

Contenidos y Objetivos de la Fisiología en el Grado de Biología



El Árbol de la Fisiología

Innovación Educativa: la Fisiología en el Grado de Biología en el Marco del EEES

Autoría, Edición y Publicación



SECF

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FISIOLÓGICAS

© **SECF**, SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FISIOLÓGICAS

Está permitido su uso parcial o total por cualquier institución sin ánimo de lucro, siempre que se cite la procedencia.

ISBN: 978-84-612-9228-8

Depósito legal: A-49-2009

Imprime: CEE LIMENCOP

Contenidos

Presentación.....	v
1. Algunas Consideraciones sobre el Grado de Biología.....	1
2. Objetivos de Aprendizaje de Fisiología en el Grado de Biología.....	11
I. Introducción.....	13
II. Fisiología General y Celular.....	13
III. Sistema Nervioso.....	23
IV. Sistema Endocrino.....	41
V. Sistema Reprodutor.....	48
VI. Sistemas Circulatorios.....	52
VII. Intercambio de Gases.....	61
VIII. Osmorregulación y Excreción.....	68
IX. Sistema Digestivo.....	73
X. Nutrición, Metabolismo y Termorregulación.....	81

Presentación

El objetivo general de “La Declaración Conjunta de los Ministros Europeos de Educación, realizada en Bolonia el 19 de Junio de 1999” (*Documento de Bolonia*), es profundizar en las relaciones entre los países de la unión mediante el desarrollo y fortalecimiento de sus dimensiones intelectual, cultural, social, científica y tecnológica. Se apuesta en el *Documento de Bolonia* por la educación y la cooperación educativa como motor para la integración europea y se otorga a las Universidades el papel central en el proceso. El *Documento de Bolonia* toma de la declaración realizada en la Sorbona, el 25 de Mayo de 1998, el concepto de Área (Espacio) Europea(o) de Educación Superior como vía clave para promocionar la movilidad de los ciudadanos y la capacidad de obtención de empleo y el desarrollo general de la Comunidad Europea .

Los redactores del *Documento de Bolonia*, conscientes de las realidades incontestables de las idiosincrasias de cada país y de la autonomía de las Universidades, alumbran la necesidad de proporcionar medidas concretas para lograr una mayor compatibilidad de los sistemas de educación superior. En este contexto, los firmantes del Documento se comprometen a coordinar sus políticas educativas para alcanzar en un breve plazo de tiempo, y en cualquier caso dentro de la primera década del tercer milenio, unos objetivos concretos:

1. La adopción de un sistema de titulaciones fácilmente comprensible y comparable.
2. El establecimiento de un sistema de créditos ECTS (*European Credits Transfer System*), como medio adecuado para promocionar una movilidad estudiantil más amplia.
3. La promoción de la movilidad, eliminando los obstáculos para el ejercicio efectivo de libre intercambio. Entre los aspectos concretos de esta promoción se incluye:
 - a. la facilitación del acceso a los sistemas de estudio y formación.
 - b. el reconocimiento y valoración de las estancias en instituciones de investigación, enseñanza y formación Europeas.
 - c. la puesta en marcha de la dimensión Europea de educación superior, creando *curricula*, metodologías, programas de

movilidad y programas de estudio comparables, que integren la formación y la investigación.

Finalmente, en el *Documento de Bolonia*, se insta a instituciones no gubernamentales y a las propias Universidades a que respondan positivamente cooperando para la pronta consecución de los objetivos antes mencionados.

En la Sociedad Española de Ciencias Fisiológicas (SECF) hemos pretendido responder a ese llamamiento elaborando tres pequeños libros que recogen los contenidos y objetivos de la enseñanza de la Fisiología. El primero de ellos lleva por título "*Innovación educativa en la Universidad: la enseñanza de la Fisiología en el grado de Medicina*" y fue elaborado bajo el auspicio conjunto de la SECF y de la Sociedad Española de Educación Médica (SEDEM) y publicado el pasado otoño. Este segundo lleva por título "*Contenidos y Objetivos de la Fisiología en los Grados de: Veterinaria, Farmacia, Odontología Nutrición Humana y Dietética, Enfermería, Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Ciencias de la Actividad Física y Deporte y Podología*" y el tercero se titula "*Contenidos y Objetivos de la Fisiología en el Grado de Biología*".

La elaboración de un catálogo de objetivos de aprendizaje que armonice la formación en Fisiología en los distintos grados constituye un elemento imprescindible para hacer posible la movilidad de nuestros estudiantes, cuando menos en el ámbito de las universidades españolas. Ello es así porque la fisiología es una ciencia multiforme. El énfasis en el estudio de las actividades y funciones y actividades de los seres vivos y de sus partes, de los procesos físicos y químicos subyacentes y de los mecanismos de control que permiten el mantenimiento del medio interno puede ser muy diferente, dependiendo de la formación y especialización del profesorado, de la historia previa de los departamentos responsables o incluso de imposiciones externas al propio profesorado de fisiología, nacidas en el seno del claustro de profesorado de cada centro. Nuestro objetivo último en la elaboración de estos catálogos de objetivos ha sido eliminar todas estas fuentes de variación, sentando, al menos así lo creemos, las bases de un cuerpo de doctrina coherente y capaz de proporcionar a los estudiantes información precisa y detallada sobre los conocimientos y habilidades que deben adquirir para alcanzar las competencias transversales y específicas propias

de cada grado y necesarias para el ejercicio de su profesión o para su formación de postgrado.

En la definición de los objetivos de aprendizaje hemos seguido una metódica de trabajo sencilla en aras a la eficacia. Tras recabar información de cómo se impartía el grado objeto de trabajo en distintas universidades españolas, un grupo reducido de profesores de distintas universidades, con experiencia en la docencia de la Fisiología en dicho grado, ha elaborado una versión inicial de los objetivos comunes y específicos, y en sucesivas reuniones-sesiones de trabajo se han discutido conjuntamente y enmendado las propuestas iniciales. Pensamos que esta metódica ha eliminado las preferencias e inclinaciones que pudieran dañar la imparcialidad de criterios. Además, y promovido desde el grupo de trabajo, se organizó en el contexto del XXXIV Congreso de la SECF un workshop sobre la docencia de la fisiología que contó con una extraordinaria participación de fisiólogos con representantes, yo diría que de todas las universidades españolas, y en el que el amplio nivel de debate nos ayudó a reafirmarnos en que nuestro objetivo era importante y merecedor de los esfuerzos que le estábamos dedicando.

Nos reunimos por primera vez el 25 de Octubre de 2005 en Alicante. En esta reunión fijamos la metódica de trabajo que he descrito en el párrafo anterior. Obviamente, comenzamos este proyecto siguiendo las directrices legales emanadas del *REAL DECRETO 55/2005, de 21 de enero, BOE 25 de enero de 2005*, en cuyo artículo 10 puede leerse: “*El número total de créditos de las enseñanzas y actividades académicas conducentes a la obtención de los títulos oficiales de Grado estará comprendido entre 180 y 240*”; se exceptuaban aquellos grados con directrices europeas específicas. Continuamos trabajando con este esquema y celebramos dos reuniones más con este marco conceptual, una en A Coruña, en la primavera de 2006, y otra en Valladolid en el invierno de 2007. El Workshop de docencia realizado en el XXXIV Congreso de la SECF también se ajustó a las directrices del *REAL DECRETO 55/2005*.

La estructura de los títulos de grado quedó finalmente establecida en el *REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, BOE 30 de octubre de 2007, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales*. El artículo 12, epígrafe 2 del *REAL DECRETO 1393/2007* dice “*Los planes de estudios tendrán 240 créditos, que*

contendrán toda la formación teórica y práctica que el estudiante deba adquirir:.... En los supuestos en que ello venga determinado por normas de derecho comunitario, el Gobierno, previo informe del Consejo de Universidades, podrá asignar un número mayor de créditos”. El cambio de 180 a 240 créditos ECTS afectaba en nuestro esquema de trabajo a un considerable número de titulaciones de Ciencias de la Salud que tradicionalmente habían sido de “ciclo corto”, invalidando una parte importante de la labor realizada. Únicamente nos quedaba del esfuerzo previo la experiencia, el método de trabajo. Ha sido esto lo que ha hecho posible que, en un plazo de catorce meses, hayamos conseguido rehacer y consensuar los contenidos y catálogos de objetivos correspondientes a la generalidad de grados relacionados con las Ciencias de la Salud y el grado de Biología. El consenso lo hemos logrado en reuniones densas mantenidas en la Universidad Europea de Madrid (junio 2008) y en la Universidad de A Coruña (diciembre de 2008).

La estructura de este libro es como sigue. La primera sección recoge de forma detallada las competencias que ha de poseer el graduado en Biología con énfasis especial en aquellas que debe proporcionar, o contribuir a proporcionar, la Fisiología. Andrés Morales, que es el autor de esta primera sección, hace una serie de reflexiones sobre los contenidos de la Fisiología en el grado de Biología, comparándolos con los que tienen los grados de Ciencias de la Salud, en las que el lector puede descubrir el talante del autor como Biólogo y como Fisiólogo. Esta comparación podría intentarla cualquier Fisiólogo, pero a Andrés Morales le asiste, primero, su formación como Médico y Profesor de Fisiología en Medicina y otros grados de Ciencias de la Salud, y segundo, su amplia experiencia en la impartición de la Fisiología en el grado de Biología; en suma las reflexiones han sido hechas desde la experiencia y por tanto con autoridad. He mencionado más arriba la solidez de Andrés Morales como Biólogo y como Fisiólogo, y quiero sustentar esta afirmación en la calidad de sus maestros. No resisto la tentación de mencionar que Ricardo Miledi, cuarto Premio Juan Negrin de la SECF se encuentra entre ellos. La segunda sección es un catálogo de contenidos y objetivos de la Fisiología en el grado de Biología.

Sólo resta para completar esta presentación expresar primero, el reconocimiento justo al grupo nutrido de fisiólogos que con su trabajo han hecho posible este libro, y que han de ser considerados co-autores del mismo, y segundo, el agradecimiento a la propia SECF, a algunas de

nuestras universidades (Universidades de Alicante, A Coruña, Valladolid y Europea de Madrid) y al MICCINN que nos ha ayudado a costear los gastos de viajes y estancias en las jornadas de trabajo, y a la publicación de los libros. También queremos agradecer a la Fundación Mapfre que contribuyó muy sustancialmente a la financiación del Workshop de Docencia realizado en el marco del XXXIV Congreso SECF. Agradecemos a varios colegas de la Sociedad Española de Educación Médica (Roberto Gallego Fernández, U. Miguel Hernández, Jordi Palés Argullos, U. de Barcelona, Antonio Alberola Aguilar, U. de Valencia) que nos han ayudado de forma eficaz a perfilar el contenido de este libro y a Armando Alberola Die y Estela González Rodríguez, ambos de la U. de Alicante, por las sugerencias hechas durante la confección de este libro y por su inestimable papel como revisores del texto. Son co-atores del libro:

Ana Ilundain Larrañeta (U. de Sevilla), Ana Obeso Cáceres (U. de Valladolid), Andrés Morales Calderón (U. de Alicante), Asunción Rocher Martín (U. de Valladolid), Beatriz Gal Iglesias (U. Europea de Madrid), Casto Rivadulla Fernández (U. de La Coruña), Constancio González Martínez, (U. de Valladolid), Francisco Javier Salazar Aparicio (U. de Murcia), Gines Salido Ruiz (U. de Extremadura), Isabel Ivorra Pastor (U. de Alicante), Javier Cudeiro Mazaira (U. de La Coruña), Javier González Gallego (U. de León), Juan Martínez-Pinna López (Univ. de Alicante), Juan Ribas Serna (U. de Sevilla), Rafael Alonso Solís (U. de La Laguna), Ricardo Rigual Bonastre (U. de Valladolid), Roberto Gallego Fernández (U. Miguel Hernández) y Xurso Mariño Alfonso (U. de La Coruña).

Valladolid, 15 de enero de 2009.

Constancio González Martínez
Presidente de la SECF

1. Algunas Consideraciones sobre el Grado de Biología

1. EL GRADO DE BIOLOGÍA EN EL CONTEXTO DEL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

La Biología es la ciencia que estudia la vida en todas sus facetas, desde el nivel molecular hasta el análisis de los ecosistemas. La gran demanda actual por los estudios de Biología es paralela a la enorme preocupación social por fenómenos biológicos, como los medioambientales, los problemas biosanitarios y los avances en la investigación biotecnológica. El espectacular interés que ha despertado la Biología en los últimos años ha llevado a John Craig Venter, promotor y presidente de la Fundación Celera Genomics, impulsora del proyecto "Genoma Humano", a afirmar que "si el siglo XX fue el siglo de la Física, el XXI será el de la Biología". Los futuros graduados en Biología deben ser capaces de responder a esta demanda social.

2. COMPETENCIAS Y FORMACIÓN DE UN BIÓLOGO

Desde 1980 la profesión de biólogo pertenece al grupo de profesiones reguladas por el Estado Español. Por ello le es de aplicación la normativa comunitaria de reconocimiento de títulos oficiales universitarios de profesiones reconocidas. Los Estatutos colegiales, elaborados por el Colegio Oficial de Biólogos y publicados en el BOE de 23 de mayo de 1996 (Real Decreto 693/1996 de 26 de abril), en su artículo 15 contienen las funciones de la profesión, que incluyen:

1. Estudio, identificación, análisis y clasificación de los organismos vivos y de los agentes y materiales biológicos, así como sus restos y señales de actividad.
2. Investigación, desarrollo y control de procesos biotecnológicos.
3. Producción, transformación, manipulación, conservación, identificación y control de calidad de materiales de origen biológico.

4. Estudio de los efectos biológicos de productos de cualquier naturaleza y control de su acción.
5. Estudios genéticos y su aplicación.
6. Estudios ecológicos, evaluación de impacto ambiental y planificación, gestión, explotación y conservación de poblaciones, ecosistemas y recursos naturales terrestres y marinos.
7. Asesoramiento científico y técnico sobre temas biológicos y su enseñanza en los niveles educativos donde se exija la titulación mínima de licenciado.
8. Todas aquellas actividades que guarden relación con la Biología.

La realidad profesional, especialmente dinámica en el mundo de la Biología, obliga a reorientar los currículos mediante un diálogo con los profesionales en el sector de la Biología y asumir el reto de la educación académica y profesional en el contexto de la revolución científico-técnica actual de la Biología. La nueva orientación debe mantener la flexibilidad profesional que caracteriza al Biólogo y conferirle la especialización que demanda la sociedad. El proceso de convergencia europea de enseñanza superior incide en la formación de profesionales y establece la necesidad de contemplar en la formación pregraduada competencias genéricas o transversales, además de las específicas. En los últimos años se ha realizado un notable esfuerzo para establecer qué competencias profesionales deberían adquirir los titulados en Ciencias de la Vida, que aseguren que la formación en el período universitario se adapte óptimamente a las demandas profesionales. Conocer estas competencias constituye un elemento básico para definir los objetivos de aprendizaje de las distintas disciplinas y los planes de estudios.

3. CONTRIBUCIÓN DE LA FISIOLÓGÍA A LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS EN EL GRADO DE BIOLOGÍA

De acuerdo con el Real Decreto 1393/2007 (BOE 260, 30 de octubre de 2007) que establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, el plan de estudios conducente a la obtención de un título debe tener en el centro de sus objetivos la adquisición de competencias, entendiendo por competencias la combinación de conocimientos, habilidades -intelectuales, manuales, sociales, etc.-, actitudes y valores que capacitarán a un titulado para afrontar las demandas del ejercicio de su profesión. Cada titulación debe definir las competencias, transversales y específicas que los estudiantes deben adquirir al final de los estudios, lo que facilita que cada disciplina implicada en la docencia de la titulación, en nuestro caso la Fisiología, se plantee en qué medida ha de contribuir a la consecución de estas competencias por parte del estudiante.

3.1. Competencias transversales

El proceso de convergencia hacia el EEES señala el desarrollo de las competencias transversales como uno de los objetivos básicos que deben contemplar las reformas de los planes de estudios tendentes a la armonización universitaria en la Unión Europea. La Fisiología dentro del grado de Biología debe contribuir, junto con otras áreas de conocimiento, a que el estudiante:

1. Comprenda cómo se genera el conocimiento científico.
2. Conozca y utilice el método científico.
3. Sea capaz de formular hipótesis razonables acerca de los fenómenos observados y sea capaz de diseñar un experimento.
4. Desarrolle un espíritu crítico y la capacidad de razonamiento.

5. Desarrolle la capacidad para interpretar los resultados obtenidos en diseños experimentales sencillos.
6. Desarrolle la capacidad de aplicar los conocimientos y métodos científicos al ejercicio de actividades profesionales.
7. Utilice la información de forma racional aplicándola a la resolución de los problemas que se le puedan plantear en cualquier momento.
8. Adquiera habilidades de consulta bibliográfica.
9. Adquiera la capacidad de síntesis para exponer de forma clara y concisa la información obtenida acerca de un tema, tanto de forma oral como de forma escrita.
10. Sea capaz de trabajar en equipo.
11. Adquiera habilidades para aprender autónomamente y de forma continua.
12. Adquiera la capacidad de lectura y comprensión de textos en inglés.

Estas competencias resaltan el papel de la Fisiología como elemento integrador e impulsor de la investigación y como un referente valioso para estructurar el razonamiento científico de los futuros profesionales. Debe destacarse que las competencias transversales de la Fisiología cubren un gran número de las competencias descritas como competencias genéricas para los titulados en Biología.

3.2. Competencias específicas

Se suele definir a la Fisiología como la ciencia que estudia el funcionamiento de los seres vivos. Los principales aspectos que debería cubrir la Fisiología Animal son: i) los mecanismos fisiológicos de los animales, basados en las leyes físicas y químicas; ii) la homeostásis de los procesos fisiológicos; iii) los procesos fisiológicos resultado de la interacción del ambiente sobre el genotipo y iv) la diversidad fisiológica entre animales

como resultado de los procesos evolutivos. Así encuadrada, la contribución de la Fisiología Animal a la adquisición de competencias por parte del estudiante de Biología sería proporcionar los conocimientos para:

1. Comprender y describir los procesos fisiológicos, analizando su significado biológico, su descripción, regulación e integración, a los distintos niveles de organización, y cómo estos procesos contribuyen al mantenimiento de la homeostasis.
2. Comprender las modificaciones de los procesos fisiológicos, como forma de adaptación a un medio ambiente cambiante y como resultado de los procesos evolutivos.
3. Comprender y describir los métodos básicos utilizados para los estudios funcionales de los diferentes sistemas y aparatos.
4. Adquirir las habilidades necesarias para la realización de determinadas técnicas de laboratorio y exploraciones funcionales en los seres vivos.

4. JUSTIFICACIÓN DE OBJETIVOS ESPECÍFICOS PARA FISIOLÓGÍA ANIMAL EN EL GRADO DE BIOLOGÍA

La Fisiología es una de las materias más integradoras de todas las que forman parte de las Ciencias de la Vida, dado que sus postulados recogen ideas y conceptos de otras disciplinas más instrumentales como la química, física, matemáticas y la biología molecular y celular. Esta formación permite al alumno conocer en el ámbito celular, de órganos y sistemas cómo los animales comparten funciones y mecanismos comunes y, a la vez, se diferencian de otros organismos. La Fisiología Animal además estudia las adaptaciones de los animales que les permiten vivir en ambientes muy diferentes. En conclusión, la Fisiología Animal en la titulación de Biología debería resaltar los principios y mecanismos de las distintas formas de vida e ilustrar las estrategias funcionales que han ido desarrollado los animales,

dentro de los límites de las leyes físicas y químicas, para adaptarse al medio en que se encuentran. Un reto importante es integrar el conocimiento de esta materia con otras disciplinas directamente emparentadas con la Fisiología como la Ecología y la Biología Molecular, entre otras.

En base a lo previamente expuesto, el enfoque que se da a la Fisiología en el grado de Biología debe ser distinto del dado para Medicina, Farmacia u Odontología, en que se imparte una Fisiología fundamentalmente antropológica, o en el de Veterinaria, en el que la Fisiología se orienta a los animales domésticos, mayoritariamente vertebrados. El grado de Biología debe considerar la diversidad animal, que conlleva una diversidad funcional, cuyo conocimiento resulta de gran utilidad para comprender la evolución de las especies. Reducir el estudio fisiológico a humanos o vertebrados superiores genera la errónea impresión de que los procesos fisiológicos propios de estas especies son comunes a todas las demás y no permite comprender el proceso evolutivo que han seguido las especies. Por lo tanto, los objetivos de la Fisiología en Biología son específicos y distintos de los de otras titulaciones de Ciencias de la Vida, aun cuando muy distintas especies puedan compartir mecanismos fisiológicos comunes. Otra peculiaridad del grado de Biología es la gran heterogeneidad de competencias profesionales del biólogo, lo que dificulta definir un núcleo común de contenidos de Fisiología adecuado para esta profesión. Por este motivo, a diferencia de las titulaciones de Farmacia o Veterinaria con perfiles profesionales de menor diversidad, se ha preferido establecer una relación de objetivos de instrucción que abarque las principales orientaciones posibles, por lo que los contenidos y objetivos de aprendizaje presentados pueden exceder en extensión a los esperados para un título de grado en Biología. Finalmente, debe mencionarse que algunos objetivos de aprendizaje incluidos aparecen marcados en cursiva, para indicar que no son estrictamente propios de la Fisiología, pero son necesarios para que el alumno alcance los objetivos de

Fisiología relacionados. Estos objetivos corresponden a disciplinas como la Física, la Bioquímica, la Biología celular, la Morfología animal, la Zoología, la Inmunología o la Ecología.

Andrés Morales Calderón

2. Objetivos de Aprendizaje de Fisiología en el Grado de Biología

I. INTRODUCCIÓN

A. LA FISIOLÓGÍA COMO PARTE DE LA BIOLOGÍA

1. Explicar el concepto de Fisiología, su evolución histórica y la importancia de la misma en relación con la Biología.
2. Hacer un diagrama de las distintas ramas de estudio de la Fisiología, indicando su objeto de estudio y relacionarlas con otras ciencias afines.
3. Explicar la importancia de los factores ambientales en la Fisiología animal.

B. CONCEPTO DE MEDIO INTERNO: HOMEOSTASIS

1. Adquirir el concepto de medio interno y homeostasis y valorar su importancia para el mantenimiento de las funciones de los seres vivos.
2. Explicar el concepto de retroalimentación y su aplicación a los fenómenos vitales.
3. Realizar un esquema indicando los elementos implicados en los sistemas de regulación por retroalimentación negativa y positiva.
4. Definir el término “estado estacionario” y diferenciarlo del término “equilibrio”.
5. Definir el concepto de conformismo y diferenciarlo de regulación.

II. FISIOLÓGÍA GENERAL Y CELULAR

A. TRANSPORTE DE AGUA Y ELECTROLITOS A TRAVÉS DE LAS MEMBRANAS

1. Enumerar las principales funciones de las membranas celulares y *describir su estructura y composición.*

2. *Describir la ley de Fick, indicando los factores determinantes de un proceso de difusión.*
3. *Deducir, a partir de la ley de Fick, el concepto de coeficiente de permeabilidad de la membrana.*
4. *Explicar los conceptos de ósmosis y presión osmótica utilizando un modelo de dos compartimientos, separados por una membrana semipermeable ideal, conteniendo disoluciones, a distinta concentración, de un soluto no disociable.*
5. *Enumerar los factores de los que depende el valor de presión osmótica de acuerdo con la ley de van't Hoff.*
6. *Hacer un esquema que muestre el proceso de arrastre de soluto por el solvente e indicar los factores de los que depende el flujo neto de soluto inducido por el arrastre.*
7. *Comparar las principales características biofísicas de una bicapa artificial y de una membrana biológica.*
8. *Definir qué es un transportador y representar un modelo biofísico de transportador de membrana, indicando las distintas fases del proceso de transporte.*
9. *Describir cómo la energía de la hidrólisis del ATP se usa para transportar iones contra sus gradientes electroquímicos (por ejemplo la bomba de Na^+/K^+ , la bomba de Ca^{2+} del retículo sarcoplásmico y la bomba gástrica de H^+).*
10. *Explicar cómo la energía de los gradientes electroquímicos a través de la membrana plasmática para el Na^+ puede ser usada para producir el movimiento en contra de gradiente de otros solutos.*
11. *Establecer las diferencias entre difusión, difusión facilitada, transporte activo secundario y transporte activo primario.*
12. *Mediante un esquema, explicar un ejemplo de la coordinación entre los sistemas de transporte de los dos polos de una célula epitelial.*

13. Definir las características biofísicas de un canal iónico, diferenciándolo de un transportador de membrana.
14. Hacer un diagrama con los principales tipos de canales iónicos, atendiendo a su mecanismo de activación (activados por voltaje, ligados extra o intracelulares y presión).
15. Diferenciar entre exocitosis, endocitosis constitutiva y endocitosis mediada por receptores.
16. Describir las funciones de los procesos de fagocitosis, pinocitosis y transcitosis.

B. REGULACIÓN DEL VOLUMEN CELULAR

1. Describir los diferentes compartimientos de los organismos animales, las barreras entre ellos y la composición y concentración de los principales iones y componentes orgánicos en cada uno de ellos.
2. Explicar la importancia del mantenimiento y regulación del volumen celular en el mantenimiento de las funciones celulares.
3. Hacer un esquema que muestre las condiciones y las principales consecuencias del establecimiento del equilibrio de Gibbs-Donnan.
4. Definir el concepto de tonicidad y representar en una gráfica el cambio de volumen que experimenta una célula al exponerla a soluciones de la misma concentración pero con diferentes coeficientes de reflexión.
5. Describir las principales vías de transporte de agua a través de la membrana.
6. Explicar el significado del coeficiente de permeabilidad de filtración (pf) y cómo puede calcularse experimentalmente.
7. Hacer un esquema de la estructura de las acuaporinas e indicar y comentar su importancia en el transporte de agua a través de las membranas.

8. Enumerar los principales mecanismos propuestos como sensores del volumen celular.
9. Realizar un esquema mostrando la hipótesis de la “bomba y la fuga” en el mantenimiento del volumen celular.
10. Realizar un diagrama con los principales mecanismos responsables de las respuestas de disminución (DRV) y aumento (ARV) regulado de volumen.

C. POTENCIAL DE REPOSO Y PROPIEDADES ELÉCTRICAS PASIVAS DE LAS MEMBRANAS

1. Explicar el concepto de potencial electroquímico y potencial de equilibrio para un ión.
2. Calcular, utilizando la ecuación de Nernst, el potencial de equilibrio para los iones Na^+ , K^+ , Cl^- , y Ca^{2+} que se establece a través de una membrana celular.
3. Definir los conceptos de potencial de membrana, potencial de reposo, despolarización e hiperpolarización.
4. Describir la ecuación de Goldman indicando los factores de los que depende.
5. Predecir la dirección en que se moverá un ión cuando el potencial de membrana sea igual, mayor o menor al potencial de equilibrio.
6. Predecir en qué sentido variará el potencial de membrana si se modifican las distintas concentraciones o permeabilidades.
7. Describir el método de medida del potencial de membrana de una célula.
8. Explicar cómo la actividad de la bomba de Na^+/K^+ -ATPasa mantiene las concentraciones intracelulares de estos iones y, en consecuencia, el potencial de membrana.

9. Dibujar un circuito eléctrico equivalente de la membrana celular, compuesto por una resistencia y un condensador en paralelo e indicar a qué constituyentes de la membrana corresponden esos elementos.
10. Dibujar los registros de corriente y voltaje que se obtienen en una célula al aplicar un pulso de corriente a través de su membrana.
11. *Formular la ley de Ohm* y explicar los conceptos de resistencia de entrada y resistencia específica de una membrana biológica, indicando sus unidades de medida.
12. Describir los conceptos de capacitancia de membrana y capacitancia específica, con sus unidades de medida.
13. Definir qué es la constante de tiempo de una membrana biológica y estimar su valor en un dibujo del registro de voltaje obtenido al aplicar un pulso de corriente a una célula.
14. Definir los conceptos de resistencia axial y constante de longitud y realizar un esquema del circuito eléctrico equivalente de una fibra longitudinal.

D. MEMBRANAS EXCITABLES

1. Explicar el concepto de excitabilidad celular representando la respuesta de una célula excitable a pulsos de corriente subumbral y supraumbral.
2. Representar un potencial de acción, indicando sus principales fases y características. Explicar su significado funcional.
3. Exponer el concepto de periodo refractario absoluto y relativo e indicar su significado funcional.
4. Hacer un esquema de la técnica de fijación de voltaje, utilizada para medir las corrientes de membrana implicadas en la generación del potencial de acción.
5. Explicar la participación de los canales voltaje-dependientes de Na^+ y K^+ , en las distintas fases del potencial de acción.

6. Mostrar en un dibujo las conductancias para el Na^+ y el K^+ a distintos valores de potencial de membrana.
7. Escribir las ecuaciones que determinan las corrientes de K^+ y de Na^+ de acuerdo con el modelo de Hodgkin y Huxley. Explicar los parámetros que contienen y su significado.
8. Hacer un esquema del canal de sodio indicando sus 3 posibles estados, y señalar la configuración de las compuertas “m” y “h” en cada una de ellos.
9. Calcular el número de iones necesario para generar un potencial de acción y explicar su relevancia.
10. Describir la forma de acción de bloqueantes específicos para canales de Na^+ y K^+ como TTX, lidocaína y TEA.
11. Reescribir la ecuación de Hodgkin y Huxley para las corrientes de sodio y potasio en términos de canal único.
12. Definir el concepto de corriente de compuerta.
13. Describir los principales tipos de canales voltaje-dependientes presentes en la membrana de células excitables e indicar su papel funcional.
14. Explicar el mecanismo de propagación de un impulso nervioso.
15. Indicar cómo las propiedades pasivas, el diámetro del axón y la mielinización influyen en la velocidad de propagación del potencial de acción.
16. Hacer un esquema mostrando el concepto de conducción saltatoria e indicar la importancia de la localización de los canales iónicos en las regiones nodales.
17. Clasificar las fibras nerviosas en función de su diámetro, velocidad de conducción y umbral de excitabilidad.

E. COMUNICACIÓN INTERCELULAR

1. Definir el término sinapsis y describir la importancia de la transmisión sináptica como mecanismo de comunicación intercelular.
2. Indicar las principales homologías y diferencias entre las sinapsis químicas y eléctricas, teniendo en cuenta la estructura, la dirección de la transmisión, la velocidad y la modulación.
3. Describir las características estructurales y funcionales de las conexiones en hendidura y su modulación.
4. Enumerar la secuencia de los fenómenos que median la transmisión de información mediante sinapsis químicas.
5. Identificar los mecanismos que ponen fin a la transmisión en una sinapsis química.
6. Definir y dibujar un potencial sináptico. Indicar sus características y compararlas con las de un potencial de acción.
7. Representar la corriente sináptica correspondiente a un potencial sináptico e indicar sus características.
8. Explicar qué es el potencial de inversión, utilizando como modelo el receptor nicotínico de acetilcolina. Indicar su importancia para determinar si un potencial sináptico será de carácter excitador o inhibitorio.
9. Explicar el fenómeno de inhibición presináptica mediante un dibujo y enumerar las principales diferencias con la inhibición postsináptica.
10. Explicar qué es un potencial miniatura de placa motora y las bases electrofisiológicas del fenómeno de liberación cuantal de neurotransmisor.
11. Hacer un esquema de la secuencia de eventos implicados en el acoplamiento despolarización-liberación de neurotransmisor.
12. Hacer un esquema indicando las principales proteínas solubles citoplásmicas, de la membrana plasmática y de la membrana vesicular implicadas en el acoplamiento despolarización/secreción.

13. Dibujar un esquema del ciclo que siguen las vesículas sinápticas en el terminal presináptico.
14. Explicar los conceptos de integración sináptica y hacer un esquema mostrando los fenómenos de sumación temporal y espacial en una neurona.
15. Explicar qué se entiende por plasticidad sináptica y describir los fenómenos de facilitación sináptica y potenciación y depresión posttetánica.
16. Citar cuatro características que debe reunir una sustancia para ser considerada un neurotransmisor.
17. Indicar los tipos de receptores sinápticos sobre los que pueden actuar los neurotransmisores: receptores ionotrópicos y receptores metabotrópicos.
18. Indicar las principales características de los receptores de los siguientes neurotransmisores: acetilcolina, catecolaminas, serotonina, glutamato, GABA, glicina, neuropéptidos y purinas (ATP y adenosina).

F. TRANSDUCCIÓN INTRACELULAR DE SEÑALES

1. Enumerar los elementos que participan en los procesos de señalización celular y describir las principales características de esta señalización, incluyendo la amplificación de la señal, la posibilidad de actuar sobre amplios periodos de tiempo y modificar la transcripción génica.
2. Describir los tipos principales de receptores implicados en las respuestas de señalización celular, incluyendo: receptores acoplados a canales iónicos, receptores acoplados a enzimas, receptores acoplados a proteínas-G y receptores intracelulares.
3. Describir los principales tipos de proteínas-G, indicando su modo de actuación y las dianas moleculares sobre las que actúan.
4. Enumerar los principales segundos mensajeros utilizados en la señalización celular, incluyendo: Ca^{2+} , AMPc, GMPc, IP_3 y diacilglicerol.

5. Describir mediante esquemas la formación de los distintos tipos de segundos mensajeros, las dianas específicas sobre las que actúan y los mecanismos de finalización de su acción.
6. Explicar la importancia del mantenimiento de una concentración de Ca^{2+} intracelular regulada y enumerar los factores que contribuyen a la homeostasis del Ca^{2+} intracelular.
7. Hacer un esquema de los principales mecanismos de transporte, secuestro y liberación de Ca^{2+} a nivel del retículo sarcoplasmático y la mitocondria.
8. Describir los principales mecanismos de transporte de Ca^{2+} a través de la membrana plasmática.
9. *Explicar la regulación de la función de proteínas celulares por fosforilación y enumerar las principales proteínas-quinasa.*
10. Enumerar las principales proteínas activadoras de transcripción y los mecanismos que permiten la regulación de la expresión génica.
11. Explicar el concepto de mediador lipídico e indicar algún ejemplo.

G. MÚSCULO Y MOVIMIENTO

1. *Dibujar y nombrar los componentes de un músculo esquelético en todos los niveles anatómicos, desde el músculo entero hasta el sarcómero.*
2. *Dibujar un esquema de los filamentos finos y gruesos del sarcómero, nombrando las proteínas contráctiles y reguladoras que los componen.*
3. Hacer un esquema de un sarcómero con sus filamentos en estado relajado y contraído.
4. Hacer un esquema del ciclo de contracción/relajación.
5. Describir mediante un esquema los principales pasos del acoplamiento electromecánico en el músculo esquelético, desde la generación del potencial de acción en la motoneurona hasta el acortamiento muscular o desarrollo de tensión, incluyendo la función del sarcolema y los túbulos

transversales, los pasos químicos y mecánicos en el ciclo de los puentes cruzados.

6. Describir el mecanismo a través del cual se produce la relajación muscular.
7. Hacer un esquema del modelo mecánico del músculo, incluyendo los componentes elásticos y contráctiles.
8. Definir contracción isotónica e isométrica.
9. Distinguir una contracción aislada de un tétano y explicar por qué la primera produce menos fuerza que la segunda.
10. Dibujar la curva tensión-longitud de un músculo y explicarla en base a los cambios que se producen en el sarcómero a las distintas longitudes.
11. Dibujar una gráfica de las relaciones fuerza/velocidad y potencia/velocidad en una fibra muscular.
12. Describir los mecanismos de obtención de energía en el músculo y correlacionarlos con la velocidad relativa y capacidad de proporcionar ATP para la contracción.
13. Hacer un esquema de los distintos tipos de fibras musculares estriadas esqueléticas, indicando las principales características de cada grupo.
14. Definir el concepto de unidad motora y hacer un esquema de los distintos tipos de unidades motoras indicando las principales características funcionales de cada uno.
15. Explicar las diferencias en el control nervioso entre el músculo esquelético de vertebrados y de invertebrados.
16. Comparar el acoplamiento electromecánico en el músculo cardíaco con el del músculo esquelético.
17. Hacer un esquema de las relaciones temporales entre un potencial de acción cardíaco y la contracción aislada de una fibra miocárdica, explicando cómo se previenen contracciones tetánicas.
18. Describir las consecuencias de la existencia de vías de baja resistencia eléctrica entre las células musculares cardíacas.

19. Dibujar una fibra muscular lisa y comentar sus principales características funcionales.
20. Hacer un diagrama de las vías intracelulares que controlan la contracción y relajación en el músculo liso.
21. Describir las características diferenciales del músculo liso multiunitario y unitario.
22. Describir, utilizando una tabla, las principales diferencias entre el músculo esquelético, liso y cardíaco, incluyendo las diferencias en el proceso de excitación-contracción, organización y control neuromotor y las relaciones longitud-fuerza y velocidad-fuerza.
23. Describir cómo tiene lugar el movimiento celular mediado por microfilamentos.
24. *Dibujar la estructura de un cilio y un flagelo.* Explicar la función de sus componentes.
25. Describir la hipótesis del deslizamiento de los túbulos y qué es el metacronismo.
26. Hacer un esquema de las etapas del movimiento ciliar y movimiento ciliar invertido.

III. SISTEMA NERVIOSO

A. ORGANIZACIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS NERVIOSOS

1. Especificar el significado funcional del sistema nervioso en relación con los otros sistemas corporales.
2. *Describir la arquitectura básica del SN identificando los tipos celulares que lo componen: células nerviosas o neuronas y células de glía.*
3. Diferenciar las principales funciones de las neuronas y de las células gliales.

4. *Describir las distintas estructuras de los sistemas nerviosos de animales desde un punto de vista evolutivo.*
5. *Describir la estructura funcional del sistema nervioso de invertebrados.*
6. Definir qué es un reflejo y representar un arco reflejo simple en un invertebrado.
7. *Describir la estructura funcional de las principales partes del sistema nervioso de los vertebrados, enumerando sus funciones más representativas.*
8. Dibujar un arco reflejo espinal en vertebrados, describiendo la regla de Bell-Magendie de separación de la información a nivel de las raíces dorsal y ventral.
9. Enumerar, al menos, cinco características de la organización de los circuitos nerviosos.
10. Representar modelos de circuitos nerviosos que incluyan procesos de convergencia, divergencia, inhibición lateral y circuitos de retroalimentación negativa y positiva.

B. FISIOLÓGÍA DE LOS RECEPTORES SENSORIALES

1. Definir los conceptos de receptor y órgano sensorial.
2. Exponer la clasificación de los receptores sensoriales de acuerdo con el tipo de estímulos que reciben, su localización, según sean o no capaces de generar potenciales de acción y según el grado de adaptación. Indicar algún ejemplo de receptor de cada tipo.
3. Definir los conceptos de modalidad de un receptor, campo receptor y líneas marcadas.
4. Definir el concepto de transducción sensorial, potencial de receptor, codificación sensorial y umbral sensorial.
5. Hacer un esquema de los acontecimientos que tienen lugar en el proceso de transducción por una proteína receptora y de la amplificación

de la señal, normalmente asociada a la generación de segundos mensajeros, para la generación del potencial de receptor.

6. Hacer un esquema de las relaciones entrada (estímulo)/salida (potencial de receptor y frecuencia de descarga de potenciales de acción). Describir las relaciones de Weber-Fechner y Stevens.
7. Definir los conceptos de rango dinámico y fraccionamiento del rango.
8. Enumerar los principales factores determinantes de la sensibilidad del receptor.
9. Señalar cinco factores que pueden determinar el grado de adaptación de un receptor sensorial.
10. Señalar tres factores que pueden incrementar la sensibilidad del receptor, indicando su contribución funcional.
11. Hacer un esquema de un circuito de inhibición lateral para explicar cómo contribuye a incrementar el contraste.

C. SISTEMA SENSORIAL SOMATOVISCERAL

1. Describir las principales funciones de los tegumentos, destacando la presencia de los sentidos somáticos.
2. Definir el concepto de somatoestesia.
3. Enumerar las modalidades sensoriales incluidas en el sistema somatosensorial.
4. *Hacer un esquema representando la estructura de los sensilios tricoideos, como ejemplo de estructura mecanorreceptora de invertebrados.*
5. Describir la respuesta de los sensilios tricoideos a un estímulo mecánico, indicando la presencia de una dirección preferente de respuesta.
6. *Describir las características morfológicas generales y la localización de los receptores somatoestésicos de vertebrados.*

7. Realizar una tabla en la que se muestren las características de los diferentes mecanorreceptores de la piel, indicando, para cada uno de ellos, la submodalidad de sensibilidad mecanorreceptora a la que pertenecen, su capacidad de discriminación temporal y el tamaño de su campo receptor.
8. Describir las características de los receptores y las fibras aferentes implicadas en la termorrecepción.
9. Hacer una gráfica que relacione las respuestas de los receptores de frío y de calor en función de la temperatura.
10. *Describir la estructura y función de los receptores de radiación infrarroja de las fosetas nasales de algunas serpientes, indicando su papel en la detección y localización de posibles presas.*
11. Exponer el concepto de dolor y la localización de los receptores a nivel somático y visceral.
12. Describir el mecanismo de excitación de los nociceptores, los principales tipos de nociceptores y sus fibras aferentes asociadas y las características psicofísicas de la sensación dolorosa.
13. Hacer un esquema de la triple respuesta de Lewis, indicando las bases neuroquímicas de la sensibilización dolorosa.
14. Explicar cómo se produce el procesamiento, a nivel espinal, de la información mecanorreceptora, térmica y dolorosa que llega por las fibras aferentes.
15. Sobre un gráfico de la médula espinal, explicar el concepto de dolor referido mediado por neuronas convergentes de lámina V.
16. *Describir las vías y centros de relevo de la sensibilidad termo-dolorosa y táctil gruesa.*
17. *Describir las vías y centros de relevo de la sensibilidad táctil fina.*
18. Describir las características de la corteza somatosensorial diferenciando entre las áreas primaria y secundaria.

19. Describir la organización somatotópica cortical y explicar qué es el homúnculo sensorial de Penfield.

20. Explicar la organización columnar de la corteza cerebral y su plasticidad.

D. PROPIOCEPCIÓN Y SISTEMA VESTIBULAR

1. Definir qué se entiende por cinestesia y propiocepción y qué receptores sensoriales participan en ella.
2. *Hacer un esquema de una fibra muscular receptora del cangrejo de río, mostrando las fibras aferentes y eferentes que la inervan.*
3. Describir los estímulos que activan las fibras musculares receptoras del cangrejo de río y las respuestas reflejas evocadas.
4. Describir las características de los propioceptores de peces y anfibios e indicar las diferencias con los de invertebrados.
5. *Enumerar los distintos receptores de cinestesia que hay en aves y mamíferos.*
6. *Describir las características morfológicas y funcionales de los distintos tipos de receptores de estiramiento de mamíferos y las características de su inervación.*
7. *Describir las características morfológicas y funcionales de los receptores de tensión y las características de su inervación.*
8. Describir cómo responde una fibra Ia, II y Ib a un estiramiento pasivo muscular, a la estimulación de motoneuronas γ o α y a la estimulación de ambas conjuntamente.
9. *Describir los distintos tipos de receptores articulares, indicando su papel funcional.*
10. *Describir las vías medulares de la sensibilidad propioceptora de las extremidades superiores e inferiores de mamíferos y los relevos sinápticos que establecen hasta alcanzar la corteza cerebral.*

11. *Describir las características estructurales de los estatocistos y los canales semicirculares e indicar su función.*
12. Describir el estatocisto de una langosta, indicando la presencia de estatolitos que estimulan las células mecanorreceptoras sobre las que se apoyan.
13. *Dibujar un esquema del laberinto membranoso de un mamífero mostrando la localización de los receptores de posición y movimiento de la cabeza, las máculas del utrículo y del sáculo y las crestas ampulares. Definir qué es la estriola y cuál es su significado funcional.*
14. *Describir las características estructurales y funcionales de las células sensoriales pilosas del vestíbulo y la innervación de las mismas. Indicar qué es un esterocilio, un cinetocilio y las fibras de enlace (tip-links).*
15. Explicar el mecanismo de transducción en las células pilosas, indicando las características de los medios endo y perilinfáticos y los cambios de permeabilidad que tienen lugar en la membrana celular.
16. Explicar el mecanismo de adaptación sensorial en las células pilosas, indicando el papel que desempeñan los iones Ca^{2+} .
17. *Hacer un esquema mostrando la conexión de las fibras aferentes vestibulares con los núcleos vestibulares y las proyecciones que establecen las distintas zonas de los núcleos vestibulares.*
18. Explicar la función de la información vestibular en reflejos oculares y posturales, indicando la importancia de las conexiones de las vías vestibulares con el cerebelo y con motoneuronas de musculatura ocular (nistagmus vestibular), de músculos del tronco y cuello y de extremidades.

E. FONORRECEPCIÓN

1. *Definir la naturaleza del sonido.*

2. *Definir los parámetros que caracterizan el sonido y expresar las unidades en que se miden cada uno de ellos.*
3. Indicar el rango de frecuencias para las que es sensible el oído de distintos invertebrados y vertebrados.
4. Describir las principales características y función del oído de un insecto.
5. *Describir la estructura y función del oído externo y medio de mamíferos, indicando las propiedades de amplificación de la señal de cada uno de ellos.*
6. *Describir los elementos que forman parte de la cóclea de los mamíferos.*
7. *Describir cómo están situadas las células ciliadas en el órgano de Corti y su relación con la membrana tectoria.*
8. Explicar cómo se estimula una célula ciliada a partir del movimiento de sus cilios y describir el tipo de respuesta que aparece en la fibra nerviosa aferente asociada a ella.
9. Describir el mecanismo por el que la membrana basilar hace un análisis de frecuencias de la vibración del líquido peri y endolinfático, indicando la organización tonotópica de la membrana basilar.
10. *Describir las características generales de la vía acústica, indicando los núcleos de relevo sináptico hasta alcanzar la corteza auditiva.*
11. *Describir la situación de la corteza auditiva primaria y su organización tonotópica.*
12. Explicar el papel del núcleo accesorio de la oliva superior en la localización del sonido en el espacio: mecanismos de discriminación de intensidad y latencia.
13. Describir la ecolocalización de objetos por murciélagos o mamíferos marinos, indicando las características de los gritos ultrasónicos emitidos y de su oído interno.
14. *Indicar el papel del desvío Doppler en determinar la velocidad de aproximación al objeto, el retardo de la onda eco en la estimación de la distancia y la intensidad del eco en el tamaño relativo del objeto.*

F. QUIMIORRECEPCIÓN

1. Definir qué es la quimiorrecepción, qué es una feromona, un odorante y una sustancia sávida. Enumerar ejemplos de quimiorreceptores internos y externos.
2. Explicar la importancia funcional de la quimiorrecepción: poner varios ejemplos.
3. *Describir las características estructurales y funcionales de los receptores gustativos en insectos. Poner un ejemplo de respuesta conductual evocada al estimular los receptores gustativos.*
4. *Indicar la localización de los olfatorreceptores de los insectos y explicar los mecanismos de transducción sensorial.*
5. *Describir la localización de los principales receptores gustativos en vertebrados. Enumerar las modalidades gustativas básicas y citar alguna sustancia que pertenezca a cada una de ellas.*
6. *Hacer un esquema de la boca que muestre las distintas papilas linguales sensibles a sustancias sápidas, su localización y qué zonas de la mucosa lingual son más sensibles a cada uno de los sabores.*
7. *Hacer un esquema describiendo la estructura de un botón gustativo, mostrando la inervación de las células sensoriales.*
8. Describir la regeneración continua de las células sensoriales y sus implicaciones fisiológicas.
9. Explicar cuál es el estímulo específico de los distintos receptores gustativos.
10. Indicar los mecanismos de transducción utilizados para cada grupo de sustancias sápidas.
11. Explicar el significado biológico del sentido del gusto. Definir qué se entiende por "concentración umbral" e indicar para qué sabor es menor.
12. *Explicar qué nervios transportan la información gustativa y describir esquemáticamente la vía gustativa a nivel del SNC.*

13. *Localizar los epitelios olfatorios* y describir las principales diferencias entre los epitelios gustativos y olfatorios.
14. Describir las características del epitelio olfatorio accesorio comparándolo con el epitelio principal y los epitelios olfatorios de insectos.
15. Enumerar los tres tipos de células existentes en el epitelio olfatorio principal y explicar qué son las proteínas transportadoras de odorante, quién las sintetiza y cuál es su función.
16. Enumerar, al menos, tres factores que determinan la eficacia de un odorante a la hora de estimular su receptor específico.
17. Describir el mecanismo de transducción olfatoria, indicando en qué parte de la célula receptora tiene lugar.
18. Indicar los mecanismos periféricos de adaptación de los receptores olfativos de vertebrados.
19. *Hacer un esquema de los tipos neuronales y conexiones sinápticas del bulbo olfatorio*, indicando su importancia funcional.
20. *Describir la vía olfatoria de vertebrados indicando las principales conexiones sinápticas que se establecen.*

G. FOTORRECEPCIÓN

1. *Definir qué es la luz y a qué parte del espectro electromagnético corresponde.*
2. Enumerar las distintas funciones de la fotorrecepción y definir qué es un fotopigmento.
3. *Describir los principales tipos de ojos, incluyendo la placa retiniana, la cúpula ocular, el ojo compuesto y el ojo en cámara.*
4. *Enumerar las principales diferencias estructurales y funcionales entre un ojo compuesto de artrópodos y el ojo de vertebrados.*
5. *Describir qué es un omatidio, un rabdómero, una célula excéntrica y una célula retinular de un ojo compuesto e indicar su función.*

6. Describir cómo se genera el potencial receptor en una célula retinular y el papel de la célula excéntrica en la propagación de la información visual.
7. *Hacer un esquema de la estructura del ojo de los vertebrados y explicar el papel de los medios ópticos del ojo en la formación de imágenes en la retina.*
8. Explicar el mecanismo de acomodación. Definir los conceptos de miosis y midriasis, sus mecanismos de producción y su papel funcional.
9. Describir el concepto de sistema de conos y bastones, indicando las principales características diferenciales entre ambos.
10. Describir la capacidad de adaptación a distintas intensidades luminosas del sistema visual, enumerando los factores que la condicionan.
11. Definir el concepto de frecuencia crítica de fusión y de agudeza visual, indicando su relación con la intensidad del estímulo y la localización de la imagen en la retina.
12. *Describir las características estructurales y funcionales de los conos y bastones, indicando la localización del fotorpigmento y explicando qué es la "corriente de oscuridad" y cómo se origina.*
13. *Describir la composición y la estructura de los fotorpigmentos: rodopsinas en retinas de vertebrados terrestres y porfiropsinas en retinas de peces de agua dulce.*
14. Explicar el mecanismo de fototransducción, indicando el efecto de la luz sobre el retinal y cómo el cambio conformacional inducido activa una fosfodiesterasa.
15. Hacer un esquema del ciclo de blanqueamiento del fotorpigmento por la luz y su regeneración.
16. *Exponer la teoría tricromática de Young y correlacionarla con la existencia en muchas especies de vertebrados de 3 tipos de fotorpigmentos con distinta sensibilidad espectral.*

17. Explicar cómo los fotopigmentos de algunos insectos permiten detectar luz ultravioleta.
18. Explicar cómo la orientación ordenada de las microvellosidades del rabdómero permite detectar la luz polarizada.
19. Describir las respuestas eléctricas de los fotorreceptores, indicando su mecanismo de generación.
20. *Hacer un esquema de la estructura de la retina, indicando los diferentes tipos celulares y sus interconexiones.*
21. Describir las respuestas eléctricas de los distintos tipos celulares retinianos y su papel en la codificación del estímulo luminoso.
22. Describir las respuestas de neuronas ganglionares de “centro on” y “centro off” a estímulos luminosos en el centro y la periferia de su campo receptor.
23. Describir la vía de activación directa e indirecta (a través de las células horizontales) de las neuronas ganglionares, explicando cómo se generan las propiedades de sus campos receptores.
24. *Describir la vía óptica, señalando las principales estaciones de relevo sináptico en vertebrados inferiores (anfibios) y mamíferos. Indicar las diferencias en la información del campo visual que el nervio óptico envía a centros superiores en anfibios y mamíferos.*
25. *Describir las proyecciones de la vía visual extrageniculada, al hipotálamo, al pretectum y al colículo superior, indicando las funciones en que participan.*
26. Describir los campos receptores y las respuestas a estímulos luminosos de las neuronas simples y complejas de la corteza visual. Indicar cómo se pueden explicar los campos receptores que presentan.
27. Describir el sistema organizativo de las neuronas de la corteza visual en columnas con orientación específica e hipercolumnas con información de ambos ojos con todas las orientaciones posibles y con blobs de procesado de color.

28. Explicar la contribución de distintas zonas de corteza visual en la percepción de la forma y el movimiento.

H. ELECTORRECEPCIÓN Y MAGNETORRECEPCIÓN

1. Describir la localización de los electrorreceptores y su función en especies electrorreceptoras pasivas y activas.
2. Describir el mecanismo de transducción de las células electrorreceptoras.
3. Describir las vías y conexiones centrales de los electrorreceptores e indicar el papel funcional que desempeñan estos receptores en la orientación, localización de presas y comunicación entre individuos.
4. Describir la magnetorrecepción y su importancia en la orientación para la navegación. Explicar los posibles mecanismos implicados en la magnetorrecepción.

I. ÓRGANOS EFECTORES

1. Definir qué se entiende por órgano efector.
2. Enumerar los principales tipos de órganos efectores.
3. *Describir la estructura* y función de los órganos eléctricos de peces.
4. *Describir la estructura y tipos de cromatóforos en crustáceos*, explicando su contribución al cambio fisiológico de color.
5. Definir qué es la bioluminiscencia y explicar el mecanismo de producción de luz utilizado por las luciérnagas.
6. Describir los posibles papeles funcionales de la bioluminiscencia.
7. *Describir los tipos principales de glándulas exocrinas*, indicando cómo su actividad (secreción) está controlada por inervación motora.
8. Enumerar los principales tipos de músculos de invertebrados y vertebrados.

J. ARQUITECTURA DE LOS SISTEMAS MOTORES Y RESPUESTAS REFLEJAS

1. Explicar la organización general jerarquizada de los sistemas motores en vertebrados y el papel de cada uno de los grandes bloques que lo constituyen (médula espinal, tronco del encéfalo, ganglios basales, corteza y cerebelo).
2. *Hacer un esquema general de las principales proyecciones que convergen en las motoneuronas espinales.*
3. Describir los tipos de motoneuronas espinales y sus propiedades funcionales.
4. Describir qué se entiende por reclutamiento de unidades motoras y en qué consiste el principio del tamaño, explicando sus implicaciones funcionales.
5. Diferenciar entre los tipos de control motor balístico, por retroalimentación directa y paramétrica y las respuestas anticipatorias.
6. Describir el reflejo de estiramiento en el músculo del cangrejo de río, como ejemplo de respuesta monosináptica en invertebrados.
7. Describir el reflejo de huida en el cangrejo de río, como ejemplo de respuesta polisináptica en invertebrados.
8. Describir el reflejo miotático de vertebrados, indicando las estructuras que participan y su significación funcional para la regulación de la longitud y del tono muscular.
9. Explicar el significado del control fusimotor.
10. Describir el reflejo miotático inverso, indicando las estructuras que participan y su significación funcional para la regulación de la tensión muscular.
11. Describir el reflejo de flexión, indicando las estructuras que participan y su significación funcional.

12. Explicar la importancia funcional de la inervación recíproca entre agonistas y antagonistas, utilizando como ejemplo el reflejo de flexión.

K. CONTROL MOTOR

1. *Enumerar las estructuras tronco-encefálicas motoras y las principales vías motoras descendentes que se originan a este nivel en vertebrados.*
2. Describir las conexiones sinápticas que se establecen sobre las células de Mauthner en el núcleo reticular de peces y la respuesta refleja de huida que median.
3. Indicar el papel funcional de las proyecciones espinales de los núcleos vestibulares, rojo y tectum (colículo superior).
4. *Describir e identificar las diferentes áreas corticales que intervienen en la motilidad y las principales aferencias y eferencias de cada una de ellas.*
5. *Indicar la localización de las neuronas que constituyen la vía piramidal.*
6. Dibujar esquemáticamente el homúnculo motor de Penfield proyectado sobre la circunvolución precentral y explicar su significado funcional.
7. *Explicar las conexiones corticales con el núcleo rojo y otras estructuras del tronco de encéfalo y su papel funcional.*
8. Describir cómo se codifica la fuerza y la dirección del movimiento por las neuronas de corteza motora primaria.
9. Describir el papel de las áreas corticales premotoras en la programación de secuencias motoras y en el control de musculatura proximal para "direccionamiento".
10. *Enumerar y localizar en cortes cerebrales las estructuras que componen los núcleos de la base.*
11. *Trazar las conexiones del circuito estriado principal: corteza cerebral-cuerpo estriado-núcleo pálido-tálamo-corteza cerebral así como las interconexiones entre los distintos núcleos que componen los ganglios de la base.*

12. Explicar las funciones de los ganglios de la base en relación con la sintomatología resultante de su lesión, en especial de la sustancia negra y sus proyecciones dopaminérgicas en mamíferos.
13. *Describir las características de la organización de la corteza cerebelosa, indicando las principales células que la componen, los tipos de fibras que llegan a ella y su interrelación con los núcleos profundos.*
14. *Indicar la procedencia de las principales aferencias cerebelosas y el tipo de información que llevan.*
15. *Describir las principales proyecciones eferentes de los núcleos cerebelosos*
16. Sistematizar el cerebelo de acuerdo con el significado funcional de sus partes e indicar al menos cuatro funciones principales en que participa.
17. Describir las principales fases de un movimiento voluntario simple (decidir, alcanzar y apresar), indicando las estructuras cerebrales implicadas en cada una de ellas.

L. SOPORTE Y LOCOMOCIÓN

1. Definir las dos funciones principales de un esqueleto.
2. *Indicar las características de los tres tipos principales de esqueletos: hidrostático, endoesqueleto y exoesqueleto.*
3. Definir qué se entiende por locomoción.
4. Describir la posible evolución de las estructuras implicadas en la locomoción, indicando las ventajas e inconvenientes propios de cada estructura.
5. Identificar las características diferenciales de la locomoción en el medio acuático (natación), aéreo (vuelo) y terrestre (carrera).
6. Describir las distintas estrategias utilizadas para la reptación, poniendo un ejemplo de invertebrado con hidroesqueleto, invertebrado con exoesqueleto y un vertebrado.

7. Comparar los mecanismos natatorios de la sanguijuela (invertebrado) y la salamandra (vertebrado).
8. Comparar el patrón de movimiento de las extremidades de un invertebrado terrestre como la cucaracha y un vertebrado como el gato, explicando el motivo de la similitud.
9. Enumerar las fases de un paso y correlacionar estas fases con la actividad motora de la musculatura de la extremidad de un vertebrado.
10. Explicar la presencia de un generador del patrón oscilante de actividad a nivel espinal y de centros superiores implicados en el control de la marcha en vertebrados.
11. Describir los principales mecanismos de flotabilidad de animales acuáticos, indicando al menos un ejemplo para cada tipo.
12. Explicar la estructura funcional de la vejiga natatoria e indicar el mecanismo por el que puede aumentar y disminuir el volumen de gas contenido.
13. Describir la mecánica del vuelo de un insecto dotado de músculos sincrónicos del vuelo y otro de músculos asincrónicos.
14. Describir la contribución de mecanorreceptores cutáneos, sistema visual, sistema vestibular y propioceptores del cuello en el mantenimiento postural de vertebrados.
15. Hacer una tabla resumiendo la contribución del sistema vestibular y de los receptores del cuello en reflejos posturales evocados al modificar la posición de la cabeza en el espacio.
16. Describir los principales métodos de orientación (brújulas) que utilizan invertebrados y vertebrados que migran largas distancias.
17. Explicar el mecanismo de navegación de las abejas y la codificación de la localización de una fuente de alimento con respecto a la colmena.

M. SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO (SNA)

1. Describir las principales diferencias y similitudes entre los sistemas somático y visceral o autónomo.
2. Explicar el concepto de sistema nervioso entérico y describir las características de los plexos mientérico (Auerbach) y submucoso (Meissner).
3. Describir las divisiones simpática y parasimpática del SNA citando, al menos, dos diferencias estructurales y dos funcionales.
4. Describir las características de la transmisión sináptica en los ganglios autonómicos, indicando el neurotransmisor y los receptores implicados.
5. Describir la transmisión sináptica neuroefectora de los sistemas parasimpático y simpático, indicando los neurotransmisores utilizados y los principales receptores sobre los que actúa.
6. Describir las funciones generales del simpático y parasimpático, mencionando sus posibilidades de interacción.
7. Hacer un esquema de la inervación vegetativa del ojo y de la vejiga urinaria, explicando los reflejos pupilares y de micción.
8. *Hacer un esquema de las estructuras implicadas en el control central del SNA.*
9. *Dibujar un esquema de los principales núcleos hipotalámicos, indicando sus principales funciones de regulación.*

N. RITMOS BIOLÓGICOS

1. Explicar qué se entiende por biorritmo.
2. Definir que son ritmos circadianos, ultradianos e infradianos, indicando en cada caso, al menos, dos ejemplos y los estímulos reguladores.
3. Explicar cómo relojes biológicos internos determinan los biorritmos, poniendo dos ejemplos en invertebrados.

4. Indicar la contribución del núcleo supraquiasmático hipotalámico y de la glándula pineal en el control de ritmos circadianos en vertebrados.
5. Explicar el mecanismo molecular de los relojes biológicos, indicando al menos tres proteínas (o los genes que las codifican) implicadas en la actividad de los relojes circadianos de ratones.
6. Enumerar, al menos, cinco ejemplos de actividades sometidas al control circadiano en vertebrados.
7. Indicar las características del ciclo vigilia/sueño y su presencia en distintas especies.
8. Describir las distintas fases del sueño en humanos y sus características principales.
9. Describir las distintas estructuras del sistema nervioso central implicadas en el estado de vigilia, en el inicio de sueño REM, en la finalización de sueño REM y en sueño no-REM.
10. Describir al menos dos actividades de vertebrados que siguen un ritmo anual e indicar la relevancia que el fotoperiodo desempeña en estos ritmos.

O. FUNCIONES CENTRALES

1. Definir los conceptos de memoria, aprendizaje y plasticidad sináptica.
2. Describir los fenómenos de sensibilización y habituación en el molusco *Aplysia*, indicando los mecanismos sinápticos implicados en estos fenómenos.
3. Describir el fenómeno de potenciación a largo plazo en neuronas del hipocampo y su vinculación a los procesos de aprendizaje y memoria de vertebrados.
4. Hacer un esquema indicando los mecanismos moleculares de la potenciación a largo plazo en neuronas del hipocampo, incluyendo la

implicación de receptores de glutamato tipo NMDA postsinápticos y la incorporación al terminal de nuevos receptores tipo AMPA.

5. Indicar las áreas, las estructuras motoras y los mecanismos específicos que permiten el canto de un ave y la estridulación de un grillo.
6. *Indicar las distintas áreas corticales implicadas en la comunicación y en el lenguaje en distintas especies.*
7. Definir qué se entiende, desde un punto de vista fisiológico, por emoción y por motivación.
8. Describir el papel del hipotálamo, de la corteza cerebral, el sistema límbico, la formación reticular, el SNA y el sistema motor en la evocación y generación de respuestas emocionales.
9. *Hacer un esquema que resuma las conexiones del complejo límbico-hipotalámico importantes para evocar respuestas emocionales.*

IV. SISTEMA ENDOCRINO

A. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA ENDOCRINO

1. Identificar las características diferenciales del sistema hormonal y el nervioso en el mantenimiento homeostático de los metazoos.
2. Definir los conceptos de hormona, célula diana y receptor específico.
3. Comparar los términos autocrino, paracrino, endocrino, exocrino y ectocrino en función del sitio de liberación del mensajero químico y la localización del tejido diana. Proporcionar un ejemplo de cada acción.
4. Describir las diferencias principales en la síntesis, almacenamiento, liberación, transporte y mecanismo de acción de las hormonas peptídicas, catecolaminas, tiroideas, esteroideas y eicosanoides.
5. Explicar la necesidad de limitar en el tiempo la acción hormonal.
6. Explicar los mecanismos más frecuentemente utilizados para limitar en el tiempo la acción hormonal.

7. Enumerar los principales mecanismos que regulan la síntesis y secreción hormonal.
8. Explicar, mediante un esquema, los sistemas de regulación de la secreción hormonal mediante retroalimentación.
9. Describir los métodos de medida de la concentración de hormona en sangre.
10. Identificar las principales glándulas endocrinas de los animales y enumerar las principales hormonas que secretan.
11. Mediante un esquema, identificar las principales hormonas secretadas por el tejido adiposo, la glándula pineal, el corazón, el hígado y el riñón indicando sus principales funciones.

B. INTEGRACIÓN NEUROENDOCRINA EN VERTEBRADOS

1. Mediante un esquema indicar los integrantes y las principales características funcionales del eje hipotálamo-hipofisario.
2. Describir el papel del hipotálamo en la integración neuroendocrina.
3. Enumerar las hormonas hipotalámicas no glandotropas en diferentes grupos de vertebrados indicando su acción principal.
4. Indicar la estructura básica y la acción primaria de las hormonas hipotalámicas con acción glandotropa sobre la hipófisis anterior en diferentes grupos de animales.
5. Explicar los mecanismos de regulación de secreción de las hormonas hipotalámicas glandotropas en diferentes grupos de animales.
6. *Comparar las características de la hipófisis anterior y posterior en cuanto a su organización celular, aporte sanguíneo, desarrollo e inervación.*
7. Enumerar las hormonas liberadas por la hipófisis anterior, media y posterior, e indicar sus órganos diana principales y sus efectos fisiológicos más relevantes, diferenciando el papel que tienen estas hormonas en distintas especies de vertebrados.

8. Indicar los mecanismos de regulación de la secreción de la glándula pineal y el papel de la melatonina en la regulación de los ritmos circadianos.

C. HORMONAS DEL METABOLISMO Y DEL DESARROLLO

C.1. Glucocorticoides y catecolaminas

1. *Identificar las zonas funcionales, inervación y aporte sanguíneo de la glándula adrenal.*
2. Enumerar las principales hormonas esteroideas e indicar qué zona de la corteza adrenal las secreta y cuál es su precursor común.
3. Describir los principales efectos metabólicos de los glucocorticoides indicando su papel en el aporte rápido de energía a la musculatura activa.
4. Explicar los efectos de los glucocorticoides sobre el sistema nervioso en situaciones de estrés.
5. Indicar otros efectos de los glucocorticoides.
6. Explicar, mediante un esquema, la regulación de la secreción de los glucocorticoides y los andrógenos adrenales.
7. Describir la variabilidad del tipo predominante de catecolamina secretada por la médula adrenal de distintas especies.
8. Describir las situaciones que pueden desencadenar la liberación de catecolaminas en el organismo animal (respuesta de lucha o huida).
9. Indicar las diferencias (mecanismo de acción, curso temporal y tejidos diana) debidas a que las catecolaminas sean liberadas por los nervios simpáticos o por las células cromafines de la médula adrenal.
10. Enumerar las principales acciones de las catecolaminas adrenales en distintos tejidos y su papel en la regulación del metabolismo.

C.2. Hormonas tiroideas

1. *Mediante un esquema mostrar la estructura funcional de la glándula tiroides.*
2. Identificar los pasos en la biosíntesis, almacenamiento y secreción de la triyodotironina (T₃) y de la tiroxina (T₄).
3. Explicar la importancia de la proteína ligadora de tiroxina en el mecanismo de acción de las hormonas tiroideas.
4. Explicar el mecanismo de acción de las hormonas tiroideas.
5. Describir el efecto de las hormonas tiroideas sobre el metabolismo.
6. Indicar cómo las hormonas tiroideas inducen el aumento del metabolismo basal.
7. Describir cómo alguna de estas acciones ocurren por sensibilización adrenérgica.
8. Identificar los efectos de las hormonas tiroideas sobre la diferenciación celular, el crecimiento y el desarrollo de los tejidos animales, incluyendo la metamorfosis de los anfibios.
9. Explicar la regulación de la secreción de las hormonas tiroideas.

C.3. Insulina, glucagón, somatostatina y otras hormonas

1. Identificar las hormonas principales producidas en el páncreas endocrino, las células que las producen, su naturaleza química y el efecto principal que tienen sobre el control de la glucemia.
2. Describir el acoplamiento que existe entre un aumento de la glucemia y la liberación de la insulina.
3. Enumerar los efectos fisiológicos que tiene la insulina sobre diferentes tejidos.
4. Enumerar los efectos fisiológicos que tiene el glucagón sobre diferentes tejidos.

5. Explicar la regulación de la secreción de la insulina y el glucagón y su importancia en el control de la glucemia.
6. Indicar el efecto de las hormonas gastrointestinales en la secreción de insulina.
7. Enumerar las principales células secretoras de somatostatina y sus principales acciones.
8. Mediante una tabla señalar las principales hormonas gastrointestinales indicando sus principales funciones endocrinas.

C.4. Hormona de crecimiento

1. Definir los efectos metabólicos de la hormona de crecimiento (GH) sobre los glúcidos, las proteínas y los lípidos.
2. Indicar cuál es la principal función no metabólica de la GH sobre el hígado.
3. Identificar los efectos fisiológicos sobre el crecimiento óseo y de tejidos blandos que tiene la hormona de crecimiento, diferenciando los mediados por la acción de IGFs.
4. Identificar los tejidos diana para los IGFs y el efecto que tienen sobre el crecimiento.
5. Explicar los mecanismos de regulación de la secreción de la GH por distintos factores, incluyendo los mediados por los IGFs y los péptidos hipotalámicos.

D. HORMONAS QUE REGULAN EL BALANCE DE AGUA Y ELECTROLITOS

D.1. Hormonas antidiurética (ADH) y vasotocina

1. Definir el efecto principal y el mecanismo de acción de la ADH o vasopresina en el riñón de mamíferos.

2. Definir el efecto principal y el mecanismo de acción de la vasotocina en los tejidos osmorreguladores de reptiles, peces y aves.
3. Describir el papel de la vasotocina en el comportamiento sexual de algunos reptiles.
4. Definir el efecto principal y el mecanismo de acción de la ADH o vasopresina en la musculatura lisa vascular.
5. Explicar la regulación de la secreción de la ADH.
6. Indicar la relación que existe entre la sensación de sed y la secreción de la ADH.

D.2. Mineralocorticoides y péptido natriurético auricular

1. Indicar el mecanismo de acción de la aldosterona en sus células diana.
2. Describir los efectos principales de los mineralocorticoides, como la aldosterona, en el riñón, las glándulas sudoríparas y las glándulas salivales.
3. Explicar, mediante un esquema, los factores implicados en la regulación de la secreción de los mineralocorticoides.
4. Enumerar los efectos principales del péptido natriurético auricular.
5. Explicar los mecanismos y factores implicados en la regulación de la secreción del péptido natriurético auricular.

D.3. Hormonas que regulan el balance del calcio, magnesio y fosfatos

1. Indicar cuáles son las hormonas secretadas por las glándulas paratiroides, los cuerpos ultimobranquiales, las células C del tiroides y el riñón, enumerando las principales acciones de cada una de ellas.
2. Describir cómo las hormonas paratiroidea (PTH), la vitamina D₃ y la calcitonina regulan la concentración plasmática de calcio.

3. Explicar cómo las hormonas PTH, vitamina D₃ y calcitonina regulan la concentración plasmática de fosfato y magnesio.
4. Mediante un esquema, exponer los principales factores reguladores de la secreción de PTH y cómo éstos regulan su secreción.
5. Mediante un esquema, describir los principales factores reguladores de la síntesis, secreción y activación de la vitamina D₃.
6. Mediante un esquema, describir los principales factores reguladores de la secreción de calcitonina y cómo éstos regulan su secreción.
7. Enumerar las principales células constituyentes del hueso, indicando sus principales funciones.
8. Indicar mediante un esquema los principales pasos y los factores reguladores de la formación del hueso, tanto en la formación del material osteoide como en la mineralización de éste.
9. Indicar mediante un esquema los principales pasos y los factores reguladores de la osteolisis osteocítica.
10. Indicar mediante un esquema los principales pasos y los factores reguladores de la remodelación ósea.

E. SISTEMA ENDOCRINO DE INVERTEBRADOS

1. Enumera las hormonas secretadas por el órgano X y el órgano Y de los crustáceos decápodos y sus principales funciones.
2. Indicar los tejidos secretores de hormonas más importantes en los insectos, las hormonas secretadas por ellos y sus funciones más relevantes.
3. *Diferenciar entre insectos hemimetábolos (metamorfosis incompleta) e insectos holometábolos (metamorfosis completa) en base a su modelo de desarrollo.*

4. Describir el papel de la hormona protoracicotrópica, la hormona juvenil, la ecdisona, y la hormona de la eclosión en las distintas fases del desarrollo de los insectos holometábolos.
5. Explicar mediante un esquema el papel de la hormona protoracicotrópica, la hormona juvenil, la ecdisona, la hormona de la eclosión, la bursicona y las hormonas iniciadora de preecdisis (HIPE) e iniciadora de la ecdisis (HIE) en las distintas fases de la muda en los insectos holometábolos.
6. Explicar cómo se regula la secreción de la hormona protoracicotrópica, la hormona juvenil, la ecdisona, la hormona de la eclosión y la bursicona.
7. Explicar, mediante un ejemplo, el papel de las feromonas en insectos.

V. SISTEMA REPRODUCTOR

A. GENERALIDADES Y REPRODUCCIÓN EN INVERTEBRADOS

1. Enumerar las ventajas e inconvenientes de la reproducción asexual y sexual.
2. Indicar, poniendo diversos ejemplos, los factores que pueden determinar que una especie realice reproducción asexual, partenogénesis o reproducción sexual.
3. Describir el control hormonal de la espermatogénesis y de la ovogénesis.
4. Explicar los mecanismos de regulación de la reproducción en caracoles pulmonados y en insectos.
5. Explicar las principales diferencias entre un ovíparo, un ovovivíparo y un vivíparo.

B. FISIOLÓGÍA DE LA REPRODUCCIÓN EN LOS MACHOS DE LOS VERTEBRADOS

1. Describir las funciones fisiológicas de los principales componentes del aparato reproductor de los machos, incluyendo los genitales internos y externos.
2. Enumerar las acciones de la hormona estimulante de los folículos (FSH) y de la hormona luteinizante (LH) sobre el aparato reproductor de los machos.
3. Mediante un esquema, mostrar las principales fases de la síntesis de andrógenos indicando en qué células tiene lugar.
4. Determinar los mecanismos de transporte en líquidos corporales y los mecanismos de acción de los andrógenos.
5. Indicar las consecuencias funcionales del metabolismo de la testosterona.
6. Enumerar los órganos diana de los andrógenos y describir los efectos que tiene sobre ellos.
7. Explicar los factores y mecanismos que participan en la regulación de la secreción de los andrógenos.
8. Mediante un esquema, mostrar los principales componentes del semen, su origen y su función.

C. FISIOLÓGÍA DE LA REPRODUCCIÓN EN LAS HEMBRAS DE LOS VERTEBRADOS

1. Describir las funciones fisiológicas de los principales componentes del aparato reproductor de las hembras, incluyendo los genitales internos y externos.
2. Enumerar las acciones de la FSH y de la LH sobre el aparato reproductor de las hembras.

3. Explicar cómo tiene lugar la biosíntesis, el mecanismo de transporte, los mecanismos de acción celulares y el metabolismo del estradiol y de la progesterona.
4. Enumerar los órganos diana del estradiol y de la progesterona y describir los efectos que tienen sobre ellos.
5. Explicar los factores y mecanismos que participan en la regulación de la secreción de estrógenos y progestágenos.
6. Enumerar las fases del ciclo menstrual.
7. Explicar, con ayuda de un esquema, los cambios que se producen en la secreción hormonal, en la estructura del endometrio y en el folículo ovárico durante el ciclo menstrual (ciclo ovárico y ciclo endometrial).
8. Enumerar las fases del ciclo estral.
9. Exponer, con ayuda de un esquema, el papel de las distintas hormonas que participan en el ciclo estral.
10. Explicar qué se entiende por pseudogestación.

D. FECUNDACIÓN, GESTACIÓN, PARTO Y LACTANCIA

1. Enumerar los principales pasos que permiten la fecundación y los factores y mecanismos que los regulan en un anfibio, un ave y un mamífero.
2. Enumerar los pasos principales y los factores que regulan la ovoposición.
3. Enumerar los principales pasos que permiten la implantación y los principales factores y mecanismos que la regulan.
4. Enumerar las funciones más relevantes de la placenta.
5. Indicar qué se entiende por unidad materno-feto-placentaria y cuál es su papel durante la gestación.
6. Describir las funciones fisiológicas de la gonadotropina coriónica en el mantenimiento del cuerpo lúteo y de la gestación tras la implantación.

7. Mediante un esquema, explicar las funciones de las siguientes hormonas en la gestación: progesterona, estrógenos, lactógeno placentario, insulina, cortisol y hormonas tiroideas.
8. Explicar las funciones fisiológicas de la CRH, el cortisol, la progesterona y los estrógenos, la prolactina, la oxitocina, el lactógeno placentario, las prostaglandinas y la relaxina durante el parto.
9. Explicar, mediante un esquema, las funciones fisiológicas de la progesterona, los estrógenos, la prolactina, la oxitocina, y el lactógeno placentario en el desarrollo mamario.
10. Diferenciar entre secreción y eyección láctea.
11. Explicar las principales diferencias entre la prolactina y la oxitocina haciendo especial hincapié en qué células las secretan, cuáles son sus principales funciones y los mecanismos que regulan su secreción.
12. Indicar cuál es el papel de la prolactina en la reproducción aviar.
13. Explicar cómo tiene lugar la síntesis e incorporación de vitelo en los ovocitos de anfibios y en los huevos de las aves, indicando las hormonas que regulan estos procesos.

E. REGULACIÓN ENDOCRINA DE LA DIFERENCIACIÓN Y MADURACIÓN SEXUAL

1. Mediante un esquema, indicar las hormonas que determinan la diferenciación sexual del macho, sobre qué tejidos actúan y a qué órganos sexuales dan lugar.
2. Mediante un esquema, indicar las hormonas (y/o la falta de ellas) que determinan la diferenciación sexual de la hembra, sobre qué tejidos actúan y a qué órganos sexuales dan lugar.
3. Explicar cómo se produce el inicio de la madurez sexual y qué cambios tienen lugar en el macho y en la hembra.
4. Explicar qué factores dan lugar al climaterio y qué cambios tienen lugar.

VI. SISTEMAS CIRCULATORIOS

A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS CIRCULATORIOS

1. Indicar la relevancia funcional de los sistemas circulatorios y cuáles han sido los principales cambios sufridos por ellos a lo largo de la evolución de las especies.
2. *Describir la organización general, los principales componentes de los sistemas circulatorios de los vertebrados e invertebrados.*
3. Describir las características generales de las circulaciones abiertas y cerradas, indicando sus semejanzas y diferencias y explicando las implicaciones funcionales.
4. Enumerar las funciones fundamentales de la circulación arterial, venosa y linfática.
5. Diferenciar los sistemas circulatorios de alta y baja presión, indicando sus características funcionales.

B. FLUIDOS CIRCULANTES

1. Definir los conceptos de sangre y hemolinfa. Enumerar sus funciones.
2. Describir en términos generales su composición: tipos de células e integrantes del plasma.
3. Definir el concepto de volumen sanguíneo, volumen plasmático, hematocrito y velocidad de sedimentación.
4. Exponer con varios ejemplos las principales funciones de las proteínas plasmáticas y las diferencias entre vertebrados e invertebrados.
5. Determinar el papel de las mismas en el mantenimiento de la presión coloidsmótica diferenciando entre aquellas especies con circulación abierta y cerrada.

6. Enunciar las diferentes proteínas transportadoras de metales.
7. Enumerar las principales proteínas plasmáticas y lipoproteínas de los mamíferos indicando su función.
8. Definir qué son hemocitos, celomacitos y amebocitos. Enumerar, explicando su función, las células sanguíneas que poseen los artrópodos, los tunicados y los vertebrados.
9. Diferenciar entre los distintos tipos de hematíes de los vertebrados.
10. Enumerar los tipos de leucocitos y sus funciones principales. Indicar las características funcionales de las plaquetas y trombocitos.
11. Exponer las características generales de la hemoglobina y su función.
12. Diferenciar entre las hemoglobinas de distintas especies con algunos ejemplos indicando si son intracelulares o se hallan en solución en el plasma.
13. Describir las características generales de las clorocruorinas, hemeritrinas y hemocianinas.
14. Definir los conceptos de hemostasia y coagulación.
15. Indicar los mecanismos de hemostasia utilizados por anélidos, moluscos y artrópodos.
16. Definir el concepto de coagulación en vertebrados y enumerar los factores que intervienen.
17. Exponer el papel vascular y de los trombocitos y plaquetas en la hemostasia.
18. Describir mediante un esquema los mecanismos que conllevan y regulan la formación del coágulo y los mecanismos responsables de la fibrinolisis.
19. *Definir qué es inmunidad general diferenciando entre inmunidad innata y adquirida así como los conceptos de respuesta humoral y celular, tolerancia inmunológica, hipersensibilidad e inmunodepresión, respuesta primaria, secundaria y de opsonización.*

20. Indicar, mediante un esquema, la función de amebocitos, macrófagos y los distintos tipos de linfocitos
21. *Definir el concepto de antígeno (Ag), anticuerpo (Ac), complemento y hapteno, indicando cuál es su función.*
22. *Describir los mecanismos de defensa inmunitaria que disponen invertebrados como moluscos, tunicados y artrópodos, indicando especialmente el papel de los amebocitos, lectinas y citoquinas.*
23. *Indicar los principales mecanismos de defensa inespecíficos utilizados en vertebrados, explicando las fases de la inflamación y sus mediadores y el papel de los fagocitos en la respuesta inmunitaria.*
24. *Describir los mecanismos de acción y diferenciación de los linfocitos indicando donde tiene lugar.*
25. *Resumir mediante un esquema la estructura y función de los distintos tipos de inmunoglobulinas de los vertebrados.*
26. *Definir el concepto de memoria inmunológica.*
27. *Describir los mecanismos implicados en la respuesta inmunitaria celular indicando los distintos tipos celulares que participan, el papel de las linfoquinas, los anticuerpos, el interferón y del complejo de histocompatibilidad mayor.*

C. PRINCIPIOS DE HEMODINÁMICA Y REOLOGÍA

1. *Definir, aplicándolo a los fluidos y vasos circulatorios, los términos: presión, flujo, resistencia, viscosidad, elasticidad y capacitancia.*
2. *Explicar, mediante la ley de Laplace, cómo se modifica la tensión sobre una pared vascular dependiendo de la presión sanguínea y el diámetro del vaso, indicando su importancia funcional.*
3. *Explicar, utilizando la ley de Poiseuille, cómo se afecta el flujo al variar el radio vascular, la viscosidad sanguínea y la presión vascular e indicar su importancia funcional.*

4. *Explicar, utilizando un equivalente de la ley de Ohm (ley de flujo hemodinámico) la relación entre flujo, presión y resistencia, indicando su importancia funcional.*
5. Explicar cómo afecta la distensibilidad de un vaso a la presión vascular y su importancia funcional.
6. Diferenciar entre reservorios de volumen y de presión en el sistema circulatorio.
7. *Diferenciar entre flujo laminar y turbulento utilizando el número de Reynolds y comentar los factores que lo determinan.*
8. *Explicar, mediante el teorema de Bernoulli, cómo se modifica la velocidad del flujo por un vaso al variar la presión en él. Diferenciar cómo es el tipo de flujo y su velocidad en los distintos tipos de vasos y comentar qué se entiende por “separación periférica del plasma”.*
9. Indicar la importancia funcional del mantenimiento de presión en los sistemas circulatorios abiertos y cerrados.
10. Comentar cómo modifica la gravedad el flujo y la presión de los sistemas circulatorios.
11. Describir el principio de Fick para determinar el flujo sanguíneo medio en distintos órganos.
12. Explicar los métodos de medida de la presión arterial mediante esfigmomanometría (métodos palpatorios y de auscultación), razonando a qué se deben los valores obtenidos.

D. BOMBAS CIRCULATORIAS

1. Describir los principales tipos de bombas circulatorias utilizados por los animales, indicando sus limitaciones, ventajas y peculiaridades.
2. Diferenciar entre corazones principales y accesorios y su importancia funcional.

3. *Explicar la estructura* y funcionamiento de las distintas partes del corazón de los vertebrados a lo largo del ciclo cardíaco indicando las características diferenciales entre el corazón de elasmobranquios, teleósteos, reptiles, anfibios y aves y mamíferos.

E. EL CORAZÓN DE MAMÍFEROS Y AVES

1. Describir las características funcionales de los distintos tipos de miocitos cardíacos y su localización.
2. Enumerar las diferencias eléctricas entre el tejido nodal, de conducción y contráctil utilizando como criterios el potencial de membrana en reposo, potencial de acción y la velocidad de conducción.
3. Describir las bases iónicas del potencial de membrana y el potencial de acción en las fibras musculares cardíacas, indicando el papel de los iones Na^+ , Ca^{2+} y K^+ en la génesis del mismo.
4. Definir el término de "autorritmicidad".
5. Indicar mediante un esquema la secuencia temporal de la excitación fisiológica del corazón.
6. Explicar las bases electrofisiológicas del ECG e indicar la correspondencia de las ondas y segmentos isoeletricos del ECG con las fases de activación y repolarización cardíacas.
7. Enumerar los factores que modifican las propiedades eléctricas y mecánicas de la fibra muscular cardíaca, en especial el efecto de la estimulación simpática y la parasimpática.
8. Definir los conceptos de ciclo cardíaco, sístole y diástole e indicar los eventos principales que tienen lugar en cada uno de ellos.
9. Describir la secuencia temporal de los cambios de presión, volumen y flujo en las cámaras cardíacas, en la cava y en la aorta a lo largo del ciclo cardíaco.
10. Describir el origen y la secuencia temporal de los ruidos cardíacos.

11. Dibujar las curvas de presión y volumen en las cavidades cardíacas durante las distintas fases del ciclo cardíaco, incluyendo los registros de fonocardiograma y electrocardiograma.
12. Definir los términos: gasto cardíaco, frecuencia cardíaca, fuerza de contracción, volumen de eyección, volumen telediastólico, volumen telesistólico, precarga, postcarga, retorno venoso y presión venosa central.
13. Explicar cómo modifica la contractilidad cardíaca el gasto cardíaco.
14. Explicar cómo el volumen telediastólico, que determina la precarga, se afecta por la presión venosa central, el retorno venoso y la presión auricular.
15. Describir cómo la presión arterial afecta la postcarga y el gasto cardíaco.
16. Explicar el significado funcional de la ley de Frank-Starling, indicando cómo la precarga afecta el gasto cardíaco.
17. Definir qué se entiende por trabajo cardíaco y cómo es modificado por la precarga, poscarga y contractilidad cardíaca.

F. SISTEMAS CIRCULATORIOS

1. Describir los principales mecanismos que permiten la distribución de gases y nutrientes en los animales sin sistema circulatorio diferenciado, explicando lo que ocurre en los celentéreos y nematodos.
2. Describir los principales mecanismos que permiten la adecuada distribución de nutrientes y, en su caso, gases a los distintos tejidos en animales que disponen de un sistema circulatorio abierto, utilizando como ejemplos los sistemas circulatorios de anélidos poliquetos, moluscos como los gasterópodos y artrópodos como crustáceos decápodos e insectos.
3. Explicar cómo los insectos son capaces de tener un alto metabolismo a pesar de su sistema circulatorio abierto.

4. Describir las características funcionales del sistema circulatorio cerrado de invertebrados como anélidos oligoquetos y moluscos cefalópodos.
5. Describir las principales características funcionales de los sistemas circulatorios de peces, reptiles y anfibios.
6. Explicar las variaciones adaptativas entre peces pulmonados y branquiales.
7. Explicar las variaciones adaptativas entre reptiles cocodrilianos y no cocodrilianos diferenciando los cambios circulatorios según el reptil esté buceando o respirando.
8. Describir las principales características funcionales del sistema circulatorio de aves y mamíferos, indicando las diferencias entre la circulación sistémica y pulmonar.

G. MACROCIRCULACIÓN Y MICROCIRCULACIÓN EN VERTEBRADOS

1. Explicar la significación funcional de la estructura de las arterias, arteriolas, capilares, esfínteres capilares, vénulas y venas. Describir el papel del músculo liso y del tejido elástico en la modificación de la resistencia y distensibilidad vasculares.
2. Definir los términos: presión arterial media, sistólica, diastólica y diferencial, vasoconstricción, vasodilatación y presión venosa central.
3. Describir los efectos que los cambios de frecuencia cardíaca, distensibilidad arterial, volumen sistólico y resistencias periféricas producen sobre la presión arterial sistólica, diastólica y diferencial.
4. Describir el papel de las grandes arterias como reservorio de presión.
5. Definir el término "onda de pulso" o pulso arterial.
6. Explicar las características del flujo sanguíneo arterial en distintas partes del árbol arterial indicando los principales factores que lo modifican.
7. Describir cómo los mecanismos de autorregulación miógena e hiperemia activa y reactiva pueden regular el flujo sanguíneo en los tejidos y cómo

lo modifican el metabolismo tisular, las secreciones locales y los cambios de temperatura.

8. Explicar cómo se afecta el flujo tisular por la acción del sistema endocrino (angiotensina, ADH, adrenalina, péptido natriurético auricular y cortisol) y el sistema nervioso autónomo.
9. Comentar la influencia de la presión transmural sobre el flujo arterial, por ejemplo en la perfusión coronaria y en la circulación endocraneal.
10. Explicar los factores que determinan el intercambio de líquido y solutos a través de los capilares.
11. Definir el término de presión de filtración neta e indicar, utilizando el principio de Starling, cuáles son las fuerzas que la determinan.
12. Describir las diferencias de presión en los vasos venosos, indicando su contribución a la circulación venosa.
13. Explicar los efectos del cambio de capacitancia venosa sobre el retorno venoso y analizar los efectos de la inervación sobre la capacitancia venosa.
14. Indicar los diversos factores que determinan el retorno venoso al corazón como las válvulas venosas, la bomba muscular, la bomba abdomino-torácica, el corazón y los cambios en volumen circulante.
15. Describir las funciones del sistema linfático.
16. *Describir la estructura* y función de los vasos linfáticos.
17. Comentar los mecanismos que poseen diversos sistemas linfáticos para evitar el acúmulo de líquido en los tejidos y su vertido al torrente circulatorio.
18. Comentar la función de los corazones linfáticos y en qué especies se encuentran.
19. Describir en qué consisten y la importancia funcional de: a) un sistema vascular en contracorriente, como el presente en la nariz de un camello; b) la existencia de anastómosis arteriovenosas, como el existente en las patas de una garza; c) un sistema de rete mirabile como en la vejiga

natatoria de un pez; d) un sistema porta, como el hipofisario; e) un sistema de barrera hemática, como la barrera hematoencefálica; f) vasos fenestrados, como ocurre en el riñón y g) vasos sinusoidales, como los observables en el hígado.

H. REGULACIÓN CARDIOVASCULAR

1. Describir las propiedades funcionales de los receptores y sistemas aferentes implicados en la regulación de la presión arterial: barorreceptores aórticos, carotídeos y otros barorreceptores.
2. Explicar cómo se estimulan los receptores de las aurículas y comentar sus efectos sobre la frecuencia cardíaca, la presión arterial y la secreción del péptido natriurético auricular.
3. Indicar el papel de los quimiorreceptores arteriales en la regulación de la presión arterial y la frecuencia cardíaca.
4. Describir las propiedades funcionales del centro cardiovascular en el tronco de encéfalo.
5. Describir la organización y propiedades funcionales de los sistemas efectores nerviosos que controlan la función cardiovascular teniendo en cuenta las diferencias regionales.
6. Detallar los efectos del SNA (simpático y parasimpático) sobre el corazón.
7. Definir el concepto de tono vasomotor y discutir la importancia de sus diferencias regionales. Describir el reflejo presor.
8. Explicar mediante un esquema los distintos mecanismos locales, nerviosos, endocrinos y controladores de la volemia que participan en la regulación de la presión arterial.
9. Diferenciar las respuestas locales reguladoras puestas en marcha en el músculo esquelético, miocardio y sistema nervioso central como consecuencia del aumento del metabolismo.

10. Describir las características de la respuesta reguladora circulatoria durante: a) los cambios de postura en una jirafa y en un humano; b) el ejercicio muscular en un teleosteo y en un humano y c) en el buceo en mamíferos de vida acuática.

VII. INTERCAMBIO DE GASES

A. GASES RESPIRATORIOS E INTERCAMBIO GASEOSO

- 1. Determinar la composición de gases relevantes para la respiración en el aire, soluciones acuosas (agua dulce y salada y líquidos corporales) y suelo.*
- 2. Definir la ley general de los gases y aplicarla para conocer los cambios de presión o volumen de un gas dependiendo de las condiciones en que se encuentre (BTPS, ATPS, STPD).*
- 3. Explicar cómo influye la presión de vapor de agua en distintos ambientes sobre la presión parcial de un gas.*
- 4. Mediante las leyes de Dalton y de Henry, indicar que factores determinan la presión y el contenido de gases en un medio aéreo y un medio acuoso.*
- 5. Mediante las leyes de Graham y la primera ley de difusión de Fick, explicar qué factores determinan el flujo o difusión de gases ya sea en un medio gaseoso o acuoso.*
- 6. Definir qué es la capa o espesor limitante y su importancia en el intercambio de un gas mediado por difusión o por convección.*
- 7. Describir las principales diferencias en las propiedades del agua y del aire como solventes de gases, haciendo especial hincapié en los efectos de la temperatura y la solubilidad.*
- 8. Diferenciar entre los mecanismos de difusión simple, convección, flujo monodireccional, bidireccional, en contracorriente, corriente-cruzada, y*

en “pool”, indicando las ventajas e inconvenientes que tienen para el intercambio de gases respiratorios.

9. Indicar las diferencias entre ventilación pasiva o activa y entre respirador monomodal o bimodal.
10. Definir el coeficiente de extracción de oxígeno y el cociente respiratorio e indicar su relación con la tasa metabólica de un individuo.
11. Atendiendo a las diferencias en el medio en que viven las especies animales, su tamaño, su tasa metabólica y su etapa evolutiva, diferenciar y describir las características generales de los distintos sistemas respiratorios: difusión por tegumentos, branquial, traqueal o pulmonar.

B. LA RESPIRACIÓN E INTERCAMBIO GASEOSO EN EL MEDIO ACUÁTICO

1. Describir las diferencias funcionales principales entre la respiración tegumentaria de las medusas, esponjas, nematodos y anfibios.
2. *Explicar las diferencias entre las branquias internas y externas.*
3. *Comentar las diferencias y similitudes entre las branquias de las estrellas de mar, y moluscos, explicando la importancia funcional de sus células ciliadas.*
4. *Describir la estructura funcional de las branquias de cefalópodos y crustáceos indicando el papel del manto y de sus músculos ventilatorios.*
5. *Enumerar las características generales del sistema traqueal de los insectos con respiración acuática, diferenciándolos con los de respiración aérea y las branquias traqueales de algunas larvas de insectos.*
6. *Exponer las diferencias entre las branquias filamentosas y las lamelares de los peces.*
7. *Diferenciar las distintas partes del sistema branquial de los teleósteos y comentar su función.*

8. Definir espacio muerto anatómico y fisiológico en la respiración branquial.
9. Describir los distintos mecanismos de ventilación utilizados por los teleósteos.
10. Definir el concepto de ventilación acuática/perfusión sanguínea indicando su importancia.
11. Explicar qué se entiende por eficacia de extracción de oxígeno y eficacia de transferencia de oxígeno y si en la respiración branquial de los teleósteos estas variables son adecuadas.
12. Explicar por qué el consumo energético en la respiración acuática es alto y qué factores lo modifican.
13. Definir qué es la vejiga natatoria y cuáles son sus funciones principales.
14. Describir las principales diferencias entre un fisóstomo y un fisoclisto.
15. *Describir la estructura funcional de la vejiga natatoria y el papel de la rete mirabile.*
16. Explicar los mecanismos que permiten a los peces regular la cantidad de gases en la vejiga natatoria a una profundidad determinada o, en su caso en ambientes pobres en oxígeno.

C. RESPIRACIÓN E INTERCAMBIO GASEOSO EN EL MEDIO AÉREO

1. Describir las características funcionales del pulmón de un gasterópodo, del pulmón en libro de los arácnidos y la cavidad branquial de los crustáceos anfibios indicando sus diferencias.
2. *Describir la estructura general* y las características funcionales de la respiración traqueal de los insectos.
3. Explicar las ventajas de que el flujo de aire sea unidireccional en sistemas traqueales evolucionados.
4. Describir el papel de los espiráculos, de los músculos torácicos y abdominales de los insectos en la respiración traqueal.

5. Explicar el papel del atrio traqueal y la importancia de la presencia de líquido al final de las traqueolas.
6. Explicar los mecanismos que permiten a los insectos con respiración traqueal respirar aire durante el buceo, haciendo especial hincapié en el papel del plastrón.
7. *Describir la estructura funcional del sistema respiratorio de los peces de respiración aérea, diferenciando entre los pulmonados y aquellos que presentan respiración bimodal.*
8. *Describir la estructura funcional del sistema respiratorio pulmonado de los anfibios e indicar los mecanismos ventilatorios que tienen lugar a lo largo del ciclo respiratorio.*
9. Explicar las diferencias funcionales entre el pulmón de una serpiente y el de un cocodrilo, indicando el papel del bronquio en el pulmón cocodriliano.
10. *Describir la estructura funcional del pulmón de las aves diferenciando las distintas partes de los bronquios y del paleopulmón y los componentes del neopulmón.*
11. Explicar cuál es el recorrido del aire por el pulmón del ave y por qué se dice que un determinado volumen de aire precisa al menos dos ciclos respiratorios para recorrer el sistema respiratorio.
12. Diferenciar los distintos sacos aéreos y explicar su función.
13. Mediante un esquema que muestre el laberinto respiratorio de un parabronquio, explicar cómo se realiza el intercambio de gas, indicando cuál es la distribución de los vasos sanguíneos respecto a los capilares aéreos y cuál es la dirección del flujo sanguíneo respecto al aire.
14. Describir los mecanismos que permiten a un embrión de ave dentro de su huevo oxigenarse adecuadamente a medida que va creciendo, indicando el papel de la circulación alantoidea y de la cámara de aire.
15. *Describir la estructura funcional del sistema respiratorio de los mamíferos enumerando sus principales componentes y diferenciando entre aquellos*

que constituyen vías de conducción, zonas de intercambio gaseoso y la llamada bomba respiratoria.

- 16.Describir los mecanismos que permiten realizar una respiración en reposo y aquellos implicados en una respiración forzada.
- 17.Definir y medir en una espirometría, los siguientes parámetros: volumen corriente, volumen inspiratorio de reserva, volumen espiratorio de reserva, capacidad vital, capacidad inspiratoria, frecuencia respiratoria, ventilación pulmonar total y consumo de oxígeno.
- 18.Definir y medir en una pletismografía los siguientes parámetros: volumen residual, capacidad residual funcional y capacidad pulmonar total.
- 19.Definir los conceptos de espacio muerto anatómico y fisiológico en la respiración pulmonar e indicar cómo varían dependiendo de la superficie corporal y la anatomía de la especie.
- 20.Definir presión pleural o intratorácica, presión alveolar y presión traqueal.
- 21.Exponer el papel que juegan el tejido elástico pulmonar y la resistencia de las vías aéreas en la ventilación pulmonar.
- 22.Exponer el papel que juega la tensión superficial de los alvéolos en el comportamiento elástico pulmonar e indicar la importancia funcional del surfactante.
- 23.Definir el concepto de distensibilidad pulmonar y exponer los factores que la modifican.
- 24.Describir las características de la curva volumen pulmonar-presión pleural, teniendo en cuenta los componentes correspondientes a la inspiración y la espiración,y los factores pueden modificarla. Explicar a qué se debe su histéresis.
- 25.Explicar qué mecanismos son responsables de los valores negativos y, en su caso, positivos de la presión pleural indicando su importancia funcional.
- 26.Explicar a qué se deben las diferencias regionales de ventilación, en aquellas especies en las que son funcionalmente relevantes.

27. Describir, mediante una gráfica, los cambios durante el ciclo respiratorio de: volumen pulmonar, presión intrapleurar, flujo de aire y presión alveolar, señalando el inicio de la inspiración y de la espiración.
28. Describir las características de la circulación pulmonar en mamíferos, indicando cómo se modifica el flujo pulmonar dependiendo del momento del ciclo respiratorio, de la presión transmural, de la presión intravascular y, en algunas especies, de la zona pulmonar de que se trate.
29. Describir los mecanismos locales que regulan la resistencia de los vasos pulmonares.
30. Definir el concepto de cociente ventilación-perfusión.
31. Explicar los principales factores que modifican el cociente ventilación-perfusión y su importancia en el adecuado intercambio gaseoso.
32. Describir cómo se realiza el intercambio gaseoso en los pulmones y qué factores los modifican diferenciando las peculiaridades del intercambio de O_2 y CO_2 .
33. Explicar por qué en algunas especies hay pérdidas de calor y agua con la respiración y qué mecanismos utilizan éstas para controlarlo.

D. TRANSPORTE DE GASES RESPIRATORIOS

1. Describir cómo tiene lugar el transporte de O_2 en la sangre o en los principales líquidos circulatorios y enumerar los principales factores que lo afectan.
2. Calcular la capacidad de transporte de los gases respiratorios disueltos en plasma.
3. Definir a qué se llama capacidad de transporte y saturación de la Hb por un gas y qué es la P_{50} .
4. Explicar las características de la curva de saturación de la Hb y la mioglobina, indicando sus diferencias y su importancia funcional.

5. Indicar la importancia de distintos factores (pH, T^a, contenido de CO₂, DPG, ATP) sobre la saturación de la Hb (u otros pigmentos respiratorios) por oxígeno.
6. Definir e indicar la importancia funcional del efecto Root, el efecto Bohr y el efecto Bohr inverso.
7. Describir cómo tiene lugar el transporte de CO₂ en la sangre o en los principales líquidos circulatorios y enumerar los principales factores que lo afectan.
8. Describir mediante un esquema la importancia funcional de la anhidrasa carbónica (eritrocitaria o endotelial) y del transportador Cl⁻/HCO₃⁻ en el intercambio y transporte de CO₂ en los líquidos circulatorios.
9. Comentar las características de la curva de saturación de la Hb por el CO₂ y su diferencia con la curva de saturación de la Hb con el O₂.
10. Definir e indicar la importancia funcional del efecto Haldane.

E. REGULACIÓN DE LA RESPIRACIÓN

1. Indicar en qué consisten y la importancia funcional de la vasoconstricción hipóxica de los alvéolos o las branquias y la dilatación de las vías respiratorias por hipercapnia.
2. Describir los principales estímulos ventilatorios en animales de respiración aérea y acuática, los receptores sobre los que actúan, los centros reguladores de la ventilación, las vías eefectoras y los efectores que permiten modificar el ritmo y profundidad ventilatoria.
3. *Enumerar los principales núcleos del SNC de mamíferos que intervienen en el control de la respiración y cuál es el papel funcional de cada uno de ellos.*
4. Describir los tipos de receptores periféricos que intervienen en el control de la respiración, su localización y su función.

5. Describir las respuestas de los quimiorreceptores arteriales a los cambios de P_{O_2} , P_{CO_2} y pH sanguíneo.
6. Describir el papel de los quimiorreceptores centrales en la respuesta respiratoria a los cambios de P_{CO_2} arterial.
7. Describir los principales reflejos respiratorios originados por activación de los mecanorreceptores pulmonares y de las vías aéreas.
8. Describir los reflejos respiratorios que se activan con el buceo en animales de respiración aérea.
9. Describir los cambios respiratorios y conductuales que se activan cuando un teleósteo pasa a estar en agua poco oxigenada.
10. Enumerar los cambios en el volumen corriente y la frecuencia respiratoria que tienen lugar a lo largo de la realización de una actividad física. Explicar cómo distintas especies consiguen una oxigenación adecuada.
11. Explicar la importancia de la ventilación en la regulación del pH corporal.

VIII. OSMORREGULACIÓN Y EXCRECIÓN

A. FISIOLOGÍA COMPARADA DE LA EXCRECIÓN

1. Explicar mediante un gráfico cuál es la proporción de agua y de componentes orgánicos e inorgánicos en los distintos compartimentos corporales de distintas especies.
2. Definir y diferenciar entre: osmoconformista, osmorregulador, ionoconformista, ionorregulador, regulador de volumen, conformista de volumen, animales estenohalinos y eurihalinos y regulador hiperosmótico e hipoosmótico.
3. Enumerar los principales factores y estructuras que tienen un papel en el intercambio hidroelectrolítico obligatorio.

4. Definir e indicar la importancia en la osmorregulación del agua metabólica.
5. Explicar el papel de los epitelios en los mecanismos de osmo e ionorregulación así como en la regulación de volumen, diferenciando entre los sistemas de filtración, reabsorción y secreción.
6. Indicar los mecanismos de acción más frecuentes que permiten a las hormonas regular el balance de agua y electrolitos en los epitelios.
7. Describir cómo realizan su balance hidroelectrolítico los siguientes animales acuáticos: protozoos de agua dulce; invertebrados marinos, dulceacuícolas y de aguas hipersalinas; lamprea de agua dulce y de mar y tiburón y anguila.
8. Describir cómo realizan su balance hidroelectrolítico los siguientes animales terrestres: caracol, cangrejos semiterrestres, pulga, hormiga, rana de ambiente húmedo y rana del desierto, lagarto del desierto, avestruz, perro y rata canguro del desierto.
9. Indicar cómo absorben vapor de agua del medio ambiente algunos arácnidos.

B. OSMORREGULACIÓN EN INVERTEBRADOS

1. *Indicar, mediante un esquema, las principales partes de los riñones primitivos de distintas especies de invertebrados.*
2. Explicar las diferencias funcionales de los protonefridios de platelmintos y nematodos y los metanefridios de moluscos y anélidos.
3. Indicar las diferencias funcionales y el papel en la osmorregulación de las branquias y la glándula verde o antenal de los crustáceos.
4. Describir cómo funcionan las glándulas coxígeas en arácnidos y los túbulos de Malpighio en los insectos.

C. OSMORREGULACIÓN EN VERTEBRADOS

1. Mostrar mediante un esquema las células y mecanismos de transporte de las branquias de los teleósteos implicados en la osmorregulación.
2. Explicar las diferencias funcionales de las células de cloruro y las pavimentosas de las branquias de los teleósteos dulceacuícolas y de agua marina.
3. Enumerar los factores que regulan en cada caso el funcionamiento de las branquias, indicando con un esquema los pasos que conlleva el esguinaje.
4. *Explicar la localización de la glándula de la sal de aves y reptiles y su importancia funcional.*
5. Describir las características funcionales de la glándula de la sal.
6. Enumerar los factores que activan y regulan la función de la glándula de la sal.
7. Determinar de forma general las funciones básicas de las distintas partes de la nefrona de un mamífero y de los vasos sanguíneos que la rodean.
8. Mediante un esquema indicar las distintas partes del glomérulo y de la cápsula glomerular de la nefrona que atraviesa el filtrado glomerular para formar la orina primaria.
9. Describir los principales factores que limitan o determinan el filtrado glomerular.
10. Explicar la dinámica de presiones que determinan la filtración glomerular, así como la presión eficaz de filtración.
11. Explicar cómo la autorregulación miógena, el sistema nervioso simpático, la volemia y el aparato yuxtglomerular afectan a la intensidad de filtración glomerular.
12. Enumerar los principales componentes del filtrado glomerular, indicando por qué pasan algunos y no otros componentes del plasma.

13. Mediante un esquema indicar cuál es la capacidad de absorción y de secreción de solutos y agua en los siguientes segmentos tubulares: a) Epitelio tubular proximal; b) Porción descendente del asa de Henle; c) Porción ascendente gruesa del asa de Henle, d) Porción ascendente delgada del asa de Henle y porción inicial del túbulo distal y e) Porción final del túbulo distal y epitelio del tubo colector.
14. Enumerar los factores y mecanismos que determinan el transporte y los volúmenes de agua en cada segmento.
15. Utilizando un gráfico, explicar cómo varían a lo largo de una nefrona, y de los vasos sanguíneos acompañantes, las concentraciones de Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , H^+ , urea y glucosa y la osmolaridad.
16. Explicar cómo gracias al mecanismo de contracorriente, se puede eliminar orina diluida o concentrada.
17. Explicar el concepto de autorregulación sanguínea renal.
18. Determinar la función del sistema renina-angiotensina-aldosterona. Explicar el papel de la aldosterona en el equilibrio Na^+ - K^+ -volemia.
19. Mediante un esquema indicar cómo la ADH regula la volemia y la osmolaridad sanguínea al actuar a nivel renal.
20. Explicar, utilizando un esquema, cómo el péptido natriurético auricular, la urodilatina, la adrenalina y las prostaglandinas regulan el volumen y composición de la orina formada.
21. Indicar qué mecanismos se ponen en marcha cuando se produce un aumento/disminución de la osmolaridad sanguínea y explicar cuáles son sus efectos.
22. Describir qué mecanismos se ponen en marcha cuando se produce un aumento/disminución de la volemia y cuáles son sus efectos.
23. Enumerar las diferencias entre la nefrona de los mamíferos y la de vertebrados inferiores, anfibios, reptiles y aves.
24. Calcular el aclaramiento plasmático de distintas sustancias y la excreción fraccionada de ellas e indicar su significado funcional.

D. EQUILIBRIO ÁCIDO-BASE

1. Enumerar los factores que pueden modificar en condiciones normales el pH interno de los seres vivos.
2. Determinar las razones por las cuales es necesario mantener en valores adecuados el pH interno de los seres vivos.
3. Enumerar los sistemas de que dispone el ser vivo para mantener la homeostasis del pH a corto y largo plazo.
4. Explicar la función de los amortiguadores ácido-básicos y de los distintos tampones utilizados por los seres vivos tanto intracelular como extracelularmente.
5. Definir qué se entiende por acidosis y alcalosis metabólica y respiratoria.
6. Explicar el papel de los transportadores de membrana en la regulación del equilibrio ácido-base.
7. Explicar el papel de las proteínas sanguíneas como tampones, en especial los pigmentos respiratorios.
8. Describir los mecanismos por los que el sistema respiratorio participa en la regulación del equilibrio ácido-base.
9. Describir los mecanismos por los que el riñón y las branquias participan en la regulación del equilibrio ácido-base.
10. Definir qué se entiende por exceso y defecto de ácido titulable y cuando se dan.

E. EXCRECIÓN DE RESIDUOS NITROGENADOS

1. Enumerar las principales formas metabólicas de eliminación de residuos nitrogenados.
2. *Describir los principales pasos de las vías metabólicas utilizadas para la eliminación de residuos nitrogenados por distintos animales.*

3. Definir qué se entiende por animales ureotélicos, uricotélicos y amoniotélicos.
4. Citar especies que utilizan el amoníaco como forma de eliminación de residuos nitrogenados y las ventajas e inconvenientes de utilizar esta estrategia.
5. Enumerar especies ureotélicas, indicando las ventajas e inconvenientes de utilizar esta forma de eliminar los excesos de residuos nitrogenados.
6. Enumerar especies uricotélicas, indicando las ventajas e inconvenientes de utilizar esta forma de eliminar los excesos de residuos nitrogenados.
7. Explicar, con varios ejemplos, cómo diversas especies animales cambian la forma de eliminar sus residuos nitrogenados, dependiendo del ciclo vital o de la situación ambiental en que se encuentren y los beneficios que esto les reporta.

IX. SISTEMA DIGESTIVO

A. ESTRATEGIAS DIGESTIVAS Y EVOLUCIÓN

1. Describir la función principal del sistema digestivo, indicando su relación con las necesidades esenciales de los organismos animales y cómo estas condicionan su forma de vida.
2. *Identificar los diferentes tipos de organismos animales según la fuente de carbono que utilizan: organismos heterótrofos y quimiótrofos.*
3. *Razonar la diferencia en la eficiencia energética entre las cadenas alimenticias cortas y las cadenas alimenticias largas.*
4. Explicar en qué consiste e identificar los grupos animales en los que la absorción del alimento se produce a través de la superficie corporal.
5. Explicar en qué consiste e identificar los grupos animales en los que la estrategia alimenticia es la endocitosis.

6. Explicar en qué consiste e identificar los grupos animales que realizan su alimentación por filtración.
7. Explicar en qué consiste e identificar los grupos animales con alimentación líquida.
8. Explicar en qué consiste e identificar los grupos animales cuya alimentación está basada en la retención de presas.
9. Explicar en qué consiste e identificar los grupos animales en los que la alimentación es vegetariana.
10. Explicar las ventajas e inconvenientes de la digestión intracelular y de la digestión extracelular en un tracto digestivo e identificar los animales que utilizan cada tipo de digestión.
11. Describir los tres tipos de tractos digestivos existentes desde una perspectiva fisiológica: reactor ideal por lotes, reactor ideal de tanque agitado en flujo continuo y reactor de bolo en flujo continuo.
12. Explicar cómo la calidad del alimento influye en el tiempo requerido para su digestión y por tanto en el diseño del aparato digestivo que lo procesa.
13. *Describir las partes principales de un sistema digestivo tubular (tracto cefálico, anterior, medio y posterior) y los órganos que las constituyen en diversas especies.*
14. Explicar las principales características e indicar la función de las regiones de recepción, conducción, almacenamiento, digestión, absorción, asimilación y almacenamiento de residuos.
15. *Describir las cuatro capas que tienen los sistemas digestivos (mucosa, submucosa, muscular y serosa) y describir su organización funcional.*
16. Enumerar los distintos niveles de regulación del sistema digestivo y los mecanismos que permiten su integración.
17. Explicar las características de la actividad autónoma del músculo liso del aparato digestivo y definir el papel que tienen las células intersticiales de Cajal en la generación del ritmo eléctrico básico.

18. Explicar el papel que juegan los plexos nerviosos intrínsecos submucoso y mientérico en la regulación del sistema digestivo.
19. Explicar el papel regulador del sistema nervioso simpático y parasimpático sobre el sistema digestivo y comparar las diferencias entre ellos.
20. Explicar el papel que juega el sistema nervioso central en la regulación del sistema digestivo.
21. Explicar el papel que juegan las hormonas gastrointestinales en la regulación del sistema digestivo.
22. Elaborar un esquema donde se muestre cómo las influencias externas e internas afectan a los diferentes elementos de regulación del sistema digestivo (y su interacción entre ellos) y el efecto final producido (motilidad, secreción de jugos digestivos y/o secreción de hormonas).
23. Razonar la necesidad de modificar el aparato digestivo en aves migratorias y las adaptaciones digestivas que esta modificación produce antes y después de la migración.

B. MOTILIDAD DEL TRACTO DIGESTIVO

1. Describir el papel de las diferentes estructuras que pueden aparecer en la cavidad oral en distintas especies animales.
2. Explicar por qué se dice que la deglución es un proceso todo-o-nada programado.
3. Enumerar y describir los pasos del proceso de la deglución.
4. Mostrar, mediante un esquema, cómo se modifica la presión intraesofágica con la deglución y con el ciclo respiratorio.
5. Describir el reflejo vago-vagal responsable de la apertura del esfínter esofágico inferior y los neurotransmisores implicados.
6. Indicar las diferencias entre el peristaltismo esofágico primario y secundario.

7. Enumerar las principales causas que pueden evocar el vómito.
8. *Identificar las principales estructuras implicadas en el reflejo del vómito*
9. Enumerar y describir las distintas fases del reflejo del vómito.
10. Describir las funciones de almacenamiento, digestión y motilidad del estómago.
11. Explicar la función y el mecanismo de activación del complejo motor migratorio que ocurre en la fase interdigestiva.
12. Describir los cambios en la motilidad gástrica evocados por la llegada de alimentos.
13. Explicar cómo factores gástricos (volumen y fluidez del quimo) y duodenales (presencia de ácido, ácidos grasos de cadena larga, aminoácidos aromáticos, elevada osmolaridad o distensión) regulan la motilidad y el tono pilórico.
14. Describir el papel de las contracciones gástricas en la digestión de los glúcidos y las proteínas.
15. Realizar un esquema de la regulación de la motilidad gástrica en las fases cefálica, gástrica e intestinal, en el que se muestren los estímulos, sistemas de integración y efectores de los arcos reflejos implicados.
16. Describir las adaptaciones fisiológicas motoras del aparato digestivo de ciertas aves, incluyendo las relacionadas con la molleja.
17. Explicar las características principales de la motilidad del intestino delgado.
18. Explicar el mecanismo de generación y la acción principal de los distintos tipos de motilidad del intestino delgado.
19. Describir la función del esfínter ileocecal y su mecanismo de regulación neural y hormonal.
20. Describir los distintos tipos de motilidad del intestino grueso e indicar las principales funciones de ellos.
21. Enumerar los factores que afectan a los movimientos de masa.
22. Explicar los pasos del reflejo de defecación y su regulación.

C. SECRECIONES DIGESTIVAS

1. Enumerar los componentes de la saliva.
2. Explicar las funciones de la saliva.
3. Describir el papel de los diferentes tipos celulares de las glándulas salivales (células acinares y del conducto) en la formación de la saliva.
4. Mediante una gráfica, indicar las variaciones en las concentraciones de Na^+ , Cl^- y HCO_3^- del plasma y de la saliva dependiendo de la tasa de secreción salivar.
5. Describir el papel concurrente del sistema nervioso simpático y parasimpático en la formación de la saliva, así como los mecanismos celulares implicados.
6. Explicar los reflejos implicados en la formación de la saliva.
7. Explicar los mecanismos de secreción que permiten a algunas aves formar la "leche del buche".
8. Identificar las diferentes células exocrinas y endocrinas que median la secreción gástrica.
9. Describir el estímulo para la secreción de cada una de estas células, así como las funciones del producto secretado.
10. Explicar, mediante un esquema, los mecanismos celulares que median la secreción de ácido clorhídrico en las células parietales.
11. Explicar la función del ácido clorhídrico en la activación del pepsinógeno y describir los productos digestivos de la actividad de la pepsina.
12. Explicar el papel de la gastrina, la acetilcolina, la histamina y la somatostatina en la regulación de la secreción ácida así como los principales reguladores de la secreción de estas hormonas.
13. Realizar un esquema de la regulación de la secreción gástrica en las fases cefálica, gástrica e intestinal, en el que se muestren los estímulos, sistemas de integración y efectores de los arcos reflejos implicados.

14. *Describir la organización morfo-funcional del páncreas en sus dos partes, exocrina y endocrina.*
15. Enumerar los componentes iónicos y proteicos secretados por el páncreas exocrino.
16. Comparar, mediante un esquema, las concentraciones de Na^+ , Cl^- y HCO_3^- del plasma y de la secreción pancreática y cómo varía ésta según se modifique la tasa de secreción pancreática.
17. Explicar mediante un esquema los mecanismos pancreáticos de secreción iónica y cimógena, indicando en el mismo, tanto en acinos como en conductos, los sistemas de regulación nerviosa y hormonal implicados.
18. Indicar el papel digestivo de las secreciones hidroelectrolíticas pancreáticas.
19. Enumerar los principales cimógenos pancreáticos.
20. Describir los mecanismos de la activación de los cimógenos pancreáticos en el intestino delgado.
21. Realizar un esquema de la regulación de la secreción pancreática en las fases cefálica, gástrica e intestinal, en el que se muestren los estímulos, sistemas de integración y efectores de los arcos reflejos implicados.
22. Describir, mediante un esquema, la organización funcional de los lobulillos hepáticos y su circulación sanguínea y biliar.
23. Enumerar los componentes de la bilis.
24. Explicar la importancia del sistema circulatorio porta hepático.
25. Describir los principales pasos implicados en la síntesis de la secreción biliar a nivel hepático y explicar las modificaciones que experimenta durante su almacenamiento en la vesícula biliar.
26. Realizar un esquema donde se muestre la circulación enterohepática de las sales biliares y cómo estas son modificadas en distintas localizaciones.

27. Describir la acción de la secretina, la colecistocinina y la acetilcolina en la secreción biliar.
28. Realizar un esquema donde se muestre la capacidad destoxificadora hepática, considerando como ejemplo la bilirrubina, e indicar los distintos pasos de transformación que tienen lugar en el hígado y a lo largo de la circulación enterohepática.
29. Enumerar los componentes de la secreción entérica de las células caliciformes y explicar su función.
30. Explicar el papel y el mecanismo de secreción de moco alcalino en el colon.

D. DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN

1. Explicar cómo tiene lugar la digestión parcial de glúcidos y proteínas en el estómago de carnívoros y omnívoros y de qué factores depende.
2. Mediante un esquema indicar el papel digestivo de las enzimas proteolíticas, amilasas y lipasas secretadas por el páncreas.
3. Describir cómo, tras la acción de enzimas gástricas y pancreáticas, las enzimas intestinales completan la digestión de glúcidos y proteínas.
4. *Describir la organización funcional del sistema digestivo de los herbívoros diferenciando entre fermentadores craneales y caudales.*
5. *Describir la organización funcional del aparato digestivo de los rumiantes con sus componentes: rumen, retículo, omaso y abomaso.*
6. Describir las estrategias que los herbívoros y aves utilizan más frecuentemente para la fermentación, indicando para qué son necesarias.
7. *Enumerar los principales microorganismos que pueden aparecer en el aparato digestivo de los fermentadores.*
8. Indicar, en función de la disposición del compartimento dónde se produce la fermentación (craneal o caudal), la capacidad o incapacidad

para utilizar las hexosas de la dieta directamente y/o para utilizar las proteínas provenientes de la fermentación bacteriana.

9. Explicar el destino metabólico de los ácidos grasos volátiles (acetato, propionato y butirato) obtenidos de la fermentación de la celulosa.
10. Explicar el mecanismo de absorción de los glúcidos en las células de borde en cepillo y su paso a la circulación sanguínea.
11. Razonar la importancia de la acción enzimática de la quemosina sobre la caseína de la leche en los herbívoros lactantes.
12. Explicar los mecanismos de absorción de los aminoácidos en las células de borde en cepillo y su paso a la circulación sanguínea.
13. Explicar las características de las micelas formadas a partir de las sales biliares, de colesterol y de fosfatidilcolina y grasas digestivas.
14. Explicar el papel de las micelas mixtas en el transporte, digestión y la absorción de las grasas de la dieta.
15. Explicar los mecanismos de absorción de las grasas en las células de borde en cepillo y su paso a la circulación linfática, o a la sangre, indicando los procesos que tienen lugar en el interior del enterocito tras la absorción de los distintos tipos de grasas.
16. Explicar por qué la absorción activa de Na^+ en el intestino delgado determina la absorción pasiva de agua.
17. Realizar un balance de la cantidad de agua absorbida al día en el intestino, teniendo en cuenta el agua ingerida, la secretada en la saliva, el jugo gástrico, la secreción pancreática, la bilis y la secreción entérica y la que pasa al intestino grueso.
18. Describir cómo tiene lugar la absorción de sustancias orgánicas e iones acoplados al transporte de Na^+ o al transporte de otros iones en el intestino delgado.
19. Explicar, mediante un esquema, cómo cambia la concentración de Na^+ y K^+ a lo largo del intestino delgado.

20. Describir cómo se regula la absorción de hierro y calcio en el intestino delgado en función de las necesidades del organismo y de qué mecanismos depende.
21. Explicar el mecanismo de absorción de las vitaminas.
22. Explicar cómo tiene lugar la absorción en el colon de agua, vitaminas y ácidos grasos de cadena corta provenientes del metabolismo bacteriano.
23. Realizar un diagrama que muestre la composición de las heces e indicar los principales factores que determinan dicha composición.

X. NUTRICIÓN, METABOLISMO Y TERMORREGULACIÓN

A. NUTRICIÓN Y CONTROL DE LA INGESTA

1. Definir los términos nutriente y alimento.
2. Identificar los requerimientos nutricionales básicos de los animales.
3. Explicar la necesidad de la ingesta de proteínas incluso en animales que no están en periodos de crecimiento.
4. Describir las estrategias que utilizan los animales para compensar la escasez de proteínas en su dieta.
5. Discutir por qué los requerimientos de vitaminas no son los mismos en diferentes especies animales.
6. Identificar la composición y los requerimientos de minerales y oligoelementos en los animales.
7. Mediante un esquema mostrar las distintas estructuras del hipotálamo de los mamíferos implicados en la regulación del control de la ingesta y del gasto energético.
8. Describir los principales mecanismos reguladores de la ingesta a corto y largo plazo.
9. Indicar las vías eefectoras y las respuestas evocadas cuando se estimula el centro del apetito y sus consecuencias.

10. Indicar las vías efectoras y las respuestas evocadas cuando se estimula el centro de la saciedad y sus consecuencias.

B. METABOLISMO

1. Enumerar los distintos tipos de ganancias y pérdidas de calor obligadas y facultativas de los animales.
2. Determinar los factores que afectan al gasto/ganancia de energía de los animales, tanto los que son propios del animal como los que son propios del entorno.
3. Definir el concepto de metabolismo energético.
4. Explicar la influencia de la temperatura sobre el metabolismo energético.
5. Definir los términos tasa metabólica basal, estándar y de campo, así como el alcance metabólico aeróbico de un animal.
6. Explicar las diferentes formas de medir o estimar la tasa metabólica de un animal, como son la calorimetría directa, la calorimetría indirecta y la respirometría.
7. Explicar cómo afecta el tamaño corporal al gasto energético de un animal teniendo en cuenta la relación entre su superficie corporal y su volumen (hipótesis de Rubner).
8. Explicar la desviación de esta relación teórica encontrada al analizar los datos experimentales de diferentes especies animales (Ley de Kleiber).
9. Explicar el concepto de alometría.
10. Definir las características del biotopo que afectan al consumo de energía de los animales.
11. Comparar el gasto energético de un animal en un entorno global determinado y en un microclima como la madriguera o el espacio subnival.
12. Describir el coste metabólico de la locomoción y exponer la forma habitual de medirlo, así como los factores que complican su medida.

13. Discutir por qué el coste metabólico de la locomoción supone un menor gasto energético en animales de gran tamaño.
14. Describir cómo los ritmos biológicos de afectan al metabolismo de los animales.
15. Identificar las diferentes estrategias reproductoras en los animales y razonar el gasto energético asociado a ellas.

C. TERMORREGULACIÓN

1. Describir las principales características de animales endotermos, homeotermos, poiquilotermos, heterotermos y ectotermos. Establecer las diferencias entre ellos e indicar un ejemplo de cada tipo.
2. Definir y diferenciar los términos eutermos y estenotermos, así como aclimatación y adaptación, indicando un ejemplo en cada uno de los casos.
3. Razonar las ventajas y las desventajas de las relaciones térmicas de los ectotermos y endotermos.
4. Definir las estrategias generales de la relación de los ectotermos con la temperatura.
5. Explicar las ventajas adaptativas que suponen para los animales ectotermos en climas fríos las siguientes estrategias: formación de cristales en el espacio extracelular, sobreenfriamiento, uso de sustancias anticongelantes y modificación de afinidad de las enzimas.
6. Explicar las ventajas adaptativas que suponen para los animales ectotermos en climas cálidos las siguientes estrategias: jadeo, regulación comportamental y respuesta de buceo.
7. *Predecir la distribución biogeográfica general de los ectotermos.*
8. Definir las estrategias generales de la relación de los heterotermos con la temperatura.
9. *Identificar diferentes grupos de animales heterotermos.*

10. Razonar la necesidad de heterotermia temporal y regional de algunos insectos en relación con los músculos de vuelo.
11. Explicar por qué el tamaño, la actividad y la presencia de mecanismos de intercambio por contracorriente contribuyen a la heterotermia en algunos peces.
12. Definir las estrategias generales de la relación de los endotermos con la temperatura.
13. Definir los conceptos de temperatura central y de la corteza.
14. Razonar la relación existente entre la zona termoneutral y la temperatura crítica inferior y superior con la tasa metabólica de los animales endotermos.
15. Explicar las modificaciones de la conductancia térmica de los endotermos en la zona termoneutral.
16. Explicar los cambios fisiológicos corporales que se producen en un animal endotermo ante una disminución o un aumento de la temperatura corporal.
17. Describir el papel del hipotálamo en la integración de la información termosensorial y en la regulación de las correspondientes respuestas evocadas.
18. Describir la importancia adaptativa y el mecanismo de la termogénesis sin tiriteo y con tiriteo en los diferentes animales endotermos.
19. Describir los principales mecanismos vasculares que contribuyen a la regulación térmica.
20. Explicar la contribución de la sudoración como mecanismo de regulación térmica.
21. Identificar los distintos tipos de aislamiento térmico utilizados por los endotermos y las ventajas e inconvenientes de ellos.
22. Identificar los cambios comportamentales, de adaptación del tamaño y de la conductancia térmica y mecanismos contracorriente para no perder calor en ambientes fríos.

23. Identificar los cambios comportamentales y de adaptación del tamaño y de la conductancia térmica para perder calor en ambientes cálidos.
24. Describir el fenómeno de la heterotermia temporal de animales en ambientes cálidos como estrategia para el ahorro de agua.
25. Explicar la importancia del jadeo en animales donde la sudoración corporal está dificultada por el pelo.
26. Razonar por qué es necesaria la presencia de una *rete carotidea* en animales de entornos cálidos cuando realizan ejercicio físico.
27. Describir los mecanismos de activación de la fiebre por pirógenos tanto externos como internos, así como su significado adaptativo.
28. Razonar la necesidad de la reducción de la actividad corporal y de la tasa metabólica durante diferentes momentos de la vida del animal.
29. Describir y diferenciar los diferentes tipos de letargo: sueño, torpor, hibernación y estivación.

Ana Ilundain Larrañeta
Ana Obeso Cáceres
Andrés Morales Calderón
Asunción Rocher Martín
Beatriz Gal Iglesias
Casto Rivadulla Fernández
Constancio González Martínez
Francisco Javier Salazar Aparicio
Gines Salido Ruiz
Isabel Ivorra Pastor
Javier Cudeiro Mazaira
Javier González Gallego
Juan Martínez-Pinna López
Juan Ribas Serna.
Rafael Alonso Solís
Ricardo Rigual Bonastre
Roberto Gallego Fernández
Xurso Mariño Alfonso

