Innovación educativa en la Universidad: la enseñanza de la Fisiología en el grado de Medicina

Educació. Informes i Dossiers 8

Roberto Gallego Fernández (ed.)
J. L. Palés, J. F. Escanero, E. Sánchez-Barceló

Innovación educativa en la Universidad: la enseñanza de la Fisiología en el grado de Medicina

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA
2008

Col·lecció: Educació. Informes i Dossiers
Director de la col·lecció: Antonio Ariño

Edición al cuidado de Antonio Alberola Aguilar.

© Roberto Gallego Fernández (ed.); J. L. Palés, J. F. Escanero, E. Sánchez-Barceló

Este documento ha sido elaborado por un grupo de trabajo formado por la Sociedad Española de Ciencias Fisiológicas (SECF) y la Sociedad Española de Educación Médica (SEDEM) y es propiedad de ambas sociedades. Está permitido su uso parcial o total, siempre y cuando se cite la procedencia.

Edita: Publicacions de la Universitat de València

ISBN: 978-84-370-7135-0
Depósito legal: V-3648-2008
Impresión: Impremta Lluís Palàcios, Sueca

Índice

Presentación 13

CONTENIDOS Y OBJETIVOS

1. Contenidos y objetivos de la enseñanza de la Fisiología en el grado de Medicina 19

1.1. Contribución de la Fisiología a la adquisición de las competencias transversales 20
1.2. Contribución de la Fisiología a la adquisición de las competencias propias de la medicina 20
1.3. Objetivos de aprendizaje 22
1.3.1. Conceptos introductorios 22
1.3.2. Fisiología general 22
1.3.2.1. Membranas celulares 22
1.3.2.2. Comunicación intercelular 27
1.3.2.3. Mecanismos efectores 28
1.3.2.4. Habilidades 30
1.3.3. Fisiología de la sangre y de la inmunidad 30
1.3.3.1. Composición y funciones generales de la sangre 30
1.3.3.2. Eritrocitos y metabolismo del hierro 31
1.3.3.3. Grupos sanguíneos 31
1.3.3.4. Funciones de los granulocitos y macrófagos 32
1.3.3.5. Bases funcionales de la respuesta inmunitaria . 32

1.3.3.6. Hemostasia 33
1.3.3.7. Habilidades y exploración funcional 34
1.3.4. Fisiología cardiovascular 35
1.3.4.1. Introducción 35
1.3.4.2. Características generales del músculo cardíaco 35
1.3.4.3. Electrofisiología del corazón 36
1.3.4.4. Electrocardiografía 36
1.3.4.5. Ciclo cardíaco 37
1.3.4.6. Función cardíaca 37
1.3.4.7. Gasto cardíaco y retorno venoso 38
1.3.4.8. Circulación sistémica: Generalidades 38
1.3.4.9. Circulación arterial 39
1.3.4.10. Circulación capilar 39
1.3.4.11. Circulación venosa y linfática 40
1.3.4.12. Función endotelial y del músculo liso vascular 40
1.3.4.13. Regulación de la presión arterial 40
1.3.4.14. Control local del flujo sanguíneo 41
1.3.4.15. Circulaciones especiales 42
1.3.4.16. Exploración funcional y habilidades 43
1.3.5. Fisiología respiratoria 44
1.3.5.1. Introducción 44
1.3.5.2. Mecánica respiratoria. Ventilación. Volúmenes y capacidades pulmonares 44
1.3.5.3. Circulación pulmonar 45
1.3.5.4. Intercambio de gases. Relaciones ventilación perfusión 46
1.3.5.5. Transporte de gases 47
1.3.5.6. Regulación de la ventilación. Adaptaciones 48
1.3.5.7. Funciones no respiratorias de los pulmones 49
1.3.5.8. Exploración funcional y habilidades 49
1.3.6. Fisiología renal 50
1.3.6.1. Introducción 50
1.3.6.2. Líquidos corporales y estructura funcional de la nefrona y la circulación renal 50
1.3.6.3. Hemodinámica renal. Filtración glomerular. Flujo sanguíneo renal. Concepto de aclaramiento renal 51

1.3.6.4. Funciones tubulares. Mecanismos de reabsorción y secreción tubular 52
1.3.6.5. Mecanismos de concentración y dilución de la orina. Regulación de la osmolalidad de los líquidos corporales 53
1.3.6.6. Regulación renal del volumen extracelular 54
1.3.6.7. Regulación del equilibrio ácido-base 55
1.3.6.8. Micción 56
1.3.6.9. Exploración funcional y habilidades 56
1.3.7. Fisiología digestiva 57
1.3.7.1. Introducción al aparato digestivo 57
1.3.7.2. Motilidad gastrointestinal 57
1.3.7.3. Secreción gastrointestinal 62
1.3.7.4. Digestión y absorción 62
1.3.7.5. Exploración funcional y habilidades 63
1.3.8. Metabolismo integrado 63
1.3.8.1. Metabolismo de los glúcidos 64
1.3.8.2. Metabolismo de los lípidos 64
1.3.8.3. Metabolismo de las proteínas 65
1.3.8.4. Adaptaciones metabólicas durante la absorción de los alimentos y durante el ayuno 65
1.3.8.5. Metabolismo en los tejidos 66
1.3.8.6. Exploración funcional y habilidades 66
1.3.9. Sistema endocrino 66
1.3.9.1. Introducción a la endocrinología 66
1.3.9.2. Mecanismos de acción hormonal 67
1.3.9.3. Integración neuroendocrina: hipotálamo-hipofisis 67
1.3.9.4. Neurohipofisis 68
1.3.9.5. Adenohipofisis 68
1.3.9.6. Glándula pineal 68
1.3.9.7. Tiroides 69
1.3.9.8. Corteza suprarrenal 69
1.3.9.9. Médula adrenal 70
1.3.9.10. Páncreas endocrino 70
1.3.9.11. El tejido adiposo como órgano endocrino 72
1.3.9.12. Regulación endocrina del metabolismo del calcio, fosfato y magnesio 72

1.3.9.13. Exploración funcional y habilidades 73
1.3.10. Fisiología de la reproducción 74
1.3.10.1. Diferenciación sexual 74
1.3.10.2. Sistema reproductor masculino 74
1.3.10.3. Sistema reproductor femenino 75
1.3.10.4. Glándulas mamarias 76
1.3.10.5. Respuesta sexual y fecundación 76
1.3.10.6. Pubertad y climaterio 77
1.3.10.7. Exploración funcional y habilidades 77
1.3.11. Fisiología de la piel 78
1.3.12. Adaptaciones y regulación 79
1.3.12.1. Fisiología de la termorregulación 79
1.3.12.2. Regulación de la ingesta 80
1.3.12.3. Fisiología del estrés 81
1.3.12.4. Fisiología de los ritmos biológicos 81
1.3.12.5. Fisiología en situaciones especiales: adaptaciones a la altitud, al buceo y a las fuerzas de aceleración 82
1.3.12.6. Fisiología del ejercicio físico 82
1.3.12.7. Fisiología del envejecimiento 83
1.3.12.8. Exploración funcional y habilidades 83
1.3.13. Neurofisiología 84
1.3.13.1. Introducción 84
1.3.13.2. Sistemas sensoriales 84
1.3.13.3. Sistemas motores 90
1.3.13.4. Hipotálamo y sistema nervioso autónomo 96
1.3.13.5. Funciones cerebrales complejas 97
1.3.13.6. Fisiología de las emociones 101
1.3.13.7. Sueño y vigilia 102
1.3.13.8. Memoria y aprendizaje 104
1.3.13.9. Líquido cefalorraquídeo y barrera hematoencefálica 106
1.3.13.10. Exploración funcional y habilidades 106

ESTRATEGIAS CURRICULARES.
FISIOLOGÍA E INTEGRACIÓN

2. Estrategias curriculares. Fisiología e integración 109

2.1. Plantemientos curriculares clásicos en el s.XX 110
2.1.1. El informe Flexner 111
2.1.2. "Médicos investigadores" 112
2.1.3. Currículo basado en la solución de problemas 113
2.1.4. Plan basado en resultados y en esquemas 115
2.2. Integración 118
2.2.1. Razones para la integración 118
2.2.2. Definición 119
2.2.3. Integración curricular: la escalera de Harden 119
2.3. La integración curricular en España 127
2.3.1. Historia 127
2.3.2. Actualidad 129
2.4. Rol de la Fisiología en la integración curricular 129

CAMBIOS METODOLÓGICOS
EN LA ENSEÑANZA DE LA FISIOLOGÍA

3. **Cambios metodológicos en la enseñanza de la Fisiología** 135

3.1. Naturaleza de los cambios docentes impuestos por el EEES ... 136
3.2. La docencia de la fisiología en el EEES. Visión global 138
3.3. Las herramientas del sistema docente en el EEES 138
3.3.1. Las clases magistrales 138
3.3.2. La docencia práctica 139
3.3.3. Los trabajos experimentales 142
3.3.4. Los seminarios y las tutorías 142
3.3.5. Las evaluaciones 143
3.4. Herramientas generales: las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la enseñanza de la fisiología 144
3.4.1. Las presentaciones 145
3.4.2. Internet 145
3.4.3. El Aula Virtual 146
3.5. Las infraestructuras 146

3.5.1. El área *Wi-Fi* 146
3.5.2. Los servicios de soporte metodológico. Concepto actual 147
3.5.3. Los servicios de soporte metodológico. La situación ideal 148
3.5.4. Las redes de recursos docentes compartidos 148
3.6. Un ejemplo de enseñanza de la fisiología basada en TIC 150
3.7. Un ejemplo de herramientas específicas para el desarrollo de habilidades comunicativas y de organización. Los congresos científicos para estudiantes 151
3.8. Estrategias 152

4. Conclusiones 155

Presentación

En el año 2003 se publica la Declaración de Bolonia, cuyos objetivos son, entre otros, establecer en todos los países de la Unión Europea un sistema de titulaciones comprensibles y comparables, un sistema común de créditos y formar en competencias. Pero, sobre todo, el proceso de Bolonia y la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior vienen a constituir una oportunidad para llevar a cabo una reforma en profundidad de la formación de grado en las titulaciones universitarias en nuestro país.

Conscientes del reto que ello supone, la Sociedad Española de Ciencias Fisiológicas y la Sociedad Española de Educación Médica decidieron en el año 2004 establecer un grupo de trabajo conjunto que reflexionara sobre qué repercusiones podría tener este proceso en el caso concreto de la enseñanza de la Fisiología en las facultades de medicina españolas. Este grupo, integrado por profesores de Fisiología de catorce facultades de medicina españolas, ha celebrado en los últimos años varias reuniones con el fin de discutir las consecuencias de esta adaptación en la enseñanza de la Fisiología en el Grado de Medicina, tanto desde del punto de vista de la fijación de contenidos y objetivos, como desde el de las estrategias curriculares y metodologías docentes más adecuadas para el logro de una mejor adaptación al referido proceso y a sus objetivos.

Estas discusiones han dado como fruto una serie de conclusiones que se plasman en este estudio. La publicación consta de tres capítulos bien diferenciados, pero que siguen una secuencia lógica. El primero especifica los contenidos y objetivos propios de la enseñanza de la Fisiología en el grado de Medicina en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior y, a la vez, sugiere cómo nuestra disciplina ha de contribuir a la adquisición de las competencias en dicho grado. El segundo capítulo describe las principales estrategias curriculares que pueden utilizarse para la enseñanza de la Fisiología, manteniendo una especial referencia a las estrategias curriculares de integración, sus diferentes niveles, sus ventajas e inconvenientes y el proceso a seguir para establecer una integración curricular. Finalmente, el tercer y último capítulo describe las diferentes metodologías docentes que cabe utilizar en la docencia de la Fisiología, poniendo énfasis en los cambios metodológicos que exigirá la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior y haciendo especial referencia a la utilización de las tecnologías de la información y comunicación.

El estudio ha sido dirigido por un coordinador general, Dr. Roberto Gallego Fernández y por tres coordinadores específicos, uno para cada uno de los capítulos mencionados, tal y como se hace constar en los mismos. Sin embargo, es necesario subrayar muy especialmente que esta publicación es fruto de un trabajo colectivo de todo un grupo de profesores de Fisiología de distintas universidades españolas que, durante más de tres años, se han venido reuniendo periódicamente y contribuyendo al conjunto de la obra en función de su experiencia personal; todos ellos deben ser considerados como coautores de la publicación: Andrés Morales Calderón, Antonio Alberola Aguilar, Arcadi Gual Sala, Argimiro Rodríguez Jerez, Carmen González García, Enrique Etxebarria Orella, Ignacio Giménez López, Javier Salazar Aparicio, Jesús Escanero Marcén, Joan Prat Corominas, Juan Pie Yuste, Manuel Guerra García, Margarita Barón Maldonado, M.ª Dolores Mediavilla Aguado, M.ª Victoria Conde Ederra, Rafael Montoro Laseca, Roberto Gallego Fernández, Silvia Arribas Rodríguez. Por idéntica razón, aun cuando su colaboración haya sido puntual, debemos reconocer las aportaciones de los profesores: Agustín Montes Duarte, Enrique Verdú Navarro, Juan A. Bellido Gámez, Luis Such Belenguer, Manel Portero Otín, Manuel Vijande Vázquez, M.ª Dolores Yago Torregrosa, M.ª José Noriega Borge, María del Pilar Ramírez Ponce, Mariano Mañas Almendros, Pedro de la Villa Polo, Reinald Pamplona Gras, Samuel Cos Corral.

Finalmente este grupo de trabajo quiere expresar su agradecimiento a todas las Universidades que han acogido sus reuniones (Universidad de Zaragoza —Campus de Zaragoza y Huesca—, Universidad de Lleida, Universidad Miguel Hernández de Elche, Universidad de Alcalá de Henares, Universidad de Cantabria, Universitat de València y Universidad del País Vasco) y a sus departamentos de Fisiología que han financiado la actividad.

Asimismo, deseamos mostrar nuestro reconocimiento a la Sociedad Española de Ciencias Fisiológicas (SECF), a la Sociedad Española de Educación Médica (SEDEM), al Ministerio de Educación y Ciencia, por el apoyo económico que han prestado al proyecto. Especial gratitud deseamos trasladar al Profesor Francisco Morales Olivas, responsable de Convergencia Europea de la Facultad de Medicina de Valencia, que ha hecho posible que este trabajo haya encontrado su "lugar" en esta colección.

JORGE L. PALÉS ARGULLÓS

CONTENIDOS Y OBJETIVOS

JORGE L. PALÉS ARGULLÓS
Universidad de Barcelona

1. Contenidos y objetivos de la enseñanza de la Fisiología en el grado de Medicina

La implantación del Espacio Europeo de Educación Superior persigue varios objetivos entre los que destaca formar a nuestros estudiantes en competencias. De ahí deriva la necesidad de que cada titulación defina las competencias que los estudiantes tendrán al concluir los estudios, entendiendo éstas como la combinación dinámica de conocimientos, habilidades y actitudes que permiten llevar a cabo una tarea determinada, y considerando que una respuesta competente a un problema profesional es precisamente el resultado de esa combinación.

Definidas estas competencias finales, lo adecuado es que cada área o disciplina implicada en la docencia de Medicina, en nuestro caso la Fisiología, se plantee en qué medida ha de contribuir a la consecución de estas competencias por parte del estudiante de medicina. La Fisiología al igual que las otras áreas o disciplinas debe contribuir mediante la impartición de unos conocimientos, facilitando la adquisición por parte del estudiante de unas determinadas habilidades y actitudes. Por otra parte, la Fisiología también ha de contribuir a la adquisición por parte del alumno tanto de lo que denominamos competencias genéricas o transversales, como de las competencias más específicamente médicas.

Este documento pretende especificar la contribución de la Fisiología a la adquisición de las competencias finales del estudiante de Medicina. En un

primer apartado, se hará referencia a la forma en la que la Fisiología ha de contribuir a la adquisición de las competencias transversales y en un segundo apartado a las competencias específicamente médicas. En este segundo caso, el documento especifica cuáles son los objetivos de aprendizaje de la Fisiología en los campos del conocimiento, de las habilidades y de las actitudes que van a contribuir a la adquisición de la competencias finales del estudiante de Medicina.

1.1. CONTRIBUCIÓN DE LA FISIOLOGÍA A LA ADQUISICIÓN DE LAS COMPETENCIAS TRANSVERSALES

La Fisiología ha de contribuir conjuntamente con otras áreas a la adquisición de las competencias transversales del estudiante de Medicina, fijándose la consecución de determinados objetivos de aprendizaje, algunos de los cuales se inscriben en el campo de las habilidades y de las actitudes.

En este sentido la Fisiología, como una disciplina fundamental en el contexto de las ciencias básicas, debería contribuir a que el estudiante:

- Se inicie en el método y la metodología científica.
- Comprenda cómo se genera el conocimiento científico.
- Sea capaz de formular hipótesis razonables acerca de los fenómenos observados.
- Conozca y utilice correctamente las fuentes de información científica al llevar a término una búsqueda bibliográfica.
- Comunique con corrección y de forma oral, escrita y gráfica los conocimientos adquiridos y sepa realizar una presentación oral.
- Realice una revisión bibliográfica sobre un tema determinado.
- Utilice de forma racional los conocimientos para que le sean útiles y pueda aplicarlos a la resolución de problemas.
- Adquiera capacidad para trabajar en equipo.

1.2. CONTRIBUCIÓN DE LA FISIOLOGÍA A LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS PROPIAS DE LA MEDICINA

La Fisiología Humana incluida en el currículo de las Facultades de Medicina define las características del ser humano en estado de salud y sirve de

base para el estudio de las desviaciones de ésta en la enfermedad. Encuadrada de esta forma, la enseñanza de la Fisiología tiene como objetivo general el conocimiento de las funciones del organismo, la adquisición de la metodología necesaria para su estudio y el desarrollo de actitudes frente al mantenimiento de la salud y el tratamiento de la enfermedad.

Por otra parte, dada la importancia de la salud individual y de la prevención de las enfermedades en el contexto comunitario, las Facultades de Medicina se han replanteado su misión con el fin de asegurar la formación de profesionales no sólo orientados al tratamiento de la enfermedad, sino también a la prevención de la misma y al mantenimiento de la salud. Esto obliga a reorientar los currículos de las Facultades de Medicina y a definir de forma diferente sus objetivos educativos. Se hace cada vez más necesario integrar la enseñanza de la Medicina con la de las ciencias sociales y de la conducta y, frente al individualismo característico de la medicina curativa profesional, desarrollar la idea de que alcanzar los objetivos deseados es el resultado de una tarea cooperativa dependiente de la comunicación interpersonal.

Entendida de esta forma la enseñanza de la Medicina, la Fisiología adquiere una importancia decisiva, de acción directa por su estudio del ser humano, en el cuidado de la salud para el estudio de la medicina preventiva y curativa, además de cumplir su función clásica como ciencia básica.

En resumen, la contribución de la Fisiología a la adquisición de sus competencias finales por parte del estudiante de Medicina sería la de:

1. Proporcionar los conocimientos suficientes para comprender y describir las funciones de los sistemas y aparatos del organismo humano sano en sus diferentes niveles de organización, y los procesos de integración que dan lugar a la homeostasis. Todo ello como base para la posterior comprensión de la fisiopatología y los mecanismos de producción de la enfermedad, las bases de la terapéutica y los medios para el mantenimiento y prevención de la salud.
2. Proporcionar los conocimientos necesarios para comprender y describir los métodos básicos de la exploración funcional de los diferentes sistemas y aparatos y para utilizar los resultados normales de éstos.
3. Facilitar la adquisición de las habilidades necesarias para la realización de determinadas exploraciones funcionales y técnicas de laboratorio.

Formulada la contribución de la Fisiología en los términos expuestos, parece conveniente intentar coordinar la labor docente, yendo a un nivel de

mayor concreción y definir para cada sistema y aparato *los principales objetivos de aprendizaje*, de manera que constituyan el mínimo común exigible (el núcleo) de la docencia de la Fisiología en las Facultades de Medicina. Lógicamente cada Departamento, con la finalidad de facilitar la labor del estudiante, puede llegar a niveles de mayor especificación.

La propuesta de este núcleo común exigible no ha de condicionar en modo alguno la estructura curricular que finalmente adopte cada Facultad y Departamento, ni la estrategia y metodología docente que finalmente determinarán cómo se impartirá la Fisiología (p.e. en forma de disciplina independiente, en forma integrada, en un modelo de aprendizaje por resolución de problemas, etc.).

1.3. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

1.3.1. *Conceptos introductorios*

- Exponer el concepto de Fisiología y la importancia de la misma en el ámbito de la Medicina.
- Exponer el concepto de "medio interno" y de homeostasis.
- Exponer el concepto de retroalimentación y su aplicación a los fenómenos vitales.

1.3.2. *Fisiología General*

1.3.2.1. Membranas celulares

Compartimientos del organismo y comunicación entre los mismos

1. Describir la composición de una membrana celular. Mediante un diagrama de su estructura explicar cómo la distribución de los fosfolípidos y de las proteínas influencia la permeabilidad de la membrana a los iones y a los compuestos hidrofóbicos o hidrofílicos.
2. Usando como ejemplo una membrana celular, definir el coeficiente de reflexión y explicar cómo la permeabilidad relativa de la célula al agua y los solutos genera una presión osmótica. Comparar la presión osmótica generada a través de una membrana celular por una solución de partículas que

cruzan libremente la membrana con aquélla generada por una solución con la misma osmolalidad, pero con partículas que no pueden cruzar la membrana.

3. Entender cómo las concentraciones de K^+, Cl^-, Na^+ y otros solutos influyen sobre el volumen celular.
4. Entender cómo diferentes transportadores (p.e. el intercambiador Na^+/H^+, el intercambiador Cl^-/HCO_3^-, el cotransportador Na^+/HCO_3^-) contribuyen al control del pH intracelular.
5. Enumerar los diferentes compartimientos del organismo, las barreras entre ellos y conocer la composición y concentración de los principales iones y de los principales componentes orgánicos en cada uno de ellos.
6. Comprender las bases físicas que determinan la composición de los líquidos corporales y los intercambios de iones entre los compartimentos del organismo, en especial entre el medio intracelular y el medio extracelular.
7. Entender que las diferencias de energía libre de un soluto o un solvente entre dos compartimentos depende de parámetros químicos, eléctricos y/o de presión hidrostática. Definir el equilibrio de Donnan y listar las características resultantes.
8. Escribir los valores medios y el rango normal de las concentraciones plasmáticas de Na^+, K^+, H^+ (pH), HCO_3^-, Cl^-, Ca^{2+}, así como de los principales componentes orgánicos. Hacer lo mismo para los valores intracelulares de pH, Na^+, K^+, HCO_3^-, Cl^- y Ca^{2+}.
9. Escribir el valor medio y rango normal de la osmolalidad plasmática.
10. Describir la relación lineal entre fuerzas y flujos (por ejemplo: ley de Ohm, ley de Fick de la difusión y la ley del flujo hidrodinámico).
11. Escribir la ley de Fick de la difusión y explicar cómo los cambios en el gradiente de concentración, área de difusión, tiempo y distancia influenciarán el movimiento por difusión de un compuesto.
12. Basándose en el principio de atracción iónica, explicar cómo la diferencia de potencial entre los dos lados de una membrana influenciará la distribución de cationes y aniones.
13. Definir el término “estado estacionario” y diferenciarlo del término “equilibrio”. Relacionar el modelo “bomba-fuga” del contenido iónico en estado estacionario con los gradientes para los solutos celulares y con el mantenimiento del volumen celular.

Transporte de membrana y transporte epitelial

1. Clasificar los diferentes tipos de transporte a través de las membranas celulares según las características funcionales que los definen y distinguen entre ellos. Describir los mecanismos de acción y su regulación a nivel molecular. Entender que los transportadores no actúan aisladamente y exponer los ejemplos más relevantes de cooperación entre sistemas de transporte.
2. Establecer las diferencias entre los términos siguientes basándose en la fuente de energía que mueve el proceso y en la vía molecular: difusión, difusión facilitada, transporte activo secundario y transporte activo primario.
3. Describir cómo la velocidad de transporte de ciertas moléculas e iones es acelerada por proteínas de transporte de membrana específicas (moléculas transportadoras y canales de membrana).
4. Describir cómo la energía de la hidrólisis del ATP se usa para transportar iones como Na^+, K^+, Ca^{2+} e H^+ contra sus gradientes electroquímicos (por ejemplo por la bomba de Na^+, la bomba de Ca^{2+} del retículo sarcoplásmico y la bomba de H^+ gástrica).
5. Explicar cómo la energía de los gradientes electroquímicos a través de la membrana plasmática para el Na^+ y K^+ pueden ser usados para producir el movimiento neto contra gradiente de otros solutos (por ejemplo: cotransporte Na^+/glucosa, intercambio Na^+/Ca^{2+}).
6. Describir el papel de los canales para agua (acuaporinas) como facilitadores del movimiento de agua a través de las membranas biológicas.
7. Describir las características celulares que definen un epitelio. Distinguir entre epitelios para la secreción y para la reabsorción. Identificar las vías de transporte transcelular y paracelular. Explicar de forma gráfica un ejemplo de la coordinación entre los sistemas de transporte de los dos polos de la célula epitelial.
8. Dibujar un epitelio, señalar las uniones estrechas, la membrana apical y basolateral. Seguir el movimiento de un compuesto que viaja a través del epitelio por la vía transcelular y el de un compuesto que viaja por la vía paracelular.
9. Explicar el papel de las uniones estrechas en los epitelios permeables o cerrados.
10. Explicar el sentido funcional de la distribución polarizada de varias proteínas de transporte en la membrana celular apical o basolateral.
11. Entender el acoplamiento soluto-solvente en el transporte.
12. Describir las características particulares del endotelio relativas a su papel de barrera entre la sangre y el resto del organismo, clasificando los diferentes tipos de endotelio y el transporte transendotelial. Identificar a la unidad en-

dotelio-fibra muscular lisa vascular como una unidad funcional. Enumerar las funciones del organismo en las que participa el endotelio.

13. Diferenciar los siguientes términos: presión osmótica, presión oncótica y presión hidrostática, y su relación con el movimiento de líquidos a través del endotelio de los capilares.
14. Predecir la permeabilidad de los capilares cardiovasculares a los pequeños iones/cristaloides (p.e. NaCl) y proteínas (albúmina) basándose en el coeficiente de reflexión capilar.
15. Basándose en la hipótesis de Starling, explicar cómo la permeabilidad, la presión hidrostática y la presión oncótica influyen sobre el intercambio transcapilar de líquidos.
16. Clasificar los distintos tipos de secreción y los mecanismos implicados.

Potencial de membrana

1. Definir el concepto de potencial de membrana
2. Explicar cómo la permeabilidad selectiva a uno o varios iones genera una diferencia de potencial en las membranas celulares.
3. Hacer un esquema de la membrana de una célula excitable, indicando las concentraciones iónicas de Na^+, K^+ y Cl^- a un lado y otro de la misma.
4. Definir los conceptos de equilibrio electroquímico y potencial de equilibrio. Comparar la diferencia en el potencial de equilibrio del K^+ causada por un aumento de 5 mEq/l en el K^+ extracelular con el cambio en el potencial de equilibrio del Na^+ causado por un aumento de 5 mEq/l de la concentración extracelular de Na^+.
5. Escribir la Ecuación de Nernst, indicando su significado y, aplicándola, encontrar el valor numérico de los potenciales de equilibrio para las concentraciones fisiológicas intra y extracelulares de Na^+, K^+ y Cl^-
6. Basándose en el potencial de equilibrio de Nernst, predecir la dirección en que se moverá un ión cuando el potencial de membrana a) coincide con su potencial de equilibrio, b) es mayor que el potencial de equilibrio, o c) es menor que el potencial de equilibrio.
7. Calcular el potencial de membrana de una célula excitable en reposo aplicando la ecuación de Goldman-Hodgkin-Katz. Predecir en qué dirección variará el potencial de membrana si se modifican las distintas concentraciones o permeabilidades.
8. Explicar cómo el transporte activo de Na^+ y K^+ mantiene las concentraciones intracelulares de estos iones e, indirectamente, el potencial de membrana.

Excitabilidad y potencial de acción

1. Comprender el concepto de excitabilidad celular para poder definirlo y explicarlo.
2. Conocer la evolución histórica del concepto y en particular el desarrollo del conocimiento de la bioelectricidad.
3. Hacer un esquema de las membranas de las células excitables resaltando los aspectos moleculares que las caracterizan.
4. Describir el concepto de canal iónico de membrana.
5. Describir los mecanismos generales de activación, cierre e inactivación de los canales iónicos.
6. Describir el concepto de receptor de membrana.
7. Describir las características funcionales que diferencian los receptores metabotrópicos de los ionotrópicos.
8. Identificar los dos tipos de señales eléctricas que se producen por liberación de la energía acumulada como potencial de membrana en las células excitables.
9. Definir los potenciales subumbrales. Hacer un listado de al menos cuatro características que correspondan a los potenciales subumbrales.
10. Especificar cuáles son las propiedades de la membrana de una célula excitable que determinan la propagación electrotónica.
11. Representar el potencial de acción indicando los niveles eléctricos fundamentales que lo caracterizan. De acuerdo con su curso temporal, identificar las diferentes fases del trazado.
12. Comprender la intervención de los canales voltaje dependientes para el Na^+, K^+ y Ca^{2+} en las distintas fases del potencial de acción y explicarlo sucintamente.
13. Comprender los mecanismos moleculares que intervienen en la conducción del potencial de acción en una fibra nerviosa e identificarlos.
14. Describir las diferencias entre las propiedades de la conducción electrotónica y la conducción del potencial de acción en una fibra amielínica y en una fibra mielinizada. Identificar las regiones de una neurona donde puede localizarse cada uno de los tipos de propagación.
15. Hacer un listado de las propiedades que caracterizan el potencial de acción comparándolas con las que caracterizan los potenciales subumbrales.
16. Explicar el significado funcional del potencial de acción.
17. Clasificar las fibras nerviosas en función de su: diámetro, velocidad de conducción y umbral de excitabilidad. Conocer los experimentos de Ehrlanger y Gasser y la clasificación de las fibras nerviosas de acuerdo con ellos. Hacer la equivalencia de esta clasificación con la de Lloyd.

1.3.2.2. Comunicación intercelular

1. Describir los conceptos de mensajero químico, receptor de membrana y sistema de segundos mensajeros.
2. Conocer como la liberación de hormonas en el sistema endocrino y de neurotransmisores en el sistema nervioso son los dos ejemplos principales de comunicación intercelular.
3. Describir la comunicación intercelular mediada por uniones de tipo *gap*.
4. Describir la comunicación intercelular mediada por mensajeros químicos que se unen a receptores de membrana o intracelulares.
5. Describir los cuatro tipos principales de receptores celulares: canales iónicos activados por ligandos, receptores de membrana acoplados a proteínas G, receptores de membrana catalíticos y receptores intracelulares.
6. Conocer el concepto de sistemas de segundo mensajero y describir cómo permiten la amplificación de las señales y la integración de las respuestas de diversas células efectoras.
7. Explicar muy brevemente y con claridad el objetivo de la transmisión sináptica entre células excitables.
8. Identificar los tipos de sinapsis y describir su funcionamiento general básico.
9. Comparar la transmisión por medio de sinapsis eléctricas o químicas teniendo en cuenta la dirección de transmisión, velocidad, fidelidad y la posibilidad de modulación.
10. Describir cómo se transmite la información nerviosa en las sinapsis eléctricas.
11. Describir al menos seis acontecimientos que tienen lugar en la transmisión sináptica química desde que la membrana presináptica es invadida por una despolarización hasta que se genera un potencial sináptico gradual en el elemento postsináptico.
12. Identificar al menos tres procesos que ponen fin a la transmisión en una sinapsis química.
13. Clasificar de acuerdo con su estructura química los principales neurotransmisores (glutamato, ácido gamma-aminobutírico, glicina, catecolaminas —adrenalina, noradrenalina, dopamina—, acetilcolina, serotonina, histamina, ATP, neuropéptidos, endocannabinoides, óxido nítrico) y describir sucintamente sus vías de síntesis y degradación.
14. Conocer el concepto de receptor sináptico y describir cómo su activación da lugar a cambios en la conductancia de la membrana postsináptica (receptores ionotrópicos) o a la activación de cascadas de mensajeros intracelulares (receptores metabotrópicos).

15. Clasificar los principales receptores sinápticos en función del neurotransmisor que los activa y de las consecuencias postsinápticas de la activación.
16. Describir los cambios de conductancia y de potencial que se producen en la membrana postsináptica de las sinapsis excitatorias.
17. Describir los cambios de conductancia y potencial que se producen en la membrana postsináptica de las sinapsis inhibitorias.
18. Describir las principales vías intracelulares de acción de los receptores metabotrópicos.
19. Describir la liberación cuantal de neurotransmisores y su relación con las vesículas sinápticas.
20. Describir los mecanismos moleculares de la liberación y del reciclaje vesicular en las sinapsis.
21. Explicar el papel del calcio intracelular en la liberación de neurotransmisor.
22. Indicar en cuáles de los acontecimientos descritos en el apartado 2.4 se puede alterar la transmisión sináptica mediante fármacos.
23. Poner al menos tres ejemplos de fármacos que potencien o tiendan a bloquear la transmisión sináptica describiendo su mecanismo de acción.
24. Identificar la sinapsis para la transmisión neuromuscular y hacer un dibujo esquemático de la misma.
25. Describir la secuencia de acontecimientos en la transmisión neuromuscular, señalando su localización anatómica.
26. Distinguir la diferente naturaleza del potencial de placa motora y del potencial de acción muscular.
27. Describir las posibles acciones de al menos dos agentes que bloqueen la transmisión neuromuscular.

1.3.2.3. Mecanismos efectores

1. Explicar cómo trabajan los motores moleculares de la célula para generar fuerza y transportar las organelas y otras cargas.
2. Describir el mecanismo de la contracción muscular a nivel molecular y las diferencias existentes entre los músculos liso, estriado y cardiaco.
3. Dibujar, colocando los nombres adecuados, un músculo esquelético en todos los niveles anatómicos, desde el músculo entero hasta los componentes del sarcómero.
4. Dibujar una molécula de miosina nombrando las subunidades y describiendo sus funciones.
5. Hacer un diagrama de la estructura de los filamentos finos y gruesos nombrando las proteínas que los constituyen.

6. Hacer un esquema de los eventos químicos y mecánicos en el ciclo de los puentes transversos de actina-miosina y explicar cómo este ciclo produce el acortamiento muscular.
7. Describir el papel de los puentes transversales de miosina actuando en paralelo en determinar la fuerza activa y el papel de la velocidad de reciclaje de los puentes en determinar la velocidad de acortamiento muscular y la velocidad de utilización del ATP durante la contracción.
8. Hacer un listado de los eventos durante el proceso de excitación y contracción en el músculo esquelético, describiendo el papel del sarcolema, los túbulos transversales, el retículo sarcoplásmico, los filamentos musculares y los iones calcio.
9. Describir el papel del ATP en la contracción y relajación musculares.
10. Enumerar las fuentes de energía para la contracción muscular y ordenarlas respecto a su velocidad relativa y capacidad de proporcionar ATP para la contracción.
11. Explicar los conceptos de contracción isotónica e isométrica.
12. Explicar las relaciones entre precarga, poscarga y carga total en el curso temporal de una contracción isotónica.
13. Distinguir una sacudida muscular de una sumación simple y de un tétanos muscular, explicando por qué la primera produce menos fuerza que los segundos.
14. Dibujar el diagrama de longitud-tensión para un músculo, nombrando las líneas que representan la tensión pasiva (en reposo), tensión activa y tensión total, describiendo su origen molecular.
15. Describir la influencia de los tendones en la función muscular.
16. Definir la fatiga muscular, describiendo los factores intracelulares que pueden causar fatiga.
17. Describir las principales diferencias entre músculo liso y músculo esquelético.
18. Describir las diferencias en la regulación de la actomiosina entre músculo liso y esquelético.
19. Comparar las relaciones longitud-tensión del músculo esquelético y liso y describir las consecuencias funcionales de las diferencias.
20. Comparar las relaciones fuerza-velocidad del músculo esquelético y liso. Describir la causa principal de la diferencia en velocidad de acortamiento.
21. Explicar porqué los músculos lisos desarrollan y mantienen la fuerza con una menor velocidad de hidrólisis de ATP.
22. Hacer un diagrama de las vías intracelulares que controlan la contracción y relajación en el músculo liso.
23. Describir las características diferenciales del músculo liso multiunitario y unitario.

24. Describir las principales características del músculo cardíaco.
25. Describir la estructura de las fibras musculares cardíacas, comparándolas con las lisas y esqueléticas. Describir las consecuencias de la existencia de vías de baja resistencia eléctrica entre las células cardíacas.
26. Hacer un esquema de las relaciones temporales entre un potencial de acción cardíaco y la sacudida muscular de una fibra, explicando cómo previenen la existencia de contracciones tetánicas.
27. Comparar los pasos en el acoplamiento excitación-contracción en el músculo cardíaco con el mismo proceso en el músculo esquelético.
28. Hacer un diagrama de la relación longitud-tensión para el músculo esquelético y cardíaco, indicando el rango en que cada tipo muscular funciona fisiológicamente.
29. Indicar en un diagrama fuerza-velocidad la vía para una contracción isotónica del músculo cardíaco, mostrando cómo un aumento en la contractilidad cambia la relación entre poscarga y acortamiento.
30. Describir en qué consiste la medida de la actividad eléctrica muscular en la práctica clínica (electromiografía).

1.3.2.4. Habilidades

1. Saber calcular las equivalencias entre osmolaridad y concentración molar de las soluciones habitualmente utilizadas en medicina.
2. Saber establecer la relación entre el pH de una solución y su concentración de hidrogeniones (H^+), haciendo énfasis en las diferencias entre la interpretación de una notación logarítmica (el pH) y una decimal (la concentración de H^+).
3. Predecir los efectos que cambios en la concentración electrolítica del medio extracelular (Na^+ y K^+) pueden ejercer sobre el potencial de membrana.

1.3.3. *Fisiología de la sangre y la inmunidad*

1.3.3.1. Composición y funciones generales de la sangre

1. Describir los componentes de la sangre. Definir los conceptos de hematocrito y de volemia.
2. Describir las funciones generales de la sangre y su importancia en el mantenimiento de la homeostasis.

3. Identificar los principales componentes inorgánicos del plasma sanguíneo.
4. Identificar los principales componentes orgánicos de la sangre.
5. Conocer los diferentes tipos de proteínas plasmáticas y sus diferentes funciones.
6. Relacionar los diferentes tipos de lipoproteínas del plasma con el riesgo de enfermedad vascular.

1.3.3.2. Eritrocitos y metabolismo del hierro

1. Conocer las principales características y funciones de los hematíes. Describir las consecuencias funcionales de la falta de núcleo, ribosomas y mitocondria para la síntesis de proteínas, y el metabolismo energético del eritrocito.
2. Describir las principales vías metabólicas del eritrocito adulto a fin de identificar los trastornos que pueden aparecer por un déficit de las mismas (eritroenzimopatías).
3. Describir la eritropoyesis y explicar los mecanismos de regulación hormonal e intraeritroblástica de la misma. Conocer los factores fisiológicos que modifican la concentración de los eritrocitos en sangre.
4. Relacionar la tasa de síntesis de eritrocitos con la vida media normal del eritrocito y con el porcentaje de reticulocitos inmaduros en la sangre. Explicar el balance normal entre síntesis y destrucción de eritrocitos, y cómo sus alteraciones conducen a la anemia o policitemia.
5. Describir el metabolismo del hierro: balance, absorción, transporte y depósitos, a fin de comprender las posibles causas de la anemia ferropénica.
6. Describir el metabolismo de la vitamina B_{12} y del ácido fólico a fin de comprender las posibles causas de la anemia macrocítica.
7. Describir la estructura y metabolismo de la hemoglobina, destacando los mecanismos de producción de las hemoglobinopatías. Conocer las causas que pueden generar incrementos de los niveles de bilirrubina.

1.3.3.3. Grupos sanguíneos

1. Concepto de grupos sanguíneos: Conocer el origen, transmisión y características de los antígenos y anticuerpos del sistema ABO. Identificar este sistema como primera causa de incompatibilidad transfusional.
2. Conocer el origen, transmisión y características de los antígenos y anticuerpos del sistema Rh. Identificar este sistema como la principal causa de incompatibilidad materno-fetal.

3. Conociendo el fenotipo de los sistemas ABO y Rh de un individuo y de sus progenitores, deducir a qué individuos puede donar sangre y de qué individuos puede recibirla.
4. Enumerar otros sistemas de antígenos eritrocitarios que puedan dar problemas en la clínica o que sean importantes para la clasificación fenotípica del individuo.

1.3.3.4. Funciones de los granulocitos y macrofagos

1. Describir la clasificación funcional de los leucocitos o glóbulos blancos destacando sus principales características.
2. Conocer las funciones fagocíticas de los neutrófilos y monocito-macrófagos, explicando su contribución a la formación de la primera y segunda línea defensiva durante la inflamación.
3. Describir el ciclo vital de los monocito-macrófagos, destacando la distribución y alcance del sistema reticuloendotelial y su eficacia en la defensa del organismo.
4. Conocer las funciones de los eosinófilos explicando los mecanismos de ataque a parásitos mediante enzimas hidrolíticas, formas reactivas del oxígeno y proteínas larvicidas y su contribución a la reacción alérgica.
5. Conocer las funciones de los basófilos y en especial su implicación en la respuesta alérgica mediante la liberación entre otras de histamina, bradicinina, serotonina, heparina y sustancia de reacción lenta de la anafilaxia.
6. Explicar la formula leucocitaria o hemograma de Shilling con sus valores normales y oscilaciones fisiológicas y del desarrollo, a fin de poder interpretar sus modificaciones en distintas situaciones patológicas.

1.3.3.5. Bases funcionales de la respuesta inmunitaria

1. Describir la inmunidad innata como un sistema defensivo rápido que engloba a mecanismos diversos como las barreras físico-químicas del cuerpo, las células fagocíticas, los factores humorales bactericidas y bacteriostáticos, el sistema del complemento y los linfocitos asesinos naturales.
2. Conocer los dos tipos de inmunidad adquirida: la humoral o del linfocito B y la celular o del linfocito T y cómo la respuesta se inicia por el contacto con el antígeno.
3. Describir el pre-procesamiento de los linfocitos T y B en el timo y médula ósea respectivamente.

4. Explicar las bases de la inmunidad humoral y cómo el contacto con el antígeno y la cooperación de macrófagos y linfocitos T cooperadores facilita la activación, proliferación y diferenciación de los linfocitos B a células plasmáticas productoras de anticuerpos.
5. Conocer los distintos tipos y características de anticuerpos a fin de explicar sus mecanismos de acción sobre los microorganismos invasores: aglutinación, precipitación, neutralización y lisis.
6. Describir la vía clásica y alternativa del sistema del complemento y sus diferentes efectos biológicos, entre otros: opsonización y fagocitosis, lisis, aglutinación, neutralización de virus, quimiotaxis y activación de mastocitos y basófilos.
7. Clasificar los linfocitos T en cooperadores, supresores y citotóxicos, describiendo sus principales características y filogenia.
8. Conocer las bases de la inmunidad celular explicando cómo actúan las células presentadoras de antígeno y los mecanismos de reconocimiento basados en las proteínas de los genes del complejo principal de histocompatibilidad (*major histocompatibility complex, MHC)*.
9. Conocer los amplios efectos de las linfocinas liberadas por los linfocitos T cooperadores en el sistema inmunitario y explicar cómo enfermedades como el SIDA, que destruye estos linfocitos, pueden generar una parálisis del sistema inmune.
10. Explicar el mecanismo de acción de los linfocitos T citotóxicos y como su actividad es fundamental para la defensa antitumoral y antivírica.
11. Explicar el fenómeno de la tolerancia de la inmunidad adquirida frente a tejidos propios y cómo su fracaso puede producir enfermedades autoinmunes como la fiebre reumática, el lupus eritematoso o la miastenia grave.
12. Conocer las bases de la respuesta alérgica y de otros tipos de hipersensibilidad inmunitaria, relacionadas con excesos de anticuerpos IgE, a fin de comprender situaciones patológicas como la urticaria, el asma y las reacciones anafilácticas.
13. Conocer cómo la respuesta inmunitaria primaria y secundaria relacionada con la aparición de linfocitos de memoria, puede explicar medidas terapéuticas como la inmunización por inyección de antígenos o la inmunidad pasiva.

1.3.3.6. Hemostasia

1. Describir la participación de la vasconstricción en el proceso de hemostasia primaria.
2. Describir el origen y propiedades estructurales de las plaquetas. Distinguir

activación y adhesión plaquetaria como dos procesos consecutivos y simultáneos. Enumerar los procesos que intervienen en la activación plaquetaria. Identificar el papel en la hemostasia de la síntesis de derivados del ácido araquidónico y explicar los efectos del ácido acetilsalicílico y sus beneficios para la fisiología circulatoria.

3. Esquematizar en un diagrama general los procesos de la hemostasia, incluyendo los diferentes pasos de las vías intrínseca, extrínseca y final común de la coagulación. Conocer los factores que participan en las diferentes vías e identificar los pasos que son favorecidos por la activación plaquetaria.
4. Identificar al hígado como el órgano encargado de la síntesis de la mayoría de los factores de la coagulación. Enumerar los factores dependientes de vitamina K. Relacionar la síntesis de factores de la coagulación con los trastornos de la coagulación en las hepatopatías, la deficiencia de vitamina K y con el tratamiento con antagonistas de la vitamina K.
5. Describir el mecanismo de control de la formación de fibrina, enumerando los factores, sus precursores y los posibles activadores e inhibidores. Destacar el papel de la antitrombina, detallando su mecanismo de acción a diferentes niveles de la hemostasia. Explicar por qué una vez iniciada localmente la coagulación no se extiende por todo el sistema circulatorio.
6. Conocer las proteínas que participan en la degradación del coágulo de fibrina, la secuencia de sus precursores y los posibles activadores e inhibidores de la fibrinolísis.
7. Distinguir entre trombo blanco y trombo rojo y relacionar las características del flujo sanguíneo en arterias y venas con la predisposición a formar un tipo u otro, y las consecuencias clínicas derivadas.
8. Conocer las bases fisiológicas en las que se fundamenta la regulación farmacológica de la hemostasia (anticoagulación).

1.3.3.7. Habilidades y exploración funcional

1. Conocer los valores normales de los principales parámetros bioquímicos de la sangre: glucosa, urea, colesterol, creatinina, triglicéridos y proteínas plasmáticas.
2. Conocer los valores normales de los principales parámetros hematológicos: hematíes, leucocitos, plaquetas, hematocrito y fórmula leucocitaria, volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media y concentración de la hemoglobina corpuscular media, hemoglobina y porcentaje de hemoglobinas normales.

3. Saber realizar las pruebas básicas de la hemostasia y conocer los valores normales de las mismas: Prueba del brazal, tiempo de sangría, tiempo de coagulación en tubo, tiempo de tromboplastina, tiempo de cefalina y tiempo de protrombina. Dados los valores de las principales pruebas funcionales de la hemostasia, identificar el estado funcional de la misma, deduciendo los factores que pueden estar alterados.
4. Iniciarse en la técnica de la punción venosa en maniquí para obtener una muestra de sangre.
5. Saber valorar el tipo de anticoagulante más adecuado para conservar una muestra de sangre.
6. Saber interpretar correctamente los principales datos bioquímicos de una muestra de plasma.
7. Identificar los elemento formes de la sangre en una extensión de la misma.
8. Saber analizar los grupos sanguíneos A, B, O y Rh de una muestra de sangre.
9. Dada una fórmula leucocitaria, interpretar su normalidad o anormalidad.
10. Dados los valores de los principales parámetros hematológicos, deducir el estado de la serie roja, blanca y plaquetaria.

1.3.4. *Fisiología cardiovascular*

1.3.4.1. Introducción

1. Describir el papel del sistema cardiocirculatorio en la regulación de la homeostasis del organismo.

1.3.4.2. Características generales del músculo cardíaco

1. Explicar las propiedades básicas del miocardio y la proyección funcional que se desprende de cada una de ellas.
2. Describir la morfología funcional miocárdica: tamaño celular, disposición de los miofilamentos y las conexiones eléctricas intercelulares. Conocer la importancia de las características sincitiales auriculares y ventriculares.
3. Explicar las características electrofisiológicas de las células miocárdicas de trabajo: duración del potencial de acción y del período refractario.
4. Describir por qué el músculo cardíaco no se puede tetanizar. Explicar las diferencias electrofisiológicas con otras células excitables.

5. Saber representar gráficamente la relación entre el potencial de acción en un cardiomiocito y la contracción resultante.
6. Describir los pasos en el acoplamiento entre excitación y contracción en el músculo cardíaco. Conocer detalladamente el papel del calcio iónico en el control de la contracción y relajación del músculo cardíaco.
7. Enumerar dos o tres ejemplos de sustancias (bloqueantes de canales de calcio) que interfieren en los movimientos de calcio y las modificaciones que pueden causar a la función cardíaca.

1.3.4.3. Electrofisiología del corazón

1. Saber dibujar los diagramas de los potenciales de acción típicos en los diferentes tipos celulares miocárdicos, etiquetando correctamente los ejes.
2. Describir los canales y las corrientes iónicas que contribuyen a las fases de los potenciales de acción cardíacos.
3. Describir la secuencia normal de la activación eléctrica del corazón y el papel jugado por las células especializadas. Conocer la posibilidad de la existencia de vías anómalas y su repercusión funcional.
4. Analizar la importancia del nódulo aurículo-ventricular sobre la conducción del impulso eléctrico cardíaco desde aurículas a ventrículos. Describir las causas de la conducción lenta y su repercusión funcional.
5. Comparar las diferentes velocidades que ocurren en el sistema de conducción y conocer su importancia funcional.
6. Comprender los mecanismos que determinan la ritmicidad de varios tipos celulares miocárdicos.
7. Indicar la existencia de otros grupos celulares autoexcitables como potenciales marcapasos ectópicos así como las condiciones necesarias para que aparezcan.
8. Describir la influencia de los sistemas nerviosos simpático y parasimpático sobre la función cardiaca. Discutir los mecanismos iónicos de sus efectos sobre el miocardio contráctil y sobre las células marcapasos.
9. Describir cómo la modificación del potencial de reposo por daño celular, altera los eventos iónicos en la despolarización y la repolarización.

1.3.4.4. Electrocardiografía

1. Definir el término dipolo. Describir las características que definen un vector. Describir cómo va cambiando la dirección y el módulo del vector instantáneo medio del corazón.

2. Describir la estandarización de las determinaciones del ECG así como el posicionamiento de los electrodos y las polaridades preestablecidas.
3. Entender el ECG como una gráfica de diferencia de potencial en función del tiempo, identificando todos los componentes del trazado. Explicar la relación entre cada uno con el estado eléctrico del corazón.
4. Explicar por qué el trazado del ECG es diferente en cada una de las 12 derivaciones.
5. Relacionar el trazado eléctrico con la actividad mecánica producida.
6. Definir el vector eléctrico promedio (eje) del corazón y dar el rango normal. Determinar el eje eléctrico medio a partir del conocimiento de la amplitud del complejo QRS en las derivaciones estándar de extremidades.
7. Reconocer un trazado electrocardiográfico normal.

1.3.4.5. Ciclo cardíaco

1. Definir el ciclo cardíaco y las distintas fases de la sístole y la diástole.
2. Explicar mediante una gráfica, la correlación temporal entre la presión y el volumen de las cavidades cardíacas y el flujo en las arterias aorta y pulmonar, para cada fase del ciclo cardíaco.
3. Describir los sonidos cardíacos.
4. Explicar mediante una gráfica, la correlación temporal entre las fases del ciclo cardíaco, un fonocardiograma y un electrocardiograma.
5. Describir cómo y por qué los eventos tienen una cronología distinta en el lado izquierdo y en el derecho del corazón.
6. Explicar la duración de las fases del ciclo cardíaco y su modificación con los cambios de frecuencia cardíaca.

1.3.4.6. Función cardíaca

1. Correlacionar las características celulares de longitud, tensión y velocidad de acortamiento con las características, en el ventrículo, de volumen diastólico final, presión y capacidad de aumentar la presión intraventricular.
2. Definir la precarga y explicar por qué la presión ventricular al final de la diástole, la presión auricular y la presión venosa son indicadores de la misma.
3. Definir la poscarga y explicar por qué la presión arterial es un indicador de la misma.
4. Definir la contractilidad y explicar por qué la ratio dP/dt es un índice útil de la contractilidad.

5. Analizar los cambios en el ciclo presión-volumen que resultarían con las modificaciones en la precarga, poscarga y contractilidad, para un ciclo y el nuevo estado estacionario que alcanzaría después de 20 o más ciclos.
6. Definir el trabajo cardíaco y analizar su modificación con cambios en la precarga, poscarga, y contractilidad.
7. Explicar cómo los cambios en la actividad simpática alteran el trabajo, el metabolismo y el consumo de oxígeno en el corazón.
8. Explicar la Ley de Laplace. Describir cómo se aplica a la función ventricular normal y con sobrecarga de volumen.
9. Definir la fracción de eyección. Explicar su modificación con cambios en la precarga, poscarga y contractilidad cardíacas.

1.3.4.7. Gasto cardíaco y retorno venoso

1. Definir el gasto cardíaco y el índice cardíaco, y describir los métodos para cuantificarlos.
2. Describir los factores que regulan el gasto cardíaco: volumen sistólico y frecuencia cardiaca.
3. Exponer las curvas de función cardíaca y cómo se modifican con diversos factores, como el gasto sistólico, la resistencia periférica o la presión en la aurícula derecha.
4. Explicar la modificación del gasto cardíaco, por la estimulación del sistema nervioso autónomo y en el ejercicio.
5. Definir el retorno venoso y explicar los factores que determinan su cuantía.
6. Describir el papel de la presión en la aurícula derecha, en el equilibrio entre el retorno venoso y el gasto cardíaco.
7. Definir la presión venosa central y explicar los métodos de medida.
8. Explicar cómo se modifica la presión venosa central por cambios en la resistencia al retorno venoso, en el volumen sanguíneo o en la tensión de la pared vascular.

1.3.4.8. Circulación sistémica: generalidades

1. Enumerar las funciones del sistema circulatorio: circulación mayor o sistémica y menor o pulmonar.
2. Describir las características histofuncionales de las diferentes partes del sistema circulatorio.

3. Describir las características físicas de la circulación mayor: volúmenes, áreas, presiones y resistencias de las diferentes partes.
4. Establecer las relaciones entre flujo, presión y resistencia: equivalencias con la Ley de Ohm.
5. Definir el flujo sanguíneo y explicar las características de los distintos tipos de flujo.
6. Definir la presión, las unidades estándar de presión y la relación entre ellas.
7. Definir la resistencia y la conductancia y las unidades de resistencia.
8. Analizar los distintos factores que afectan la resistencia: Ley de Poiseuille-Hagen.
9. Explicar el efecto de la presión sobre la resistencia vascular y flujo capilar.
10. Describir la distensibilidad vascular: diferencias entre arterias y venas. Curvas de presión-volumen.

1.3.4.9. Circulación arterial

1. Enumerar y describir los distintos procedimientos que se utilizan para medir la presión arterial, sus ventajas e inconvenientes.
2. Definir y conocer los valores de la presión arterial sistólica, diastólica, media y diferencial. Enumerar los factores de los que dependen estos valores y razonar cómo los modifican.
3. Explicar cómo cambian los valores de presión arterial con la edad, sexo, posición y esfuerzo físico.
4. Describir el pulso arterial y analizar los parámetros cardiocirculatorios que se pueden estimar mediante el mismo.

1.3.4.10. Circulación capilar

1. Describir los tipos de capilares más importantes que existen en el organismo humano y sus características funcionales.
2. Exponer el concepto de vasomoticridad.
3. Definir las fuerzas que intervienen en la filtración capilar en el extremo arterial y venoso: Equilibrio de Starling.
4. Explicar la modificación fisiológica de los factores que intervienen en el Equilibrio de Starling.

1.3.4.11. Circulación venosa y linfática

1. Describir las características funcionales del sistema venoso. Explicar el papel funcional de las válvulas venosas y de la distensibilidad de las venas.
2. Describir las técnicas de medida de la presión venosa central y sus valores fisiológicos.
3. Describir los factores que determinan el flujo de sangre desde las vénulas al corazón.
4. Interpretar las diferentes partes de las curvas de retorno venoso: definir la presión promedio y conocer su significado y valor.
5. Describir los factores que pueden afectar a la presión promedio de llenado.
6. Describir las características funcionales del sistema linfático. Describir el mecanismo de producción de presión negativa en el líquido intersticial.
7. Describir la composición de la linfa en los distintos territorios y compararla con la del plasma. Explicar el control en la concentración proteica y presión del líquido intersticial.
8. Indicar el valor total del flujo linfático, así como los factores que gobiernan la intensidad del mismo.
9. Aplicar los conocimientos adquiridos para explicar el aumento localizado de líquido intersticial en las situaciones de obstrucción venosa, obstrucción linfática, aumento de la permeabilidad capilar, fallo cardíaco, renal, quemaduras, reacciones alérgicas y malnutrición.

1.3.4.12. Función endotelial y del músculo liso vascular

1. Describir las funciones del endotelio.
2. Analizar la regulación hormonal de la función endotelial.
3. Describir los mecanismos celulares de contracción y relajación del músculo liso vascular
4. Enumerar y explicar la acción de las moléculas vasoconstrictoras.
5. Enumerar y explicar la acción de las moléculas vasodilatadoras.

1.3.4.13. Regulación de la presión arterial

1. Clasificar los mecanismos de control según el tiempo de latencia y la naturaleza del servosistema.

2. Describir los componentes del sistema de control arterial por barorreceptores. Analizar la función amortiguadora en los cambios de la presión arterial, la adaptación de los receptores y el rango óptimo de funcionamiento.
3. Delimitar los reflejos cardiovasculares iniciados por descensos en el O_2 e incrementos en el CO_2 sanguíneos (reflejos por quimiorreceptores).
4. Exponer el reflejo de Bainbridge (reflejo por receptores de baja presión).
5. Describir la respuesta isquémica del sistema nervioso central y la reacción de Cushing.
6. Describir y comparar con los anteriores los sistemas de regulación de actuación intermedia.
7. Describir la liberación y efectos cardiovasculares del factor natriurético auricular.
8. Analizar el papel de la vasopresina en la presión arterial.
9. Describir el reflejo del volumen: reflejos auriculares hacia los riñones e hipotálamo (reflejo de Gauer-Henry).
10. Describir la diuresis y natriureis de presión como respuesta a largo plazo para el control de la presión arterial.
11. Describir la importancia de la sal en el mecanismo riñón-líquidos corporales de regulación de la presión arterial.
12. Describir el sistema renina-angiotensina-aldosterona. Exponer el efecto vascular de la angiotensina II y su efecto sobre la retención de sal y agua.
13. Describir el papel del endotelio en la regulación de la presión arterial.

1.3.4.14. Control local del flujo sanguíneo

1. Indicar la diferencia en la irrigación de los diferentes tejidos y órganos en condiciones basales.
2. Explicar las diferentes teorías de regulación local aguda del flujo sanguíneo.
3. Explicar la hiperemia reactiva y activa como ejemplos especiales de regulación metabólica.
4. Describir los mecanismos especiales de control local que operan en el flujo sanguíneo renal y encefálico.
5. Describir los mecanismos de regulación local a largo plazo del flujo sanguíneo: angiogénesis y factores angiogénicos.

1.3.4.15. Circulaciones especiales

Circulación coronaria

1. Describir la morfología funcional del lecho coronario y la dependencia del oxígeno del músculo cardíaco.
2. Explicar las diferencias del flujo sanguíneo en el endocardio y epicardio.
3. Describir los cambios fásicos del flujo sanguíneo coronario durante el ciclo cardíaco.
4. Describir las diferencias entre el flujo coronario derecho e izquierdo.
5. Explicar el papel del metabolismo miocárdico como control primario del riego coronario.
6. Analizar las especificidades del control nervioso del riego coronario.

Circulación muscular

7. Describir la disposición de los vasos en el tejido muscular.
8. Explicar el flujo sanguíneo durante la contracción y la relajación.
9. Explicar el papel del metabolismo muscular en el flujo sanguíneo muscular.
10. Analizar el control nervioso del flujo sanguíneo muscular.

Circulación esplácnica

11. Describir la circulación esplácnica y los circuitos que la integran.
12. Analizar el efecto de la actividad intestinal sobre el riego sanguíneo: hiperemia posprandial y reactiva.
13. Describir la autorregulación presión/flujo.
14. Explicar el control nervioso de la circulación esplácnica.
15. Describir la función de reservorio de la circulación esplácnica.

Circulación cerebral y líquido cerebral (LCR) y barrera hematoencefálica

16. Describir la morfología funcional del lecho vascular cerebral.
17. Explicar las diferencias del flujo sanguíneo en sustancia blanca y en sustancia gris.
18. Explicar el consumo de O_2 y de glucosa dependientes de la actividad neuronal.
19. Explicar el papel de la presión intracraneal.
20. Analizar la importancia funcional del control del flujo sanguíneo cerebral.
21. Describir la autorregulación del aporte sanguíneo cerebral.

22. Explicar cómo la inervación y diversos factores metabólicos (pCO_2, pO_2 y pH) modifican la resistencia vascular cerebral.
23. Describir la medida del flujo sanguíneo cerebral por técnicas de dilución (principio de Fick).
24. Conocer las bases de las técnicas de tomografía por emisión de positrones y resonancia nuclear magnética para medir el flujo sanguíneo local.
25. Hacer un dibujo esquemático del sistema ventricular del cerebro e identificar, situándolas, las meninges y el espacio subaracnoideo
26. Describir la formación y reabsorción del LCR incluyendo la morfología y función de los plexos coroideos.
27. Escribir las cifras normales de presión, volumen y composición del LCR y describir sus cambios fundamentales en condiciones patológicas.
28. Describir las bases endoteliales de la barrera hematoencefálica y discutir sus consecuencias en cuanto a la distribución en el sistema nervioso central de drogas hidrofóbicas o hidrofílicas administradas.

1.3.4.16. Exploración funcional y habilidades

1. Saber explorar el pulso arterial: Saber valorar la frecuencia, amplitud y ritmo del pulso arterial. Localizar las arterias más usuales para la obtención del pulso arterial: radial, carótida, femoral, poplítea y tibial posterior.
2. Medida de la presión arterial: saber medir la presión arterial sistólica y diastólica mediante el método auscultatorio. Saber medir la presión arterial sistólica mediante el método palpatorio.
3. Electrocardiografía: saber colocar los electrodos y cables para practicar un electrocardiograma. Valorar si el electrocardiógrafo está calibrado. Reconocer cuándo un trazado electrocardiográfico está dentro de los límites fisiológicos. Obtener la frecuencia cardíaca a partir de un registro electrocardiográfico. Cuantificar el voltaje de ondas y segmentos y la duración de ondas e intervalos. Saber determinar el eje eléctrico cardíaco. Predecir la morfología de un ECG como consecuencias de alteraciones en la conducción del impulso eléctrico. Identificar la existencia de arritmias fisiológicas y no fisiológicas.
4. Prueba de esfuerzo con registro del electrocardiograma: saber valorar la normalidad de una prueba de esfuerzo, atendiendo a las características de la persona explorada y el electrocardiograma obtenido.
5. Auscultación cardiaca normal: identificar los cuatro focos principales de auscultación cardiaca. Saber reconocer los tonos cardíacos primero y segundo.
6. Exploración de la presión venosa yugular: evaluar la normalidad de la presión venosa yugular, con la persona explorada reclinada unos 45 grados.

1.3.5. *Fisiología respiratoria*

1.3.5.1. Introducción

1. Describir el papel del sistema respiratorio en la regulación de la homeostasis del organismo.

1.3.5.2. Mecánica respiratoria. Ventilación. Volúmenes y capacidades pulmonares

1. Enumerar los músculos inspiratorios y espiratorios y describir su función en la ventilación normal.
2. Definir el concepto de presión pleural y señalar las fuerzas que generan su valor negativo y sus cambios durante el ciclo respiratorio y en situaciones patológicas como un neumotórax. Explicar la relación entre presión intrapleural y presión esofágica y cómo esta última es utilizada en clínica para estimar la primera.
3. Dibujar una gráfica que muestre los cambios de volumen pulmonar, flujo de aire, presión traqueal, presión intrapleural y presión intraalveolar durante un ciclo normal en reposo, señalando en la figura las distintas fases de la inspiración y espiración.
4. Definir el concepto distensibilidad (pulmón, caja torácica y pulmón-caja torácica) y señalar ejemplos de situaciones fisiológicas y patológicas en las que la "distensibilidad" sea mayor o menor de lo normal.
5. Describir las propiedades elásticas del pulmón y tórax y describir el efecto de la retracción elástica en la mecánica respiratoria.
6. Describir el papel de la tensión superficial como factor de resistencia respiratoria y su efecto sobre la "distensibilidad" pulmomar.
7. Describir la relación entre tensión superficial y radio alveolar.
8. Describir la composición del surfactante pulmonar y sus efectos sobre la tensión superficial a lo largo del ciclo respiratorio.
9. Deducir los efectos de la falta de surfactante pulmonar sobre la función respiratoria en relación con la edad del individuo.
10. Describir el concepto de atelectasia y la importancia de la falta de surfactante pulmonar en su desarrollo.
11. Enumerar las resistencias no elásticas (de vía aérea) del sistema pulmonar y conocer los factores que modifican las resistencias al flujo aéreo por cambios en el calibre de las vías respiratorias y su influencia sobre las resistencias de vía aérea. Curvas flujo-volumen.

12. Describir el efecto de las resistencias aéreas sobre la distensibilidad pulmonar
13. Citar los componentes del trabajo respiratorio.
14. Dibujar una curva presión-volumen pulmonar normal, señalando los componentes correspondientes a la inflación y a la deflación, explicando las causas y la significación de la histéresis en esta curva.
15. Definir los siguientes parámetros: volumen corriente, volumen inspirado máximo, volumen espirado máximo, volumen residual, volumen espiratorio máximo por segundo y el índice de Tiffeneau, especificando sus rangos fisiológicos.
16. Definir las siguientes capacidades pulmonares y especificar sus rangos fisiológicos: capacidad vital, capacidad respiratoria máxima, capacidad residual funcional y capacidad pulmonar total.
17. Definir los conceptos de ventilación pulmonar total y ventilación alveolar especificando sus rangos fisiológicos.
18. Definir los conceptos de espacio muerto anatómico y espacio muerto fisiológico y explicar sus relaciones con la ventilación alveolar.

1.3.5.3. Circulación pulmonar

1. Comparar la circulación general y la pulmonar con especial referencia a las resistencias circulatorias, presiones del circuito pulmonar y flujo.
2. Describir los cambios de capacidad de la circulación pulmonar durante los movimientos respiratorios y su relación con el ciclo cardíaco.
3. Describir las variaciones de las resistencias de los vasos pulmonares alveolares y extraalveolares y la resistencia circulatoria total durante el ciclo respiratorio.
4. Describir las zonas pulmonares en relación a las presiones de perfusión sanguínea y a las presiones alveolares.
5. Describir el efecto de la hipoxia alveolar sobre las resistencias de la circulación pulmonar y su utilidad funcional.
6. Describir el intercambio capilar en la circulación pulmonar.
7. Describir el desarrollo del edema pulmonar por a) aumento de la presión hidrostática, b) incremento de la permeabilidad, c) dificultad del flujo linfático, d) incremento de la presión venosa central y e) hemodilución.
8. Describir las funciones de la circulación bronquial.

1.3.5.4. Intercambio de gases. Relaciones ventilación-perfusión

1. Definir el concepto de presión parcial de un gas y el concepto de concentración fraccional, aplicados al oxígeno y al anhídrido carbónico.
2. Dar los valores normales de pO_2, pCO_2, pN_2, pH_2O en los diferentes tipos de aires (atmosférico, inspirado, alveolar, espirado) y en sangre arterial y venosa.
3. Definir los conceptos de intercambio gaseoso alveolo-capilar limitado por la perfusión. Citar ejemplos de gases que lo hagan por dicho mecanismo.
4. Definir los conceptos de intercambio gaseoso alveolo-capilar limitado por la difusión. Citar ejemplos de gases que lo hagan por dicho mecanismo.
5. Señalar el papel del área a través de la cual tiene lugar el intercambio alveolo-capilar.
6. Enumerar las estructuras que han de ser atravesadas por los gases en su difusión.
7. Citar los factores de determinan la difusión de los gases a través de la membrana alveolo-capilar.
8. Enunciar la ley de Dalton de las presiones parciales.
9. Enunciar las leyes de Graham y de Henry y saber aplicarlas para el caso del O_2 y el CO_2.
10. Señalar la relación existente entre los coeficientes de difusión del O_2 y el CO_2.
11. Definir el concepto de capacidad de difusión y los factores de los que depende.
12. Describir la relación existente entre P_ACO_2, ventilación alveolar y CO_2 espirado por minuto (producción de CO_2) y su significado fisiológico.
13. Describir la relación entre P_AO_2, presión de O_2 en aire inspirado, P_ACO_2, fracción de O_2 en aire inspirado y cociente respiratorio (ecuación del gas alveolar) y su significado fisiológico.
14. Describir el concepto de cociente ventilación/perfusión pulmonar.
15. Describir el papel que juega el cociente ventilación/perfusión en determinar las presiones parciales de los gases en la sangre alveolar.
16. Describir las diferencias en el cociente ventilación/perfusión en las distintas regiones del pulmón debidas a la distinta distribución de flujo sanguíneo y ventilación alveolar de arriba abajo en el pulmón.
17. Describir cómo las desigualdades del cociente ventilación/perfusión entre las distintas regiones del pulmón determinan que disminuya la eficacia del mismo como intercambiador de gases.
18. Saber predecir cómo las relaciones ventilación/perfusión anormales afectarán a las presiones alveolares de oxígeno y de anhídrido carbónico y a su intercambio.

19. Definir el concepto de hipoxia y sus tipos y posibles mecanismos.
20. Exponer cuáles son las causas de hipoxemia (hipoventilación, disminución de la capacidad de difusión, cortocircuito de sangre no oxigenada y desigualdades en el cociente ventilación/perfusión) y cómo producen este efecto.

1.3.5.5. Transporte de gases

1. Enumerar las formas en que el oxígeno es transportado por la sangre y exponer su importancia relativa.
2. Definir los conceptos de capacidad total de transporte de O_2 por la sangre y de saturación O_2 de la sangre y señalar los factores básicos de los que depende.
3. Conocer la cantidad de O_2 fijado por gramo de hemoglobina y calcular el total de O_2 transportado unido a la hemoglobina en función de la concentración de ésta.
4. Describir mediante una gráfica (curva de saturación de la hemoglobina) la relación entre presión parcial de oxígeno y saturación de la hemoglobina y contenido de oxígeno en sangre.
5. Exponer las consecuencias fisiológicas de la forma de la curva de disociación de la hemoglobina.
6. Describir los cambios en la curva de disociación de la hemoglobina producidos por las modificaciones de la temperatura, el pH, la pCO_2 (efecto Bohr) y el contenido de 2,3 difosfoglicerato de la sangre y su importancia fisiológica.
7. Definir el concepto de P50.
8. Describir las consecuencias de determinadas circunstancias como la anemia, la intoxicación por CO y diferentes tipos de hemoglobinas (en particular la hemoglobina fetal) sobre la curva de disociación de la oxihemoglobina, la paO_2, la y la saturación de O_2.
9. Describir las diferentes formas de transporte de CO_2 y sus distintas proporciones. (CO_2 disuelto, bicarbonato y compuestos carbamínicos).
10. Describir los intercambios iónicos que se producen entre el hematíe y el plasma durante el transporte de CO_2 por la sangre.
11. Describir la función de la anhidrasa carbónica en el transporte de CO_2 por la sangre.
12. Describir el efecto de los cambios en la oxigenación de la hemoglobina sobre la curva de disociación del CO_2 (efecto Haldane).
13. Describir los factores que intervienen en el intercambio gaseoso en los tejidos periféricos.

1.3.5.6. Regulación de la ventilación. Adaptaciones

1. Esquematizar el proceso general de la regulación de la ventilación.
2. Definir los siguientes términos: hipoventilación, hiperventilación, hipoxia, hipercapnia, hipopnea, hiperpnea, eupnea y apnea.
3. Citar la localización de los centros respiratorios del bulbo y la protuberancia y el efecto sobre la ventilación de las secciones del tronco encefálico a estos niveles.
4. Describir cómo se origina el ritmo respiratorio y el papel central de los núcleos respiratorios ventral y dorsal del bulbo raquídeo.
5. Exponer el papel de la corteza cerebral en el control voluntario de la ventilación.
6. Describir la inervación y el patrón de activación de los músculos respiratorios.
7. Citar los tipos de receptores periféricos que intervienen en el control de la ventilación.
8. Describir las respuestas a la insuflación de los mecanorreceptores del pulmón y vías respiratorias.
9. Describir los reflejos inducidos por efectos mecánicos e irritantes de las vías respiratorias.
10. Describir los reflejos originados a partir de receptores propioceptivos.
11. Describir los reflejos originados a partir de receptores nociceptivos, térmicos y de los barorreceptores arteriales.
12. Exponer cuáles son las variables sanguíneas que modifican la ventilación.
13. Describir la localización, estructura e inervación de los quimiorreceptores periféricos y citar los factores que los activan.
14. Describir las respuestas de los quimiorreceptores arteriales a los cambios de pO_2, pCO_2 y pH de la sangre.
15. Señalar en qué condiciones los quimiorreceptores periféricos adquieren mayor importancia funcional en la regulación de la ventilación.
16. Describir la localización de los quimiorreceptores centrales y su mecanismo de activación.
17. Exponer las respuestas ventilatorias ante los cambios de la pCO_2 y del pH de la sangre.
18. Exponer las respuestas ventilatorias ante los cambios de la pO_2 sanguínea.
19. Describir el papel de los quimiorreceptores centrales y periféricos en las respuestas ventilatorias.
20. Representar mediante un esquema los distintos centros nerviosos y factores que intervienen en el control de la ventilación y sus relaciones principales.

21. Describir la respuesta ventilatoria al aumento de la pCO_2 a través de los quimiorreceptores centrales durante el sueño.
22. Señalar las circunstancias en que los quimiorreceptores centrales adquieren mayor importancia funcional en la regulación de la ventilación.
23. Describir los principales cambios respiratorios que ocurren durante el ejercicio físico.
24. Citar los cambios respiratorios que ocurren durante la ascensión a gran altura.

1.3.5.7. Funciones no respiratorias de los pulmones

1. Describir las funciones de defensa de los pulmones.
2. Describir las funciones metabólicas de los pulmones.
3. Describir las funciones endocrinas de los pulmones.

1.3.5.8. Exploración funcional y habilidades

1. Saber reconocer los ruidos respiratorios normales por auscultación.
2. Conocer los valores normales de los siguientes parámetros: volumen corriente y frecuencia respiratoria. Presión intrapleural. Volúmenes y capacidades respiratorias. Presiones parciales de oxígeno y anhídrido carbónico en aire atmosférico, traqueal y alveolar, y en sangre arterial y venosa en situación de reposo. Contenido de oxígeno y anhídrido carbónico en sangre arterial y venosa. pH en sangre arterial y venosa.
3. Parámetros hematológicos con relación al transporte de gases: hemoglobina, volumen corpuscular medio y hemoglobina corpuscular media, número de hematíes y hematocrito.
4. Describir la técnica de la espirometría simple y con He para la medición de volúmenes y capacidades pulmonares.
5. Describir esquemáticamente la técnica de pletismografía corporal.
6. Describir los métodos de Fowler y Bohr para la medida del espacio muerto.
7. Dibujar un espirometría, identificando los diferentes volúmenes y capacidades pulmonares. Identificar los volúmenes y capacidades que no pueden medirse por espirometría simple.
8. Ser capaz de realizar una espirometría simple.
9. Calcular la distensibilidad pulmonar, de la caja torácica y la total dadas las variaciones de volumen y de presión a lo largo del ciclo respiratorio.

10. Ser capaz de calcular indistintamente la ventilación alveolar minuto, la frecuencia, el espacio muerto o el volumen corriente, dado los otros valores.
11. Dados los valores de una espirometría, ser capaz de identificar el estado de la función respiratoria señalando cuando hay una situación obstructiva, restrictiva o mixta.
12. Dados los valores de una gasometría, ser capaz de identificar el estado de la función respiratoria y del estado del equilibrio ácido-base.

1.3.6. *Fisiología renal*

1.3.6.1. Introducción

1. Describir la importancia del sistema renal en la regulación de la homeostasis del organismo.

1.3.6.2. Líquidos corporales y estructura funcional de la nefrona y la circulación renal

1. A partir del peso corporal, estimar a) el volumen de agua corporal total, b) el volumen de agua extracelular c) el volumen de agua intracelular d) el volumen sanguíneo, y e) el volumen plasmático.
2. Identificar la osmolaridad normal del plasma y las concentraciones normales en plasma de Na^+, K^+, Cl^-, HCO_3^-, proteínas, glucosa, urea y creatinina, y compararlos con los valores normales en el líquido intracelular.
3. Demostrar la utilidad del principio de dilución de un indicador para medir el volumen plasmático, volumen sanguíneo, volumen de líquido extracelular y agua corporal total, enumerando los compuestos empleados para medir cada volumen.
4. Empleando los principios de la difusión y la ósmosis, comparar el movimiento de líquido entre compartimientos extracelular e intracelular causado por aumentos o disminuciones en la osmolalidad del fluido extracelular.
5. A partir de la osmolalidad de una solución, identificarla como hipertónica, isotónica o hipotónica. Predecir los cambios en el intercambio de líquido a través de la membrana celular que provocaríamos al colocar un eritrocito en soluciones de diferente tonicidad.
6. Conocer las principales vías y los valores habituales de ingesta y pérdida de agua, y predecir cómo los cambios en los mismos pueden afectar a la distribución del agua corporal total.

7. Predecir los cambios en osmolalidad extracelular, volumen extracelular, osmolalidad intracelular y volumen intracelular causados por la infusión de diferentes soluciones.
8. Enumerar los principales procesos renales, localizándolos en los diferentes segmentos de la nefronas. Localizar cada estructura como cortical o medular.
9. Conocer las características diferenciales de la vascularización renal. Conocer la importancia funcional de las arteriolas aferente y eferente. Describir las diferencias funcionales entre los capilares glomerulares y los capilares peritubulares.
10. Describir la importancia funcional de los vasos rectos.

1.3.6.3. Hemodinámica renal. Filtración glomerular. Flujo sanguíneo renal. Concepto de aclaramiento renal

1. Definir flujo sanguíneo renal, flujo plasmático renal, tasa de filtración glomerular y fracción de filtración. Proporcionar los valores fisiológicos de estos parámetros.
2. Comparar el flujo sanguíneo y el consumo de oxígeno en los riñones con los del músculo esquelético y miocardio.
3. Describir las tres capas que forman la barrera de filtración glomerular. Explicar cómo puede afectar la estructura de la barrera a la capacidad de filtración. Identificar los daños en la barrera de filtración responsables de la hematuria y la proteinuria.
4. Dividir los elementos de la sangre y el plasma en función de su capacidad para atravesar la barrera de filtración glomerular, explicando qué mecanismo determina dicha capacidad.
5. Definir coeficiente de filtración del capilar glomerular y explicar cómo participa en determinar la tasa de filtración glomerular. Describir las propiedades de la membrana que contribuyen al coeficiente de filtración.
6. Identificar las fuerzas a favor y en contra de la filtración. A partir de las presiones hidrostática y oncótica en el capilar glomerular y la cápsula de Bowman, calcular la fuerza de filtración neta. Predecir los cambios en la filtración glomerular provocados por los aumentos o disminuciones en cualquiera de esas presiones. Predecir el cambio de flujo sanguíneo renal y tasa de filtración glomerular causados por la obstrucción del tracto urinario y la hipoalbuminemia.
7. Predecir el cambio de flujo sanguíneo renal y tasa de filtración glomerular causados por: a) un aumento en la actividad del simpático, b) un aumento

de la síntesis de angiotensina II, c) el aumento de la liberación de péptido natriurético auricular, d) el aumento en la formación de prostaglandinas, e) el aumento en la producción de óxido nítrico, y f) la realización de un ejercicio intenso y prolongado.

8. Identificar dos mecanismos que alteran selectivamente la distribución del flujo sanguíneo entre la corteza y la médula renal. Predecir las consecuencias del bloqueo de la síntesis de prostaglandinas y de la formación de óxido nítrico en esta redistribución.
9. Explicar la autorregulación del flujo sanguíneo renal y del ultrafiltrado glomerular como resultado de los mecanismos miogénico y de retroalimentación tubuloglomerular.
10. Explicar el concepto de aclaramiento y conocer su formulación matemática. Utilizando la ecuación del aclaramiento, y el compuesto adecuado para cada caso, estimar la tasa de filtración glomerular, el flujo sanguíneo renal y el flujo plasmático renal. Describir las consecuencias de la disminución de la tasa de filtración glomerular sobre las concentraciones plasmáticas de urea y creatinina. Aclaramiento de ácido paraamino-hipúrico (PAH).
11. Distinguir entre el uso del aclaramiento de inulina y el de creatinina para medir la tasa de filtración glomerular.

1.3.6.4. Funciones tubulares. Mecanismos de reabsorción y secreción tubular

1. Identificar los mecanismos básicos de transporte en los segmentos tubulares.
2. Conocer como varía el consumo renal de oxígeno cuando se producen cambios de tasa de filtración glomerular, flujo sanguíneo renal y reabsorción tubular de sodio.
3. Conocer los conceptos de transporte máximo y umbral renal aplicándolos a la reabsorción de glucosa.
4. Describir los mecanismos de transporte de aminoácidos y péptidos en los túbulos renales.
5. Explicar los mecanismos de reabsorción de cloruro sódico en los distintos segmentos de la nefrona.
6. Explicar cómo se relaciona la reabsorción tubular de agua con la reabsorción de cloruro sódico en los distintos segmentos de la nefrona.
7. Conocer cómo varía la reabsorción en el túbulo proximal cuando se producen variaciones de la fracción de filtración y de las presiones hidrostática y coloidosmótica en el capilar peritubular.
8. Describir el balance glomerulotubular y su importancia fisiológica.

9. Explicar la importancia de los vasos rectos en la reabsorción de agua y solutos.
10. Conocer los mecanismos de reabsorción de bicarbonato y secreción de protones en los túbulos renales y los mecanismos que amortiguan los cambios del pH en el fluido tubular.
11. Conocer la importancia fisiológica del mecanismo de retroalimentación túbulo-glomerular. Explicar su funcionamiento ante cambios del volumen extracelular y de la presión arterial.
12. Explicar cómo varía la reabsorción y secreción de potasio en los distintos segmentos tubulares cuando se modifica su ingesta.
13. Explicar los principales mecanismos que regulan la eliminación renal de potasio.
14. Describir cómo varían la reabsorción de calcio y de fosfato en los distintos segmentos tubulares. Explicar cómo y cuándo ejercen su acción los mecanismos que intervienen en la regulación de la reabsorción de calcio y fosfato.
15. Dadas la concentración plasmática y urinaria de cada compuesto, la tasa de filtración glomerular y la diuresis, calcular la carga filtrada, el transporte tubular, la tasa de excreción y el aclaramiento para: inulina, creatinina, ácido para-aminohipúrico y glucosa. Predecir cómo los cambios en la filtración, la reabsorción y la secreción afectarán la excreción renal de cada compuesto.

1.3.6.5. Mecanismos de concentración y dilución de la orina. Regulación de la osmolalidad de los liquidos corporales

1. Describir el balance de agua en el organismo. Valorar la importancia de la diuresis obligada diaria.
2. Describir el gradiente de osmolalidad cortico-medular y cómo varía la osmolalidad medular en distintas situaciones fisiológicas.
3. Explicar cómo contribuye la diferente permeabilidad al agua y la reabsorción activa y pasiva de cloruro sódico en las distintas porciones del asa de Henle en la generación del gradiente osmolal en la médula renal.
4. Explicar la importancia del flujo sanguíneo medular en el mantenimiento del gradiente osmótico en la médula renal.
5. Describir los mecanismos de transporte de la urea en el riñón y su importancia en el gradiente osmótico en la médula renal.
6. Explicar la importancia de la hormona antidiurética (ADH) en la concentración urinaria en situaciones de baja ingesta de agua.

7. Explicar el mecanismo responsable de la diuresis hídrica.
8. Explicar el mecanismo responsable de la diuresis osmótica.
9. Predecir las consecuencias sobre la capacidad de concentrar la orina en las alteraciones del gradiente osmótico medular. Explicar cómo se recupera el gradiente osmótico tras la alteración.
10. Definir los conceptos de aclaramiento osmolal y aclaramiento de agua libre y explicar cómo varían estos aclaramientos en situaciones de antidiuresis y de diuresis hídrica.
11. Explicar cómo son detectados los cambios de osmolalidad del líquido extracelular.
12. Explicar la participación de la ADH y de la sed en la regulación de la osmolalidad y del volumen de líquido extracelular.
13. Empleando las vías de ingesta y eliminación de agua predecir los cambios en el volumen y osmolalidad de los líquidos corporales causados por una pérdida o ganancia neta de agua corporal. Predecir cómo cambiarían el volumen y la osmolalidad de la orina tras la perdida o ganancia de agua corporal.

1.3.6.6. Regulación renal del volumen extracelular

1. Explicar el concepto de volumen efectivo circulante.
2. Explicar qué receptores responden a los cambios de los volúmenes plasmático y extracelular, y sobre qué efectores actúan.
3. Describir el funcionamiento del sistema renina-angiotensina-aldosterona en la regulación del volumen del líquido extracelular.
4. Explicar la importancia del sistema nervioso simpático en el control del volumen del líquido extracelular.
5. Describir la importancia del péptido natriurético auricular en la regulación del volumen extracelular.
6. Explicar cómo y por qué varía la liberación de óxido nítrico cuando cambia el volumen extracelular y su participación en el control del volumen extracelular.
7. Razonar cuál es la importancia de los cambios de presión coloidosmótica plasmática y de flujo sanguíneo medular sobre la eliminación urinaria de sodio y agua.
8. Explicar los mecanismos que intervienen en la diuresis y natriuresis de presión.

1.3.6.7. Regulación del equilibrio ácido-base

1. Identificar el rango normal de valores de pH en los líquidos corporales y los límites superior e inferior compatibles con la vida. Definir acidosis y alcalosis a partir de este rango.
2. Explicar qué es un tampón químico y su respuesta ante un aumento de la producción de ácidos y bases.
3. Enumerar los principales tampones en sangre, líquido intersticial y líquido intracelular. Describir el sistema amortiguador del bicarbonato. Describir la regulación renal y respiratoria del sistema tampón CO_2/HCO_3^- y su importancia fisiológica en el mantenimiento del pH plasmático normal.
4. Explicar la capacidad del sistema respiratorio para amortiguar los cambios de pH.
5. Enumerar los procesos implicados en la secreción tubular de H^+, exponiendo la importancia de estos procesos en la regulación aguda y prolongada del equilibrio ácido-básico.
6. Calcular la carga filtrada de HCO_3^-, e identificar los principales lugares de reabsorción a lo largo de la nefrona, poniendo énfasis en la importancia de los mecanismos secretores de H^+ en este proceso.
7. Describir los mecanismos celulares responsables del movimiento transepitelial neto de HCO_3^-.
8. Describir los ajustes en la carga filtrada y en la reabsorción de HCO_3^- (secreción de H^+) causados por alteraciones en el balance ácido-base sistémico, diferenciándolos de los factores que alteran este proceso (volumen extracelular, aldosterona, angiotensina II).
9. Describir la excreción ácida neta por los riñones, la importancia de los tampones urinarios y la producción y excreción de amonio. Distinguir entre la reabsorción del bicarbonato filtrado y la formación de nuevo bicarbonato.
10. Identificar la magnitud y el curso temporal de las compensaciones que se ponen en funcionamiento, tras un aumento o disminución repentino del pH, para minimizar los cambios en el pH de los líquidos corporales, incluyendo: a) tampones, b) ajustes respiratorios c) ajustes renales.
11. Describir los efectos de los inhibidores de la anhidrasa carbónica y de otros diuréticos sobre el equilibrio ácido-base y la reabsorción de HCO_3^- por la nefrona.
12. Describir las cuatro alteraciones simples del equilibrio ácido-básico y, para cada una de ellas, explicar: el defecto primario, una causa, los procesos de amortiguación química y las compensaciones renales y respiratorias.
13. A partir de los valores sanguíneos, identificar las alteraciones metabólicas y respiratorias del equilibrio ácido-base. Diferenciar entre acidosis

metabólica con hiato aniónico normal y aumentado, alcalosis metabólica resistente o sensible al cloruro y alteraciones respiratorias agudas y crónicas.
14. Explicar los cambios en la distribución de potasio intra y extracelular cuando se producen variaciones del pH, y su importancia funcional.

1.3.6.8. Micción

1. Describir el mecanismo responsable de la llegada de orina desde la pelvis renal hasta la vejiga urinaria.
2. Describir la estructura funcional de la vejiga urinaria.
3. Explicar los mecanismos neurogénicos responsables del control involuntario y voluntario de la micción.
4. Razonar cómo varía la presión intravesical conforme aumenta el volumen de orina en la vejiga.
5. Explicar el mecanismo responsable del reflejo de protección para promover la continencia urinaria.
6. Describir el funcionamiento del reflejo de micción.
7. Describir los cambios que contribuyen a la incontinencia urinaria durante el envejecimiento.

1.3.6.9. Exploracion funcional y habilidades

1. Explicar por qué en un sujeto sano los valores fisiológicos se refieren a orina de 24 horas, mientras que en una persona portadora de sonda vesical los valores se refieren a la excreción en cada hora.
2. A partir de los datos de un análisis bioquímico de orina, distinguir si los valores de los siguientes parámetros están dentro o fuera del rango de normalidad, identificando el proceso renal o el mecanismo para su regulación que pueda estar alterado:
    a. Diuresis
    b. Presencia de células
    c. Albúmina
    d. Glucosa
    e. Sodio, cloruro y potasio
    f. Bicarbonato
    g. Calcio y fosfato
    h. pH urinario
    i. Urea

j. Creatinina
k. Osmolalidad urinaria
l. Densidad urinaria

3. A partir de un conjunto de valores para la diuresis y las concentraciones plasmática y urinaria de las sustancias pertinentes, calcular los siguientes aclaramientos, evaluando si la función renal es normal e identificando los procesos renales y sus mecanismos de regulación que estén implicados:
   a. Aclaramientos de inulina y creatinina
   b. Aclaramiento de PAH
   c. Aclaramiento osmolar, agua libre y ligada
4. Relacionar el balance de agua y de sodio con la presión arterial, el hematocrito, la osmolalidad plasmática y urinaria y las concentraciones plasmática y urinaria de sodio, y de potasio.
5. Dados un conjunto de valores para los siguientes parámetros: pH plasmático, pCO_2 y pO_2 en sangre arterial, concentración plasmática de bicarbonato, valorar el estado del equilibrio ácido-base.

1.3.7. *Fisiología digestiva*

1.3.7.1. Introducción al aparato digestivo

1. Describir las funciones generales del aparato digestivo en el mantenimiento de la homeostasis del organismo. Función protectora, función endocrina y función de nutrición.
2. Explicar los procesos digestivos fundamentales que lleva a cabo el aparato digestivo para realizar su función de nutrición. Incluir los procesos motores, de secreción, de digestión y de absorción.
3. Describir, mediante una figura, las relaciones entre el aparato digestivo y el aparato circulatorio.
4. Describir las semejanzas y las diferencias en la regulación de la función gastrointestinal por los sistemas: nervioso, hormonal, y paracrino. Incluir receptores, proximidad y especificidad local frente a la especificidad global.

1.3.7.2. Motilidad gastrointestinal

1. Describir la organización general de la pared del tracto gastrointestinal. Mediante el dibujo de una sección transversal del tracto gastrointestinal indi-

car el nombre de las distintas estructuras y tipos celulares que constituyen la pared.

2. Explicar por qué el sistema nervioso entérico funciona como un sistema integrador independiente; indicar, desde el punto de vista funcional, los tipos neuronales que lo constituyen.
3. Clasificar los siguientes neurotransmisores del sistema nervioso entérico como excitadores o inhibidores: norepinefrina, acetilcolina, óxido nítrico (NO), colecistocinina (CCK), péptido vasoactivo instestinal, (VIP), Sustancia P (P), ATP y péptido relacionado con el gen de la calcitonina (CGRP).
4. Describir la estructura y la función de las uniones neuroefectoras del aparato gastrointestinal.
5. Describir las características del ritmo eléctrico basal de la pared del tubo digestivo y su relación con la actividad contráctil del músculo.
6. Describir el papel de "las células intersticiales de Cajal" en la generación del ritmo eléctrico basal.
7. Explicar la función de las neuronas inhibitorias del sistema nervioso entérico sobre el músculo liso circular de la pared gastrointestinal.
8. Definir las características que diferencian las tres divisiones del sistema nervioso autónomo y cómo influyen en el comportamiento del aparato digestivo.
9. Comparar la modulación que ejerce el sistema nervioso autónomo simpático y el sistema nervioso autónomo parasimpático sobre el sistema nervioso entérico y de los órganos efectores del tracto gastrointestinal.
10. Describir en la regulación del tracto gastrointestinal, los términos "reflejo de vía corta o local" y "reflejo de vía larga o central".
11. Describir los tipos de estímulos luminales que inician reflejos en el tracto gastrointestinal .
12. Describir los patrones básicos del comportamiento motor gastrointestinal.
13. Definir las características principales, y relacionar temporalmente las fases cefálica, gástrica, e intestinal de la regulación del tracto gastrointestinal.

Masticación y deglución

14. Describir el proceso de la masticación.
15. Describir la regulación del reflejo de la masticación.
16. Conocer las estructuras que participan en la deglución.
17. Describir las etapas voluntaria e involuntaria de la deglución y sus diferentes fases.
18. Describir el origen y la función de los cambios de presión del esfínter esofágico superior durante la deglución y después de ésta.

19. Comparar el tipo de inervación extrínseca en las distintas partes del esófago.
20. Diferenciar entre el peristaltismo primario y secundario durante la deglución.
21. Describir el comportamiento motor del esfínter esofágico inferior durante la deglución y después de ésta.
22. Describir los cambios de presión intraesofágica durante el proceso de deglución.

Motilidad y vaciamiento gástrico

23. Definir los reflejos de relajación receptiva y de acomodación del estómago e indicar el mecanismo y las diferencias entre ambos reflejos.
24. Explicar en qué difieren las funciones del estómago proximal y distal y los patrones de actividad motora en cada uno de ellos.
25. Describir dónde se inician y cómo progresan las ondas peristálticas a través del cuerpo y del antro del estómago. Explicar su papel en la función de mezcla y de vaciamiento gástrico.
26. Explicar cómo se modifica el vaciamiento gástrico por cambios en la osmolaridad, el pH, el volumen y los distintos nutrientes del quimo al llegar al duodeno.
27. Describir el reflejo del vómito.

Motilidad Intestinal

28. Describir los patrones de la motilidad intestinal (segmentación y peristaltismo) durante los períodos de ayuno y posprandial.
29. Comparar los efectos de la actividad nerviosa parasimpática y simpática en la modulación de la actividad motora del intestino delgado.
30. Describir los efectos motores de la distensión luminar del intestino delgado.
31. Comparar los efectos del aumento de presión en el íleo y en el ciego sobre el esfínter ileocecal. Definir el término reflejo gastroileal.
32. Comparar los movimientos del contenido luminal en el intestino delgado y grueso.
33. Describir en qué consisten los movimientos en masa en el intestino grueso.
34. Describir la secuencia de eventos que ocurren durante la defecación, distinguiendo los movimientos bajo control voluntario y aquéllos que están bajo control involuntario.
35. Describir los mecanismos que participan en la continencia fecal.

1.3.7.3. Secreción gastrointestinal

Secreción salival

1. Indicar los componentes más importantes de la saliva y sus funciones.
2. Indicar los substratos y los productos de la digestión de la amilasa salival (ptialina).
3. Describir los cambios en la concentración electrolítica de la secreción salival que se producen al variar la velocidad de secreción y explicar por qué la secreción es hipotónica con respecto al plasma.
4. Indicar los estímulos que aumentan o disminuyen la secreción salival.

Secreción gástrica

5. Describir las glándulas gástricas, las células que las constituyen y cómo contribuyen a la secreción gástrica.
6. Enumerar los componentes más importantes del jugo gástrico y sus funciones.
7. Describir el papel del factor intrínseco de Castle en la absorción normal de la vitamina B_{12} en el íleon.
8. Indicar los estímulos que intervienen en la secreción del pepsinógeno y el mecanismo por el que se activa.
9. Describir los mecanismos implicados en la secreción gástrica de H^+, incluyendo el papel del K^+, del Cl^-, del HCO_3^-, de la anhidrasa carbónica, de la ATPasa-H^+/K^+y de la ATPasa-Na^+/K^+.
10. Describir la generación de una "marea alcalina" en el sistema venoso porta hepático después de la ingestión de una comida.
11. Comparar los cambios en la concentración de Na^+, K^+, H^+ y Cl^- del jugo gástrico en función de la velocidad de secreción gástrica. Identificar los tipos celulares que median este cambio.
12. Describir las variaciones del pH en el estómago durante los períodos de ayuno y posprandial.
13. Describir la regulación de la secreción ácida por el estímulo vagal, la gastrina, la histamina, y la somatostatina, incluyendo el fenómeno de potenciación y su importancia fisiológica.
14. Describir los mecanismos de transducción de las señales de los agonistas y antagonistas de la secreción de HCl por las células parietales.
15. Identificar los estímulos que incrementan e inhiben la secreción de la gastrina.
16. Indicar los efectos que se producen en la secreción gástrica cuando llega quimo ácido, quimo rico en grasa o hiperosmótico al duodeno. Describir los mecanismos por los cuáles estas características del quimo regulan la secreción gástrica.

17. Describir el papel del HCl en la digestión gástrica de los hidratos de carbono, de las proteínas, y de las grasas.
18. Describir las funciones y fases de la secreción gástrica y enumerar los factores que la regulan.
19. Describir la barrera mucosa gástrica y su importancia en el mantenimiento de la integridad de la pared del estómago.

Secreción pancreática

20. Enumerar los componentes y las funciones fisiológicas del jugo pancreático.
21. Enumerar los diferentes grupos enzimáticos del jugo pancreático, su función y su mecanismo de acción.
22. Describir el mecanismo por el cual los proenzimas o zimógenos pancreáticos son activados en el intestino delgado.
23. Describir los mecanismos de protección del páncreas frente a la autodigestión.
24. Describir los cambios en la concentración de Na^+, Cl^- y HCO_3^-, de la secreción pancreática que se producen al variar la velocidad de secreción.
25. Describir los mecanismos por los cuales el quimo procedente del estómago es neutralizado en el duodeno.
26. Describir los controles nerviosos y hormonales de la secreción pancreática; explicar la estimulación de la secreción pancreática por secretina, acetilcolina y CCK; describir las bases celulares de la potenciación de la secreción pancrática por la estimulación vagal.
27. Indicar los efectos en la secreción pancrática cuando se estimulan las fibras vagales y simpáticas que inervan el páncreas.
28. Describir la regulación de la secreción pancreática durante las fases cefálica, gástrica e intestinal.
29. Describir el papel de CFTR (canal regulador de la conductancia transmembrana de la fibrosis quística) en la secreción ductal pancreática.

Secreción biliar

30. Enumerar las principales funciones del hígado.
31. Enumerar los componentes de la bilis secretada por el hígado.
32. Definir ácidos biliares primarios y secundarios, sales biliares, flujo biliar dependiente de ácidos biliares y flujo biliar independiente de ácidos biliares.
33. Identificar el papel de la secretina en la producción hepática de la bilis.
34. Describir los mecanismos responsables de la concentración de la bilis en la vesícula biliar.
35. Describir el papel de CCK en el vaciamiento de la vesícula biliar, y sus efectos sobre el esfínter de Oddi.

36. Describir la estructura anfipática de los ácidos de bilis, y explicar cómo esta característica permite la digestión de grasas.
37. Describir las funciones digestivas de la bilis y los mecanismos que controlan su formación y secreción.
38. Explicar las condiciones adecuadas para la emulsificación de las grasas y la formación de micelas en el duodeno.
39. Describir la circulación enterohepática de las sales biliares y su significado fisiológico.
40. Describir el mecanismo de reabsorción de los ácidos biliares en la porción terminal del intestino delgado.

Secreción intestinal

41. Enumerar los componentes y las funciones fisiológicas de la secreción del intestino delgado, así como las estructuras implicadas en dicha secreción.

1.3.7.4. Digestión y absorción

1. Describir la capacidad de absorción de la mucosa gástrica e indicar la naturaleza química de las sustancias que pueden ser absorbidas.
2. Describir el papel de las microvellosidades en el proceso de absorción.
3. Enumerar los monoglúcidos presentes en la lactosa, la sacarosa, la maltosa, el almidón y el glucógeno.
4. Describir el proceso de la digestión de los diferentes tipos de hidratos de carbono.
5. Describir el mecanismo de absorción de los principales monoglúcidos.
6. Enumerar los tipos de proteínas que llegan al duodeno desde el estómago, e identificar los mecanismos de digestión y absorción a través de las membranas apical y basolateral del epitelio intestinal.
7. Comparar el transporte activo secundario de los aminoácidos con el de los di- y tripéptidos, incluyendo el ion utilizado como fuente de energía.
8. Describir las acciones de la lipasa lingual, la colipasa, la lipasa pancreática, la colesterol-esterasa y la fosfolipasa A_2.
9. Definir "concentración micelar crítica" de las sales biliares y explicar el papel de las sales biliares en la absorción de los productos de digestión de los lípidos (monoglicéridos y ácidos grasos) en el intestino delgado.
10. Describir la composición y la formación de los quilomicrones, su movimiento a través de la membrana basolateral del enterocito, y la ruta de la entrada en el sistema cardiovascular.

11. Describir la producción y la absorción de ácidos grasos de cadena corta en el colon.
12. Definir esteatorrea, y describir los efectos de la esteatorrea en la absorción de vitaminas liposolubles.
13. Describir la absorción de vitaminas hidrosolubles, incluyendo el papel del factor intrínseco de Castle en la absorción de la vitamina B12.
14. Describir los cambios en la osmolaridad del quimo al pasar del estómago al intestino delgado, e identificar las causas de este cambio.
15. Describir la absorción del agua, sodio, calcio y hierro por el aparato gastrointestinal.
16. Definir qué es fibra dietética y su importancia en la función digestiva.
17. Explicar la importancia funcional de la flora bacteriana intestinal; describir el impacto de los metabolitos en la producción de gas intestinal.
18. Describir el mecanismo de formación de las heces y su composición.

1.3.7.5. Exploración funcional y habilidades

1. Ser capaz de comprender las alteraciones que pueden producirse como consecuencia de una alteración de la motilidad digestiva en diversas situaciones (acalasia, megaesófago, colon irritable).
2. Ser capaz de explicar el papel del estómago en la prevención de anemia perniciosa.
3. Conocer los diversos mecanismos de producción de una úlcera péptica.
4. Ser capaz de deducir las consecuencias para la función gástrica, de una gastritis atrófica.
5. Ser capaz de deducir las consecuencias de una insuficiencia pancreática.
6. Ser capaz de deducir las consecuencias de una insuficiencia hepática.
7. Ser capaz de deducir las consecuencias de un trastorno biliar.
8. Ser capaz de deducir las consecuencias de un proceso diarreico.
9. Ser capaz de deducir las consecuencias de alteraciones del tránsito gastrointestinal.
10. Saber reconocer los ruidos intestinales por auscultación abdominal.

1.3.8. *Metabolismo integrado*

El objetivo fundamental es que el alumno aprenda a integrar sus conocimientos del metabolismo (adquiridos en la materia de Bioquímica) y los complete con una visión global del metabolismo de los sustratos, las transformaciones de unos sustratos en otros y su significado funcional.

1.3.8.1. Metabolismo de los glúcidos

1. Conocer el desplazamiento de los glúcidos en el organismo.
2. Conocer el mecanismo de entrada de los monoglúcidos en las distintas células del organismo.
3. Entender el significado de la transformación de unos monoglúcidos en otros en el interior de las células.
4. Entender el significado funcional de las posibles rutas metabólicas de los monoglúcidos en el interior celular.
5. Conocer y entender las fuentes de obtención de glucosa de los diferentes tejidos y su significado funcional.

1.3.8.2. Metabolismo de los lípidos

1. Conocer las diferentes formas de transporte de los lípidos en el organismo.
2. Entender el significado funcional de cada uno de los sistemas de transporte.
3. Conocer el transporte de lípidos exógenos y endógenos del organismo.
4. Conocer las fuentes energéticas a partir de las cuales se van a sintetizar los triglicéridos en los diferentes tejidos.
5. Entender de qué depende el almacenamiento de los triglicéridos y conocer las situaciones metabólicas que modifican la cantidad de triglicéridos almacenados.
6. Entender el significado de un aumento y de una disminución de los triglicéridos almacenados.
7. Conocer los productos del catabolismo de los triglicéridos y entender las rutas metabólicas que pueden seguir los diferentes compuesto procedentes del catabolismo.
8. Entender qué sustratos energéticos se pueden sintetizar a partir de los compuestos procedentes del catabolismo de los triglicéridos.
9. Comprender el metabolismo de los triglicéridos globalmente, entrada en la sangre desde el aparato digestivo, paso a la sangre, entrada en los tejidos, almacenamiento, movilización, transformación etc.
10. Conocer el poder calórico de los triglicéridos, el agua almacenada en el tejido adiposo.
11. Entender las ventajas de la transformación del exceso de los otros sustratos en triglicéridos.
12. Conocer el metabolismo del colesterol, las fuentes del colesterol en el orga-

nismo, formas en que circula en sangre y el significado funcional de cada una de ellas.
13. Conocer y entender la regulación del colesterol plasmático e intracelular.

1.3.8.3. Metabolismo de las proteínas

1. Conocer las rutas metabólicas de los aminoácidos.
2. Conocer los productos procedentes del catabolismo de los aminoácidos.
3. Conocer las rutas metabólicas de las proteínas dependiendo del estado metabólico y entender su significado funcional.
4. Conocer el poder energético de los aminoácidos y el agua almacenada en la síntesis de proteínas.
5. Entender la transformación de los aminoácidos en otros sustratos y su significado funcional.
6. Conocer los productos urinarios del catabolismo de los aminoácidos y entender su significado funcional.

1.3.8.4. Adaptaciones metabólicas durante la absorción de los alimentos y durante el ayuno

1. Conocer el destino de los sustratos en el hígado y en tejidos extrahepáticos durante la absorción de los alimentos.
2. Entender las transformaciones de unos sustratos en otros durante la absorción de alimentos.
3. Entender la respuesta global del organismo durante el período de absorción de los alimentos.
4. Conocer la movilización de sustratos que se produce en los tejidos durante el ayuno.
5. Entender las transformaciones de unos sustratos en otros durante el ayuno.
6. Entender la respuesta global del organismo durante el ayuno para aportar los sustratos adecuados a los tejidos.
7. Conocer la respuesta global del organismo en las diferentes etapas del ayuno.
8. Conocer el papel regulador de los cuerpos cetónicos en el metabolismo corporal.

1.3.8.5. Metabolismo en los tejidos

1. Conocer las fuentes energéticas de los diferentes tejidos (músculo esquelético, cardíaco, tejido adiposo, hígado, riñón y tejido nervioso) y en las diferentes situaciones metabólicas (ayuno y aporte de sustratos) en diferentes grados de actividad física, etc.
2. Conocer el papel que ejercen en la regulación del metabolismo diferentes factores metabólicos.

1.3.8.6. Exploración funcional y habilidades

1. Ser capaz de predecir las consecuencias metabólicas del aporte de sustratos y de los diferentes tipos de alimentación.
2. Ser capaz de predecir las consecuencias metabólicas durante el ayuno y las diferentes etapas del ayuno.
3. Ser capaz de predecir los sustratos utilizados por los diferentes tejidos del organismo en diferentes situaciones (aporte de sustratos, ayuno, ejercicio intenso, ejercicio moderado etc.).
4. Ser capaz de entender, de manera global, el mecanismo mediante el cual el organismo regula las fuentes de obtención de energía o los procesos de almacenamiento de elementos susceptibles de ulterior utilización, para mantener al organismo en una situación metabólica óptima.
5. Ser capaz de entender el papel de las hormonas metabólicas en el conjunto de los procesos que hemos venido definiendo como metabolismo integrado.
6. Valorar la composición corporal mediante índices y métodos disponibles.

1.3.9. *Sistema endocrino*

1.3.9.1. Introducción a la endocrinología

1. Describir la importancia del sistema endocrino en el mantenimiento de la homeostasis del organismo.
2. Entender que la comunicación celular se basa en la liberación de mensajeros químicos.
3. Entender que el sistema endocrino, integrado por una serie de glándulas llamadas endocrinas, representa un ejemplo de comunicación intercelular.
4. Introducir la definición de hormona y analizar sus características generales: naturaleza, síntesis, liberación, transporte y metabolismo.

5. Conocer el significado funcional de la hormona en forma libre y la hormona unida a proteínas.
6. Entender la relación que existe entre la naturaleza química de las hormonas y sus características funcionales.
7. Entender los mecanismos de retroalimentación endocrina.
8. Conocer las bases de los métodos actuales para la determinación de la concentración hormonal.

1.3.9.2. Mecanismos de acción hormonal

1. Definir qué es un receptor hormonal.
2. Entender la cinética de la unión de la hormona-receptor.
3. Entender el significado de las curvas dosis-respuesta.
4. Conocer la regulación y la función del número de receptores.
5. Conocer las características de los receptores de membrana.
6. Conocer los segundos mensajeros (AMP_C, GMP_C, fosfolípidos de membrana y calcio).
7. Entender cuáles son los mecanismos que se ponen en marcha como consecuencia de la activación de los segundos mensajeros.
8. Describir y entender el modelo de expresión genética que explica la acción de las hormonas esteroideas y tiroideas.

1.3.9.3. Integración neuroendocrina: hipotalamo-hipofisis

1. Comprender la organización del sistema neuroendocrino.
2. Distinguir y nombrar las partes del hipotálamo y la hipófisis necesarias para comprender su función.
3. Describir el desarrollo embriológico del hipotálamo y la hipófisis, para facilitar la comprensión de las funciones de la adenohipófisis y la neurohipófisis.
4. Describir los sistemas de comunicación entre hipotálamo e hipófisis.
5. Comprender la trascendencia fisiológica del sistema porta hipotálamo-hipofisario.
6. Entender el eje hipotálamo-hipófisis como un elemento clave en la integración neuroendocrina.
7. Comprender la función de las neuronas neurosecretoras hipotalámicas.
8. Conocer los efectos fisiológicos de las hormonas hipotalámicas
9. Describir los diferentes tipos celulares de la hipófisis.
10. Conocer los efectos fisiológicos de las hormonas hipofisarias.

1.3.9.4. Neurohipófisis

1. Describir la estructura funcional y el origen embriológico de la neurohipófisis.
2. Comprender la función de las neurofisinas.
3. Describir y comprender los mecanismos de regulación de la secreción de vasopresina.
4. Conocer las acciones fisiológicas de la vasopresina.
5. Conocer y entender los efectos del aumento o el déficit de secreción de vasopresina.
6. Entender la respuesta fisiológica de la neurohipófisis ante una alteración del volumen o la osmolaridad plasmática.
7. Describir los mecanismos de regulación de la secreción de oxitocina.
8. Conocer las acciones fisiológicas de la oxitocina.
9. Conocer los efectos generales de un aumento o disminución de la oxitocina.

1.3.9.5. Adenohipófisis

1. Describir las características moleculares de las hormonas adenohipofisarias.
2. Conocer los efectos fisiológicos de la hormona del crecimiento (GH).
3. Describir los mecanismos de regulación de la secreción de GH.
4. Conocer las acciones de las somatomedinas.
5. Conocer las características generales de los síndromes de enanismo, gigantismo y acromegalia.
6. Conocer los efectos fisiológicos de la prolactina.
7. Describir los mecanismos de regulación de la secreción de prolactina.
8. Comprender las consecuencias de la hipofisectomía.

1.3.9.6. Glándula pineal

1. Conocer la morfología funcional de la glándula pineal.
2. Describir sus relaciones con el sistema nervioso central y autónomo.
3. Conocer la síntesis y secreción de melatonina.
4. Describir los mecanismos de regulación de la secreción de melatonina.
5. Describir la vía retino-hipotalámica como elemento fundamental en la regulación de la síntesis de melatonina por el ritmo luz/oscuridad.

6. Describir los distintos mecanismos de acción propuestos para la melatonina.
7. Describir las características funcionales de los receptores de melatonina.
8. Describir las acciones fisiológicas de la melatonina.
9. Conocer el papel de la melatonina en la regulación de los ritmos circadianos.
10. Descubrir los posibles efectos de una disfunción pineal.

1.3.9.7. Tiroides

1. Conocer la morfología funcional del tiroides.
2. Conocer la síntesis de las hormonas tiroideas, la importancia del yodo en la dieta.
3. Entender el significado fisiológico y la regulación del metabolismo de la tiroxina a triyodotironina o a triyodotironina inversa.
4. Conocer las acciones de las hormonas tiroideas y entender los efectos que estas acciones ejercen de forma secundaria en otros tejidos.
5. Comprender las diferencias entre las acciones fisiológicas de las hormonas tiroideas y los efectos que puede producir un exceso o un déficit de hormonas.
6. Entender la respuesta fisiológica del organismo ante determinadas situaciones que producen aumentos o disminuciones de las hormonas tiroideas como el ayuno, la disminución o el aumento de temperatura.
7. Conocer las acciones de la hormona estimulante de la tirotropina (TRH) y de la hormona estimulante del tiroides o tirotropina (TSH).
8. Conocer la regulación del eje hipotálamo-hipófisis-tiroides.
9. Conocer las respuestas adaptativas que se ponen en marcha en el eje hipotálamo-hipófisis-tiroides ante situaciones como: fallo en la capacidad de síntesis de hormonas tiroideas, alteraciones en la yodación o déficit de yodo, alteraciones en la transformación periférica de las hormonas.
10. Entender las diferencias entre los aumentos y disminuciones de la función tiroidea de origen tiroideo o hipofisario.

1.3.9.8. Corteza suprarrenal

1. Conocer la estructura funcional de las glándulas suprarrenales.
2. Conocer las hormonas que se sintetizan en cada zona de las glándulas suprarrenales.
3. Conocer la síntesis de las hormonas de la corteza suprarrenal.
4. Entender el significado funcional del aumento o disminución de la síntesis

de cada una de las hormonas de la corteza suprarrenal sobre la síntesis del resto de las hormonas.

5. Entender el papel que pueden ejercer el aumento o disminución de actividad de las enzimas que regulan la síntesis de hormonas de la corteza suprarrenal sobre los niveles de estas hormonas.
6. Conocer el transporte, el metabolismo y las formas de eliminación urinaria de las hormonas de la corteza suprarrenal.
7. Conocer la forma de valorar la función de la corteza suprarrenal a través de los metabolitos, así como las condiciones y el significado funcional de las determinaciones hormonales.
8. Conocer las funciones fisiológicas del cortisol.
9. Distinguir entre las funciones fisiológicas del cortisol para regular la glucemia y los efectos producidos por un aumento descontrolado en la síntesis de cortisol.
10. Conocer los efectos de una administración mantenida de corticoides y los efectos secundarios en la corteza suprarrenal.
11. Conocer las acciones de la hormona liberadora de corticotropina (CRH) y de la adrenocorticotropina (ACTH).
12. Entender los efectos que la ACTH produce sobre las distintas capas de la corteza suprarrenal y sobre la síntesis de las diferentes hormonas.
13. Conocer la regulación del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal.
14. Conocer las respuestas adaptativas que se ponen en marcha por parte del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal ante una hipoglucemia, estrés y aumento de la respuesta inmunitaria.
15. Diferenciar el estado de las glándulas suprarrenales y los niveles de las hormonas del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal ante un aumento y una disminución de cortisol de origen suprarrenal o hipofisario.
16. Conocer la regulación de la secreción de aldosterona.
17. Recordar las acciones del sistema renina-angiotensina-aldosterona.
18. Conocer las acciones de la aldosterona.
19. Entender la diferencia entre las acciones fisiológicas de la aldosterona, los efectos de un aumento de esta hormona para regular el sodio y el potasio y los efectos de un aumento de los niveles de aldosterona que no pueden ser regulados.
20. Recordar y entender la respuesta global del organismo ante un aumento y una disminución del volumen sanguíneo.

1.3.9.9. Médula adrenal

1. Conocer la síntesis de las hormonas de la médula suprarrenal y su regulación.
2. Conocer los distintos receptores de las catecolaminas y sus acciones sobre diferentes órganos y tejidos.
3. Conocer la respuesta fisiológica al estrés y los efectos de las catecolaminas para asegurar el aporte de sustratos y oxígeno al sistema nervioso y al músculo esquelético y cardíaco.
4. Conocer y entender la respuesta integrada al estrés por parte de la corteza y médula suprarrenal, hipotálamo, hipófisis y sistema nervioso simpático.

1.3.9.10. Páncreas endocrino

1. Conocer la síntesis y secreción de insulina.
2. Conocer la regulación de la secreción de insulina y especialmente el papel de la glucemia.
3. Conocer las acciones metabólicas de la insulina en los diferentes tejidos y entender sus acciones en el metabolismo integrado.
4. Entender las diferencias entre los efectos de la insulina, el aumento fisiológico para compensar la hiperglucemia y el aumento descontrolado de esta hormona.
5. Entender las diferencias y los posibles niveles de glucosa ante un aumento pasajero de insulina para compensar una hiperglucemia y un aumento mantenido de insulina para compensar una hiperglucemia severa e incontrolable.
6. Entender los efectos que la falta de insulina puede producir en el metabolismo de los tejidos y relacionarlos con los cambios que se producen en la sangre y en la composición de la orina.
7. Entender la respuesta global del organismo para compensar las alteraciones metabólicas, las alteraciones del volumen sanguíneo y las alteraciones del pH, secundarias a un déficit de insulina mantenido.
8. Conocer la síntesis y la regulación de la liberación del glucagón.
9. Conocer las funciones fisiológicas del glucagón.
10. Definir el cociente insulina/glucagón y entender su significado en el estado metabólico del individuo.
11. Relacionar el valor del cociente insulina/glucagón con los diferentes tipos de dietas.
12. Conocer las acciones de la somatostatina.

13. Conocer el papel que cada una de las hormonas pancreáticas ejercen sobre la síntesis y secreción de las otras hormonas pancreáticas.
14. Entender la regulación global de la glucemia como una respuesta integrada por varias hormonas, hipoglucemiante (insulina) e hiperglucemiantes (glucagón, adrenalina, cortisol y GH).

1.3.9.11. El tejido adiposo como órgano endocrino

1. Comprender la función endocrina del tejido adiposo y describir las adipocitocinas actualmente conocidas.
2. Conocer los efectos de las hormonas producidas por el adipocito.
3. Describir el papel de la leptina en la regulación de la ingesta.
4. Conocer los factores reguladores de la secreción de leptina.
5. Conocer las características funcionales de los receptores de leptina.
6. Conocer los efectos de la leptina sobre la acción metabólica de la insulina.
7. Conocer la posible implicación de la leptina en la obesidad.
8. Describir los efectos de la adiponectina.
9. Describir la asociación de la adiponectina con el denominado síndrome metabólico.

1.3.9.12. Regulación endocrina del metabolismo del calcio, fosfato y magnesio

1. Conocer las funciones del calcio, del fosfato y del magnesio en el organismo.
2. Conocer la distribución del calcio, fosfato y magnesio en el organismo.
3. Entender que el equilibrio, la ganancia o la pérdida de estos iones por parte del organismo es el resultado del balance entre la absorción intestinal, la resorción ósea y la reabsorción renal.
4. Conocer la fisiología ósea relacionada con el calcio y el fosfato.
5. Diferenciar la osteolisis osteocítica de la resorción ósea.
6. Entender el significado funcional de la fracción libre y de la unida a proteínas de estos iones.
7. Conocer el metabolismo óseo y entender el papel del hueso en la regulación de la calcemia.
8. Conocer las fuentes de la Vitamina D en el organismo.
9. Conocer la síntesis y la regulación del 1,25 dihidroxicolecalciferol (calcitriol) y del 24,25 dihidroxicolecalciferol.

10. Entender el significado funcional de cada una de estas vías y los efectos que pueden producir sobre el metabolismo del calcio y del fosfato.
11. Conocer las acciones del calcitriol sobre los tejidos y los efectos que éstos producen en los niveles de calcio y fosfato en sangre y en las concentraciones en orina.
12. Diferenciar entre las acciones fisiológicas del calcitriol, sus efectos cuando aumenta para compensar una hipocalcemia o una hipofosfatemia y sus efectos cuando se produce un aumento mantenido de su secreción.
13. Conocer la síntesis de la hormona paratiroidea (PTH).
14. Entender la regulación de su secreción.
15. Conocer las acciones de la PTH.
16. Diferenciar las acciones fisiológicas de la PTH de las derivadas de un aumento de su secreción para compensar una hipocalcemia o una hipofosfatemia, así como de los efectos producidos por un aumento mantenido de su secreción.
17. Conocer la regulación de la síntesis de calcitonina.
18. Identificar el papel que la calcitonina juega en la regulación de la calcemia.
19. Conocer las hormonas que regulan la calcemia y diferenciarlas de aquéllas que participan en el metabolismo del hueso pero no lo hacen en la regulación de la calcemia ni de la fosfatemia.
20. Entender qué hormonas relacionadas con el calcio pueden producir hipercalcemia y cuáles no.
21. Entender la regulación integrada de la calcemia. Conocer la respuesta global del organismo ante una disminución del calcio o del fosfato corporal.
22. Conocer los diferentes tipos de cartílago en el organismo y sus principales características fisiológicas, así como los mecanismos para su nutrición.

1.3.9.13. Exploración funcional y habilidades

1. Conocer los métodos habituales de determinación hormonal y sus correspondientes pruebas funcionales.
2. Predecir el comportamiento de las hormonas en distintas situaciones fisiológicas.
3. Predecir los efectos de la administración de hormonas en un paciente.
4. Predecir los efectos de una disminución o un aumento de la síntesis y secreción hormonas endógenas.
5. Predecir los efectos de la alteración de enzimas implicadas en la síntesis de hormonas esteroideas.
6. Predecir los efectos sobre la síntesis hormonal del déficit de yodo, calcio y potasio en la dieta.

7. Predecir el comportamiento de una hormona frente a un cambio en los niveles de otras hormonas.
8. Predecir la respuesta global del organismo ante alteraciones de la homeostasis como disminuciones o aumentos de: el volumen o la osmolaridad sanguíneo, calcemia, fosfatemia, natremia, potasemia, glucemia, etc.
9. Interpretar correctamente una determinación de niveles hormonales o una prueba funcional endocrina.
10. Saber interpretar correctamente los principales datos bioquímicos relacionados con alteraciones hormonales de una muestra de plasma.

1.3.10. *Fisiología de la reproducción*

1.3.10.1. Diferenciación sexual

1. Describir la determinación genética del sexo y distinguirla de la diferenciación masculina o femenina de los órganos sexuales accesorios y genitales externos.
2. Conocer las bases fisiológicas de los desórdenes de la diferenciación sexual.
3. Comprender los efectos de una alteración en la determinación genética del sexo, utilizando como ejemplos ilustrativos los síndromes de hermafroditismo primario (síndrome de Turner y Klinefelter).
4. Describir el control hormonal del proceso de diferenciación sexual de los genitales internos masculinos y femeninos a partir de los conductos de Wolf y Muller.
5. Conocer el control hormonal de la diferenciación sexual de los genitales externos.
6. Describir el proceso del descenso testicular, su control hormonal y su importancia funcional.
7. Comprender las bases fisiológicas del hermafroditismo secundario.
8. Comprender la diferenciación sexual del cerebro y la conducta y sus consecuencias sociales.

1.3.10.2. Sistema reproductor masculino

1. Conocer la estructura funcional del aparato reproductor masculino.
2. Conocer la estructura y tipos celulares del túbulo seminífero.
3. Describir los compartimentos del túbulo seminífero y el concepto de barrera hemato-testicular.

4. Describir las funciones fisiológicas de los componentes del sistema reproductor masculino.
5. Describir la espermatogénesis y el papel de los diferentes tipos celulares en este proceso.
6. Describir la regulación endocrina de la espermatogénesis.
7. Describir la función endocrina testicular.
8. Identificar la célula productora de testosterona, su biosíntesis, mecanismos de transporte, metabolismo y eliminación. Enumerar otros andrógenos producidos fisiológicamente.
9. Describir los mecanismos de acción de la testosterona.
10. Enumerar los órganos o tipos celulares diana de la testosterona y describir sus efectos en cada uno de ellos.
11. Identificar las causas y consecuencias del exceso o defecto de secreción de testosterona.
12. Comparar y contrastar las acciones de la testosterona, dihidrotestosterona, estradiol y factor inhibidor de Muller.
13. Comprender la regulación hormonal de la función gonadal masculina por parte del hipotálamo y la hipófisis, los efectos de las gonadotropinas y el control de su liberación. Describir las funciones de hormona liberadora de gonadotropinas (hormona folículo estimulante (FSH), hormona luteinizante (LH), testosterona, activinas, inhibinas y kisspeptina.

1.3.10.3. Sistema reproductor femenino

1. Conocer la estructura funcional del aparato reproductor femenino.
2. Describir las funciones fisiológicas de los componentes del sistema reproductor femenino.
3. Describir la estructura y los tipos celulares de los folículos ováricos.
4. Describir la oogénesis y su relación con los cambios en el folículo ovárico.
5. Describir los mecanismos reguladores de la oógenesis y el papel de la FSH, LH, estradiol, inhibinas y otros agentes paracrinos en la oogénesis y la maduración folicular.
6. Describir la ovulación y la formación y degeneración del cuerpo lúteo y el papel de las hormonas hipofisarias en cada uno de estos procesos.
7. Describir las funciones endocrinas de los ovarios.
8. Describir la regulación hormonal de la biosíntesis de estrógenos y progesterona y su secreción por el ovario. Identificar las células productoras de estrógenos y progesterona, su biosíntesis, mecanismos de transporte, metabolismo y eliminación.

9. Listar los órganos o tipos celulares diana de la acción de los estrógenos y describir sus efectos en cada uno de ellos.
10. Describir los mecanismos celulares de acción de los estrógenos.
11. Enumerar las principales acciones fisiológicas de la progesterona, órganos o tipos celulares diana, y sus efectos en cada uno de ellos.
12. Describir los mecanismos celulares de acción de la progesterona.
13. Representar gráficamente en el tiempo los cambios endometriales y ováricos observados durante el ciclo menstrual y correlacionarlos con los cambios en los niveles sanguíneos de FSH, LH, estradiol, progesterona e inhibina.
14. Describir cómo estos cambios en los esteroides ováricos producen las fases proliferativa y secretora a nivel endometrial y la menstruación, así como los cambios en la temperatura corporal basal durante el ciclo menstrual.

1.3.10.4. Glándulas mamarias

1. Describir la estructura funcional de las glándulas mamarias.
2. Conocer las etapas del desarrollo mamario.
3. Explicar el papel de los estrógenos, progesterona, lactógeno placentario, prolactina y oxitocina en el desarrollo de la glándula mamaria durante la pubertad, embarazo y lactancia.
4. Describir el proceso de producción de leche materna y sus características.
5. Describir el control hormonal de la lactancia.
6. Describir las bases de la inhibición de la secreción de leche durante el embarazo y la iniciación de la lactancia después del parto.
7. Diferenciar entre secreción y eyección de leche, y describir la regulación hormonal de ambos durante la lactancia, incluyendo el papel de la succión.
8. Conocer la trascendencia fisiológica de la composición de la leche materna.

1.3.10.5. Respuesta sexual y fecundación

1. Describir las características fisiológicas de los gametos masculinos.
2. Describir la morfología del espermatozoide maduro.
3. Conocer los procesos de maduración, capacitación y activación de los espermatozoides.
4. Conocer las características funcionales del espermatozoide maduro.
5. Describir las características del líquido seminal.
6. Describir las características fisiológicas de los gametos femeninos.

7. Describir las características morfofuncionales del óvulo.
8. Describir las fases del coito: excitación, orgasmo y resolución.
9. Enumerar los componentes neurales, vasculares y endocrinos de la erección y la eyaculación.
10. Describir el control nervioso y hormonal de la respuesta sexual masculina y femenina.
11. Describir los cambios fisiológicos extragonadales durante el coito.
12. Trazar las vías de transporte del esperma y el óvulo que puede dar lugar a la fertilización y el movimiento del óvulo fecundado.
13. Comprender las bases fisiológicas de la contracepción.

1.3.10.6. Pubertad y climaterio

1. Definir los conceptos de pubertad, adolescencia, climaterio, menopausia y andropausia.
2. Conocer las hipótesis sobre los mecanismos de la pubertad.
3. Describir los cambios en las concentraciones de gonadotropinas y hormonas gonadales durante el ciclo vital.
4. Describir los cambios somáticos, hormonales y metabólicos que acontecen durante la pubertad femenina, el curso temporal de los mismos y la determinación del estadio puberal por signos externos (estadios de Tanner).
5. Entender el significado funcional de la menarquia.
6. Describir los cambios somáticos, hormonales y metabólicos que acontecen durante la pubertad masculina, el curso temporal de los mismos, y la determinación del estadio puberal por signos externos (estadios de Tanner).
7. Conocer la edad de la pubertad masculina y femenina y analizar los factores determinantes de la misma.
8. Describir los perfiles hormonales y los cambios somáticos durante el climaterio y menopausia.

1.3.10.7. Exploración funcional y habilidades

1. Conocer los cambios relativos en las concentraciones plasmáticas de gonadotropinas y esteroides gonadales en función del ciclo menstrual, la edad y el sexo.
2. Reconocer los cambios en el sistema reproductor femenino asociados al ciclo menstrual.
3. Conocer los fundamentos fisiológicos de los tests de embarazo.

1.3.11. *Fisiología de la piel*

1. Describir la estructura de la piel.
2. Conocer las diferentes capas de la epidermis y la función de cada una de ellas.
3. Describir las células de la epidermis y el significado funcional.
4. Conocer la composición y las funciones de la dermis.
5. Describir la estructura de la hipodermis y las variaciones en la composición según las diferentes zonas del organismo.
6. Conocer la vascularización de la piel y su importancia en la regulación de la temperatura corporal.
7. Describir los tipos de piel.
8. Conocer la composición del manto hidrolipolítico, los factores de los que depende y las funciones que ejerce en el mantenimiento de la piel.
9. Conocer la función de la piel como barrera que separa la homeostasis interna del medio externo.
10. Identificar la función protectora contra los efectos dañinos de la radiación solar por parte de los pigmentos epidermales.
11. Conocer el papel de defensa contra los agentes biológicos externos por parte de elementos inmunes de la epidermis y de la dermis.
12. Describir el papel en la regulación de la temperatura corporal.
13. Conocer la función como órgano sensorial a través de los órganos especiales y terminaciones nerviosas libres al tacto, a la presión, a la temperatura, al dolor y al placer.
14. Conocer las funciones de la piel como órgano diana de señales neuroendocrinas.
15. Identificar la piel como lugar de síntesis de hormonas y neurotransmisores.
16. Describir la unidad pilosebácea y la función de cada una de las partes que integran dicha unidad.
17. Identificar los diferentes tipos de pelo y patrón de crecimiento de cada tipo.
18. Conocer los factores que modifican el crecimiento del pelo.
19. Identificar la estructura, distribución y funciones de las glándulas sebáceas y las glándulas sudoríparas exocinas y merocrinas.
20. Conocer la composición del sudor y las variaciones dependiendo de la intensidad del sudor y el papel que juega la aldosterona en la aclimatación.
21. Identificar la estructura de las uñas y la función de cada una de sus partes.

1.3.12. *Adaptaciones y regulación*

1.3.12.1. Fisiología de la termorregulación

1. Diferenciar la regulación fisiológica de la temperatura corporal de la regulación por el comportamiento.
2. Concepto de temperatura central y temperaturas periféricas del organismo humano.
3. Conocer los valores de la temperatura central y la corporal en diferentes partes del cuerpo.
4. Describir los mecanismos físicos (convección, conducción, radiación y evaporación) y fisiológicos (metabolismo, ejercicio físico, termogénesis sin escalofríos) de pérdidas y ganancias de calor corporal.
5. Representar en un diagrama el balance térmico del cuerpo, incluyendo la producción de calor y la pérdida y/o ganancia del mismo.
6. Identificar los mecanismos de pérdida o de producción de calor cuando la temperatura ambiente excede de la temperatura central o viceversa.
7. Definir el valor de referencia termorregulador. Organizar en un diagrama el control de retroalimentación negativo de la temperatura central, incluyendo el papel del "valor de referencia" hipotalámico.
8. Redistribución del flujo sanguíneo corporal según los cambios de la temperatura corporal. Conocer el papel del flujo sanguíneo cutáneo y la sudoración sobre la temperatura de la piel.
9. Conocer las partes del organismo y los mecanismos fisiológicos de pérdidas de calor y la cantidad del mismo perdida en diferentes condiciones ambientales.
10. Identificar los mecanismos para el mantenimiento del balance térmico en diferentes condiciones ambientales de frío y calor extremos.
11. Conocer los mecanismos centrales y periféricos que intervienen en la regulación de la temperatura corporal. Receptores, vías aferentes, centros, vías eferentes y efectores.
12. Definir y diferenciar la hipertermia de la fiebre y describir sus mecanismos de producción y efectos. Conocer y diferenciar los trastornos de la termorregulación.
13. Describir los cambios fisiológicos que tienen lugar como resultado de la aclimatación al calor y el frío.

1.3.12.2. Regulación de la ingesta

1. Explicar los conceptos de balance energético, adiposidad, apetito, ingesta, saciedad, conducta alimentaria, gasto energético y termogénesis, así como describir adecuadamente su interrelación fisiológica.
2. Comprender la importancia del mantenimiento del peso y la composición corporales.
3. Distinguir y nombrar las regiones encefálicas implicadas en la regulación de la ingesta y describir adecuadamente sus funciones.
4. Describir con detalle el papel regulador del apetito ejercido por el núcleo paraventricular del hipotálamo, el estriado y el núcleo del tracto solitario. Predecir las consecuencias de su lesión o estimulación experimental. Identificar los denominados centros hipotalámicos del hambre y la saciedad.
5. Describir la función de los circuitos neuroquímicos dopaminérgicos, noradrenérgicos y serotonérgicos en la regulación de la conducta alimentaria y comprender su trascendencia fisiológica en la coordinación de la ingesta con otras conductas. Predecir los posibles cambios en la ingesta y el balance energético tras la modificación funcional de estos circuitos.
6. Describir el papel del aparato digestivo en la regulación de la saciedad. Describir las funciones reguladoras de la ingesta de colecistocinina, ghrelina y obestatina, así como su participación en la regulación del sistema endocrino, el metabolismo y la función digestiva.
7. Describir y fundamentar la intervención de los circuitos peptidérgicos cerebrales (Neuropéptido Y, melanocortinas, galanina, orexinas y CRF) en la regulación de la ingesta y la adiposidad y comprender la trascendencia de su acción sobre la conducta y el sistema neuroendocrino para equilibrar el balance energético.
8. Describir adecuadamente el papel de los opioides y endocannabinoides en la regulación de la ingesta y las preferencias alimentarias, así como identificar sus zonas de actuación en el cerebro. Citar los efectos sobre la conducta alimentaria de la activación o inactivación de los receptores opioides y del receptor cannabinoide cerebral CB1. Predecir las consecuencias de la modificación funcional de estos circuitos sobre la adiposidad y el balance energético.
9. Distinguir y nombrar las hormonas del tejido adiposo implicadas en la regulación de la ingesta. Explicar la trascendencia fisiológica de la actuación del tejido adiposo en la regulación del balance energético. Describir con detalle el mecanismo de actuación cerebral de la leptina y su acción sobre el apetito y la regulación del metabolismo.

10. Describir el papel de las citokinas anorexígenas (TNFalfa, Interleukina 1beta) en la regulación del apetito ejercida por los tejidos periféricos, así como sus mecanismos de actuación cerebral.
11. Explicar los efectos sobre la ingesta, la adiposidad y el gasto energético de las hormonas tiroideas, prolactina, hormona de crecimiento, hormonas sexuales y esteroides suprarrenales y comprender la importancia de la combinación de sus efectos para el mantenimiento del balance energético.

1.3.12.3. Fisiología del estrés

1. Definir el concepto de estrés y describir las vías aferentes.
2. Describir las respuestas al estrés por parte del sistema nervioso autónomo y médula adrenal y eje hipotálamo-hipofisario-adrenal.
3. Evaluar las respuestas fisiológicas de los diferentes sistemas al estrés.

1.3.12.4. Fisiología de los ritmos biológicos

1. Definir el concepto de ritmo biológico y sus tipos (endógenos y exógenos).
2. Enumerar y definir los parámetros que caracterizan los ritmos biológicos: período, amplitud, frecuencia, acrofase, batifase, MESOR y ángulo de fase.
3. Clasificar los ritmos biológicos por su frecuencia: ultradianos, infradianos y circadianos.
4. Describir las características generales de los ritmos circadianos.
5. Concepto de sistema circadiano. Describir sus elementos: reloj o marcapasos endógeno, vías aferentes y vías eferentes.
6. Describir los mecanismos de sincronización de los ritmos circadianos por la luz.
7. Entender el concepto de ritmo libre y ritmo sincronizado.
8. Definición de “tau”.
9. Describir las curvas de respuesta de fase y analizar su significado.
10. Conocer la significación de los ritmos biológicos en el contexto de la medicina.
11. Comprender las bases fisiológicas de las alteraciones de la ritmicidad circadiana por trabajo nocturno o vuelos transmeridianos.

1.3.12.5. Fisiología en situaciones especiales: adaptaciones a la altitud (hipobarismo), al buceo (hiperbarismo) y a las fuerzas de aceleración

1. Describir los efectos de la exposición rápida a la altitud.
2. Enumerar y describir los cambios fisiológicos que tienen lugar como resultado de la aclimatación a la altitud y sus límites.
3. Contrastar las diferencias entre adaptación y aclimatación.
4. Reconocer otros efectos de la hipoxia crónica y los cambios fisiopatológicos en la altitud.
5. Describir el efecto directo de las variaciones de presión sobre el sistema cardiovascular y sistema respiratorio.
6. Definir barotrauma.
7. Explicar el síndrome neurológico de elevada presión y los efectos de la ventilación de gases hiperbáricos.
8. Exponer las situaciones en las que se producen cambios de las fuerzas de la gravedad.
9. Describir el aumento de las fuerzas de la gravedad y explicar sus efectos sobre el sistema nervioso central, el sistema cardiovascular y el sistema respiratorio.
10. Exponer los efectos fisiológicos de la ingravidez sobre los fluidos corporales, el sistema cardiovascular, el sistema nervioso central y los músculos y el esqueleto. Razonar los efectos del retorno a la tierra.

1.3.12.6. Fisiología del ejercicio físico

1. Conocer los conceptos y diferencias entre actividad física, ejercicio físico, deporte, entrenamiento y condición física.
2. Conocer las clasificaciones del ejercicio físico según sus características fisiológicas y metabólicas.
3. Identificar las fuentes de energía musculares durante el ejercicio y las reservas energéticas.
4. Describir y explicar las principales adaptaciones fisiológicas crónicas y agudas —motora, endocrinológica, metabólica, hematológica, respiratoria y cardiovascular— al ejercicio físico y al entrenamiento y diferenciando la adaptación según el tipo de ejercicio y el tipo de entrenamiento.
5. Describir los conceptos de: deuda, déficit, consumo, consumo máximo y pico de oxígeno. Conocer sus unidades de expresión y los métodos para su determinación. Conocer los mecanismos de producción de cada uno de ellos. Identificar los factores que afectan sus valores y mediciones.

6. Conocer los conceptos y diferencias entre potencias y capacidades aeróbicas y anaeróbicas.
7. Definir los términos umbral aeróbico y umbral anaeróbico. Conocer las técnicas para sus mediciones.
8. Conocer los conceptos de fatiga y su clasificación.
9. Conocer las causas de la fatiga central y periférica.

1.3.12.7. Fisiología del envejecimiento

1. Enumerar y describir las etapas del el ciclo vital humano: prenatal, niñez, infancia, adolescencia, adultez y senectud.
2. Describir los conceptos de senectud y longevidad.
3. Describir los conceptos de envejecimiento y de sus formas: senescencia y senilidad.
4. Enumerar las principales teorías del envejecimiento.
5. Enumerar las principales características del envejecimiento.
6. Describir los cambios en el proceso de envejecer: biológicos, psíquicos y sociales.
7. Describir los efectos fisiológicos del envejecimiento en los diferentes aparatos sistemas orgánicos.
8. Definir el concepto de muerte fisiológica.

1.3.12.8. Exploración funcional y habilidades

1. Saber medir la temperatura corporal en las diferentes partes del cuerpo.
2. Observar durante la realización de un ejercicio físico prolongado e intenso las zonas de sudoración del cuerpo.
3. Observar las respuestas cardiovasculares y respiratorias al frío y al calor de un sujeto en reposo.
4. Conocer los valores normales de las constantes vitales durante el ejercicio.
5. Conocer las técnicas para evaluar de las principales funciones fisiológicas durante el ejercicio.
6. Conocer las técnicas para evaluar de las principales cualidades físicas.
7. Saber realizar una prueba de esfuerzo e interpretar los parámetros normales.
8. Saber determinar los umbrales aeróbicos y anaeróbicos.
9. Saber diferenciar e interpretar los valores de los parámetros obtenidos con las pruebas directas e indirectas.

1.3.13. *Neurofisiología*

En distinta tipografía aparecen aspectos que no necesariamente han de ser aprendidos en los estudios de Fisiología Humana, sino que pueden aparecer en otras asignaturas o, alternativamente, de forma integrada en aquellos curriculos que así presenten las materias. Por ejemplo, hemos añadido algunos objetivos que deben considerarse al estudiar Física, como la naturaleza de la luz y el sonido; de este modo, damos coherencia al listado y, a la vez, no se decide sobre dónde se utilicen, pues dependerá de la estructura del currículo en cada centro.

1.3.13.1. Introducción

1. Identificar el estudio de la función del sistema nervioso (SN) como el objetivo de la Neurofisiología. Enumerar las técnicas fundamentales que se han utilizado en el estudio de la función nerviosa, comprendiendo sus objetivos y sus aportaciones al conocimiento de la misma.
2. Describir la arquitectura básica del SN identificando los tipos celulares que lo componen: células nerviosas o neuronas de diversos tipos y células de glía.
3. Comparar la función principal de las neuronas —procesamiento de la información eléctrica nerviosa y transmisión de la misma— y de la glía —soporte de la función neuronal—.
4. Describir cómo la glía tiene funciones que incluyen el mantenimiento del ambiente iónico perineuronal, la modulación de la velocidad de propagación del impulso nervioso, la modulación de la transmisión sináptica por medio de la captación de transmisores, la respuesta a agresiones al sistema nervioso.
5. Comprender las consecuencias de la encefalización progresiva en la escala filogenética hasta llegar a la especie humana.
6. Representar la función nerviosa somática y vegetativa como un gran arco reflejo en el que tienen lugar la recepción de las variaciones del medio interno o externo, el procesamiento central y la respuesta efectora.

1.3.13.2. Sistemas sensoriales

Fisiología Somatosensorial

1. Ser capaz de explicar brevemente qué estudia la fisiología somatosensorial.

2. Definir los conceptos siguientes dentro del marco de la fisiología sensorial: estímulo, sensación, percepción y capacidad discriminativa.
3. Comprender la multidimensionalidad de las variaciones de la energía externa y ser capaz de enumerar y definir al menos tres de sus dimensiones.
4. Clasificar los estímulos sensoriales y sus receptores fisiológicos de acuerdo con la "ley de las energías específicas" de Johannes Müller. Atribuirles la función que les corresponde y, eventualmente, su estructura encapsulada o de terminación nerviosa libre. Definir lo que se conoce en fisiología sensorial como "campo receptor".
5. Describir con claridad el proceso de transducción del estímulo en energía eléctrica en un receptor modelo; indicar la consecuencia funcional fundamental de la existencia de las formaciones que encapsulan la terminación nerviosa, en su caso.
6. Representar en una gráfica cómo se codifica la información sensorial en la fibra nerviosa aferente, señalando y definiendo el umbral sensorial.
7. Clasificar las aferentes primarias somatoestésicas de acuerdo a su función y otras características.
8. Ser capaz de comparar la clasificación de las fibras nerviosas en función de su diámetro y velocidad de conducción.
9. Atribuir una función a las raíces medulares anteriores y posteriores.
10. Identificar la importancia de las interneuronas de la sustancia gris medular, explicando cómo intervienen en el procesamiento del mensaje sensorial, y localizar las zonas de médula espinal donde son más abundantes.
11. Hacer un esquema de los circuitos de inhibición recurrente y presináptica y explicar mediante estos circuitos la inhibición lateral o circundante.
12. Explicar los fenómenos de convergencia y divergencia y sus consecuencias en el procesamiento de la información nerviosa.
13. Definir el concepto de "dermatoma" y dibujar de forma aproximada en un figurín humano los límites entre los dermatomas cervicales, torácicos, lumbares y sacros. Explicar su utilidad para localizar lesiones parciales de la médula espinal.
14. Comprender la consecuencia clínica de la superposición periférica de los campos receptores.
15. Correlacionar los distintos tipos de mecanorreceptores con la función que cumplen en la somatoestesia, sin olvidar el sentido de posición o "cinestesia".
16. Describir cómo se explora la "discriminación entre dos puntos", identificar la modalidad de estímulo que evalúa y explicar el porqué los resultados de su medida varían en diferentes áreas del cuerpo.
17. Describir las principales características de la termorrecepción en función de los receptores que la median, de sus aferentes primarias y de su función.

18. Hacer una gráfica que refleje las características principales de la respuesta de los termorreceptores para el frío y para el calor.
19. Hacer un esquema de la distribución en la médula de las aferentes de frío y calor, indicando las vías ascendentes en que se integran y su situación en la médula.
20. Describir las principales características de la nocicepción.
21. Definir los conceptos de "alodinia" e "hiperalgesia primaria".
22. Hacer un esquema de la distribución en la médula de las aferentes primarias que conducen la información de tacto discriminativo, la de propiocepción y la de posición y movimiento articular, indicando la vía ascendente en que se integran y su situación en la médula.
23. Hacer un esquema de la distribución en la médula de las aferentes nociceptoras, indicando las vías ascendentes en que se integran y su situación en la médula.
24. Localizar claramente en un esquema de la médula espinal dónde está la primera sinapsis de las vías que conducen dolor, qué neurotransmisores intervienen en la transmisión y cuáles en su modulación (neuromoduladores).
25. Describir los mecanismos centrípetos que controlan la transmisión del dolor a nivel de la primera sinapsis.
26. Describir los mecanismos descendentes (centrífugos) que controlan la transmisión del dolor en la primera sinapsis. Describir el papel que pueden tener los opiáceos endógenos.
27. Explicar qué es la hiperalgesia secundaria, el dolor de miembro fantasma y el dolor talámico, indicando los posibles mecanismos de su producción
28. Describir los mecanismos subyacentes del dolor referido de origen visceral
29. Describir las submodalidades sensoriales conducidas por el Sistema de los Cordones Posteriores y localizar sus núcleos de relevo hasta la corteza cerebral
30. Describir las submodalidades sensoriales conducidas por el Sistema del Cuadrante Anterolateral y localizar sus núcleos de relevo hasta la corteza cerebral.
31. Describir el sistema trigeminal, indicando las submodalidades sensoriales que media, y localizar sus núcleos de relevo hasta la corteza cerebral.
32. Explicar porqué el tálamo es considerado como la puerta de entrada a la corteza cerebral.
33. Diferenciar los núcleos talámicos específicos y no específicos, explicando sus distintas funciones e identificando los principales núcleos talámicos de relevo de las vías sensoriales.
34. Explicar qué entendemos por corteza cerebral diferenciando los distintos tipos de corteza.

35. Conocer la arquitectura celular del neocórtex, el estudio sistemático que hiciera Brodmann y las diferencias citoarquitecturales de las áreas sensoriales primarias, motoras primarias y asociativas.
36. Localizar con precisión la corteza sensorial primaria en una visión lateral y medial del cerebro y nombrarla adecuadamente. Sobre ella, dibujar esquemáticamente el homúnculo sensorial y explicar qué se entiende por somatotopía.
37. Explicar el funcionamiento columnar de la corteza somatosensorial primaria comentando el papel que la inhibición lateral podría tener.
38. Diferenciar esquemáticamente la localización en la corteza somatosensorial de subáreas de recepción de distintas modalidades de estímulo.
39. Discutir el papel funcional de las áreas asociativas tomando como modelo la corteza parietal posterior, áreas 5 y 7 de Brodmann y los déficits sensoriales y perceptuales que producen sus lesiones.

La Visión

1. Definir la luz. Conocer los límites del espectro visible y correlacionar las diferentes longitudes de onda con la percepción del color.
2. Describir el sistema óptico del ojo humano y la potencia de sus lentes y definir la agudeza visual.
3. Describir la refracción de la luz al atravesar estas lentes.
4. Describir las causas más frecuentes de los errores de refracción: miopía, hipermetropía y astigmatismo.
5. Describir la forma de corregir dichos errores de refracción.
6. Describir el reflejo de convergencia, acomodación, comparando la refracción de la luz en la visión de cerca y de lejos.
7. Conocer el proceso de involución del cristalino en su relación con la presbicia.
8. Conocer la mecánica de la contracción y dilatación pupilar y, por lo tanto, la estructura del iris.
9. Conocer las modificaciones de calidad de imagen, cantidad de luz que entra en el globo ocular y amplitud del campo visual como efecto de las variaciones en el diámetro pupilar.
10. Conocer el efecto del diámetro pupilar en la acomodación y en la profundidad de campo y de foco.
11. Hacer un esquema de las vías nerviosas del reflejo pupilar y describir los reflejos fotomotores directo y consensual.
12. Describir el trayecto de las fibras del nervio óptico desde su salida de cada ojo hasta el núcleo geniculado lateral y hacer un esquema que incluya la proyección de la salida de los núcleos geniculados a corteza visual. Describir el campo visual de cada ojo.

13. Utilizando el esquema anterior, predecir los déficits visuales que se producirán como consecuencia de lesiones en las distintas partes de la vía visual.
14. Describir la exploración (campimetría), características y alteraciones principales del campo visual.
15. Definir el concepto de presión intraocular, conocer sus valores normales y explicar cómo se mide.
16. Describir la secreción, circulación y reabsorción del humor acuoso.
17. Enumerar las células nerviosas que constituyen la retina indicando las conexiones entre ellas y diferenciando las células que componen la vía de conducción centrípeta y las que componen las vías de modulación transversal. Describir qué y cómo son la fóvea y la retina periférica.
18. Diferenciar las dos vías funcionales, de conos y de bastones, de conducción centrípeta de la señal visual.
19. Enumerar los distintos tipos de fotorreceptores y la sensibilidad espectral de cada uno de ellos. Explicar los conceptos de visión fotópica y escotópica.
20. Dibujar esquemáticamente el proceso de fototransducción indicando las moléculas y elementos químicos que en él intervienen. Dibujar igualmente las respuestas eléctricas de ambos tipos de receptores e indicar las bases iónicas de las mismas.
21. Comprender y explicar los patrones de las señales de salida que son conducidos por el axón de las células ganglionares dibujando muy esquemáticamente los circuitos neurales base del antagonismo centro-periferia de los campos receptores de estas células.
22. Enumerar los núcleos extraoculares de proyección de las células ganglionares y la densidad de esa proyección.
23. Enumerar los distintos tipos de células ganglionares y atribuir una función específica a cada uno de ellos.
24. Enumerarlos parámetros del estímulo que ya han sido codificados por la retina dando lugar a una señal de salida muy elaborada.
25. Describir el orden de las proyecciones de las células ganglionares al núcleo geniculado latera y describir los campos receptores de las células de este núcleo. Discutir el papel del núcleo geniculado lateral en el procesamiento de la señal visual.
26. Describir la representación topográfica de la retina, retinotopía y, por ende, del campo visual, visuotopía en la corteza visual primaria.
27. Discutir las respuestas electrofisiológicas de las células corticales desde los puntos de vista de su selectividad a la orientación, su dominancia ocular y su selectividad a diferentes longitudes de onda.
28. Explicar el modelo de módulos corticales compuestos por columnas y subcolumnas que cumplen funciones determinadas en la corteza visual primaria.

29. Hacer un dibujo esquemático de las vía visuales "M" y "P" identificando con precisión su origen, sus núcleos de relevo, su trayectoria, las áreas corticales de proyección y las funciones de cada una de ellas.

La audición

1. Conocer la naturaleza física del sonido e identificar sus dos componentes fundamentales que determinan intensidad y timbre. Conocer sus unidades de medida.
2. Describir la función del oído externo, del oído medio y del oído interno, enumerando, ordenadamente, las estructuras a través de las cuales se transmite de forma mecánica la onda sonora a las células receptoras del órgano de Corti.
3. Describir con precisión la función esencial que cumple la membrana basilar en la detección del estímulo por las células receptoras. Describir el análisis de frecuencias que la membrana basilar realiza gracias a la variación de su constitución física desde el ápex a la base. Definir por lo tanto lo que es la "tonotopía".
4. Nombrar los diferentes tipos de células receptoras auditivas y describir su inervación por las aferentes primarias del VIII par craneal atribuyendo a cada tipo celular las funciones que presuntamente les corresponden.
5. Explicar la respuesta eléctrica de las células receptoras al estímulo fisiológico y su traslado a las aferentes primarias del VIII par craneal. Explicar lo que se conoce como "amplificador coclear" y las implicaciones que tiene sobre la audición su afectación por drogas de uso terapéutico.
6. Hacer un dibujo de una curva audiométrica normal definiendo con claridad el significado de la curva del umbral sensorial y el de la curva del umbral doloroso.
7. Indicar los cambios que se producen con la edad en la curva audiométrica. Diferenciar las hipoacusias y sorderas en función del mecanismo de origen y describir el test utilizado para ello.
8. Hacer un esquema de la vía auditiva desde las fibras auditivas del VIII par craneal hasta la corteza auditiva primaria incluyendo todos los núcleos de relevo y los de tronco del encéfalo que confieren características particulares a esta vía.
9. Describir los mecanismos responsables de la localización del estímulo sonoro
10. Identificar topográficamente la corteza auditiva primaria, describir las funciones de la corteza auditiva primaria y su organización columnar.

El gusto y el olfato

1. Describir la naturaleza de las sustancias odoríferas y de los agentes responsables de los sabores primarios.

2. Describir los mecanismos generales de la transducción en los quimiorreceptores.
3. Identificar los mecanismos de transducción sensorial y la distribución topográfica de los distintos tipos de células gustativas ("distintos sabores").
4. *Hacer un esquema de las vías gustativa y olfativa*.
5. Distinguir las diferencias funcionales entre el gusto y el olfato tanto a nivel de los receptores como en sus vías de conducción como en sus proyecciones centrales.

1.3.13.3. Sistemas motores

Organización funcional del sistema nervioso para el control del movimiento

1. Explicar los principios generales de funcionamiento del sistema motor.
2. Exponer cuáles son los componentes principales del sistema motor y sus funciones generales.
3. Explicar el papel general de los circuitos de retroalimentación y de la información sensorial en el control del acto motor.
4. Describir los principios generales de jerarquización del sistema motor en el control del movimiento. Identificar las partes del sistema motor que participan en los tres componentes básicos del acto motor: el tono, la postura y el movimiento.
5. Describir las vías motoras descendentes agrupándolas en ventromediales y dorsolaterales, indicando su situación en un esquema de una sección trasversal de médula espinal; comparar sus funciones en el control del acto motor.

Unidades motoras y receptores musculares

1. Explicar el concepto de unidad motora enumerando todos sus componentes y representar una unidad motora en un dibujo esquemático
2. Clasificar las unidades motoras en unidades de tipo FF, de tipo FR y de tipo S según sus propiedades morfológicas y funcionales.
3. Describir los distintos tipos de músculos de acuerdo con las unidades motoras que contienen
4. Identificar con precisión los mecanismos que intervienen en la gradación de la fuerza muscular.
5. Explicar el papel de las distintas unidades motoras en la realización de movimientos.

6. Exponer cuáles son los principales receptores sensoriales musculares. Explicar las características morfológicas de los husos neuromusculares y de los órganos tendinosos de Golgi.
7. Explicar las respuestas sensoriales de los órganos tendinosos de Golgi.
8. Explicar las respuestas sensoriales de los husos neuromusculares.
9. Explicar que tipo de información recibe el sistema nervioso central por medio de los órganos tendinosos de Golgi y de los husos neuromusculares.
10. Exponer las características morfo-funcionales del sistema motor gamma.
11. Explicar cómo el grado de actividad en el sistema gamma determina la respuesta sensorial del huso neuromuscular.

Control espinal del movimiento

1. Dibujar un esquema de sección trasversal de médula espinal, incluir las raíces anteriores y posteriores y los ganglios raquídeos; situar correctamente en el esquema los cuerpos neurales fundamentales e identificar su función: sensorial, motora o interneuronal; diferenciar correctamente en el esquema la situación distinta de cada grupo de motoneuronas en función de los grupos musculares que activan; identificar también la función general de las fibras de ambas raíces e indicar el sentido de la conducción nerviosa.
2. Exponer el papel de las neuronas inhibitorias en el control de los circuitos espinales. Explicar el concepto de inhibición anterógrada y retrógrada y de control de las vías espinales por los centros superiores.
3. Describir los circuitos neuronales que son la base de los reflejos espinales.
4. Explicar cómo se produce el reflejo miotático y cuál es su base.
5. Explicar el concepto de inhibición recíproca.
6. Explicar cómo durante el movimiento se produce la coactivación alfa – gamma. Hacer un esquema explicativo sencillo.
7. Explicar la contribución del reflejo miotático al tono muscular antigravitatorio.
8. Explicar el papel del reflejo miotático en el control de la postura y del movimiento.
9. Explicar el reflejo que se origina en los órganos tendinosos de Golgi (inhibición autógena, miotático inverso) y sus bases morfológicas.
10. Explicar el papel de los reflejos originados en los husos neuromusculares y en los órganos tendinosos de Golgi en el control de la longitud y la tensión del músculo. Hacer un esquema de la regulación de la longitud y la tensión en un músculo.
11. Exponer cuál es la base morfológica y cómo se produce el reflejo de flexión y el reflejo de extensión cruzado.

12. Explicar el concepto de control descendente de los circuitos espinales y el porqué de la identificación de la motoneurona alfa como "vía final común".
13. Deducir las consecuencias de una lesión en las motoneuronas medulares (síndrome de la neurona motora inferior).
14. Definir con precisión los siguientes términos: arreflexia, parálisis, paresia, hipotonía, atrofia, fasciculación y fibrilación.
15. Explicar el concepto de programa central del movimiento.
16. Describir el control espinal y supraespinal de la marcha como un ejemplo de programa central del movimiento.

Control troncoencefálico del tono muscular y de la postura

1. Describir cómo la realización de cualquier movimiento requiere una estabilización previa de la postura.
2. Describir cuáles son los núcleos tronco-encefálicos que intervienen en el control del tono y la postura (vestibulares, reticulares, tubérculos cuadrigéminos) y mediante qué vías mediales y laterales lo hacen.
3. Describir cuáles son las funciones del sistema sensorial vestibular.
4. Explicar la anatomía funcional de los receptores vestibulares.
5. Explicar el mecanismo de excitación de los receptores vestibulares.
6. Explicar cómo se activan los receptores de las máculas del sáculo y utrículo y qué tipo de mensaje envían al sistema nervioso central.
7. Explicar cómo se activan los receptores de las crestas ampulares de los canales semicirculares y qué tipo de mensaje envían al sistema nervioso central.
8. Describir cuales son las proyecciones principales de los núcleos vestibulares y su papel funcional.
9. Describir el concepto de tono muscular y enumerar los centros principales que intervienen en su control.
10. Explicar cómo la sección experimental del tronco del encéfalo por debajo de los tubérculos cuadrigéminos provoca rigidez de descerebración.
11. Explicar el papel de la formación reticular póntica y bulbar en el control del tono muscular.
12. Explicar el papel de los núcleos vestibulares y del cerebelo en el control del tono muscular.
13. Describir los conceptos de espasticidad y rigidez en clínica.
14. Describir el concepto de control postural y de reflejo de orientación somática.
15. Explicar cómo funcionan los reflejos posturales que se originan en los canales semicirculares y en las máculas vestibulares.

16. Explicar el efecto de las lesiones laberínticas sobre la postura.
17. Describir los reflejos posturales que se originan en los propiorreceptores musculares y articulares y en los exterorreceptores cutáneos.
18. Explicar cómo funcionan los reflejos que se originan en los propiorreceptores del cuello.
19. Describir las consecuencias de una sección medular completa diferenciando los síntomas que aparecen inmediatamente después de la lesión, "shock espinal", la evolución de esos síntomas con el paso del tiempo y los que acaban siendo permanentes.
20. Explicar los mecanismos por los cuales se produce el shock espinal y cómo podrían explicar los síntomas que se producen después de la lesión medular.
21. Describir y localizar los déficits sensoriales y motores que se producirán por debajo de la lesión en una hemisección medular y en otras afecciones parciales de médula espinal.
22. Aplicar los conocimientos adquiridos sobre vías motoras, sensoriales y reflejos espinales a la identificación y localización de lesiones parciales de la médula espinal. Explicar lo que se conoce con el nombre de "disociación sensorial" y nombrar los síndromes más conocidos en clínica que la incluyen.

Control de los movimientos oculares

1. Describir los movimientos oculares que mantienen la diana visual en la fóvea (sacádicos, de seguimiento y de vergencia) y los que estabilizan los ojos durante el movimiento de la cabeza (vestíbulo-oculares y opto-cinéticos).
2. Describir los músculos extraoculares y su efecto sobre el movimiento ocular.
3. Describir el funcionamiento de los reflejos vestíbulo-oculares, explicando cómo descargan los receptores vestibulares, las vías que intervienen y el resultado funcional.
4. Describir cómo se produce el reflejo opto-cinético.
5. Exponer como descargan las motoneuronas oculares durante la realización de los movimientos sacádicos.
6. Explicar qué núcleos troncoencefálicos participan en el control de los movimientos sacádicos (centro de la mirada horizontal en la formación reticular póntica y centro de la mirada vertical en la formación reticular mesencefálica).
7. Exponer el papel de los tubérculos cuadrigéminos superiores en el control de los movimientos sacádicos, explicando cómo en este núcleo existe una disposición topográfica sensorial y motora.

8. Describir cómo los campos oculares frontales de la corteza cerebral controlan los movimientos sacádicos mediante sus proyecciones a los tubérculos cuadrigéminos y a los centros de la mirada troncoencefálicos.
9. Describir de manera general los efectos de las lesiones de los tubérculos cuadrigéminos superiores y de los campos oculares frontales sobre los movimientos oculares.
10. Describir cómo se controlan los movimientos oculares de seguimiento.
11. Describir cómo se controlan los movimientos de vergencia.
12. Explicar cómo los movimientos de la cabeza se integran con los oculares para mantener la mirada.

Control cortical del movimiento

1. Identificar cuáles son las áreas motoras corticales (motora primaria, premotora y motora suplementaria), su organización somatotópica y sus conexiones aferentes y eferentes.
2. Identificar las fases en que puede descomponerse la realización de un movimiento voluntario (identificación espacial, planificación y ejecución).
3. Explicar el papel de la corteza parietal posterior en la realización de movimientos voluntarios dirigidos hacia zonas determinadas del espacio.
4. Explicar cómo el área motora suplementaria programa las secuencias motoras generadas internamente y cómo su participación en el movimiento se modifica con el aprendizaje motor.
5. Explicar el papel del área premotora en las respuestas voluntarias a estímulos sensoriales y en el aprendizaje de respuestas motoras.
6. Hacer un dibujo claro de la vía corticoespinal en todo su recorrido y del origen de sus fibras, no olvidando sus relaciones con los núcleos motores de los pares craneales ni la existencia de un componente cruzado (via corticoespinal lateral) y otro directo (vía corticoespinal medial). Indicar lugar de proyección de ambos componentes y células sobre las que terminan sus fibras con particular referencia a la especie humana. Diferenciar su función.
7. Discutir brevemente las diferencias del sistema lateral medular, vía corticoespinal lateral y rubroespinal, con las vías mediales.
8. Explicar el funcionamiento columnar de la corteza motora primaria, las relaciones de las columnas con movimientos generados por grupos discretos de músculos y la función que tiene la información sensorial que reciben las columnas.
9. Explicar cómo codifican la fuerza y la dirección del movimiento las células de la corteza motora primaria y su clasificación en tónicas y fásicas.
10. Describir los síntomas o déficits motores que producirá una hemisección y una sección total de las fibras que pasan por las pirámides bulbares.

11. Comparar las consecuencias de las alteraciones funcionales de la vía cortico espinal (síndrome de la motoneurona superior) con las de las lesiones de las motoneuronas espinales.

Modulación del movimiento por el cerebelo

1. Diferenciar las tres divisiones funcionales del cerebelo correlacionándolas con las estructuras anatómicas que correspondan. Identificar cada una de las divisiones de la corteza con una función fundamental y con el núcleo cerebeloso profundo al que proyectan en cada caso. Indicar las fibras que conducen la señal de entrada al córtex del cerebelo y las que conducen la señal de salida. Identificar los principales orígenes de las entradas y destinos de la salida.
2. Dibujar los circuitos patrón que se repiten idénticos y por millones en todo el córtex cerebeloso asignando un papel funcional a cada tipo de neurona y a sus sinapsis.
3. Tener claro el concepto de que el procesamiento de ambas señales de entrada, teniendo en mente sus orígenes, se produce en los circuitos idénticos descritos en el objetivo anterior y el resultado de dicho procesamiento se produce por una única señal de salida, el axón de la célula de Purkinje.
4. Identificar el origen de las principales entradas al córtex cerebeloso y la información que conducen. Seguir la salida del córtex del cerebelo hasta su destino final indicando las escalas que correspondan. Representar la organización entrada-salida del cerebelo en un dibujo esquemático.
5. Identificar qué hemicuerpo envía información a cada uno de los hemicerebelos, con qué áreas de la corteza cerebral se relaciona recíprocamente y de qué lado del cuerpo recibe información sensorial cada uno de los hemicerebelos. Reflexionar sobre la importancia de la información sensorial para la realización correcta de cualquier acto motor. Comprender el concepto de integración sensitivo-motora.
6. Describir la participación del cerebelo en el mantenimiento del equilibrio y de la postura, por lo tanto de la distribución del tono muscular, y a su función en el inicio, planificación y secuenciación del movimiento voluntario.
7. Correlacionar el papel del cerebelo como órgano comparador que corrige el movimiento voluntario con su papel en el aprendizaje del movimiento.
8. Describir las bases celulares de depresión a largo plazo o LTD y como podrían explicar el posible papel del cerebelo en el aprendizaje.
9. Nombrar los síntomas fundamentales que pueden aparecer por lesiones del córtex cerebeloso y de los núcleos profundos del cerebelo y explicar en qué consisten. Ser capaz de discutir brevemente el porqué de la ausencia de dé-

ficits sensoriales a pesar de la masiva información que recibe de todas las modalidades de estímulo.

10. Desde la perspectiva de cómo se organizan las entradas y salidas del cerebelo, predecir las alteraciones neurológicas que aparecerán por lesiones delimitadas de las distintas regiones del córtex cerebeloso o de sus núcleos de relevo.

Modulación del movimiento por los ganglios basales

1. Hacer un esquema completo de los ganglios basales, incluidos la sustancia negra y el núcleo subtalámico, uniéndolos en forma de diagrama de flujo por flechas direccionales, completándolo con sus conexiones externas principales.
2. Nombrar los tres circuitos cerrados que los ganglios basales establecen entre sí y con la corteza cerebral a través del núcleo ventral lateral del tálamo. Comentar la coherencia de la reunión en el núcleo talámico ventral lateral de la señal de salida de los ganglios basales con la del neocerebelo a través del dentado.
3. Ser capaz de explicar el significado funcional de los circuitos principales mediante el signo de las sinapsis que intervienen e identificando sus neurotransmisores.
4. Comprender y explicar, cómo el resultado final del procesamiento en los ganglios basales es el aumento o disminución de la actividad talámica que actúa sobre corteza motora, causados respectivamente por la desinhibición o la inhibición de las células talámicas.
5. Explicar la función general de los ganglios basales en la iniciación y control del movimiento voluntario y en procesos cognitivos y emocionales.
6. Enumerar las enfermedades producidas por lesión de los ganglios basales: Parkinson, corea, atetosis y hemibalismo, adjudicando a cada una de ellas los síntomas motores que las caracterizan (rigidez, temblor, acinesia, discinesia) y la posible localización de la lesión y/o de la alteración en la neurotransmisión.
7. Explicar la base que sustenta el tratamiento de la enfermedad de Parkinson con L-DOPA, anticolinérgicos o mediante el trasplante de células catecolaminérgicas.

1.3.13.4. Hipotálamo y sistema nervioso autónomo

1. Enumerar las funciones del hipotálamo como controlador central del "medio interno".

2. Describir la organización funcional del hipotálamo, identificando los distintos núcleos hipotalámicos y relacionándolos con sus funciones características.
3. Identificar los neuromoduladores hipotalámicos y relacionarlos con su función.
4. Conocer las vías de conexión entre hipotálamo y otros centros del sistema nervioso central, así como su significación funcional.
5. Distinguir los núcleos y vías centrales del sistema nervioso autónomo.
6. Diferenciar los núcleos y vías autónomos de los núcleos y vías somáticos.
7. Describir y hacer un esquema funcional de las dos grandes divisiones del sistema nervioso autónomo: simpático y parasimpático.
8. Describir el sistema entérico y su papel funcional en el control de la función visceral.
9. Identificar los neurotransmisores utilizados en el sistema nervioso autónomo, conocer sus receptores específicos y los principales mecanismos de transducción.
10. Distinguir la expresión de receptores específicos para los neurotransmisores del sistema nervioso autónomo en los distintos órganos y sistemas.
11. Enumerar las funciones de cada una de las divisiones del sistema nervioso autónomo sobre el control de la homeostasis.

1.3.13.5. Funciones cerebrales complejas

Áreas de asociación de la corteza cerebral

1. Describir como la mayor parte de la corteza cerebral humana corresponde a áreas de asociación que son la base de los procesos cognitivos. Hacer un dibujo esquemático de la corteza cerebral con las zonas ocupadas por cortezas primarias y por corteza de asociación.
2. Enumerar los principales centros cerebrales y áreas corticales que envían información a las áreas de asociación.
3. Describir cómo las áreas de asociación reciben una parte importante de sus entradas talámicas de los núcleos dorsales mediales y pulvinar.
4. Describir cómo las áreas de asociación son particularmente ricas en conexiones con áreas corticales ipsi y contralaterales.
5. Enumerar los principales centros cerebrales y áreas corticales a los que envían información las áreas de asociación. Hacer un dibujo esquemático de dichas conexiones
6. Describir las principales características histológicas de las áreas de asociación haciendo referencia a las zonas ciotarquitectónicas de Brodmann.
7. Describir las características histológicas de las seis capas de la corteza cerebral, especificando las entradas y salidas de las mismas y comentando la importancia

de las conexiones horizontales en la corteza. Hacer un dibujo esquemático de la citoarquitectura cerebral.

8. Exponer el concepto de organización columnar de la corteza cerebral.
9. Exponer cómo el conocimiento de la función de las áreas de asociación deriva de manera importante, aunque no exclusiva, de los efectos de sus lesiones en pacientes.

Corteza parietal de asociación y atención

1. Señalar en un esquema del cerebro cuáles son las áreas parietales de asociación.
2. Describir cómo lesiones de corteza parietal derecha producen déficits en la atención espacial que se engloban bajo el concepto de síndrome de abandono o negligencia del lado opuesto.
3. Explicar cómo el síndrome de abandono o negligencia del lado opuesto pone de manifiesto el papel principal de la corteza parietal de asociación en la atención.
4. Describir cómo las técnicas actuales de imagen cerebral han revelado que al atender al campo visual izquierdo se activa la corteza parietal derecha mientras que al prestar atención al campo derecho se activan ambas cortezas parietales. Esto sugiere que ante lesiones del hemisferio izquierdo el lado sano es capaz de mantener un cierto grado de atención al lado derecho del cuerpo, explicando así cómo sólo se produce el síndrome de abandono o negligencia en las lesiones parietales derechas.
5. Describir cómo los pacientes con lesiones parietales pueden tener problemas con la percepción de partes de escenas visuales complejas (simultagnosia), dificultad en alcanzar objetos bajo guía visual (ataxia óptica) y en explorar escenas voluntariamente mediante movimientos oculares (apraxia ocular), lo que sugiere que la corteza parietal participa en la construcción de las representaciones espaciales que guían la atención y el movimiento.
6. Explicar cómo el registro con microelectrodos implantados en la corteza parietal de monos entrenados en diversas tareas ha revelado la existencia de neuronas que se activan selectivamente cuando el animal atiende activamente a un punto en el espacio contralateral.

Corteza temporal de asociación y reconocimiento

1. Señalar en un esquema del cerebro cuáles son las áreas temporales de asociación.
2. Describir cómo las lesiones de la corteza temporal producen agnosias: dificultad en reconocer, identificar y nombrar diferentes categorías de objetos.

3. Explicar cómo lesiones de la corteza temporal inferior, especialmente del lado derecho, dan lugar a prosopoagnosia: incapacidad para reconocer e identificar caras, aunque los pacientes pueden describir características de las mismas.
4. Explicar cómo las técnicas actuales de imagen cerebral han revelado que la corteza temporal inferior se activa durante el reconocimiento de caras mientras que zonas vecinas lo hacen al reconocer objetos definidos.
5. Explicar cómo el registro con microelectrodos implantados en la corteza temporal de monos ha revelado la existencia de neuronas que se activan selectivamente cuando el animal ve caras de otros monos y, en menor medida, de humanos.

Corteza frontal de asociación y planificación

1. Señalar en un esquema del cerebro cuáles son las áreas frontales de asociación.
2. Describir cómo las lesiones del lóbulo frontal producen síntomas muy variados que afectan a la personalidad del individuo y a su capacidad para planificar sus acciones.
3. Explicar cómo el registro con microelectrodos implantados en la corteza frontal de monos ha revelado la existencia de neuronas que se activan selectivamente durante el tiempo en el que el animal está esperando para realizar una tarea aprendida previamente, indicando que participan en la planificación de la acción.
4. Exponer cómo los datos clínicos y experimentales indican que el denominador común de las funciones cognitivas llevadas a cabo por la corteza frontal es la selección, planificación y ejecución del comportamiento adecuado, particularmente en contextos sociales.

Localización cerebral del lenguaje

1. Señalar en un esquema del cerebro cuáles son las áreas principales de procesamiento del lenguaje en el hemisferio izquierdo (área de Broca y área de Wernicke).
2. Explicar cómo la función esencial de las áreas corticales del lenguaje es la representación simbólica mediante una serie de reglas de utilización (gramática) y ordenamiento con significado útil para la comunicación (sintaxis). Además, deben proporcionar el contenido emocional adecuado a las palabras empleadas (prosodia).
3. Exponer cómo las áreas propias del lenguaje actúan en conjunto con áreas sensoriales, especialmente visuales y auditivas, y motoras encargadas del control de los músculos involucrados en la fonación.

4. Explicar las diferencias entre el lenguaje humano y los métodos de comunicación de otras especies animales.
5. Explicar cómo las lesiones específicas de las áreas del lenguaje produce afasias: síndromes caracterizados por la disminución o pérdida de la habilidad de comprender y/o producir el lenguaje, aunque la capacidad de percibir los estímulos relevantes y producir palabras inteligibles se mantiene.
6. Describir las características principales de la afasia que se produce por lesión del área de Broca (afasia motora, de expresión o de producción).
7. Describir las características principales de la afasia que se produce por lesión del área de Wernicke (afasia sensorial o receptiva) y explicar cómo las diferencias con la afasia de Broca manifiestan el procesamiento cortical distribuido del lenguaje.
8. Listar al menos cuatro características diferenciales de las afasias de Broca y Wernicke.
9. Describir cómo el estudio de pacientes sordos con lesiones cerebrales indica que las áreas del lenguaje están especializadas en la representación de la comunicación social por medio de símbolos, ya que estos pacientes tienen alteraciones del lenguaje por gestos.

Lateralización cerebral y lenguaje

1. Explicar cómo el estudio de los pacientes en los que se seccionó el cuerpo calloso ponen de manifiesto que el control del lenguaje es una función localizada fundamentalmente en el hemisferio izquierdo y que otras funciones cerebrales están lateralizadas.
2. Describir cómo las diferencias entre los hemisferios cerebrales pueden resumirse en que el izquierdo (en la mayoría de los humanos) está especializado en funciones como el procesamiento verbal y simbólico en la comunicación, mientras que el derecho esta especializado en funciones como el procesamiento visoespacial y emocional.
3. Exponer por qué en aproximadamente el 97% de los humanos, el control principal del lenguaje está localizado en el hemisferio izquierdo. Este predominio, aunque en menor medida, se observa también en las personas zurdas.
4. Describir cómo el hemisferio derecho tiene capacidades lingüísticas rudimentarias.
5. Describir cómo la zona conocida como "planum temporale" en el lóbulo temporal izquierdo es mayor que en el derecho, pero sólo en el 67% de las personas.
6. Describir cómo el uso de las técnicas de imagen funcional cerebral están aportando nuevos datos que apuntan a un procesamiento del lenguaje más distribuido de lo que el modelo clásico de Broca/Wernicke mantiene.

7. Explicar cómo las áreas del hemisferio derecho equivalentes a las de Broca y Wernicke participan en el control del tono y emoción del lenguaje y cómo sus lesiones dan lugar a síndromes denominados aprosodias.

1.3.13.6. Fisiología de las emociones

1. Exponer cómo las emociones son expresadas por cambios motores viscerales y respuestas motoras somáticas estereotipadas, especialmente de los músculos faciales.
2. Describir cómo los cambios emocionales van acompañados por modificaciones en la actividad del sistema nervioso autónomo.
3. Describir cómo la activación simpática se produce en estados de alerta o ansiedad.
4. Describir cómo la activación parasimpática y entérica acompaña los estados de saciedad.
5. Explicar cómo los centros diencefálicos, en particular el hipotálamo, contienen los circuitos básicos para los comportamientos organizados que acompañan las distintas emociones.
6. Describir cómo la formación reticular del troncoencéfalo y bulbo es una de las principales dianas del hipotálamo y cómo su activación puede producir respuestas motoras somáticas y viscerales extensas.
7. Describir cómo el control descendente de la expresión emocional tiene dos componentes paralelos: uno de control motor voluntario y otro con origen en el lóbulo frontal medial y en las partes mediales del cerebro anterior, incluyendo la parte ventral de los ganglios basales y el hipotálamo, que termina en centros viscerales motores de la formación reticular, en neuronas preganglionares autonómicas y en ciertos grupos de neuronas premotoras y motoras somáticas que también reciben información del primer componente voluntario.
8. Identificar en un esquema morfológico, los componentes principales del sistema límbico (corteza prefrontal medial y orbital, girus cynguli, amígdala, núcleo mediodorsal talámico, hipotálamo, parte ventral de los ganglios basales).
9. Explicar cómo lesiones en el sistema límbico dan lugar a alteraciones en el sentimiento y expresión de las emociones.
10. Describir cómo en la amígdala se llevan a cabo procesos de asociación entre estímulos sensoriales esencialmente neutros en términos emocionales y otros estímulos que tienen algún valor de refuerzo emocional (dolor o placer, por ejemplo), de manera que esta estructura es fundamental en el comportamiento emocional aprendido, especialmente en el aversivo.

11. Describir cómo la amígdala constituye un punto central en la red que une los centros corticales y subcorticales involucrados en el procesamiento emocional.
12. Explicar cómo la contribución neocortical al control de las emociones muestra una cierta lateralización, estando el hemisferio derecho más íntimamente relacionado con la percepción y expresión de las emociones.
13. Describir cómo el procesamiento de los aspectos emotivos del lenguaje (prosodia) está especialmente desarrollado en el hemisferio derecho.
14. Describir cómo las lesiones en el hemisferio izquierdo suelen acompañarse de pérdida de sentimientos "positivos", facilitando la depresión, mientras que las lesiones del hemisferio derecho se suelen acompañar de estados de optimismo injustificado.
15. Describir cómo la expresión facial de las emociones se produce con mayor velocidad y riqueza en el lado izquierdo de la cara (controlado por el hemisferio derecho).
16. Explicar cómo las emociones tienen una influencia poderosa sobre otras funciones cerebrales complejas, incluyendo los procesos responsables de las decisiones razonadas y de los juicios interpersonales que guían la conducta social.

1.3.13.7. Sueño y vigilia

Sueño y ritmos circadianos

1. Definir el estado de sueño y explicar cómo se caracteriza por la interrupción de la conciencia y por signos electroencefalográficos precisos que revelan distintos grados de actividad cerebral.
2. Exponer cómo los humanos (y los mamíferos en general) necesitan dormir periódicamente para mantener un funcionamiento correcto y cómo la deprivación de sueño produce graves alteraciones.
3. Describir cómo la duración normal del sueño en el adulto es de unas ocho horas, disminuyendo desde la infancia a la vejez.
4. Exponer cómo el ritmo de sueño/vigilia es un ritmo circadiano que se acompaña de otros cómo la disminución nocturna de la temperatura corporal o el aumento nocturno de la secreción de cortisol.
5. Describir cómo los humanos aislados de señales que indiquen el tiempo externo (en una habitación de luz constante y sin información externa, por ejemplo) mantienen un ritmo alternante de sueño y vigilia, aunque el período del mismo aumenta de 24 horas a alrededor de 26.
6. Explicar cómo el núcleo supraquiasmático del hipotálamo es el principal

controlador del ritmo sueño-vigilia y de otros ritmos circadianos como el de temperatura, secreción hormonal, presión arterial y producción urinaria.
7. Describir cómo células ganglionares retinianas especiales que contienen melanopsina son activadas directamente por la luz enviando información sobre el nivel de luminosidad al núcleo supraquiasmático.
8. Describir cómo el núcleo supraquiasmático a través del núcleo paraventricular del hipotálamo y del ganglio simpático cervical superior actúa sobre la glándula pineal que sintetiza la hormona melatonina.
9. Exponer cómo la melatonina es secretada con un ritmo circadiano, alcanzando un máximo durante la noche, e induce sueño.

Fases del sueño

1. Explicar cómo el registro electroencefalográfico de la actividad cerebral permite distinguir distintas fases en el sueño.
2. Exponer las bases celulares del registro encefalográfico y los principales ritmos que se observan durante la vigilia y el sueño.
3. Describir las cuatro fases del sueño no-REM (*Rapid Eye Movement*), basándose en el registro del EEG y en el grado de profundidad del sueño.
4. Describir las características del sueño REM y su asociación a las ensoñaciones.
5. Describir cómo durante una noche de sueño típico de ocho horas se producen varios ciclos que alternan las fases no-REM y REM y que se acompañan de cambios en otros parámetros cómo la frecuencia cardíaca y la respiración.

Circuitos neurales del control del sueño

1. Describir cómo el ciclo sueno/vigilia es generado activamente por núcleos del hipotalamo (núcleos preóptico ventrolateral y tuberomamilar) y troncoencéfalo (neuronas colinérgicas de la unión ponto/mesencefalica, neuronas noradrenérgicas del locus coeruleus y neuronas serotoninérgicas de los núcleos del rafe) que controlan el grado de alerta mental continuamente desde el sueño hasta la vigilia activa.
2. Describir como los núcleos del troncoencéfalo forman parte de la formación reticular activadora, cuya estimulación da lugar al paso de sueno a vigilia.
3. Describir cómo la activacion conjunta de las vías aminérgicas y colinérgicas del troncoencéfalo producen el estado de vigilia y cómo éstas son controladas por neuronas histaminérgicas del núcleo tuberomamilar hipotalámico que liberan orexina, un péptido que provoca el estado alerta.
4. Describir cómo los circuitos troncoencefálicos responsables del estado de

vigilia son inhibidos periódicamente por el núcleo preóptico ventrolateral, lo que contribuye al inicio del sueño.

5. Describir cómo durante la transición de la vigilia al sueño no-REM la actividad de los sistemas aminérgicos y colinérgicos del troncoencéfalo disminuye, mientras que durante el sueño REM la actividad de las vías troncoencefálicas aminérgicas, las serotoninérgicas en particular, es casi nula y la de las colinérgicas alcanza los niveles de la vigilia.
6. Explicar cómo la activación de las vías troncoencefálicas modula el ritmo de las interacciones entre el tálamo y la corteza, disminuyendo el disparo rítmico en ráfagas de las neuronas talamocorticales y la actividad sincronizada en la corteza.
7. Describir cómo las neuronas talamocorticales tienen dos estados estables de funcionamiento electrofisiológico, un estado oscilatorio intrínseco cuando están hiperpolarizadas y un estado de disparo tónico cuando están despolarizadas que se genera cuando las vías troncoencefálicas están activas durante la vigilia.
8. Explicar cómo el estado tónico de las neuronas talamocorticales permite el paso de los trenes de potenciales que codifican la información periférica, mientras que el estado oscilatorio provoca la sincronización de los circuitos tálamo corticales con la aparición de las ondas de sueño y desconectando la corteza del mundo exterior.

1.3.13.8. Memoria y aprendizaje

Tipos de memoria en humanos

1. Describir las características principales de la memoria declarativa (explícita) y las de la memoria no declarativa (implícita o de procedimiento).
2. Describir las características temporales de la memoria inmediata, de la memoria a corto plazo y de la memoria a largo plazo.
3. Describir cómo la formación de asociaciones significativas entre los datos a memorizar mejora el establecimiento de recuerdos.
4. Exponer cómo el olvidar forma parte activa de los mecanismos cerebrales de la memoria.

Sistemas cerebrales de la memoria declarativa

1. Identificar en un esquema anatómico el hipocampo y los centros diencefálicos mediales y del lóbulo temporal relacionados con éste.

2. Exponer cómo las lesiones del hipocampo se acompañan de trastornos en el establecimiento de recuerdos explícitos, generalmente en forma de amnesia anterógrada.
3. Describir cómo los animales a los que se lesiona el hipocampo tienen problemas en aprender tareas de memorización.
4. Exponer las evidencias clínicas y experimentales que indican que el almacenamiento a largo plazo de la memoria declarativa se produce en la corteza cerebral, en especial en las áreas de asociación.

Sistemas de la memoria no declarativa

1. Describir cómo la memoria no declarativa depende de la integridad de los ganglios basales, corteza prefrontal y de asociación sensorial, amígdala y probablemente del cerebelo, pero no de las áreas diencefálicas mediales y del lóbulo temporal medial involucrados en la memoria declarativa.

Bases celulares del aprendizaje y de la memoria

1. Explicar cómo la habituación y sensibilización, cuyas bases celulares se pueden estudiar en animales simples como la Aplisia, constituyen modelos de aprendizaje.
2. Describir cómo durante la sensibilización del reflejo de retirada de la agalla de la Aplisia se producen cambios en la eficiencia de las sinapsis y en la expresión génica en las neuronas responsables del reflejo.
3. Describir los fenómenos de potenciación a largo plazo y depresión a largo plazo en las sinapsis centrales de los mamíferos.
4. Describir cómo la potenciación a largo plazo tiene características de especificidad y asociación que la hacen ser un buen candidato como substrato de los fenómenos celulares del aprendizaje.
5. Describir las bases moleculares de la potenciación a largo plazo en el hipocampo.
6. Describir las bases moleculares de la depresión a largo plazo en la corteza
7. Describir cómo en las espinas dendríticas se pueden localizar los fenómenos de plasticidad sináptica asociados al aprendizaje.
8. Describir cómo se producen cambios en la representación cortical sensorial o motora en respuesta a cambios en la información recibida, lo que podría estar relacionado con fenómenos de aprendizaje.

1.3.13.9. Líquido cefalorraquídeo (LCR) y barrera hematoencefálica

1. Hacer un dibujo esquemático del sistema ventricular del cerebro e identificar, situándolas, las meninges y el espacio subaracnoideo.
2. Describir la formación y reabsorción del LCR incluyendo la morfología y función de los plexos coroideos.
3. Conocer los valores normales de presión, volumen y composición del LCR y describir sus cambios fundamentales en condiciones patológicas.
4. Describir las bases endoteliales de la barrera hematoencefálica y discutir sus consecuencias en cuanto a la distribución en el sistema nervioso central de drogas hidrofóbicas o hidrofílicas administradas.

1.3.13.10. Exploración funcional y habilidades

1. Explorar de manera general las sensibilidades somatoestésica, visual, auditiva, olfativa y gustativa.
2. Explorar de manera general los reflejos espinales y del tronco del encéfalo.
3. Realizar una electromiografía de superficie.
4. Realizar una electroencefalografía básica.

ESTRATEGIAS CURRICULARES. FISIOLOGÍA E INTEGRACIÓN

JESÚS FERNANDO ESCANERO MARCÉN
Universidad de Zaragoza

2. *Estrategias curriculares. Fisiología e integración*

En el congreso bianual de la SEDEM celebrado en octubre de 2001 en la ciudad de Granada se firmó la llamada "Declaración de Granada" por parte de la SEDEM (Sociedad Española de Educación Médica), la CNDM (Conferencia Nacional de Decanos de Medicina), el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, el Ministerio de Sanidad y Consumo y la OMC (Organización Médica Colegial).

El apartado segundo de dicha declaración reza textualmente:

"Identificar y definir explícitamente las competencias finales que sus alumnos habrán de haber adquirido en el momento de graduarse, teniendo en cuenta las necesidades sociales; como consecuencia, toda la actividad docente, la estructura académica y la asignación de medios se pondrán al servicio de esta meta. Se diseñarán además métodos de medida para la evaluación de los resultados como instrumento de mejora y desarrollo de calidad."

Y en el quinto se lee:

"Estructurar el curriculum rigurosamente, alcanzando la integración horizontal y vertical de las materias que lo componen….".

Esta declaración de principios, compartida por todos los agentes relevantes en la formación de médicos, constituye un referente significativo para la contextualización de la integración curricular en las políticas oficiales pensadas para la formación de médicos en nuestro país.

La integración de los contenidos de una materia, en general, o el paso de la Fisiología Sistémica a la Fisiología Integrada, en particular, debe realizarse siguiendo las diferentes etapas indicadas por Harden[1] en su modelo; es decir, yendo desde una enseñanza basada u orientada en asignaturas hasta otra totalmente integrada (transdisciplinaria), en donde se han borrado los límites de las materias, que es el final inexorable de un planteamiento curricular integrado.

La conclusión, sin embargo, se ha obtenido siguiendo un camino distinto al recorrido por los fisiólogos franceses, a finales de los 80, quienes vaticinaron el final de algunas materias, como la Histología y la Fisiología, debido a que los clínicos en su formación investigadora no sólo aprenden las bases de su especialidad y cómo abordarlas en sus planteamientos de investigación, sino que además les resulta mucho más fácil determinar la pertinencia de los contenidos y establecer, por ende, los límites de lo que deben conocer los estudiantes (programas de pregrado).

La Fisiología, no obstante, debe mantenerse no sólo como elemento referencial e integrador en la ascensión hacia la integración en un currículo de pregrado, sino que va a ser asimismo un elemento integrador e impulsor de la investigación y parte decisiva de la enseñanza de postgrado (máster). Constituye, además, un referente valioso para estructurar el razonamiento científico del futuro médico.

2.1. PLANTEAMIENTOS CURRICULARES CLÁSICOS EN EL SIGLO XX: DEL PLAN BASADO EN LAS BÁSICAS AL ORIENTADO A RESULTADOS

El análisis de la evolución histórica del currículo a través del siglo XX ofrece cuatro momentos estelares: desde la concepción de progresión sistematizada en el aprendizaje y por ciclos del currículo (primera etapa) a la aparición de las competencias y el currículo orientado a resultados, donde el razonamiento científico se construye de forma no sistemática, sino ligada a las actividades de aprendizaje clínico (cuarta). A continuación se analizan brevemente estos cuatro episodios.

[1] Harden, R. M. (2000): "The integration ladder: a tool for curriculum planning and evaluation". *Med. Educ.*, 34, 551-557.

2.1.1. *El informe Flexner*

Este trabajo[2], de 1910, es el resultado de un estudio encargado a Abraham Flexner por *Carnegie Foundation* sobre el estado de la educación médica en las Escuelas de Medicina de los Estados Unidos y Canadá. El informe representa la primera declaración sobre cómo debe estructurarse un currículo para la formación médica.

En aquella época, la mayoría de dichas escuelas constituían un negocio altamente lucrativo, su calidad académica era muy baja y muy pocas funcionaban como verdaderas unidades universitarias. De las recomendaciones realizadas por Flexner, cinco, las más divulgadas, fueron aceptadas con relativa facilidad y alcanzaron un grado de generalización sorprendente con las modificaciones locales correspondientes. Estas fueron:

- un currículo de cuatro años,
- dos años de ciencias de laboratorio (ciencias básicas),
- dos años de enseñanza clínica en hospitales y servicios clínicos,
- vinculación de la Escuela de Medicina a la Universidad,
- adopción de requisitos de ingreso en matemáticas y ciencias.

Alguna de estas recomendaciones merecen un comentario adicional. Nos referimos a la consideración por parte de Flexner de que el método científico utilizado en la investigación era idéntico al razonamiento clínico utilizado en la práctica; las ciencias básicas tenían que separarse de los estudios clínicos con la idea u objetivo de que los estudiantes dominasen el método científico antes de iniciar la formación clínica[3]. Los resultados de esta consideración todavía prevalecen en la mayoría de currículos.

En general, la influencia de estos presupuestos ha sido tal que todavía mantiene su valor y sirve de guía para la práctica totalidad de los planes de estudio de España y una gran parte de los de Europa, como indican Prat y Oriol[4].

---

[2] Flexner, A. (1910): "Medical education in the United States and Canada". *Bulletin nº 4*. New Yotk: The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching. Boston, Massachusetts: Updyke.

[3] Mandin, H., Jones, A., Woloschuk, W., Harasym, P. (1997): "Cómo ayudar a los estudiantes a aprender a pensar como expertos cuando solucionan problemas clínicos". *Educ Med*, 1 (2), 68-76. Reproducido de *Acad Med*. 72, 173-179.

[4] Prat, J., Oriol, A. (2004): Nuevas orientaciones en los programas universitarios de preparación de profesionales médicos. En: Monografías Humanitas 7: *La profesión médica: los retos del milenio* (Dres invitados: Oriol, A. y Pardell, H.). Fundación Medicina y Humanidades Médicas: Barcelona. Pp.: 85-98.

Resulta difícil sustraerse, sin embargo, a señalar que en el Informe existe un conjunto de recomendaciones, cuyo grado de implementación ha sido muy limitado y que incluso tienden a olvidarse en las referencias. Entre éstas se indica que:

- debe alcanzarse la integración de las ciencias básicas y las ciencias clínicas en los cuatro años,
- debe estimularse el aprendizaje activo,
- debe limitarse el aprendizaje de memoria mediante conferencias,
- los estudiantes no deben aprender solamente hechos, sino desarrollar el pensamiento crítico y la habilidad de resolver problemas,
- los educadores deben enfatizar que, en los médicos, el aprendizaje es una tarea para toda la vida.

Regan-Smith[5] aduce dos razones por las cuales el segundo grupo de recomendaciones, a pesar de su actualidad, no ha recibido la misma acogida que el primero. Éstas son: a) requieren más tiempo y esfuerzo por parte de los profesores y b) se ha invertido mucho en la "reforma científica" y poco o muy poco en la "reforma educativa" de las Escuelas de Medicina. Obviamente, la implementación de estos cambios requiere que los profesores sean fundamentalmente educadores.

Flexner consideró a la Escuela de Medicina de Johns Hopkins, creada en 1883, como un prototipo en este sentido, por ser la primera en contar con una política institucional que basaba la educación médica en la investigación científica.

2.1.2. *"Médicos investigadores"*

A comienzos de los 50 y en los centros académicos de ciencias de la salud se produjo un hecho curioso: empezó a destacar una nueva clase de "médicos investigadores" que, además de dedicarse a la docencia, realizaban investigación y practicaban asistencia médica. Su capacidad para integrar las ciencias básicas y los principios clínicos, al tiempo que resolvían problemas asistenciales, demostró la utilidad de esta integración dentro de la educación

[5] Regan-Smith, M.G. (1999). "Commentary on Flexner's impact-then and now. A profound effect on medical education, research, practice", *Pharos*, 62(1), 31. Regan-Smith, M.G. (1998) "Reform without change":update. *Acad. Med.*, 73(5), 505-7.

médica[6]. Teniendo en cuenta esta apreciación, frente a la enseñanza basada en asignaturas, de implantación universal, apareció *el currículo integrado por sistemas* de *Western Reserve University*, actualmente *Case Western Reserve University* (CWRU), en Cleveland, en el cual el bloque científico previo se distribuyó en un programa docente, estructurado en sistemas/especialidades[7]. Otra característica del currículo era/es el temprano contacto de los estudiantes con la clínica (a partir del primer curso).

Aunque el currículo original sólo se integró parcialmente, surgieron planes de estudio posteriores basados en sistemas, cada vez más consolidados en este enfoque de integración. Este modelo de estructuración de la docencia obliga a planificar las asignaturas a equipos conjuntos de profesores de básicas y clínicas, lo que fuerza a la selección de contenidos con criterios de relevancia, soslayando una de las debilidades del modelo anterior (basado en materias o asignaturas). La filosofía de la CWRU ha influido en muchas de las actuaciones de innovación docente que se han llevado a cabo en diferentes facultades, incluido el siguiente modelo.

2.1.3. *Currículo basado en la solución de problemas*

A finales de los 60 se consideraba que la capacidad de solucionar problemas era indicadora de la competencia y pericia (*expertise*) clínica. Basándose en esta capacidad, entendida como una estrategia general aplicable a todas las especialidades, surgió la primera Facultad de Medicina centrada en el desarrollo de habilidades en los estudiantes para la resolución de problemas. En 1969, la Facultad de Medicina de McMaster, en Hamilton (Ontario, Canadá) decidió sistematizar un currículo en este sentido. Su eje central se basó en el proceso de aprendizaje del estudiante, con métodos pedagógicos consecuentes con las recientes investigaciones en psicopedagogía sobre el razonamiento y el aprendizaje: la solución de problemas (*Problem Based Learning* —PBL—). El aprendizaje basado en la solución de problemas había nacido y supuso un gran hito en la formación de médicos. Entre el 70 y el 90 numerosas Facultades de Medicina en América del Norte y Europa siguieron los pasos de la McMaster. Este sistema no sólo desarrollaba habilidades para

[6] Véase el estudio de H. Mandin *et alii, op. cit.*
[7] Véase el estudio de J. Prat *et alii, op. cit.*

solucionar problemas, también trabajaba con un cuerpo de conocimiento integrado relacionado con el/los problema/s[8]. Aunque el aprendizaje basado en la solución de problemas (ABSP o ABP) respalda que la integración de conocimientos de básicas y clínicas aumenta la retención[9], aparecieron algunas publicaciones sobre las lagunas de las bases cognitivas de los conocimientos de los estudiantes que podrían afectar los resultados de la práctica[10]. Posteriormente, nosotros mismos[11] nos hicimos eco de las dificultades reportadas por Maastrich (Universidad de Limburg, Holanda) y que presentaban los alumnos en la transferencia del aprendizaje hacia otros contextos.

En la década de los 70, la *McMaster University* (también *Michigan State University*) inició una serie de estudios para analizar la naturaleza de las habilidades desplegadas en la resolución de problemas. Para la resolución de los mismos no parecía existir un proceso generalizado. Lo que surgió fue un proceso de pasos secuenciales, aplicable a todos los problemas, utilizado tanto por los expertos como por los principiantes. Éste era:

- la adquisición de datos mediante una estrategia denominada de "búsqueda y examen" (*search and scan*), seguida de
- la interpretación de los datos,
- la generación de una hipótesis adicional,
- la evaluación.

Este proceso secuencial recibió el nombre de "método hipotético-deductivo" y se describió como el "método científico" de la medicina clínica[12].

Otras investigaciones sobre el razonamiento clínico pusieron de manifiesto la presencia de una "especificidad de problema" que iba en contra del proceso universal o general de resolución de problemas[13]. Además se demostró que el éxito en la resolución dependía más del dominio de los contenidos

---

[8] Norman, G. R., Schmidt, H. G. (1992): "The psychological basis of problem-based learning: a review of the evidence", *Acad Med*, 67, 557-565.

[9] G. R. Norman, Op. cit.

[10] Albanese, M. A., Mitchel, S. (1993): "Problem-based learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues", *Acad Med*, 68, 52-81.

[11] Escanero, J. F., Guerra, M., Soria, M., Gambarte, A. J. (2005): *Guía para escribir casos o problemas en el ABSP*. Prensas Universitarias de Zaragoza, Universidad de Zaragoza.

[12] Barrows, H. S., Tamblyn R. M. (1981): *Problem based learning; an approach to medical education*. Springer Publishers: New York.

[13] Mandin, H., Jones, A., Woloschuk, W., Harasym, P. (1997): "Cómo ayudar a los estudiantes a aprender a pensar como expertos cuando solucionan problemas clínicos", *Educ Med*, 1 (2), 68-76. Reproducido de *Acad Med*. 72, 173-179. Norman, G. R., Tugwell, R., Feightner, J. W. (1982): "A comparison of resident performance on real and simulated patients", *J Med Educ*, 57, 708-715.

que de una estrategia[14]. Posteriormente, otras investigaciones[15] identificaron "el reconocimiento de patrones" (*pattern recognition*), una estrategia que no utiliza los principios de las ciencias básicas, como uno de los medios por el cual "los expertos" resuelven los problemas. Una ampliación de estos datos puede obtenerse en la publicación de Mandin *et alii*.[16].

2.1.4. *Planes basados en resultados y esquemas*

Finalmente, en 1996, dos facultades introducen cambios curriculares que representan dos aportaciones que marcan la trayectoria a seguir por los nuevos planes y a los que apuntan la legislación o proyectos de legislación que se están llevando a norma legislativa.

a) Plan basado en resultados

Uno de ellos es el de la Facultad de Medicina de *Brown University* (Providence, Rhode Island), que anunció la puesta en marcha del "MD 2000 Curriculum", hecho que causó poco impacto, a pesar de tratarse de una importante Facultad de una Universidad de Nueva Inglaterra. El nuevo currículo suponía un cambio de paradigma, yendo de la planificación de los procesos a la de resultados. El elemento básico para esta definición es el concepto de competencia que define un determinado grado de capacidad operativa en un entorno determinado. De esta forma, en el protocolo *Outcome Project del Accreditation Council for Graduate Medical Education* (ACGME), todo el programa formativo se resume en seis competencias (p.e., cuidados del paciente), el de pregrado de la *Brown University* lo hace en nueve (p.e., comunicación efectiva). Sin embargo, en otros medios, la formulación de las competencias es mucho más explicita.

De esta forma, la definición objetiva de las diferentes competencias individualizables que deberá demostrar un profesional para actuar con un grado

[14] Maatsch, J. L., Huang, R. L. (1986): "An evaluation of the construct validity of four alternative theories of clinical competence", *Proc. Annu Conf Res Med Educ*, 25, 69-74.

[15] Ver los estudios de Escanero *et alii* y el de Barrows.

[16] Véase el estudio de H. Mandin *et alii, op. cit.*

de competencia determinado, adecuado a un perfil profesional, constituye la materialización del concepto de enseñanza centrada en los resultados[17].

En la actualidad, el *Medical Curriculum Committee* en *Brown Medical School* aprobó una transformación curricular a realizar sobre el curriculum basado en competencias que se había implementado en 1996, incorporando cinco elementos esenciales[17]:

1. cursos integrados,
2. enseñanza centrada en el paciente,
3. métodos de aprendizaje activo en pequeños grupos,
4. un medio ambiente educativo que sea humano y conducente al aprendizaje,
5. una más completa y robusta integración de la nueva tecnología.

b) Plan basado en esquemas (*Calgary University***)**

Gick[19], revisando la literatura sobre educación, llegó a concluir que los conocimientos de los expertos, a diferencia de los conocimientos de los principiantes, están organizados en *esquemas útiles,* tanto para el almacenamiento como para la recuperación de la información, facilitando así un enfoque organizado de solución de problemas. En este contexto, el término "esquema" es una categorización mental de los conocimientos que incluye una forma organizada y concreta de comprender y responder a una situación compleja. Es decir, en general los expertos trabajan de manera progresiva utilizando esquemas específicos para los problemas dentro de su ámbito de pericia y rara vez confían en una estrategia de búsqueda general. Es razonable esperar que un proceso similar, hasta cierto punto al menos, pueda ser operativo dentro de un contexto clínico. De esta forma, la capacidad de resolver problemas por parte de los estudiantes podría aumentarse, en primer lugar, mediante el desarrollo de esquemas explicativos durante el aprendizaje y, luego, se podría utilizar estos mismos esquemas para recuperar la información de la memoria para poder solucionar los problemas diagnósticos. Usar esquemas, tanto para aprender como para solucionar

[17] Véase J. Prat *et alii, op. cit.*

[18] Smith, S. R. (2005): "Toward an integrated medical curriculum". *Medicine and Health Rhode Island* 88 (8), 258-261.

[19] Gick, M. L. (1986). "Problem-solving strategies", *Educ Psychologist*, 21, 99-120.

problemas, tiene la ventaja de combinar en una sola operación[20] la creación de una estructura de conocimientos y una estrategia de búsqueda y recuperación.

En la Facultad de Medicina de *Calgary University* (Canadá), fundada en 1970, se adoptó un modelo curricular basado en sistemas y, a mediados de los 90, aprobaron un modelo denominado *currículo* o *modelo de presentaciones clínicas*. Este modelo ha sido adoptado por más de 15 facultades en todo el mundo. Se trata de 120 +/- 5 presentaciones que responden a las formas en que pueden presentarse los pacientes y cubren las 3200 entidades diagnósticas conocidas en medicina. Las presentaciones pueden tomar la forma de puntos históricos críticos (e.g. dolor torácico o abdominal), de signos físicos aparecidos en un examen clínico (v.g. hipertensión) o de datos de laboratorio alterados (v.g. lípidos séricos elevados); después de 10 años de experiencia con las presentaciones clínicas, han iniciado en este agosto pasado nuevas reformas, profundizando en las posibilidades y mejoras detectadas que se podían introducir[21].

Este currículo se eligió en parte por la amplitud de conocimientos que abarca y por la organización de los conocimientos médicos que genera: cada presentación clínica se organiza de acuerdo con un número variable de categorías diagnósticas causales. Cada una de estas entidades se analiza de acuerdo con un protocolo, evitándose así listas exhaustivas de diagnósticos. A medida que aumentan las experiencias clínias de los estudiantes, se van enfrentando a un número mayor de entidades diagnósticas que son incorporados a su conocimiento. La forma en la cual se presentan los prototipos diagnósticos permite a los estudiantes identificar las características discriminantes dentro y entre los mismos. También se facilita el proceso mediante el cual los estudiantes pueden comparar y contrastar las características distintivas de cada enfermedad.

Una vez realizada la selección de las presentaciones clínicas para cumplir con la amplitud del dominio de los conocimientos médicos, había que cumplir con el desafío de proporcionar a los estudiantes oportunidades de aprender la solución de problemas diagnósticos sin perpetuar la asunción errónea de que existe un proceso universal, genérico. A pesar de que el *razonamiento hipotético-deductivo* continúa siendo una estrategia de investigación utilizada frecuentemente para todos los problemas, los clínicos expertos parecen utilizarlo sólo cuando se enfrentan a problemas fuera de sus ámbitos de experiencia. Cuando se enfrentan a problemas dentro de sus ámbitos de experiencia o es-

[20] Véase Mandin *et alii*, *op. cit.*
[21] Véase S. R. Smith, *op. cit.*

pecialidad emplean una *"estrategia dirigida por un esquema"*. Y esto es lo que se buscó en *Calgary University*: enseñar a los estudiantes una búsqueda "dirigida por un esquema" con la finalidad de ayudarles a pensar como los clínicos expertos, lo más precozmente posible en su desarrollo, como profesionales que resuelven problemas clínicos[22].

2.2. INTEGRACIÓN

2.2.1. *Razones para la integración*

Aparte de las razones históricas (evolutivas) cada vez con posicionamientos más claros hacia la integración y que se acaban de exponer en el párrafo precedente, existen otras que se abordan a continuación.

Permítasenos reseñar primero que, en 1929, Whitehead[23] escribía: "La solución que estoy argumentando consiste en erradicar la fatal desconexión de materias que mata la vitalidad de nuestro moderno currículo. Sólo hay un tema-materia para la educación y éste es la vida en todas sus manifestaciones".

Dividir la medicina en disciplinas es un constructo artificial. El mundo real de la medicina práctica es transdisciplinario en gran parte. Los médicos, incluso los especialistas, comienzan sus interacciones con los pacientes de manera abierta. El internista debe considerar la causa de un dolor abdominal (quirúrgica, obstétrica o psiquiátrica) cuando visita a un paciente con este problema[24].

De igual forma, la división de las ciencias básicas en disciplinas es también un esquema artificial con una finalidad instrumental: la investigación científica. La investigación médica es una empresa ampliamente reduccionista, que profundiza en áreas muy específicas. Como se puede comprender, la aproximación disciplinar ha sido muy útil y provechosa para hacer avanzar el conocimiento científico.

El aprendizaje para llegar a ser médico es diferente, sin embargo, al del investigador, señala Smith[25]. El estudiante médico necesita relacionar cosas, así como retener otras que están separadas. Necesita aprender a relacionar las partes, tanto como a sintetizar u observar y ver el cuadro en toda su amplitud.

---

[22] Véase H. Mandin, *et alii, op. cit.*
[23] Whitehead, A. N. (1929): *The Aims of Education*. The Free Press: New York.
[24] Véase S. R. Smith, *op. cit.*
[25] *Op.cit., infra.*

2.2.2. *Definición*

La integración curricular es una estrategia importante en la educación médica, pero se trata de un concepto complejo[26]. En el siguiente apartado desarrollado en extenso sobre la base de la publicación de Harden[27]: "The integration ladder: a tool for curriculum planning and evaluation" en *Medical Education,* se da una completa visión de la integración y de su progresión.

2.2.3. *Integración curricular en Medicina: la escalera de HARDEN*

Este apartado se basa, como el mismo autor reconoce, sobre previas descripciones de modelos de currículos integrados, especialmente en los trabajos de Jacobs[28], Fogarty[29] y Drake[30]. Dicha publicación tiene un mérito adicional y es su orientación a la Medicina.

En la figura 1 se representa la escalera de 11 peldaños que va de la enseñanza y aprendizaje basado en asignaturas (peldaño inferior) a la integrada (superior). En los primeros cuatro peldaños se enfatiza sobre las materias o asignaturas; los siguientes seis peldaños superiores se centran en la integración de varias disciplinas y, en el último, los estudiantes tienen

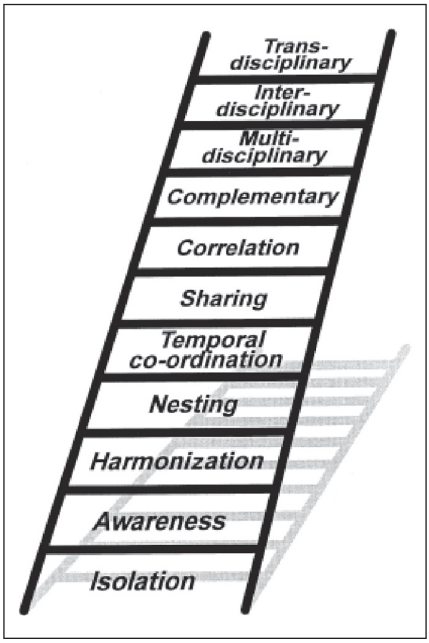

Figura 1. Escalera de Harden.

[26] PRING, R. (1970): "Curriculum integration", *The curriculum: Context, Design and Development Education*, Hooper R., ed. Oliver and Boyd: Edinburgh. Pp.: 265-72.

[27] Ver R. M. HARDEN, *op. cit*.

[28] JACOBS, H. H. (1989): *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Association for Supervision and Curriculum Development: Alexandria, Virginia.

[29] FOGARTY, R. (1991): *How to integrate the curricula*. IRI/Skyligt Training and Publishing Inc: Palatine, Illinois.

[30] DRAKE, S. M. (1993): *Plannig integrated curriculum. The call to adventure*. Association for Supervision and Curriculum Development: Alexandria, Virginia.

más responsabilidad para la integración y se proporcionan las herramientas para ello.

2.2.3.1. Peldaño 1. Aislamiento (fragmentación, anarquía)

Los departamentos o las diferentes materias organizan sus enseñanzas sin tener en cuenta las del resto de materias o disciplinas curriculares. Cada asignatura o materia contempla, desde su propia perspectiva, el contenido curricular como áreas a enseñar, con la profundidad, secuencia y progresión que sus profesores determinan. No se presta ninguna atención al resto de materias.

Representa los currículos tradicionales de la enseñanza de la Medicina con horarios determinados para cada una de las materias de cada curso. Los estudiantes pueden asistir a tres, cuatro o cinco clases diarias de distintas materias, dedicadas a temas que no guardan ninguna relación entre sí.

2.2.3.2. Peldaño 2. Conocimiento (concienciación)

En este peldaño, al igual que en el anterior, la enseñanza curricular está basada en las asignaturas o materias. Sin embargo, los profesores de las diferentes materias conocen (son conscientes), de algún modo o manera, lo enseñado por las otras materias del currículo. En nuestro medio esto se consigue a través de las Guías de Facultad en las que se explicitan programas y objetivos de las diferentes materias que integran el currículo de una Facultad de Medicina determinada. Este sistema debería evitar las repeticiones, redundancias, referencias cruzadas, en las diferentes partes del curso o de la carrera.

En este peldaño o escalón no existe un intento explícito para ayudar a los estudiantes a tener una visión integrada del tema.

2.2.3.3. Peldaño 3. Armonización (conexión, contacto)

En este peldaño los profesores responsables de las materias o partes de ellas se consultan y comunican acerca de sus cursos. Las consultas pueden tener lugar a través de discusiones informales o a través de encuentros

o comités con reuniones más estructuradas y formales. Las Comisiones de Curso podrían cumplir con esta función si no se limitasen, como ocurre en la mayoría de los centros, solamente a planificar los exámenes y horarios, que realizan en una única reunión anual. En otros casos, el Vicedecano de Organización Académica puede tener asignada esta tarea. Estas tareas de coordinación, en caso de llevarse a cabo, permiten a cada curso y materia contribuir más adecuadamente al cumplimiento de los objetivos generales.

Como se ha dicho, las disciplinas permanecen separadas, pero el profesor puede tener conexiones explícitas dentro de la materia o de las materias del curso. La clave de este modelo[31] está en el esfuerzo orientado a relacionar las asignaturas dentro del currículo; no se asume que los estudiantes establecerán las conexiones automáticamente.

2.2.3.4. Peldaño 4. Nidación (infusión)

Se trata de una aproximación a la integración en la que el profesor apunta a la realización, dentro de un curso basado en asignaturas, a habilidades o destrezas referidas a otras materias. El contenido diseñado en el currículo desde diferentes materias puede ser utilizado para enriquecer la enseñanza de una materia concreta. El término "infusión" se ha aplicado también a este peldaño o escalón de integración en el que los profesores analizan las metas de las asignaturas por separado e identifican caminos en los que ciertas habilidades genéricas pueden ser completadas y mejoradas en el conjunto de materias existentes. Un ejemplo, citado por Harden[32], consistiría en lo siguiente: curso de Patología en el que se presentan aspectos de Medicina Clínica para demostrar la aplicación de principios patológicos y donde los estudiantes desarrollan habilidades en la solución de problemas. Otro ejemplo consistiría en la integración de la promoción de la salud y la prevención de la enfermedad en un número mayor de cursos en el currículo.

En la nidación las materias reconocen los resultados curriculares más ampliamente que los suyos propios y se adecúan a los mismos (competencias genéricas o transversales, reajuste de alguna parte del programa, etc.). La enseñanza sigue basada en asignaturas y el seguimiento del curso y su evaluación siguen siendo de su competencia.

---

[31] Véase R. Fogarty, *op. cit.*
[32] *Op. cit.*

2.2.3.5. Peldaño 5. Coordinación temporal (enseñanza paralela o en paralelo, enseñanza concurrente, cursos grapados o materias grapadas)

Cada profesor sigue siendo responsable de su propio programa de enseñanza. El tiempo de enseñanza de los temas o tópicos dentro de una asignatura se consulta con otras materias. El horario se ajusta para que los temas relacionados sean programados para el mismo tiempo. Por tanto, temas similares o relacionados se enseñan/explican el mismo día o semana. Debe quedar claro que los estudiantes estudian los conceptos de las diferentes materias separadamente y deben ser ellos mismos quienes descubran las relaciones. En un programa de ciencias médicas básicas con coordinación temporal, los fisiólogos explican la función cardíaca al mismo tiempo que los anatómicos explican la estructura del corazón y los histólogos las células miocárdicas. Los estudiantes deben establecer las relaciones o uniones entre los temas, pero esta tarea viene facilitada por esta coordinación en el tiempo.

Los programas que se definen como programas de enseñanza integrada son en la práctica, frecuentemente, programas coordinados temporalmente. Harden[33] indica que este es un buen comienzo para avanzar en la integración.

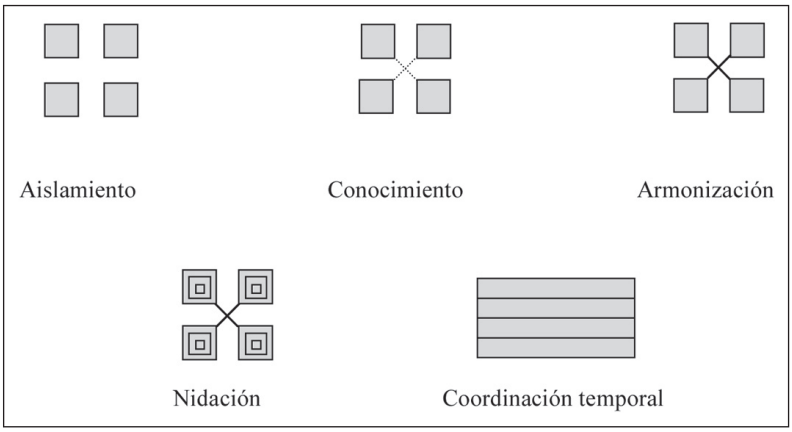

Figura 2. Los cinco primeros peldaños con currículos basados en asignaturas.

[33] *Op. cit.*

2.2.3.6. Peldaño 6. Compartición (enseñanza conjunta)

Dos disciplinas pueden ponerse de acuerdo para planear e implementar conjuntamente un programa de enseñanza. La planificación y enseñanza compartida en dos disciplinas tiene lugar cuando los solapamientos de conceptos o ideas emergen como elementos organizativos. Las dos disciplinas que realizan este tipo de integración son normalmente materias complementarias y el curso compartido hace énfasis sobre los conceptos, habilidades y actitudes compartidos. Lo "nuclear" del curso está normalmente en estos elementos compartidos. Un ejemplo lo puede constituir la Fisiología y la Biofísica.

Los deseos de este tipo de integración suelen proceder de los propios departamentos a través de la identificación de áreas comunes de la enseñanza o de la necesidad de incluir un nuevo tópico en el currículo. Los departamentos constatan que, operando conjuntamente, pueden afrontar mejor, más efectiva y eficientemente la solución.

Así como la coordinación temporal puede ser una etapa de camino hacia formas más integradas, ésta suele considerarse como una etapa final en sí misma. Sin embargo, estos casos allí donde se implantan, tienden a ser percibidos y considerados como casos especiales que, incluso cuando tienen éxito, no constituyen ejemplos para ser extrapolados a otras partes del currículo. Sin embargo, esto no es así y un programa compartido puede ser considerado como una etapa hacia formas más complejas y completas de integración.

2.2.3.7. Peldaño 7. Correlación (programa concomitante, programa democrático)

En la etapa o escalón de correlación de la integración se pone énfasis en la existencia de materias o disciplinas que establecen acuerdos para la mayor parte del programa en currículos con cursos basados en asignaturas. Dentro de este marco, se introduce una sesión de enseñanza integrada o un curso además de la enseñanza basada en asignaturas. Esta actuación debe proporcionar áreas de interés común para cada uno de los temas incluidos. Un ejemplo de correlación es un programa de ciencias médicas donde a los estudiantes se les presenta primero, por ejemplo, el sistema gastrointestinal desde la perspectiva de cada uno de los profesores o materias implicadas y luego se reúnen una tarde determinada para una sesión de integración o se concreta un día determinado a la semana, mientras dura el tiempo destinado al sistema gastrointestinal, para

sesión de integración. La sesión puede tener diferentes orientaciones y apoyarse, por ejemplo, sobre un proyecto o trabajo asignado a los estudiantes.

2.2.3.8.Peldaño 8. Programa complementario (programas mezclados)

La aproximación complementaria a la integración contempla tanto la enseñanza basada en asignaturas, como la integrada. En este caso, las sesiones integradas representan un hecho importante en el currículo. Estas sesiones tienen un reconocimiento en términos de tiempo, recursos, evaluación, etc. que, al menos, es similar al reconocido a la enseñanza basada en asignaturas.

Son importantes los acuerdos para la evaluación ya que se necesita reflejar el énfasis y la participación de ambas enseñanzas, la integrada y la orientada o basada en asignaturas.

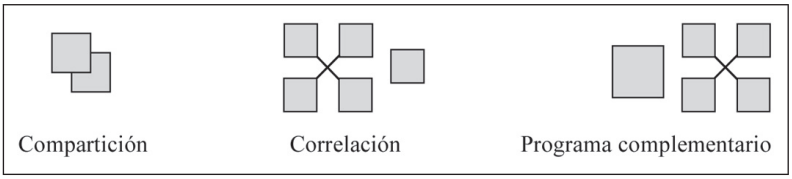

Figura 3. A medio camino (mitad de la escalera) entre el currículo basado en asignaturas y el integrado.

2.2.3.9. Peldaño 9. Multidisciplinar ("*webbed*", contribuidor)

Una aproximación multidisciplinar realizada desde diferentes materias proporciona un número de temas o tópicos para un curso normal. Los temas seleccionados, como centro del curso integrado, pueden funcionar de diferentes formas. Por ejemplo, pueden delimitar un área en el que deben tomarse decisiones prácticas que van a servir como punto central del pensamiento interdisciplinario. Los problemas y las tareas deben ser emprendidas por los profesionales, pero también utilizadas como centro de la enseñanza integrada. Toda la enseñanza clínica cabe perfectamente en este tipo de integración; también la de las básicas puede abordarse desde este tipo de integración. Así, el estudio de los diferentes sistemas del organismo humano, desde la embriología a lo funcional o los estadios del ciclo vital, pueden abordarse conjuntamente e, incluso, pueden ser utilizados como una alternativa a los

sistemas del organismo desarrollados en un currículo basado en asignaturas. Finalmente, el tema puede ser un complejo de información y habilidades que son relevantes en Medicina, tales como: métodos clínicos, ética, promoción de la salud, etc.

La característica esencial de la integración multidisciplinaria es que, independientemente de la naturaleza del tema, éste es tratado bajo el prisma de las diferentes disciplinas. El tema o problema es el centro o núcleo del aprendizaje de los estudiantes, aunque las disciplinas mantengan su identidad y cada una demuestre cómo sus conocimientos o programa contribuyen al conocimiento general del tema por parte del estudiante. "Una disciplina", sugirió Drake[34], "resulta fácilmente identificable dentro de la estrategia de enseñanza y las peculiaridades de los procedimientos de la disciplina pueden mantenerse intactos por el profesor". En la enseñanza multidisciplinaria la contribución individual de las disciplinas al tema está implícitamente indicada en los documentos curriculares y horarios. En el peldaño multidisciplinario, las materias o disciplinas renuncian en gran medida a su propia autonomía.

2.2.3.10. Peldaño 10. Interdisciplinar (monolítico)

En la integración interdisciplinar hay un último cambio de énfasis hacia los temas como centro y hacia los aspectos comunes de las diferentes materias. Jarvis[35] define la integración "interdisciplinar como un estudio de un fenómeno que implica la utilización o uso de dos o más disciplinas académicas simultáneamente". Este peldaño implica un nivel más alto de integración, con el contenido de la totalidad o de la mayoría de los temas combinados en un nuevo curso y con un nuevo menú. En este curso no hay referencia a disciplinas o materias individuales y las asignaturas no son identificadas como tales en los horarios.

Implícitamente, en el movimiento desde una integración multidisplinar a una interdisciplinar se encuentra la pérdida de las perspectivas disciplinares.

---

[34] *Op. cit.*

[35] Jarvis, P (1990): *An International Dictionary of Adult and Continuing Education*. Routledge: London and New York.

2.2.3.11. Peldaño 11. Transdisciplinar (fusión, inmersión auténtica)

La frase de Whitehead[36] indicada al principio sirve de introducción a Harden[37] para este peldaño o escalón.

En la integración transdisciplinar, como en la interdisciplinaria, el currículo transciende a las asignaturas consideradas individualmente. El centro de la enseñanza en la integración transdisciplinar no es, sin embargo, un tema o tópico seleccionado para este propósito, sino el campo de conocimiento de la Medicina. El profesor proporciona una estructura o marco de oportunidades de aprendizaje, pero la integración la realiza el propio estudiante, basándose en las situaciones de alta fidelidad con el mundo real de la atención médica.

La educación transdisciplinar se refleja en el aprendizaje descrito por McCombs[38] como "un proceso individual de construcción de información y experiencia, filtradas a través de las percepciones únicas de cada uno de los individuos, pensamientos y sentimientos".

Un ejemplo de integración transdisciplinar, cita Harden[39], lo constituye la fase final de la educación médica en *Dundee*. En los primeros tres años, el currículo se integra acerca de los sistemas del organismo. En los últimos dos años, los estudiantes están vinculados, durante períodos de tiempo, a un rango de especialidades en el hospital y en la comunidad y experimentan en diferentes contextos en los que se practica la Medicina. Una batería de 113 problemas clínicos o tareas proporcionan a los estudiantes el marco para la integración de sus experiencias. Los estudiantes miran cada una de las tareas desde la perspectiva de las diferentes rotaciones (vg. el dolor abdominal visto desde cirugía, digestivo, ginecología, etc.) Una guía de estudio escrita o electrónica es una pieza clave para ayudar a los estudiantes en el desafío o apuesta de integración de estas diferentes experiencias.

De esta forma, en una aproximación transdisciplinar, las asignaturas llegan a ser parte de la experiencia real mundial del que aprende y a través de ella filtran los objetivos y metas más amplias de la integración curricular. En este medio ambiente, el que aprende es conducido a averiguar cómo interpreta órdenes a través de las tareas prescritas. Este estadio de integración ha sido

[36] *Op. cit.*
[37] *Op. cit.*
[38] McCombs, B. L. (1992): *Learner-Centred Phychological Principles. Guidelines for School Redesign and Reform*. American Psychological Association: Washington DC.
[39] Op. cit.

denominado integración "auténtica", reflejando cómo el aprendizaje tiene lugar en el mudo real. El término fusión también se ha aplicado para este peldaño. Conforme los estudiantes aprenden, integran interna e intrínsecamente y completan la maestría de las competencias referidas a las tareas. Fogarty[40] utiliza el término "inmersión" cuando "la disciplina llega a ser parte de la experiencia de los estudiantes y a través de esta filtra las más amplias metas y objetivos".

En este nivel, los límites entre las diferentes disciplinas han desaparecido y los estudiantes se centran enteramente en un nuevo constructo de conocimiento que transciende las disciplinas.

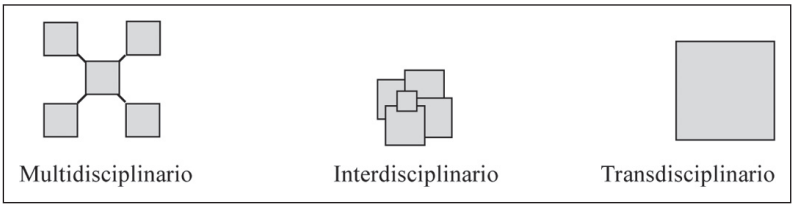

Figura 4. Los tres últimos peldaños. Currículos con diferentes niveles de integración.

2.3. LA INTEGRACIÓN CURRICULAR EN ESPAÑA

2.3.1. *Historia*

En la segunda mitad del siglo XX, tuvieron lugar algunos esfuerzos aislados que deben ser reseñados. Los primeros en el tiempo fueron los de Antonio Gallego (1966), llevados a término en la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid y el realizado en el 68 en la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid que tuvo como principales impulsores e ideólogos a José María Segovia y Vicente Rojo.

Bien adentrada la segunda mitad del siglo XX, 1980, la Facultad de Medicina de Alicante, con Carlos Belmonte como impulsor, fue otro ejemplo, probablemente adelantado en el tiempo para su consolidación. Otros intentos que merecen reseñarse son los realizados de modo individual por José Carreras con la Biología Molecular en la Universidad Central de Barcelona o el de Neurobiología de la Facultad de Valladolid que tuvo en Carlos Bel-

[40] *Op. cit.*

monte, José Carreras, Carlos Iñíguez y Joaquín de Juan sus artífices principales. Nombres bien conocidos en la educación médica por ser germen de lo que hoy es la SEDEM.

Milagros García Barbero[41], de donde se han tomado los anteriores datos, indica alguna de las causas por las que estos cambios no se mantuvieron en el tiempo, implantados gracias al voluntarismo de determinadas personas, por desgracia siempre las mismas y no muy numerosas,

La reforma del 93 en España posibilitó la integración horizontal de asignaturas en varias facultades, con niveles reales de integración que van del peldaño de la integración espacio temporal en algunos centros a la integración efectiva de contenidos en otros (Oviedo, Albacete). La reforma también incorporó la optatividad (libre elección de asignaturas) y la incorporación de nuevos contenidos. Algunas facultades han ido incorporando tímidamente competencias transversales en diferentes materias[42].

El plan de estudios de la Facultad de Medicina de la Universidad de Castilla La Mancha merece un comentario especial. Fue creada en el 1998 con un compromiso especial de desarrollar un programa innovador que capacitara a los nuevos profesionales de la Medicina para dar respuesta a las necesidades de salud de la sociedad del siglo XXI[43]. El plan de estudios se desarrolla en un modelo mixto basado en la coordinación y, en algunos casos, integración de las disciplinas, en el aprendizaje por módulos de objetivos y en el aprendizaje por problemas, concediendo gran relevancia al desarrollo de las competencias prácticas. El programa presenta las siguientes características:

- aprendizaje centrado en las necesidades educativas del estudiante,
- aprendizaje basado en la práctica,
- aprendizaje multidisciplinar, que integra las ciencias básicas, clínicas y psicosociales.

---

[41] Garcia Barbero, M. (1986): *Enseñanza de la Medicina: modelos educativos*. JANO (Serie Monográfica Humanidades Médicas n 3), XXXI(741), 5-11.

[42] *Op. cit*.

[43] Alfonso-Roca, M. T. (2005): "El aprendizaje de la Medicina en la Universidad de Castilla la Mancha. Una experiencia educativa basada en el aprendizaje de las competencias profesionales", *Educ Med*, 8(2), 9-12. Alfonso-Roca, M. T., Fonseca, M., Hermoso, J. (2005): Nuevo enfoque educativo en los estudios de Medicina en la Facultad de Medicina de la Universidad de Castilla La Mancha. *Avances en Educación Médica: Retos presentes para futuros profesionales de las ciencias de la salud* (edas: M. Fonseca y P. Ruiz de Gauna). Sociedad de Educación Médica de Euskadi, Bilbao. Pp.: 53-60.

2.3.2. *Actualidad*

El análisis de Prat y Oriol[44] sobre la situación española en el 2005 introduce una serie de posicionamientos en el contexto europeo, por constituir en la actualidad el ámbito de desarrollo de las titulaciones y las profesiones. Comienzan explicando el porqué del cambio profundo que tanto la universidad española como la europea se ven forzadas a realizar; cambio que necesariamente implica un cambio de paradigma "derivado de la imperiosa necesidad de ser el motor de la Europa del conocimiento y de la innovación, como respuesta de nuestros países a la vertiginosa pérdida de peso de nuestro continente en lo cultural y lo económico en el mundo globalizado que se está configurando y en el que sólo la calidad y la innovación permiten hacer frente a la incorporación a la producción de grandes masas laborales en los países subdesarrollados". En ello se apoyan para mantener la vitalidad de la sociedad de bienestar europea. Más adelante señalan las fuertes tensiones que experimentan las facultades "entre los cambios necesarios para la consecución de los objetivos finales mencionados y la cultura universitaria clásica, muy poco dada a la interacción con los problemas del entorno".

En este contexto nacen algunos programas para la actualización de los currículos como el proyecto DISSENY o el Proyecto de Convergencia Europea de la Conferencia de Decanos de las Facultades de Medicina Españolas.

2.4. ROL DE LA FISIOLOGÍA EN LA INTEGRACIÓN CURRICULAR

Habiendo anunciado de manera tan prematura la autoliquidación de la Fisiología (y de todas las materias asignaturas) en los últimos niveles de integración, corresponde ahora analizar el rol de esta materia en los diferentes peldaños. La Fisiología, hasta alcanzar la transdiciplinariedad, debe ocupar diferentes roles según sea el nivel de integración al que se aspire.

Hasta el quinto peldaño o escalón (coordinación temporal), las asignaturas mantienen total separación unas de otras y, en la coordinación temporal, sólo se registra aproximación, manteniendo cada materia su total autonomía.

[44] *Op. cit.*

Sin embargo, resulta bien cierto que los límites entre materias se sobrepasan por todas ellas. Los anatómicos e histólogos se apoyan en la función para explicar la morfología o la estructura celular; los fisiólogos suelen iniciar los temas de su materia con un recuerdo de la arquitectura (macro y micro) que soporta la función.

Del sexto al noveno, la Fisiología sigue persistiendo como una entidad cada vez con menor nitidez o bien se mantiene compartiendo con otras materias diferentes partes del programa, con mayor significatividad en cada paso. Es en este momento cuando la Fisiología puede jugar un papel central, como indica Sefton[45], la Fisiología se encuentra en el centro compartiendo límites con múltiples ciencias médicas. Estos límites difuminados y dinámicos, según hemos manifestado[46], "ofrecen posibilidades excitantes y oportunas para la búsqueda de la integración, independientemente del rol central, que en nuestra opinión, también desempeña la fisiología".

En esta línea, en la Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza se han puesto de acuerdo los profesores responsables de la enseñanza del aparato respiratorio de Fisiología, Anatomía e Histología para realizar un ensayo con objeto de instalar un programa complementario (peldaño 8). Este aparato debe servir de modelo de trabajo para los otros órganos o sistemas del organismo.

Las etapas a seguir que se han establecido para la programación son las siguientes:

a) Confrontación y análisis de los programas a integrar.
b) Elaboración tentativa de un programa único. El objetivo perseguido en este punto es que en todos los temas o unidades exista una participación de todas las materias: puntos de encuentro.
c) Establecimiento de la secuencia de impartición: ideas guía para la secuenciación.
d) Establecimiento del porcentaje de participación de cada materia en cada unidad o tema.
e) Elaboración del programa definitivo.
f) Programación metodológica basada en enseñanzas activas.

---

[43] Sefton, A. (1998): "The future of teaching physiology: an internacional viewpoint". *Adv. Physiol Educ*, 20, 53-58.

[44] Escanero, J. F., Guerra, M., Ponze-Zumino, A. y Alda, J. O. "Aprendizaje basado en la solución de problemas en fisiología circulatoria: el caso o problema como nexo de unión para la integración curricular". *Educ. Med.*, 5(4), 191-194, 2002.

g) Programación de la evaluación. El porcentaje de participación está matizado por la pertinencia de los conceptos de cada materia en cada unidad temática.

La implementación se realizará probablemente a la vez que se explica el programa normal en cada una de las materias.

Los eslabones décimo y undécimo suponen la desaparición de las materias en un currículo integrado. En dicho currículo quedarán, sin embargo, dos cuestiones esenciales que no pueden ser obviadas en ningún planteamiento: los conceptos que la Fisiología ha desarrollado como núcleo de su "interpretación de la vida" y el papel de los profesores de Fisiología en la planificación, desarrollo y evaluación de los aprendizajes en el nuevo modelo curricular.

Como colofón defendemos que, además, la Fisiología debe seguir ocupando, como entidad independiente, un papel destacado en la enseñanza de postgrado. Sin duda, no tan relevante y vinculante como en el pregrado, pero sí como elemento de unión o "integrador" desde la perspectiva docente e investigadora[47].

[47] Acta de la reunión celebrada en la Universidad de Zaragoza, noviembre 2004.

CAMBIOS METODOLÓGICOS EN LA ENSEÑANZA DE LA FISIOLOGÍA

EMILIO SÁNCHEZ-BARCELÓ
Universidad de Cantabria

3. Cambios metodológicos en la enseñanza de la Fisiología en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)

La Declaración de Bolonia (1999) comprende un conjunto de medidas, cuyo objetivo es la creación, en el año 2010, de un Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Se trata del mayor reto de la UE en el ámbito educativo, comparable a la instauración de la moneda única. Los primeros pasos previstos en la Declaración de Bolonia ya se han dado: el establecimiento del Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS); el Suplemento Europeo al Título y, más recientemente, el decreto de estructuración de los estudios superiores en dos ciclos, grado y postgrado, incluyendo este último los Master y el Doctororado. El paso siguiente será la elaboración por parte del Consejo de Coordinación Universitaria y elevación al Gobierno, para su aprobación, de los distintos proyectos de Reales Decretos por los que se establezcan los nuevos títulos oficiales, sus directrices generales y particulares.

Gran parte de lo que vamos a exponer en este capítulo son adaptaciones metodológicas que, con carácter general, se aplicarán a la docencia universitaria del EEES, y sólo algunas son específicas de la enseñanza de la Fisiología.

3.1. NATURALEZA DE LOS CAMBIOS DOCENTES IMPUESTOS POR EL EEES

La adecuación al EEES va a suponer cambios importantes no sólo en la estructura curricular, sino en la metodología docente. La orientación de la actividad docente deberá ir encaminada a conseguir los siguientes objetivos:

Disminuir el énfasis en la transmisión de conocimientos por parte del profesor, para destacar el papel activo y responsable del estudiante en su propio proceso de aprendizaje que no concluye con los estudios universitarios (*lifelong learning*).

Fomentar el desarrollo, por parte del estudiante, de las competencias básicas de la profesión.

Esta nueva orientación docente va a suponer para el profesor:

La adaptación formal de los programas de las asignaturas al sistema de créditos europeo (ECTS), entendidos como carga de trabajo presencial y no presencial del estudiante,

1. definiendo los objetivos en cuanto a conocimientos, habilidades y actitudes (competencias) que el alumno debe desarrollar;
2. estableciendo la metodología adecuada para el cumplimiento de los objetivos planteados. Esto incluye la concreción de actividades, con una programación temporal muy bien definida y coordinada;
3. renunciando al esquema actual de aportar al alumno la máxima información sobre cada tema, cambiándolo por el de proporcionar los conocimientos básicos para que el alumno pueda adquirir por su cuenta la información complementaria;
4. utilizando nuevas formas de presentar la información, donde predominará el componente visual;
5. operando con soportes informáticos que incluirán programas de diseño gráfico y animación;
6. integrando en redes locales, nacionales o internacionales para compartir información y recursos docentes;
7. potenciando una mayor interacción con el alumno, basada tanto en el trato personal, como a través de redes informáticas (aulas virtuales) e
8. incrementando significativamente el tiempo dedicado a la docencia.

Para el estudiante, la entrada en vigor del EEES va a significar:

1. Una participación más activa en el proceso de aprendizaje (autoaprendizaje).
2. Un tipo de aprendizaje más conceptual y menos memorístico.
3. Búsqueda de información en libros y bases de datos. (Capacitación en el análisis y explotación de la documentación científica).
4. Trabajo en equipo.
5. Perfeccionamiento de habilidades de comunicación.
6. Adquisición del hábito del trabajo diario sistemático.

De las primeras experiencias piloto llevadas a cabo en diversas titulaciones se han detectado ya una serie de problemas entre el profesorado:

1. Resistencia a cambiar unos hábitos docentes ya consolidados.
2. Aumento importante del tiempo dedicado a la docencia, en el contexto de una universidad que prima la investigación frente a la docencia, como ya ha sido mencionado.
3. Escaso dominio de las técnicas informáticas y falta de personal de apoyo especializado.
4. Resistencia a someter su docencia a ningún tipo de coordinación (horizontal y/o vertical).

Entre el alumnado se detectan como problemas:

1. Resistencia ante un sistema que incrementa su trabajo y, sobre todo, lo convierte en diario y tutelado. Una de las causas del trabajo excesivo es la falta de coordinación del profesorado a la hora de determinar y programar las actividades a realizar por el alumno.
2. Escaso dominio de la lengua inglesa, que dificulta su acceso a la mayoría de las fuentes de información.
3. Falta absoluta de hábito de preparación de trabajos, exposición pública y discusión.
4. Grandes diferencias individuales en el grado de adaptación dentro de un mismo colectivo.
5. Miedo a perder la seguridad que le proporciona el modelo actual, en el que considera que las cosas están muy claras y que lo único que se espera de él es que sepa "repetir lo que se ha dicho en clase".

3.2. LA DOCENCIA DE LA FISIOLOGÍA EN EL EEES. VISIÓN GLOBAL

Vamos a revisar en conjunto las principales características que reunirá la docencia de la Fisiología en el EEES; posteriormente, se analizará en profundidad cada uno de los elementos que la componen.

El elemento central del esquema es el estudiante. Su trabajo es el que sirve para definir los ECTS de la asignatura. Recibe información vehiculada por el profesor, tanto de forma directa, como a través del aula virtual mantenida por éste. El profesor selecciona y transmite al alumno los conceptos de cada tema que le servirán de base en su proceso de autoaprendizaje. El estudiante obtendrá, además, información complementaria de otras fuentes como libros, revistas científicas, bases de datos, Internet, redes locales, etc. Toda ello le servirá para elaborar el conocimiento sobre los temas objeto de estudio. Su proceso de aprendizaje estará tutelado en todo momento por el profesor, que le marca los objetivos y con el que se mantiene en contacto tanto personal como a través de correo electrónico. El alumno controla la evolución de su aprendizaje mediante autoevaluaciones. Una parte de su trabajo consistirá en elaborar, solo o en equipo, trabajos de revisión científica, que presentará y discutirá en público, ante el profesor y el colectivo de alumnos de la asignatura. El marco espacial de su proceso de aprendizaje no se limitará a un Departamento o Facultad única, sino que se extenderá en el ámbito de redes nacionales o supranacionales.

3.3. LAS HERRAMIENTAS DEL SISTEMA DOCENTE EN EL EEES

3.3.1. *Las clases magistrales*

Con respecto a lo que actualmente significa la clase magistral en la metodología docente, su importancia y número se verán drásticamente reducidos en el futuro. No cambia su concepto, es decir, podemos seguir definiéndolas como "procesos de aporte unidireccional de información sistematizada desde el sujeto que la imparte, el profesor, hacia un número variable de alumnos que la reciben, llevada a cabo en el marco espacial del aula, en períodos de aproximadamente una hora de duración". Ahora bien, sí cambia su objetivo, que será exponer a los alumnos exclusivamente los conocimientos básicos sobre cada tema, de manera que les permita abordar el estudio del

conjunto de la materia de forma autónoma. Esto incluye aclarar los conceptos que puedan resultar de más difícil comprensión y proporcionar los nexos de unión entre los distintos temas de la asignatura para no perder de vista la globalidad de la misma.

Las características deseables en la clase magistral seguirán siendo las habituales: estructuración, claridad expositiva, establecimiento de vínculos entre las ideas o conceptos que van siendo expuestos, estimulación de la atención del alumnado, establecimiento de conclusiones y uso de material de soporte adecuado. Es en este último punto donde las diferencias serán más acusadas, pero hablaremos de ello en el apartado dedicado al papel de las herramientas informáticas multimedia en la docencia.

3.3.2. *La docencia práctica*

Centrándonos en las Ciencias Básicas de la Medicina y más concretamente en la que nos ocupa, la Fisiología Humana, las enseñanzas prácticas deben ir encaminadas a conseguir los siguientes objetivos:

a) Familiarizar al alumno con el desarrollo del método científico aplicado a la adquisición de los conocimientos propios de la fisiología.
b) Conocer y desarrollar algunas pruebas funcionales de interés médico, como la espirometría, ECG, exploración de reflejos y sensibilidad, etc.
c) Complementar las enseñanzas teóricas, generalmente de tipo descriptivo, con aprendizaje basado en la solución de problemas.

Las únicas herramientas válidas para alcanzar estos objetivos, una vez aceptado que la experimentación animal plantea numerosos problemas, son:

a) Los programas de simulación de funciones biológicas por ordenador.
b) Las pruebas funcionales clásicas.
c) Los problemas y casos clínicos.
d) La participación en trabajos experimentales.

3.3.2.1. Los programas de simulación de funciones biológicas por ordenador

El desarrollo de sistemas de simulación aplicados a la medicina ha sido extraordinario en los últimos años. Prácticamente todo hospital de un tamaño medio dispone ya de una unidad de simulación de situaciones críticas basada en la utilización de modelos robotizados o virtuales. En la simulación robótica, se emplean maniquíes (robots) que pueden simular prácticamente todos los procesos fisiológicos y reaccionan de forma similar al ser humano ante diversas patologías y en respuesta a los tratamientos aplicados. Estas respuestas pueden ser programadas con parámetros distintos para adecuarlas a situaciones específicas dependientes de edad, sexo patologías subyacentes, etc. La simulación virtual tiene las mismas características salvo el llevarse a cabo sin el maniquí, lo que limita la visualización de los resultados a una pantalla. Estas metodologías plantean los siguientes inconvenientes:

Elevado coste de los equipos, especialmente los robotizados.
Diseño específico para el adiestramiento clínico.
Riesgo de que el alumno lo utilice como elemento físico, sin equiparación al manejo de seres vivos.

Sus ventajas son:

- *Realismo y versatilidad*. Permiten reproducir prácticamente cualquier función respiratoria, renal o cardiocirculatoria, así como numerosas respuestas neurales.
- *Control del robot* (o el software, en el caso de modelos virtuales) por parte del docente para interaccionar con el alumno, planteando los problemas específicos sobre los que desee hacer énfasis.

3.3.2.2. Las pruebas funcionales

El segundo de los objetivos de las clases prácticas enumerado en el apartado 3.3.2. (el conocer y desarrollar algunas pruebas funcionales de interés médico), no tiene mayor problema de ejecución que la disponibilidad de la instrumentación adecuada en el departamento que imparte la docencia. Es habitual disponer, como mínimo, de algún espirómetro, electrocardiógrafos, tensímetros, fonendoscopios, martillos de reflejos y otros elementos básicos que permiten realizar numerosas exploraciones funcionales. Más infrecuente

es disponer de electromiógrafos, electroencefalógrafos, ecógrafos u otros instrumentos que, por su elevado precio, no son asequibles a los presupuestos docentes ordinarios. En estos casos, puede recurrirse a la colaboración con los servicios hospitalarios que disponen de estos equipos.

3.3.2.3. Los problemas y "casos clínicos"

El tercero de los objetivos anteriormente descritos para la docencia práctica es el de: "complementar las enseñanzas teóricas, meramente descriptivas, con la resolución de problemas específicos que impliquen la utilización de los conocimientos previamente adquiridos"; su logro no requiere instrumentación específica y basta un aula de seminarios (física o virtual) y algunos libros de texto para poder realizar el planteamiento y discusión de los problemas objeto de análisis. Este objetivo puede conseguirse con dos tipos de actividades. Una es la resolución de problemas que ayuden a la cuantificación de las funciones biológicas, algo que frecuentemente subestimamos y que conduce a que el alumno tenga una absoluta ignorancia de las dimensiones de la función fisiológica que estudia y de lo que ello significa. La segunda actividad es lo que llamamos estudio de casos clínicos.

Los casos clínicos constituyen un tipo de actividad que, pese a no responder a lo que convencionalmente se entiende como docencia práctica, tiene un indudable interés formativo y puede ocupar parte de los créditos conceptuados como de prácticas. El entrecomillado con el que aparece el epígrafe quiere indicar que no se trata de prácticas clínicas en sentido estricto, incluso deben ser claramente diferentes a las mismas. Se trata de supuestos teóricos en los que se relatan, con el formato de breve historia clínica, las situaciones de pacientes con alteraciones de una serie de variables fisiológicas, y se pide al alumno que razone sobre los procesos adaptativos (homeostáticos) que se pondrán en marcha en cada caso, para restaurar la normalidad.

Para que cumplan la función pedagógica deseada, en el diseño de los casos clínicos hay que tener presentes las siguientes consideraciones.

a) Definir, previamente, los objetivos de aprendizaje que se pretenden.
b) Presentarlo con un formato que simule realidades clínicas, que ganen la atención e interés del alumno.

c) Plantear cuestiones claras, pertinentes y didácticas.
d) Ser posible resolver las cuestiones con los conocimientos adquiridos por el alumno hasta ese momento y con la ayuda de libros de texto.
e) Eludir el enfoque clínico del problema: diagnóstico, tratamiento, etc.
f) Introducir terminología médica, aunque haya que explicar su significado, ya que así se amplia el vocabulario científico-médico del alumno.

3.3.3. *Los trabajos experimentales*

El conocimiento del método científico es uno de los objetivos básicos en la formación del estudiante. Además de su conocimiento teórico es importante que el alumno lo traslade a la práctica. Esto sólo se consigue haciendo que los estudiantes participen en tareas de investigación específicamente diseñadas para ellos, o en las propias de los Departamentos.

El desarrollo de experimentos específicamente diseñados por y para los alumnos puede ser válido para un número muy restringido de estudiantes. Por otra parte, dado el número de estudiantes por curso y la duración del mismo, resulta utópico pretender que todos los alumnos roten por los laboratorios de investigación del correspondiente Departamento de Fisiología.

La solución pasa, quizás, por asumir que en la aplicación del método científico a la Biología, las especificidades de cada área son menos importantes que los aspectos comunes a todas ellas. En consecuencia, concluimos que sería interesante que TODOS los alumnos, a lo largo de la carrera, participen al menos en un proyecto de investigación de cualquiera de las áreas (Fisiología, Bioquímica, Biología Molecular, etc.) que la integran.

3.3.4. *Los seminarios y las tutorías*

Constituyen una faceta de la actividad docente que cobra especial importancia en el EEES. En el caso de las tutorías, su formato será doble: presencial y virtual.

Los objetivos de los seminarios son, clásicamente:

1. Aclarar conceptos complejos.

2. Explicar temas de interés que, por distintas razones, no estén incluidos en el programa ordinario de la asignatura.
3. Dar la oportunidad a los alumnos para que expongan temas relacionados con las materias estudiadas.
4. Servir como foros de discusión de temas científicos relacionados con la asignatura.

En el modelo de enseñanza propugnado por la Declaración de Bolonia, uno de los objetivos fundamentales de los seminarios será el desarrollo de habilidades de comunicación por parte del alumno, que deberá exponer en público temas del programa y discutir su presentación con el profesor y los compañeros.

3.3.5. *Las evaluaciones*

Una de las funciones del profesor seguirá siendo emitir un juicio sobre si el alumno ha alcanzado o no los objetivos docentes previstos. Las herramientas mediante las cuales el profesor puede abordar el cumplimiento de esta función pueden ser, en teoría, muy diversas, por más que en la práctica suelan quedar resumidas a una sola: los exámenes parciales o globales. La organización de los actuales planes de estudios, contando con la estructura cuatrimestral y el elevado número de asignaturas, genera problemas de signo diverso para la realización de todo lo que no sean exámenes finales.

El tipo de examen con mayor implantación es, con sus distintas variedades, el llamado "test de respuestas múltiples". Sus ventajas son:

a) Objetividad.
b) Rapidez de corrección.
c) Posibilidad de muestrear los conocimientos sobre la práctica totalidad del programa.

Entre sus inconvenientes podríamos citar:

a) El tiempo requerido para su diseño, que suele quedar compensado por el que se ahorra en la corrección.
b) Condicionar la forma de estudio del alumno que, en casos extremos, pasa a tener como objetivo no el conocimiento de la materia, sino

de la técnica de examen. Un ejemplo de esto último lo tenemos en algunas de las academias de preparación de exámenes MIR, en las que se enseña a deducir la respuesta correcta por el análisis del modo en que esta ha sido formulada.

c) Sólo informa sobre conocimientos, pero no sobre habilidades y competencias del alumno.

Las evaluaciones en el contexto del EEES podrán adoptar algunas formas distintas a las actuales. Por ejemplo:

- *Las autoevaluaciones*. Se llevarán a cabo en el contexto de las aulas virtuales y permitirán al alumno un seguimiento voluntario de su proceso de aprendizaje.
- *Las evaluaciones continuas*. Las interacciones profesor-alumno, tanto a través del aula virtual como en seminarios presenciales, dará al profesor la oportunidad de valorar los conocimiento del alumno de forma continuada.
- *Las evaluaciones de competencias específicas*. Como consecuencia de los cambios generales en el enfoque docente, el profesor tendrá la oportunidad de valorar no sólo los conocimientos teóricos del alumno sino otros aspectos de su formación, como su capacidad para: obtener y elaborar información científica, para exponer temas, para liderar las discusiones en grupo, etc.

3.4. HERRAMIENTAS GENERALES: LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) EN LA ENSEÑANZA DE LA FISIOLOGÍA

El desarrollo de las nuevas TIC ha incidido, como no podía ser de otra manera, en la metodología de los procesos de enseñanza-aprendizaje. El estudio de la Fisiología no ha sido una excepción a esta regla. No es exagerado considerar que la aplicación de las TIC a la enseñanza ha constituido una auténtica revolución, cuyas consecuencias no somos aún capaces de imaginar en su totalidad. La adaptación a las nuevas formas de enseñanza-aprendizaje requiere de un esfuerzo considerable por parte del profesorado que, en general, posee un escaso conocimiento de las "herramientas informáticas", incluso bastante

menor que el del alumno. Quizás esta sea la razón que con mayor fuerza lastra el ritmo de aplicación de las innovaciones en los métodos pedagógicos.

Partiendo de la asunción de que tanto profesores como alumnos son usuarios habituales de aplicaciones informáticas básicas: procesadores de texto, bases de datos, correo electrónico, etc., vamos a señalar aquí aquellas herramientas menos habituales pero que, por su importancia, pueden ser consideradas como imprescindibles en el contexto de la metodología docente del EEES.

3.4.1. *Las presentaciones*

El programa de presentaciones *PowerPoint*, de Microsoft, se ha convertido en la herramienta estándar de exposición audiovisual tanto en la docencia como en la comunicación científica o comercial. Sin embargo, el manejo de este programa informático por profesores y alumnos es aun muy limitado. El programa *Flash* de Macromedia está específicamente diseñado para confeccionar animaciones, presentaciones y elementos visuales interactivos que pueden ser difundidas por Internet. Más del 60% de las páginas web poseen algún elemento creado con *Flash*. La razón es que este programa posee un sistema de compresión que disminuye el problema de peso de los archivos de Internet, lo que lo hace especialmente idóneo para la enseñanza en aulas virtuales. Gran parte de las animaciones de procesos fisiológicos que obtenemos de la red o están en los CD complementarios de los libros de texto, han sido realizados con esta aplicación informática. Su grado de complejidad es muy superior a la del PowerPoint y su uso requiere de un aprendizaje tutelado.

3.4.2. *Internet*

Ofrece contenidos integrados tanto por presentaciones como por figuras, animaciones, videos y textos. El número de páginas web con contenidos relacionados con la fisiología humana supera las 6.000. Esta abundancia hace que el tiempo dedicado a la localización de temas concretos tenga que ser necesariamente alto. Hay, sin embargo, páginas que facilitan este trabajo, al mostrar recopilaciones de las web más interesantes sobre temas de Fisiología, con descripción de sus contenidos y de tipo de material que aportan (textos,

multimedia, autoevaluaciones, videos, etc.). Por supuesto, es ocioso indicar que el 97% de estas páginas están en lengua inglesa.

3.4.3. *El Aula Virtual* (WEBCT: Web Course Tools)

Es una plataforma informática de formación a distancia (*e-learning*), desarrollada en 1997 por el Departamento de Ciencias de la Computación de *British Columbia University* (Canadá), que permite la construcción de cursos interactivos a través de Internet. Se trata de la plataforma de teleformación más extendida en el mundo. Baste decir que se utiliza en más de 2.200 universidades y cuenta con cerca de 380.000 cursos, seguidos por casi 11 millones de estudiantes de más de 80 países.

El manejo de esta herramienta requiere un aprendizaje tanto del profesor como del alumno. Prácticamente todas las universidades, a través de sus servicios de innovación educativa, ofrecen cursos específicos de WEBCT a todo el colectivo docente y estudiantil.

3.5. LAS INFRAESTRUCTURAS

3.5.1. *El área Wi-Fi* (Comunicación inalámbrica)

El desarrollo de la actividad docente según los postulados del EEES implica, entre otras cosas, una utilización masiva de los servicios de Internet, tanto para obtener información como para comunicaciones interpersonales. La fórmula habitual de proporcionar al alumno estos servicios es la creación de Aulas de Informática. Se trata de una solución a nuestro juicio sin futuro ya que:

> Son instalaciones caras, que quedan obsoletas en poco tiempo. Su rentabilidad es baja, dado que se utilizan sólo unas pocas horas, algunos días y con horarios rígidos. Requieren sistemas de vigilancia para evitar contaminaciones intencionadas o casuales.

La alternativa a las aulas de informática no es otra que convertir todo el recinto (Facultad) en una gran aula informática, mediante la aplicación de

la tecnología Wi-Fi de comunicación inalámbrica en todo el recinto docente. La implantación de esta tecnología debería venir acompañada de la correspondiente dotación de ordenadores portátiles a todos los alumnos.

Que todo alumno disponga de un ordenador es un hecho habitual en prácticamente cualquier universidad privada. En el sistema público parece una exigencia socialmente inaceptable. Sin embargo, dado el precio de estos equipos, financiados por la Universidad (o entidades asociadas como bancos, cajas de ahorro, etc) y pagados por el alumnos a lo largo de la carrera, significaría un coste de aproximadamente 14 euros al mes. Para la Universidad, el coste financiero representaría aproximadamente 140 euros en 6 años, ahorrándose la inversión en la compra y mantenimiento de ordenadores propios.

3.5.2. *Los servicios de soporte metodológico. Concepto actual*

La aplicación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) a la docencia es compleja y no está al alcance de la inmensa mayoría de los profesores que actualmente impartimos docencia en nuestras universidades. El progresivo desarrollo de las enseñanzas virtuales, basadas en las TIC ha forzado la creación, en muchas universidades, de lo que genéricamente podríamos denominar unidades de innovación docente, con todas o algunas de las siguientes funciones:

- Formación de alumnos y profesores en las TIC.
- Elaboración de contenidos docentes en soportes propios de TIC.
- Mantenimiento de la infraestructura informática adecuada para la enseñanza virtual.
- Impartición de cursos on-line.

El perfil profesional de quienes integran estas unidades incluye diseñadores gráficos, documentalistas, ingenieros informáticos y personal experto en coordinación de redes de *e-learning*.

3.5.3. *Los servicios de soporte metodológico. La situación ideal*

Una característica común a todas las unidades de innovación tecnológica es su carácter independiente de facultades y departamentos. Son servicios centrales que dependen del vicerrectorado correspondiente. Lo ideal sería:

> Que existieran en cada centro, lo que les conferiría una cierta especialización temática.
> Que pasaran de unidades de innovación tecnológica a unidades de innovación tecnológica y coordinación docente.

De esta manera, a las funciones anteriormente descritas se unirían las de:

- Orientar al alumno sobre la metodología específica del tipo de estudios elegido.
- Permitir el trabajo en equipo de profesores y expertos en TIC para la elaboración de contenidos docentes.
- Establecer una coordinación (horizontal) entre las distintas áreas del mismo curso, para:
  a) Garantizar el adecuado reparto de tiempos entre las distintas asignaturas, de acuerdo a su número de créditos en el plan de estudios, evitando así sobrecargar a los alumnos.
  b) Verificar los contenidos docentes, para evitar las repeticiones innecesarias.
  c) Coordinar el orden y ritmo al que deben impartirse las distintas materias, para ajustarlo a criterios lógicos.

Se trataría pues de una auténtica unidad de apoyo a la docencia en todos sus aspectos.

3.5.4. *Las redes de recursos docentes compartidos (RRDC)*

La adaptación del modelo docente clásico a las previsiones del EEES, supone una enorme carga de trabajo que sólo puede ser acometida mediante la colaboración entre grupos nacionales o internacionales interesados. La forma de abordar el tema podría ser la creación de un espacio (red) abierto

de colaboración en el que cada uno aporte su experiencia y las herramientas docentes de que dispone, poniéndolas a disposición de toda la comunidad universitaria.

La RRDC debería tener las siguientes características:

- Ser única y contar con la participación de la mayoría de los departamentos de Fisiología nacionales, estando también abierta a la colaboración con otras redes internacionales.
- Disponer de un nodo central con personal propio que se encargue de su coordinación, mantenimiento y actualización.
- Estar tutelada por un comité de expertos, cuya forma de elección es discutible y en la que quizás debiera participar la SECF y la SEDEM.
- Disponer de financiación propia, derivada de aportaciones de las universidades o departamentos asociados, mecenazgo de fundaciones, etc.

Sus funciones serían:

- Unificar esfuerzos en la elaboración de material informático utilizable en la enseñanza de la Fisiología (animaciones en flash, videos, hipertextos, modelos, etc.).
- Elaborar y ofrecer a los usuarios un catálogo crítico de recursos para la enseñanza de la Fisiología (simuladores, animaciones, etc.), indicando cuáles son de libre disposición o con posibilidad de ser compartidos.

Por el momento, tenemos noticia de un proyecto de Portal Interactivo para la Enseñanza de Fisiología (FisioNet) que está siendo promovido desde la Universidad de La Laguna y del proyecto CAT-EUS, de la Universidad de Barcelona, del que hablaremos más adelante. Frente a la tentación de cada departamento de crear su propio portal, la sensatez indica la conveniencia de asociar esfuerzos para tener una sola plataforma de alta calidad y que sirva de referencia para introducir la enseñanza de la Fisiología en habla hispana. Esta es, por otra parte, la política aconsejada por la CRUE en *Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el Sistema Universitario Español* (2004).

3.6. UN EJEMPLO DE ENSEÑANZA DE LA FISIOLOGÍA BASADA EN TIC

Un ejemplo, en nuestro país, de aplicación de TIC a la docencia de la Fisiología Animal, es el programa desarrollado por el Grupo de innovación docente en Fisiología (GrInDoFi) de la Universidad de Barcelona (J. Blasco, J. Fernández, T. Pagés, G. Viscor. *www.ub.es/grindofi*). La descripción de este programa, fue publicada en el Boletín de la SECF de marzo de 2000. El contenido de la asignatura está dividido en 14 unidades docentes que tienen una estructura común que incluye:

a) Un sistema de toma de decisiones que plantea problemas prácticos. Para su resolución, el alumno debe consultar un hipertexto y otras fuentes de información; proponer, diseñar y realizar experimentos; obtener resultados, presentarlos y discutirlos. Cada unidad docente tiene un objetivo específico, de la materia estudiada, desglosado en tres objetivos parciales:
   - Entender los procesos físico-químicos.
   - Conocer los mecanismos y características del sistema estudiado.
   - Comprender la regulación de la función.

b) Un hipertexto de consulta, con contenidos teóricos de Fisiología Animal, imágenes y esquemas estáticos y animados, vídeos, y enlaces a otras fuentes de información.
c) Un módulo de habilidades, integrado por programas que permite simular en el ordenador los principales aparatos de laboratorio, técnicas analíticas, protocolos, metodologías, etc, comúnmente empleados en Fisiología Animal.
d) Sistemas de evaluación. En cada módulo de cada toma de decisión se incluyen sistemas de evaluación de distinto tipo:
   - Autoevaluaciones de complejidad creciente con preguntas tipo test de corrección automática y un sistema de filtro que impide el paso a un determinado nivel de complejidad sin que se haya adquirido los conocimientos mínimos previstos para el anterior.
   - Evaluación final, con preguntas de tipo respuesta abierta, que llegan por correo electrónico al profesor para su evaluación.

- Presentación de trabajos relacionados con problemas planteados en las prácticas.

e) Correo electrónico, para permitir al alumno una comunicación directa, personalizada, permanente y flexible tanto con el profesor y como con el resto del colectivo de alumnos. Esta tutoría virtual se complementa con sesiones de presencia física.

Este mismo grupo, esta impulsando el proyecto CAT-EUS de cooperación en aplicaciones tecnológicas para la enseñanza universitaria. Se trata de crear una red de ámbito nacional o incluso internacional, que colabore en la generación de recursos de apoyo a la docencia, de libre disposición por los distintos grupos de la red. De esta manera, se podrá hacer frente al cambio metodológico sin que ello implique que el profesor tenga que hipotecar todo su tiempo en esta tarea.

3.7. UN EJEMPLO DE HERRAMIENTAS ESPECÍFICAS PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES COMUNICATIVAS Y DE ORGANIZACIÓN. LOS CONGRESOS CIENTÍFICOS PARA ESTUDIANTES

Uno de los objetivos del EEES es desarrollar la capacidad comunicativa de los estudiantes. Este objetivo puede alcanzarse por algunas de las tareas incluidas en el epígrafe Tutorías. Sin embargo, hay un tipo de actividad que puede satisfacer el mencionado objetivo, además de suponer un entrenamiento del alumno para: elaboración de trabajos científicos, en equipo, exposición y discusión pública de datos, entrenamiento en tareas organizativas, etc. Se trata de los Congresos Científicos para Estudiantes. El Departamento de Fisiología Médica y Biofísica de la Universidad de Sevilla, gracias a la iniciativa de G. Álvarez de Toledo y la colaboración del resto de profesores, viene realizando esta actividad desde hace ya algunos años. Según se describe en una de las memorias de estos congresos, que está accesible en la página web:www.ucua.es/ucua/inno_mema0304Salud.html, se persiguen los siguientes objetivos:

a) Que el alumno aprenda a manejar fuentes de información como los artículos de investigación, el contacto con profesionales expertos en la materia, o la realización de un trabajo experimental, para actualizar un tema científico.

b) Que aprenda a organizar la información, elaborando un documento con lenguaje y estilo apropiados.
c) Que sea capaz de exponerla de forma didáctica a un auditorio amplio y crítico.
d) Que sea capaz de discutir con el auditorio sobre las cuestiones que se planteen.
e) Que los estudiantes adquieran las habilidades necesarias para organizar, programar y realizar un congreso científico

En todo el proceso, los alumnos que voluntariamente participan, están tutelados por profesores de la asignatura.

Este tipo de actividades se realiza también en otras universidades y en otras áreas de conocimiento. Hasta donde conocemos, el pionero en nuestro país fue el farmacólogo Prof. A. García, que las inició en 1977 en Alicante, y continúa desarrollando anualmente un "Minicongreso de Farmacología y Terapéutica" en la Universidad Autónoma de Madrid.

Sería importante fomentar la participación, en estos congresos, de alumnos de otras universidades distintas a la organizadora.

3.8. ESTRATEGIAS

De lo expuesto en esta memoria, con independencia de lo que resulte de su discusión en los foros adecuados, podríamos extraer algunas conclusiones a modo de decisiones estratégicas para facilitar la adaptación de la metodología docente actual a las demandas del EEES. Éstas podrían ser:

1) La conveniencia de implicar a la SEDEM y la SECF en todo el proceso de adaptación de la enseñanza de la fisiología al EEES, a través de la creación de un foro de trabajo sobre innovación docente.
2) Hacer llegar a las autoridades universitarias la idea de la importancia de integrar en los Departamentos de Fisiología (o como mínimo en las facultades) expertos en TIC, para que asistan a los profesores en la elaboración de los materiales necesarios para su actividad docente. En lo posible, tender a que cada facultad cuente con lo que hemos definido como unidades de innovación tecnológica y coordinación docente.

3) La necesidad de disponer de una red nacional de recursos para la enseñaza de la Fisiología, que coordine y unifique los esfuerzos para la elaboración de material informático utilizable en dicha enseñanza de la Fisiología (animaciones en "*Flash*", hipertextos, modelos, etc).
4) Promover la creación de simuladores de alta tecnología, semejantes a los utilizados para el adiestramiento en situaciones médicas críticas, pero adaptados a las necesidades específicas de la enseñanza de la Fisiología.
5) Resaltar la tremenda importancia que la planificación y la coordinación tienen en la enseñanza en el marco del EEES.
6) Que la SECF y la SEDEM pidan a los ministerios competentes que la innovación docente sea considerada como tema de I+D y pueda ser objeto de subvenciones en concursos nacionales de forma semejante a los proyectos de investigación o bien a otros proyectos desarrollados para otros niveles educativos.

4. Conclusiones

El proceso de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior de acuerdo con la Declaración de Bolonia implica la reforma curricular de las diferentes enseñanzas universitarias; reforma que debe estar concluida en el año 2010. Este proceso de adaptación preconiza la elaboración de currículos orientados a la adquisición de las competencias profesionales por parte de los estudiantes y, por otra parte, la adopción de determinadas estrategias y metodologías para lograr este objetivo.

El 23 de octubre de 2004, un grupo de profesores de Fisiología de facultades de medicina españolas, a instancias del Prof. Jesús Escanero, se reunió en la Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza para iniciar un proceso de reflexión sobre las implicaciones que este proceso podría tener en la enseñanza de su disciplina en el ámbito del grado de Medicina. A partir de esta primera reunión este grupo de profesores ha venido trabajando de forma periódica bajo los auspicios de la Sociedad Española de Ciencias Fisiológicas (SECF), de la Sociedad Española de Educación Médica (SEDEM), y de las diferentes universidades a las cuales pertenecen sus miembros. Los acuerdos alclanzados se plasman en este documento. Los aspectos sobre los que el grupo ha trabajado han sido tres: el establecimiento de la contribución de la Fisiología a la adquisición de las competencias del graduado en Medicina; las estrategias curriculares más adecuadas para la impartición de la Fisiología

en el referido contexto y las implicaciones metodológicas que un cambio de este tipo presupone para la enseñanza de la Fisiología. Las principales conclusiones de este trabajo se exponen a continuación.

4.1. CONTRIBUCIÓN DE LA FISIOLOGÍA A LA ADQUISICIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES

Definidas las competencias finales de los graduados en Medicina, lo adecuado es que cada disciplina y, por tanto, la Fisiología defina cuál es su contribución al proceso de adquisición de dichas competencias, tanto en el caso de las denominadas competencias genéricas o transversales, como en el de las específicamente médicas, fijando claramente sus objetivos de aprendizaje en el campo de los conocimientos, de las habilidades y de las actitudes.

En el campo de las competencias genéricas o transversales, la Fisiología contribuye a su adquisición proveyendo entre otras, el pensamiento científico básico que permita a los estudiantes establecer hipótesis razonables sobre hechos observados, y las capacidades para usar las diferentes fuentes de información, para utilizar de forma racional los conocimientos y aplicarlos a la resolución de los problemas, para saber comunicar de forma oral, escrita y gráfica los conocimientos adquiridos y para realizar con criterio una revisión bibliográfica sobre un tema determinado.

Por lo que se refiere a las competencias específicamente médicas se ha establecido que la Fisiología debe contribuir a su adquisición proveyendo el conocimiento necesario para entender la función normal del organismo, la integración de los procesos como base de la homeostasis y las bases de la fisiopatología y de la terapéutica. Además, este conocimiento es crítico también para entender las bases y para proveer habilidades para la exploración funcional de los diferentes sistemas del organismo.

En este momento y en aras de la simplificación, el grupo podría haber puesto punto final al documento, habida cuenta que queda claro cuál ha de ser el papel de nuestra disciplina en la enseñanza de la Medicina. Sin embargo, pareció conveniente intentar coordinar la labor docente, yendo a un nivel de mayor concreción y definir para cada sistema y aparato los principales objetivos de aprendizaje, de manera que constituyesen un mínimo común exigible (el núcleo) de la docencia de la Fisiología en las Facultades de Medicina. En este sentido, el grupo llegó a establecer para cada sistema o aparato dichos objetivos,

fundamentalmente en el campo de los conocimientos y en el campo de las habilidades. También en determinados sistemas y aparatos se establecieron aquellos objetivos que podrían considerarse requisitos previos y cuya impartición dependería de otras disciplinas. Hoy presentamos el resultado del trabajo.

Sin embargo debe manifestarse que este catálogo es sobre todo un documento abierto, puesto a disposición de todos los Departamentos de Fisiología de las Facultades de Medicina españolas que pueden utilizarlo como punto de referencia para la definición de sus propios objetivos de aprendizaje, pudiendo llegar a niveles de mayor especificación si lo consideran oportuno o introducir aquellas modificaciones que deseen.

4.2. ESTRATEGIAS CURRICULARES. FISIOLOGÍA E INTEGRACIÓN

En este capítulo, el documento hace una revisión de los diferentes planteamientos curriculares del siglo XX, abordando la integración curricular, los currículos basados en esquemas, los currículos basados en solución de problemas y los basados en resultados finales. Asimismo, se describen las experiencias españolas en estrategias de este tipo y se analizan las razones para un currículo integrado y las ventajas de la enseñanza integrada.

Por sus evidentes ventajas ampliamente documentadas en la literatura en Educación Médica, el grupo de trabajo considera que la Fisiología debe impartirse de forma integrada tanto horizontal como vertical con otras disciplinas en la mayor medida posible. Por ello, el documento expone las diferentes etapas a seguir en un proceso de integración curricular, como ayuda para todas aquellas instituciones que decidan optar por implementar una estrategia de este tipo. Sin embargo, el grupo quiere ser muy respetuoso con las decisiones de cada institución y entiende que cada una de ellas debe adoptar aquellas estrategias que se ajusten mejor a sus peculiaridades.

4.3. LOS CAMBIOS METODOLÓGICOS EN LA ENSEÑANZA DE LA FISIOLOGÍA EN EL CONTEXTO DEL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

La adecuación al EEES va a suponer cambios importantes no sólo en la estructura curricular, sino también en la metodología docente. La orienta-

ción de la actividad docente deberá ir encaminada a disminuir el énfasis en la transmisión de conocimientos por parte del profesor, para destacar el papel activo y responsable del estudiante en su propio proceso de aprendizaje (*lifelong learning*) y fomentar el desarrollo, por parte del estudiante, de las competencias básicas de la profesión. Esta nueva orientación docente va a suponer para el profesor:

a) Nuevas formas de presentar la información, donde predominará el componente visual.
b) Utilización de soportes informáticos que incluirán programas de diseño gráfico y animación.
c) Integración en redes locales, nacionales o internacionales de información.
d) Mayor interacción con el alumno, aunque no basada en el trato personal sino a través de redes informáticas (aulas virtuales).

Por otra parte, también el alumnado deberá modificar prácticas fundamentales asociadas a otros niveles del sistema educativo y buscar el logro de:

a) Una participación más activa en el aprendizaje (autoaprendizaje).
b) Un tipo de aprendizaje más conceptual y menos memorístico.
c) Conocimiento documental para favorecer una correcta y depurada búsqueda de información en libros y bases de datos.
d) Trabajo en equipo.
e) Conformar y potenciar habilidades de comunicación.

A la vista de estos principios el documento ha analizado las diferentes herramientas metodológicas con especial referencia a las evaluaciones, al uso de las tecnologías de la información y de la comunicación y sus implicaciones en el campo de las infraestructuras, exponiendo sus ventajas e inconvenientes, así como las circunstancias en que pueden ser más útiles.

En resumen, el grupo de trabajo pretende que el documento pueda ser un instrumento útil para todos los fisiólogos y departamentos de fisiología de Facultades de Medicina españolas en el proceso de adaptación de la enseñanza de su disciplina al contexto del Espacio Europeo de Educación Superior.