. Las bases nitrogenadas que podemos encontrar en el DNA son adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T). Estas bases siempre se encuentran emparejadas A –T y C –G, unidas por los puentes de hidrógeno. Como veremos en este tema, este emparejamiento de bases es muy estable, es universal y es la clave de la información contenida en los ácidos nucleicos y de su transmisión. La secuencia de bases nitrogenadas, es el lenguaje en el que está escrita toda la información vital para la célula. El RNA actúa como intermediario temporal del DNA, de tal forma que moviliza copias de fragmentos del DNA para la síntesis de proteínas específicas; la información pasa del DNA al RNA y de ahí a las proteínas.

Las cuestiones que vamos a abordar en este tema son:

- conocer cómo el DNA es capaz autoreplicarse haciendo replicas exactas de su molécula
- cómo almacena información en la secuencia de bases nitrogenadas
- cómo esa información se materializa en un carácter, una propiedad o una actividad, es decir, en un fenotipo. Un fenotipo es siempre el resultado, directo o indirecto, de una proteína. Bien de la presencia o ausencia de una determinada proteína o de una forma variante de la misma, o bien de la actividad o inactividad de una determinada enzima.

El objetivo fundamental de este tema es estudiar los mecanismos mediante los cuales los genes se expresan como proteínas. Aunque hoy día sabemos con bastante detalle cómo ocurre este proceso, es interesante hacer una pequeña introducción histórica que permita entender cómo se logró avanzar en este campo, en pocos años, gracias a la colaboración de numerosos científicos.

Las primeras evidencias acerca de la relación entre genes y proteínas fueron obtenidas por Beadle y Tatum, que trabajando con el moho *Neurospora* lograron definir un fenotipo en términos moleculares y asociar un fenotipo mutante con la presencia de una enzima específica defectuosa. A mediados de los años 50, del pasado siglo, se confirmó que la información genética del DNA contenía el código para todas las proteínas que la célula necesita. Tan sólo diez años después, se supo cómo la secuencia de bases del DNA codifica los aminoácidos de una proteína. Es decir, se descifró el código que especifica cada uno de los aminoácidos en el DNA, y se descubrió la existencia de un intermediario, el RNA, en el

flujo de la información desde el DNA hasta las proteínas.

La célula está controlada por un flujo de información que se describió como *el dogma central de la biología*

DNA RNA proteínas

Hoy día, sabemos que esto es cierto pero conviene hacer la salvedad de que el flujo de información no siempre es exclusivamente unidireccional. La primera flecha de esta ecuación, en determinados casos, es reversible. Por ejemplo en algunos virus, como el del SIDA o el de la poliomielitis, la molécula hereditaria que porta la información es un RNA, ésta se copia a un DNA que posteriormente producirá otros RNAs. Esto no sólo ocurre en virus sino también los genes denominados retrotransposones, que se mueven en los genomas, utilizan esta vía de mantenimiento. La enzima denominada *transcriptasa inversa o reversa* es responsable de este proceso.

Más recientemente, hemos sabido que también determinadas proteínas tienen una cierta capacidad informativa, de manera que son capaces de transmitir información a otras proteínas y modificar su conformación. Este es el caso de los *priones*, las proteínas responsables de la encefalopatía espongiforme en diversos mamíferos (enfermedad de las vacas locas).

Por tanto, actualmente ésta es la ecuación que resume el flujo informativo:

DNA RNA proteínas ¿

El paso de la información del DNA al RNA, proceso que se conoce como *transcripción*, no presenta una especial dificultad ya que el lenguaje molecular es el mismo, las bases, y se realiza, como veremos, por la copia del nucleótido complementario.

Sin embargo, el paso de la información del RNA a las proteínas, proceso conocido como *traducción*, presenta una dificultad adicional puesto que es necesario cambiar de *lenguaje químico*: de las bases a los aminoácidos. Establecer las correspondencias supuso desentrañar *el código genético*, que no es sino el diccionario molecular que permite la traducción del lenguaje de cuatro elementos (bases) al de veinte elementos (aminoácidos), y que es un código de tripletes (3 bases = 1 aminoácido), denominados *codones*.

El mecanismo de la síntesis de proteínas es muy complejo y está muy regulado ya que es crucial para las células disponer de las proteínas adecuadas y en los momentos precisos. Participan muchos elementos, diversas enzimas, diversos RNAs, y orgánulos celulares específicos. En este tema se presenta una visión general de todo este proceso de traducción, dividido en tres etapas (iniciación, elongación y terminación) para facilitar su comprensión.

Finalmente, en este tema se analizan las mutaciones, que son las alteraciones o cambios producidos en los genes, es decir, en el DNA. En la replicación del DNA se producen errores, de forma natural o espontánea, y existe una maquinaria específica capaz de detectarlos y subsanarlos, en la mayoría de los casos aunque no siempre. Además,

numerosos elementos ambientales, productos químicos, radiaciones, etc., son capaces de dañar el DNA o bien la maquinaria de reparación del DNA. El resultado final de estos agentes mutagénicos, de los que cada vez vamos conociendo más, es que se producen cambios o mutaciones en los genes. Veremos cómo estos cambios en el DNA tienen una consecuencia directa en las proteínas codificadas, y entenderemos cómo las mutaciones tienen un efecto en el fenotipo, aunque no siempre se manifieste o sea detectable a simple vista.

TEMA 7. Regulación de los genes y respuesta a los cambios en el ambiente

No hay ninguna célula que tenga todos sus genes activos a la vez. Cualquier tipo de célula, bien sea procariota o eucariota, tiene información para sintetizar miles y miles de proteínas diferentes. Sin embargo, sólo una fracción de esta información se utiliza en un momento dado. No existe ninguna célula que sintetice simultáneamente todas las proteínas que tiene codificadas en su DNA. La expresión de los genes está regulada. Hay mecanismos muy precisos que regulan de la actividad de los genes.

Un gen está activo cuando se transcribe y se traduce a una proteína. Existen regiones reguladoras situadas delante de cada gen. La región reguladora se denomina promotor del gen, y es una zona del DNA que interacciona con proteínas específicas que son capaces de activar o inactivar la transcripción de un gen determinado. Incluso, hay regiones reguladoras que controlan toda una batería de genes relacionados. Por ejemplo, genes cuyos productos van a participar en una determinada ruta de reacciones para producir una determinada sustancia que se activan/inactivan todos a la vez de una forma mucho más económica y eficaz en función de si se requiere o no su producto.

Entender cómo funciona la regulación génica constituye uno de los retos más apasionantes de la biología molecular actual. Todos los complejos procesos que tienen lugar durante el desarrollo de los organismos a partir de la célula huevo, así como los procesos de transformación de células normales en cancerosas, se deben a cambios en los patrones de expresión génica.

Las células de un organismo pluricelular se diferencian unas de otras para realizar funciones especializadas y difieren en su contenido enzimático y en general en las proteínas que sintetizan. Esto no es debido a que tengan diferentes genes, ya que todas las células de un individuo tienen la misma información en su DNA puesto que proceden todas de la misma célula huevo, sino a que expresan diferentes genes. El conocimiento que se tiene hoy en día de los mecanismos de regulación es todavía muy fragmentario y el panorama es demasiado complejo para comprender las exquisitas y sofisticadas redes de regulación de genes que suponen la «construcción» de un organismo pluricelular a partir de una única célula.

En este tema se analizarán los distintos mecanismos que operan en el control de la expresión de los genes y regulan su nivel de actividad. Los puntos clave de la regulación

están a tres niveles:

- La propia estructura de la cromatina, controlada por proteínas estructurales y reguladoras que condicionan su estructura y su grado de compactación: cromatina condensada que resulta inaccesible a la transcripción y por tanto inactiva y cromatina abierta que puede expresarse si recibe las señales adecuadas.
- El control del RNA. La interacción de proteínas reguladoras con las secuencias reguladoras de los genes que condiciona la transcripción. También la maduración y la estabilidad de los mensajeros son puntos de control.
- El control de la síntesis de proteínas, que define si se inicia la traducción, y el control de los tiempos y velocidad de la misma.

Además, hay procesos post-traducción. La mayoría de las veces, las proteínas que se traducen no son activas tal cual, sino que requieren algunas modificaciones tras su síntesis, o incluso es necesario que se ensamblen varias cadenas polipeptídicas para tener una proteína funcional formada por diversas subunidades (estructura cuaternaria, pej. hemoglobina).

TEMA 8. Ingeniería genética, Biotecnología y Genómica

Como hemos ido viendo a lo largo de los temas anteriores, la biología en estos últimos cincuenta años ha dado un paso de gigante en el conocimiento de los genes y de su funcionamiento. Esta explosión de nuevos conocimientos y el ritmo vertiginoso al cual avanzan sus aplicaciones ha sido posible gracias a la tecnología del DNA recombinante, llamada también Ingeniería Genética. Se trata de un conjunto de técnicas y de estrategias que permiten obtener nuevas combinaciones de material hereditario que no se encuentran en la naturaleza (DNA recombinante), y la clonación de genes en células heterólogas.

Clonar un gen quiere decir obtener gran cantidad de copias del mismo. Anteriormente a las técnicas de clonación era prácticamente imposible aislar un gen concreto en cantidades suficientes para su estudio, debido a la pequeñísima proporción que representa un gen particular dentro de la complejidad de un genoma (menos de una millonésima parte en el caso humano).

El desarrollo de la Ingeniería Genética ha dependido, en gran medida, del descubrimiento de una serie de enzimas que actúan sobre los ácidos nucleicos y que son las verdaderas “herramientas” para esta ingeniería, ya que permiten cortar, modificar y unir las moléculas de DNA de manera controlada en el laboratorio. También son fundamentales algunas técnicas utilizadas de forma rutinaria en los laboratorios como son: la electroforesis, para separar y aislar los genes; la hibridación con sondas específicas, para identificarlos; la secuenciación del DNA, para caracterizar un gen; la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), que permite amplificar un gen en un tubo de ensayo; y los microchips para el estudio comparativo y masivo de secuencias y el análisis de la expresión diferencial de genes.

Las técnicas de clonación de DNA permiten aislar fragmentos de DNA procedentes de un organismo complejo (por ejemplo genes humanos) y mantenerlos, reproducirlos (para obtener muchas copias o clones) y expresarlos (para obtener gran cantidad de su producto proteico) en sistemas sencillos como son las bacterias. Las bacterias fueron las primeras hospedadoras de genes eucariotas; en su interior se han expresado incluso proteínas humanas. Hoy día, se utilizan también levaduras y células vegetales y animales (incluidas las humanas) como hospedadoras de genes foráneos.

En este tema vamos a analizar los elementos básicos necesarios para clonar genes: una serie de *enzimas para cortar y pegar el DNA*, unos *vectores para transportar genes*, la utilización de *células hospedadoras para clonar genes* y unas cuantas *técnicas para caracterizar el DNA.*

Los pasos fundamentales para la clonación de un gen son:

1. Cortarlo y separarlo del resto del genoma original

La Ingeniería Genética comenzó a desarrollarse, a principios de los años setenta, coincidiendo con el descubrimiento de las *enzimas de restricción***.** Estas enzimas, de origen bacteriano, cortan el DNA por un sitio específico o diana y permiten volver a unir, posteriormente, fragmentos de DNA de muy distinto origen, siempre que hayan sido cortados por la misma enzima y compartan la misma diana. Hoy hay comercializadas más de cien enzimas de restricción diferentes, con distintas secuencias o dianas de corte, que permiten elegir la más adecuada según el gen a clonar en cuestión. Son como unas tijeras moleculares muy específicas y constituyen una herramienta clave para la Ingeniería Genética.

2. Unirlo a un vector que lo transporte al interior de una célula hospedadora

Una vez cortado y aislado el gen en cuestión, es necesario unirlo a un DNA vector que lo transporte al interior de la célula hospedadora, generalmente bacteriana, aunque también pueden ser otros tipos de células. Este DNA vector, previamente cortado con la misma enzima de restricción, se une al gen a clonar por la zona de las dianas comunes, y se pegan los fragmentos con la ayuda de unas enzimas, denominadas *ligasas*, que actúan como un pegamento molecular.

Como vectores se utilizan plásmidos o virus que infectan bacterias. En el caso de que la célula hospedadora sea de levaduras, vegetales o animales, se trabaja con un vector específico para las mismas.

Los plásmidos son fragmentos de DNA que penetran en las bacterias y se reproducen con una elevada tasa, frecuentemente llevan genes que determinan resistencias a antibióticos, lo cual resulta muy ventajoso para la bacteria y también muy útil para “marcar” aquellas bacterias que incorporaron el combinado (gen+plásmido).

Los virus bacteriófagos son también buenos vectores ya que literalmente inyectan su DNA hacia el interior de la bacteria. La inserción de una pieza de DNA (el gen a clonar) ajena al

virus no altera su capacidad para introducirse ni la capacidad de replicarse posteriormente en el interior de la bacteria.

3. Introducir el gen en la célula hospedadora y establecer un clon o linaje de células que lo reproduzcan y en su caso obtener el producto del gen

Tanto los plásmidos como los virus con su gen foráneo insertado, penetran en el interior de las bacterias y se reproducen rápidamente si éstas se encuentran en un medio rico en nutrientes. En cuestión de horas se consigue una elevada amplificación del gen, y se obtendrá un clon o linaje de bacterias que podría seguir reproduciéndolo de forma ilimitada. Habremos establecido "artificialmente" una fábrica "natural" de genes, que se puede congelar para parar su reproducción, y posteriormente volver a crecer en el momento deseado.

TEMA 9. Organismos pluricelulares: Principios del desarrollo y expresión diferencial de los genes

"Todos los seres pluricelulares, sean esponjas, tréboles, acacias, elefantes o humanos, se construyen a partir de una única célula: el óvulo fecundado o cigoto, y este proceso es uno de los más impresionantes, enigmáticos y desconocidos de la biología actual"

El estudio del desarrollo, el proceso por el cual las células se especializan y se estructuran hasta constituir un organismo, constituye uno de los problemas más complejos de la biología. En este tema vamos a estudiar el desarrollo de los organismos pluricelulares centrándonos en los mecanismos que operan a nivel de los genes y de las células. La expresión diferencial de los genes conduce a una diferenciación en la forma y la función de las células que permite entender cómo a partir de una única célula huevo se produce la diversidad de tejidos y de órganos que realizan una gran variedad de funciones en el cuerpo de las organismos complejos.

Todos los seres pluricelulares, sean esponjas, tréboles, acacias, elefantes o humanos, se construyen a partir de una única célula: el óvulo fecundado o cigoto, y este proceso es uno de los más impresionantes, enigmáticos y desconocidos de la biología actual. En los procesos del desarrollo, que nos llevan desde una célula a los miles de millones que constituyen en ser complejo (por ejemplo, 10^{14} células en el cuerpo humano), hay dos componentes importantes. En primer lugar, el aumento del número de células, que ocurre por división celular o mitosis (proceso que ya estudiamos en el tema 4). En segundo lugar, la diversificación en la estructura y función de las células con aparición de tipos celulares muy diferentes. Este proceso se denomina diferenciación celular, y en este tema vamos a tratar de entender cómo ocurre.

La célula huevo o cigoto contiene todos los genes necesarios para dirigir la construcción del organismo. Hoy día sabemos que todas las células del cuerpo adulto de un organismo también contienen toda la información genética. La diferenciación, que es la especialización

de las células hasta convertirse en los distintos tipos celulares, no implica una pérdida de genes sino una expresión diferencial de los mismos. El conjunto de genes activos y, por consiguiente, las proteínas que se producen, explican las diferencias morfológicas y funcionales, por ejemplo entre una célula muscular y una neurona, o entre una célula de la raíz y una de la flor. Dicho de otro modo, los distintos tipos de células no difieren en los genes que contienen sino en los que usan. La reciente clonación de la oveja Dolly es una prueba definitiva para ilustrar este hecho. El núcleo de la célula mamaria que se utilizó para introducirlo en el huevo, al que previamente se le había eliminado su núcleo, contenía, obviamente, todos los genes y dio como resultado la famosa oveja clónica.

Como veremos en este tema, estamos empezando a entender los mecanismos que determinan que una célula se diferencie y avance hacia una especialización definitiva que involucra un cambio en su aspecto y en su función. Se trata, en esencia, de mecanismos de control del genoma, que operan a nivel de la transcripción y de la traducción (ver tema 7) junto con mecanismos de comunicación entre las células, que emiten las señales químicas para el control del genoma. Vamos poco a poco conociendo algunas notas, pero estamos muy lejos de entender la sinfonía del desarrollo, ni siquiera en la versión del organismo pluricelular más simple del planeta.

Se han identificado algunos de los factores que inducen la diferenciación. Son proteínas que actúan como reguladores de transcripción uniéndose al DNA en los promotores de determinados genes clave, incluso a todo un grupo de genes o familia de genes que contienen el mismo promotor. En otros casos, también pueden activar la transcripción uniéndose al complejo enzimático. Se han aislado e identificado algunos de estos factores y se ha podido incluso confirmar experimentalmente que son capaces de inducir la diferenciación de *células madre o troncales* (*stem cells*), que son células no diferenciadas, procedentes de embriones o procedentes de adultos. La experimentación en este campo, está arrojando mucha luz sobre los mecanismos moleculares de la diferenciación, además de tener una gran trascendencia desde un punto de vista clínico, ya que si se lograra producir en el laboratorio tejidos u órganos se dispondría de una poderosa herramienta para sustituirlos en aquellos casos en que estén dañados o enfermos. En la prensa son frecuentes las noticias sobre los avances de la investigación en este campo, y también los problemas y prohibiciones que algunos gobiernos plantean para la experimentación con células madre por motivos religiosos.

En el desarrollo, además de la *división* y la *diferenciación* de las células, que son dos procesos complejos, pero que hasta cierto punto vamos entendiendo, ocurre algo todavía mucho más enigmático que es la *morfogénesis*. Se trata de la adquisición de la forma y estructura del cuerpo, con la aparición de los diversos órganos, y de estructuras, con sus formas y tamaños específicos. Y esto también está determinado genéticamente; es el resultado de la expresión de determinados genes en los momentos y en los lugares precisos

lo que hace que los dedos de tu mano sean cinco y tengan la forma y el tamaño que tienen, que será parecido al de alguno de tus progenitores, incluso en la longitud relativa entre tu dedo índice y el anular.

La morfogénesis es el resultado de las interacciones entre células, el movimiento de las células y la muerte celular apoptótica. Las células interactúan continuamente durante el desarrollo mediante señales célula a célula. Se utiliza el término *inducción*, para referirse a cualquier mecanismo por el cual una población celular influye sobre el destino de sus vecinas. Un tejido determina que otro adyacente se desarrolle de manera particular. De nuevo los elementos subyacentes son las señales químicas y sus efectos en los genes. La existencia de inductores, la distribución diferencial de los mismos, tanto dentro de una misma célula como en todo el embrión, es decir, la existencia de gradientes de moléculas específicas y la consecuente aparición de una polaridad, son elementos importantes que explican estos procesos.

La *información posicional* es importante para que la célula tenga un comportamiento adecuado a su posición dentro de un todo. Hay genes que informan de posición dentro de un embrión o de una región del embrión, por ejemplo de un segmento en insectos, y también se conoce la existencia de genes de órgano o de estructura. Estos últimos informan de la pertenencia a un determinado órgano, y se conocen como *genes de identidad* en plantas o *genes homeótico*s en animales. Las mutaciones en los genes homeóticos hacen que una parte del cuerpo sea sustituida por otra. El descubrimiento de estos genes tuvo una gran trascendencia para avanzar en el conocimiento del desarrollo, y alcanzaron una gran popularidad por los efectos tan espectaculares que se manifiestan cuando aparecen mutaciones en estos genes. Así, una mutación en un determinado gen homeótico puede tener como consecuencia la formación de una pata en la cabeza de una mosca, precisamente en el lugar en que debía ir una antena. Esto es la consecuencia de que todas esas células están siendo informadas “erróneamente” de que son una pata, y como tal se desarrollan y forman una pata perfecta, sólo que no lo hacen en el lugar apropiado. Este tipo de experimentos demostró la importancia de la información posicional.

Otra faceta importante del desarrollo, y en particular de la morfogénesis, relativamente desconocida hasta hace pocos años, es la muerte celular conocida como *apoptosis.* Es la muerte celular que está genéticamente programada. En la apoptosis celular se desencadenan una serie de procesos que provocan la degradación del genoma, como consecuencia de la activación de determinados genes, que llevan a la muerte controlada. Es un proceso muy diferente a la muerte celular o necrosis, que tiene lugar como consecuencia de daño o carencia de nutrientes. Se conocen genes de apoptosis y enzimas que son específicas de los procesos de muerte apoptótica, que además parecen estar muy conservados en diferentes especies. La muerte controlada, en el tiempo y en el espacio, es decir de determinada serie de células en el momento adecuado es un elemento esencial en

la formación de estructuras y órganos durante el desarrollo.
Lo más impresionante no es que el genoma de la célula huevo tenga el programa genético con las instrucciones de lo que hay que hacer, lo que nos resulta todavía inexplicable es que también tiene las instrucciones para decidir en qué orden, en qué momento, durante cuánto tiempo, y en qué lugar hay que hacerlo. Este último tipo de instrucciones son la clave del desarrollo.
Los recientes estudios de genómica comparada, que analizan las posibles homologías en la secuencia de genes concretos en distintos organismos, demuestran que los genes que controlan el desarrollo están muy conservados en diferentes especies. Esto quiere decir que muchos de los genes fundamentales para el desarrollo son muy similares en una amplia variedad de organismos, y que los mecanismos genéticos importantes, desde el punto de vista del desarrollo, al parecer están enraizados profundamente en la historia evolutiva de los organismos multicelulares.

TEMA 10. Organismos Acelulares y Unicelulares: Virus y bacterias

Cualquier estudio de la biodiversidad del planeta estará incompleto a menos que se tengan en cuenta los parásitos acelulares que explotan precisamente esa biodiversidad. Se trata de los virus, formas acelulares microscópicas constituidas básicamente por ácidos nucléicos y alguna enzima, rodeados por una estructura proteica. Estos parásitos intracelulares obligados no se pueden replicar a menos que entren en las células, donde se multiplican a sus expensas. Cuando los virus se encuentran fuera de la célula huésped, simplemente existen, pero son metabólicamente inertes, y se denominan viriones. Los viriones se comportan como un medio de transporte del ácido nucléico, y se comporta como una sustancia química que puede incluso cristalizar, como ocurre por ejemplo en el virus del mosaico del tabaco.
Respecto a su composición, es muy variada, y pueden presentar DNA (de una o dos cadenas) o RNA. Las moléculas de ácidos nucléicos pueden ser lineares o circulares y estar en una sola molécula o en varias (genoma fragmentado)
Al microscopio electrónico los virus presentan una gran variedad de formas. Respecto a su estructura global, generalmente se clasifican en dos categorías, según estén recubiertos por una cápsida de naturaleza proteica, o por una cápsida y una envoltura similar a una membrana.
Sin embargo, desde un punto de vista práctico, no es la morfología la característica sobre la que se centran la mayor parte de los estudios dirigidos a los virus. Estos agentes son responsables de numerosas enfermedades más o menos infecciosas que afectan tanto a plantas como animales y por esta razón se intenta comprender cómo se produce el ciclo de replicación con el fin de poder sintetizar vacunas. Entender a los virus implica conocer en profundidad sus ciclos biológicos: el crecimiento por replicación o ciclo lítico (lo poseen todos

los virus) y el crecimiento latente o lisogénico (algunos virus son capaces de detener el ciclo y entrar en un estado de latencia).

Y cuando los estudios sobre los virus no han terminado de revelar todo su potencial dañino, aparecen en el espectro del mundo microscópico otras formas acelulares de menor tamaño, capaces de provocar enfermedades: son los viroides y los priones. Los viroides son moléculas de RNAm circular que se encuentran desprotegidas. Son más pequeñas que cualquier genoma vírico y carecen de sitios de adhesión a los ribosomas, codones de inicio y terminación, por lo que la hipótesis más probable es que la enzima RNA polimerasa sea la encargada de su replicación. Estas moléculas aparecen en el núcleo de la célula e interfieren en la regulación de los genes que se expresan en ella. En el caso de las plantas, son capaces de alterar la expresión de diversas proteínas con función hormonal.

Los priones son proteínas, concretamente glicoproteínas, responsables de diversas enfermedades, entre ellas una de las enfermedades con mayor impacto mediático y económico de la última década, la “enfermedad de las vacas locas” o encefalopatía espongiforme Bovina (EEB).

Si nos alejamos de las formas acelulares y entramos en el mundo vivo, encontramos dos grandes dominios de organismos unicelulares y procariotas, es decir que carecen de núcleo. Aunque el Dominio Archaea incluye los microorganismos que comparten con las bacterias verdaderas algunas características estructurales y genes (comparten genes incluso con Eukarya), lo cierto es que poseen muchas peculiaridades exclusivas que las hacen dignas de estudio.

Los lípidos de su membrana difieren a los que existen en eubacterias y células eucariotas. No presentan fosfolípidos y en algunos casos la unidad de membrana es una monocapa lipídica. También es diferente la composición de la pared celular, ya que no existe mureína, como en las eubacterias, sino proteínas exclusivas o un peptidoglucano modificado que no se encuentra en ningún otro ser vivo.

Muchos Archaea se encuentran adaptados a vivir en condiciones donde casi ningún otro organismo es capaz de habitar, motivo por el cual también se les denomina extremófilos ¿Cómo pueden desenvolverse en unos ambientes tan duros y extremos donde las enzimas del resto de seres vivos no pueden funcionar de forma correcta y eficiente?

La respuesta es sencilla: las enzimas de las archaeobacterias son extremoenzimas, funcionales bajo condiciones en que ninguna otra lo es. Estas enzimas alcanzan su plena eficiencia y el máximo rendimiento a temperaturas elevadas, amplios intervalos de acidez o salinidad, etc. Este mecanismo adaptativo a despertado un enorme interés en distintos sectores de la industria, como la biomedicina, la producción de edulcorantes, el diagnóstico de enfermedades, y desde no hace mucho tiempo son un grupo clave a la hora de entender los mecanismos a través de los cuales se origina la vida en la Tierra, en condiciones extremas, y como algunos linajes bacterianos originaron la célula eucariota (Teoría

endosimbiótica) y por lo tanto, suponen la base que ha originado los distintos grupos de organismos vivos. A lo largo de la evolución.

Otra de las grandes ramas basales del árbol de la vida la constituye el Dominio Bacteria (bacterias verdaderas o eubacterias), que incluye un conjunto extraordinariamente diverso de microorganismos unicelulares cuyo tamaño no supera los 10 µm. Las eubacterias se han adaptado casi a cualquier ambiente (descartando los extremos), ya que en este grupo se encuentran representadas todas las formas de nutrición conocidas. Existen, por tanto, bacterias autótrofas (fotosintéticas y quimiosintéticas) y bacterias heterótrofas (saprófitas, simbiontes y parásitas).

Esta diversidad de funciones convierte a este grupo en esencial en el mantenimiento de los ecosistemas tanto terrestres como acuáticos, ya que contribuyen al mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos responsables del “reciclaje” de la materia en la biosfera.

Respecto a su morfología, adoptan formas diversas, que pueden estar influidas por el medio de cultivo o el entorno. Aunque son unicelulares en ocasiones se mantienen unidas tras la división formando colonias que pueden llegar a formar verdaderas superficies vivientes, formadas por bacterias inmersas en secreciones pegajosas que las protegen de agresiones externas. Su ultraestuctura es también interesante, ya que carecen de núcleo y poseen componentes exclusivos, y es más simple que la de las células eucariotas. Destacan la pared celular de mureína, componentes externos como fimbrias, pili sexuales, flagelos, cápsula bacteriana o glucocálix, que se verán con detalle a lo largo del tema.

En cuanto a su reproducción, lo hacen de forma asexual por bipartición o escisión binaria. Sin embargo, las bacterias son capaces de transferir de forma horizontal, en la misma generación, genes a otras bacterias cercanas. Este mecanismo les permite adquirir de forma inmediata genes nuevos, nuevos rasgos heredables, sin esperar a la siguiente generación para manifestarse. Esta capacidad exclusiva, que no se produce en ninguna otra forma viva, presenta tres variantes que se tratarán a lo largo del tema por su importancia a nivel evolutivo, en términos de capacidad de adaptación al medio, y por su utilidad en Biotecnología. Son la transformación, transducción y conjugación.

Las eubacterias son un importante objetivo de atención de importantes disciplinas como la Microbiología industrial y la Biotecnología. Así, bacterias como las del ácido láctico son las responsables de la fabricación del queso, algunas son estudiadas por sus aplicaciones como armas biológicas o por sus aplicaciones en investigación como herramientas importantes de uso en laboratorio. De manera más reciente, los estudios sobre este tipo de organismos se centran en su capacidad de eliminar la contaminación del medio ambiente en lo que se denomina Biorremediación. Esto es así porque muchos juegan un papel fundamental en el reciclado de materia. En el caso de las eubacterias

Por último, y a pesar del importante papel que juegan algunos linajes de eubacterias en los ecosistemas, las relaciones que este grupo mantiene con otros seres vivos no siempre son

beneficiosas. Muchas eubacterias son patógenos causantes de enfermedades al ser humano, como difteria, meningitis, neumonía, tuberculosis, tos ferina, brucelosis, amigdalitis, etc. En este tema se comentará la importancia de la producción industrial de los antibióticos, por su eficacia tóxica sobre rutas metabólicas esenciales de bacterias patógenas, como mecanismo para combatir enfermedades provocadas por éstas.

METODOLOGÍA

La metodología de la UNED se basa en la enseñanza a distancia y el aprendizaje autónomo, con el apoyo de los profesores tutores y los profesores del Equipo Docente de la asignatura. Los estudiantes disponen de una serie de servicios de apoyo en línea que se complementan con los que reciben de forma presencial e individualizada en los Centros Asociados.
Para el trabajo autónomo y la preparación de esta asignatura los estudiantes disponen de un libro de texto al que se adapta el programa y los materiales de apoyo y la tutoría telemática proporcionada por los profesores del curso.
La metodología de enseñanza se basa fundamentalmente en tres recursos docentes:
Los materiales docentes, impresos o digitales, diseñados, escritos o recomendados por el Equipo Docente de la asignatura. En esta asignatura comprenden:

•El texto básico de estudio recomendado.

•Los materiales para la realización de las actividades prácticas (disponible en el curso virtual).

•La Guía de Estudio, que sirve de complemento a cada tema (disponible en el curso virtual).

•Los materiales de apoyo (disponibles en el curso virtual).

Tutorías presenciales dirigidas desde los Centros Asociados de la UNED, que permiten la orientación personalizada por parte de los Profesores Tutores, la solución de dudas sobre la materia de estudio, así como la realización de las prácticas propuestas.
El curso virtual dirigido por los profesores del Equipo Docente de la Sede Central es el eje de la enseñanza virtual a partir de los foros del Equipo Docente, los foros de alumnos y las tutorías virtuales de los Centros Asociados existentes en él.
Por último, las prácticas presenciales obligatorias se realizan en los Centros Asociados. **Para solicitar plaza/turno de prácticas de laboratorio/experimentales, el estudiante tendrá que acceder a la aplicación de prácticas desde su escritorio. En estas imágenes puede ver desde dónde se puede realizar el acceso a dicha aplicación: Imágenes. Si al acceder a ella no encuentra ninguna oferta, deberá ponerse en contacto con el centro asociado donde está matriculado.**

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	6
Duración del examen	120 (minutos)

Material permitido en el examen

Ninguno.

Criterios de evaluación

Se valora la capacidad de síntesis de los conocimientos adquiridos y ceñirse a lo preguntado combinando lo aprendido en los distintos bloques de la asignatura.

Se considera también importante un uso adecuado del lenguaje científico y utilizar los términos en su contexto de forma apropiada.

Las respuestas deben ser razonadas.

NOTA IMPORTANTE: SE RESTARÁ 0.1 PUNTOS POR CADA FALTA DE ORTOGRAFÍA

% del examen sobre la nota final	100
Nota del examen para aprobar sin PEC	5
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	10
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	5

Comentarios y observaciones

Las PEC son de carácter voluntario y pueden sumar hasta un punto a la calificación final siempre que se supere el cinco en el examen.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?	Si

Descripción

La Evaluación Continua consta de dos partes: PEC y dos test.

La “Prueba de Evaluación Continua” (PEC) se proporciona en formato Word y la entrega del mismo se realiza a través del curso virtual. Son cuatro ejercicios relacionados con distintos temas del programa. Estos ejercicios son voluntarios y aportan hasta un máximo de medio punto a la nota final siempre que se supere el 5 en el examen presencial.

Los dos test se activan a finales de noviembre y a principios de enero (tras las vacaciones de Navidad). Constan de 50 preguntas tipo test a realizar en 50 minutos. Cada test estará disponible para su realización entre las 9h y las 23.55h del día correspondiente (que se indica en el curso virtual), por lo que el estudiante decide en qué momento hacerlo. El primero incluye preguntas sobre los cinco primeros temas del programa y el segundo sobre los cinco últimos temas. Son voluntarios y cada uno de ellos aporta hasta un máximo de 0.25 puntos a la nota final siempre que se supere el 5 en el examen presencial.

Criterios de evaluación

La PEC se evalúa por parte de los tutores de cada centro con la orientación del Equipo Docente. Se valora la capacidad de síntesis y el razonamiento de las respuestas. También es importante un buen uso de la terminología. La calificación obtenida en la misma se debe multiplicar por 0.05 para obtener la puntuación que aporta a la calificación final, siempre y cuando se supere el examen presencial con un 5 o una nota superior.

En los test, las preguntas tienen cuatro respuestas posibles de las cuales solo una es correcta. Cada pregunta correcta se puntúa con 0.2 mientras que las no contestadas o las contestadas incorrectamente se puntúan con 0. La calificación que aporta cada test a la nota final (siempre que se supere el 5 en el examen presencial) se calcula multiplicando la calificación por 0.025. Si un estudiante obtiene un 7 en un test, la aportación a la nota final es: 7x0.025= 0.175

Ponderación de la PEC en la nota final	Contribuye hasta un 10% adicional si se aprueba el examen.
Fecha aproximada de entrega	PEC (15/01/2021) - los test a finales de noviembre y principios de enero

Comentarios y observaciones

La fecha en que se realiza cada test se puede encontrar en el curso virtual de la asignatura.

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? Si

Descripción

PRACTICAS OBLIGATORIAS DE LABORATORIO

Cada Centro Asociado organiza las prácticas de acuerdo al número de personas matriculadas y de los medios que dispone, por lo que la forma de impartirlas es variable (pueden ser varios días seguidos, un fin de semana, un día durante varias semanas, horario de mañana o de tarde, etc). Es importante contactar con el Centro Asociado para que le informen de cuándo y cómo se realizarán las prácticas. Las prácticas son obligatorias y se debe obtener el apto para poder superar la asignatura. Se componen de unas prácticas presenciales (que se realizan en el lugar indicado por el Centro Asociado) y unas prácticas no presenciales.

La validez de estas prácticas es de dos cursos, por lo que los estudiantes que las han realizado en el curso 2018-19 y las tienen aptas, no tienen que repetirlas. Los estudiantes que las realizaron en cursos anteriores deben completar un cuaderno específico que encontrarán en la sección de documentos del curso virtual (en la carpeta de "Prácticas").

Criterios de evaluación

Las prácticas son evaluadas por parte de los tutores de los centros. Se califican como "aptas" o "no aptas".

Ponderación en la nota final	Son obligatorias para superar la asignatura
Fecha aproximada de entrega	Depende de cada tutor de prácticas

Comentarios y observaciones

Las prácticas dependen de los Centros Asociados por lo que debe contactar con su Centro Asociado para informarse de cuándo y dónde serán las prácticas. El Tutor de Prácticas es quien decide cómo y cuándo deben entregar las prácticas, tanto las presenciales como las no presenciales. Además, también puede decidir modificar el cuaderno a realizar por lo que **antes de realizar el cuaderno** que se proporciona en la sección de documentos del Curso Virtual debe consultar con la persona que va a impartirle las prácticas para confirmar que es igual.

Las calificaciones de prácticas las remiten los tutores al Equipo Docente a principios de febrero. Las mismas se incorporan a la Secretaría Virtual al emitir las calificaciones de los exámenes de febrero.

NOTA IMPORTANTE: LOS ESTUDIANTES QUE DEBEN REALIZAR EL CUADERNO DE PRÁCTICAS CADUCADAS DEBEN ENVIARLO AL COORDINADOR DE LA ASIGNATURA DIRECTAMENTE

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

Para poder superar la asignatura las **prácticas deben estar calificadas como "aptas"**. La nota final es la calificación del examen, a la que se le suma la evaluación continua en caso de superar el examen.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9788478291212
Título:FUNDAMENTOS DE BIOLOGÍA
Autor/es:Freeman, Scott ;
Editorial:PEARSON-UNED

El libro recomendado como bibliografía básica es el que más se ajusta al temario de la asignatura. El alumno puede utilizar este texto o cualquier otro libro de biología general que incluya los temas del programa teniendo en consideración que otros textos pueden presentar un orden diferente de los mismos así como algunas diferencias en el contenido de los mismos.

NOTA: el tema 10, **Organismos Acelulares y Unicelulares**, se proporciona en formato PDF en el curso virtual de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Para las prácticas de la asignatura **es recomendable consultar en la biblioteca** la siguiente bibliografía:

Martínez-Guitarte, J. L., Planelló, R., Morcillo, G. (2005): *Cuadernos de prácticas. Biología. CC. Ambientales*. UNED. Referencia UNED: 60103CP01A01. ISBN: 843625146-6.

Los protocolos de las prácticas que propone el Equipo Docente se pueden encontrar en el curso virtual.

Son numerosos los textos de Biología con un enfoque generalista, que pueden ser de utilidad para preparar el programa de la asignatura. Hay excelentes textos editados en inglés, y algunos de los mejores de éstos están traducidos al español con ediciones bastante actualizadas. Para el programa de la asignatura recomendamos los siguientes:

•Campbell NA, Reece JB, Mitchell LG. *Biología.* Editorial Médica Panamericana. 7ª edición. 2007

•Mader S S. *Biología*. Biología. Mc Graw Hill. 9ª edición.2008.

•Sadava D, Heller H C, Orians G H, Purves W H, Hillis D M. *Vida. La Ciencia de la Biología.* Editorial Médica Panamericana. 8ª edición. 2009.

La bibliografía de consulta y ampliación específica para cada tema del programa se indica en la Guía de Estudio de la asignatura, donde se incluyen textos más especializados relacionados con cada uno de los temas que pueden resultar útiles a los alumnos para ampliar conocimientos en determinados aspectos más concretos del programa.

El programa que se utiliza en las actividades prácticas no presenciales se pondrá a disposición del estudiante en el curso virtual.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

En el curso virtual los alumnos matriculados en esta asignatura podrán encontrar información actualizada sobre el curso y diversos materiales para la preparación de esta asignatura. Disponen de una **Guía de Estudio** detallada para cada uno de los temas del programa con:

•una introducción al tema

•un guión extenso y ordenado de los contenidos

•referencias específicas al libro de texto básico

•un resumen de los conceptos fundamentales de cada tema

•bibliografía complementaria

•enlaces a páginas y recursos en internet

•ejercicios prácticos

•preguntas de autoevaluación

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Las prácticas de laboratorio en esta asignatura son **obligatorias**. Las imparten los Centros Asociados por lo que deben contactar con el centro o consultar la aplicación de prácticas en el campus virtual.

Se componen de dos partes, las prácticas presenciales y las prácticas no presenciales, que se evalúan como un conjunto. La evaluación es "apto" o "no apto".

Las prácticas presenciales, al ser organizadas por los Centros Asociados, varían en su formato y en el momento de impartirse. Pueden constar de una sesión o varias, en función del reparto del tiempo que se haga. Al final de las prácticas, debe realizar el cuaderno de prácticas (tanto de las presenciales como de las no presenciales), que es evaluado por la

persona que le imparta las prácticas. Para obtener la calificación de apto en las prácticas se debe obtener el apto en las prácticas presenciales y las no presenciales.
La validez de las prácticas es de dos cursos académicos: el curso en que se realizan y el curso siguiente. Aquellas personas que se matriculen una vez pasados esos dos cursos, deben realizar el cuaderno de prácticas caducadas (que se pondrá a disposición del alumno en el curso virtual). Las prácticas contenidas en el cuaderno son *on-line*, por lo que requieren de conexión a Internet.

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.