

# **PROGRAMA DE FISIOLÓGÍA Y BIOFÍSICA**

## **Fundamentos**

El propósito de una disciplina como la Fisiología y Biofísica es doble: por un lado aportar contenidos vinculados a los mecanismos relacionados con el funcionamiento de los distintos sistemas y aparatos, y de adaptación ante los cambios del medio ambiente, y por otro permitir el desarrollo del razonamiento crítico que posibilite elaborar hipótesis sobre los mismos. De esta manera se plantea que los estudiantes que cursen la materia puedan progresar partiendo del conocimiento de las variables fisiológicas hacia la comprensión de los mecanismos de adaptación, interpretando datos y resultados obtenidos en estudios de investigación básica y clínica así como a partir de mediciones realizadas en ellos mismos en diferentes situaciones fisiológicas. Se plantea por lo tanto que la materia Fisiología asuma no sólo un rol informativo, sino también uno formativo del pensamiento clínico, funcionando como un nexo entre las disciplinas del ciclo biomédico con las del ciclo clínico.

## **Competencias**

En concordancia con la resolución 1314/07 del Ministerio de Educación las competencias a desarrollar por los alumnos se inscriben dentro de las llamadas competencias centrales en la dimensión de pensamiento científico e investigación en el área actitud científica (12,13,14 y 16), profesionalismo (20) y trabajo en equipo (31) que se logran a través de la metodología y las estrategias de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

En cuanto a las competencias específicas en el eje Fundamentos científicos de la atención del paciente, ésta disciplina tiene a su cargo el desarrollo de competencias en el área de los mecanismos fisiológicos integradores que se cubren en el programa en los objetivos y contenidos citados más adelante.

# **Presentación general**

Fisiología es la disciplina que estudia el funcionamiento de los seres vivos, sus mecanismos de regulación y las adaptaciones que se suceden a lo largo de la vida. Este funcionamiento se basa en procesos de naturaleza físico-química, cuyas bases físicas también son objeto de estudio de esta asignatura.

## **1)Objetivos**

### **Objetivo general**

Conocer, explicar y fundamentar los mecanismos integradores involucrados en el funcionamiento de los diferentes aparatos y sistemas del organismo y su regulación en el hombre sano en las diferentes etapas de su vida.

### **Objetivos específicos**

Los alumnos deben ser capaces de conocer y explicar:

- El concepto de energía, gradientes y mecanismos de disipación. Modos de expresar concentraciones de los solutos. El concepto de estado estacionario y de homeostasis del medio interno.
- La regulación de la génesis de los componentes de la sangre y su función, el metabolismo del hierro, vitamina B12 y ácido fólico, los componentes de la hemostasia, y los determinantes antigénicos del glóbulo rojo que condicionan la posibilidad de transfundir sangre de donante homólogo.
- La biofísica que rige la actividad cardiovascular, la función cíclica eléctrica y mecánica del corazón, el gasto cardíaco (volumen minuto), la presión efectiva de perfusión sistémica y pulmonar, sus determinantes y regulación, la circulación coronaria y su regulación. El endotelio y la regulación regional del flujo sanguíneo.
- Las bases biofísicas de la fisiología respiratoria, el concepto de respiración, la composición del gas atmosférico y alveolar. La ventilación pulmonar, hematosis,

transporte de gases en sangre, la difusión tisular y respiración celular. La regulación de la respiración y adaptación a la hiper e hipobaría.

- Los compartimientos orgánicos, las bases Físicas y Fisiológicas del mecanismo de formación de orina. El metabolismo del agua, electrolitos, urea, y la regulación del estado ácido-base.
- La función del tubo digestivo. Funciones motoras y secreción de jugos y enzimas digestivas, digestión, absorción y su regulación. Las Funciones de las glándulas anexas. El metabolismo hepático y la regulación del balance calórico y de la ingesta.
- El concepto de hormona y su clasificación por estructura química, funciones del sistema endócrino, interacción del sistema endócrino y el sistema nervioso. Las glándulas clásicas y no clásicas productoras de hormonas. Describir la fisiología del crecimiento y del aparato reproductor a lo largo de la vida. Entender la participación del sistema endocrino en la regulación del metabolismo intermedio.
- La señalización neuronal (las redes y sistemas de comunicación). Las funciones de la glia, la barrera hematoencefálica y hematocefalorraquídea. Regulación de la circulación cerebral. Las bases de la conducta y las funciones cerebrales superiores. Ciclo sueño-vigilia. El sistema somatosensorial, y las bases biofísicas y fisiológicas de la audición, visión, gusto y olfato. La fisiología del sistema motor y musculo esquelético. La regulación del movimiento y el equilibrio. Los reflejos medulares. El Sistema nervioso autónomo. Los cambios estructurales, funcionales, adaptativos y de los sistemas de regulación en el embarazo, parto, y extremos de la vida.

## **2)Contenidos**

### **Fisiología y Biofísica general**

**El hombre como sistema integrado. La organización compartimental. El organismo como sistema termodinámico. Sistemas en estado estacionario.**

Procesos irreversibles y energía libre. Utilidad energética de las enzimas. **División corporal por compartimientos.** Distintas formas de expresar la concentración. Molaridad. Normalidad. Osmolaridad. Concentración iónica de los distintos compartimientos del organismo. Gradientes. Gradientes químicos; difusión. Gradientes eléctricos. Gradientes electroquímicos. Presión osmótica, presión oncótica y Presión osmótica efectiva. Diferencias entre el concepto de tonicidad y osmolaridad. Gradientes osmóticos. Coeficiente de Permeabilidad. Presión hidrostática: Filtración y diálisis. Gradientes y fuerzas impulsoras entre los compartimientos intersticial e intravascular. Los grandes mecanismos disipativos.

**Balance de agua y solutos en el hombre. La homeostasis.** El agua, solvente de los compartimientos biológicos. Volumen y masa de cada compartimiento. Ionograma. Cinética de compartimientos. Concentración de ión hidrógeno y soluciones reguladoras.

### **Fisiología y Biofísica de la sangre**

**Sangre:** composición, importancia, funciones. Hemopoyesis. Estructura funcional de la médula ósea. Célula madre pluripotente. Diferenciación y autorrenovación. Células progenitoras: características. Regulación microambiental de la hemopoyesis. Regulación de la eritropoyesis. Eritropoyetina: origen, mecanismos de acción, naturaleza química. Regulación de la secreción de eritropoyetina.

**Leucopoyesis.** Células granulopoyéticas de la médula ósea. Regulación de la granulopoyesis. Megacariopoyesis: progenie, modificaciones celulares, factores de regulación. Trombopoyetina.

**El eritrón:** concepto y funciones. Eritrón fijo y circulante. Estructura y función del eritrocito maduro. Concentración eritrocítica. Concepto de anemia y policitemia. Hemoglobina. Oxihemoglobina. Interacción hem-hem. Factores que determinan el aporte de oxígeno a los tejidos. Curva de disociación de la oxihemoglobina. Importancia a nivel tisular y pulmonar. Desviación a derecha e izquierda. Carboxihemoglobina, carbohemoglobina y metahemoglobina. Catabolismo de la hemoglobina. Factores de maduración: hierro, Vitamina B12 y ácido fólico: sus fuentes, absorción en tubo digestivo, metabolismo y excreción. Perfil férrico: ferremia, ferritina y transferrina. Receptor soluble de la transferrina. Hepsidina. Poliglobulias: concepto fisiopatológico.

**Leucocitos.** Recuento: variaciones en el recién nacido y en el adulto. Fórmula leucocitaria. Características estructurales y funciones. Neutrófilos. Monocitos. Quimiotaxis. Reconocimiento y opsonización. Fagocitosis. Linfocitos. Linfopoyesis. Órganos linfoides centrales y periféricos. Linfocitos T: tipos y función. Inmunidad celular. Procesamiento tímico. Rechazo de transplantes. Linfocitos B: función. Inmunidad humoral. Células NK. Correlación clínica: alteraciones cuali y cuantitativas de los leucocitos.

**Hemostasia.** Pared vascular: fisiología del endotelio, propiedades antitrombóticas y protrombóticas. La plaqueta sanguínea: concentración, trombocitosis, trombocitopenia. trombopoyetina. Regulación de la trombopoyesis. Membrana plaquetaria. Adhesión y agregación plaquetarias. Productos de secreción. Activación. Importancia de tromboxanos y prostaciclina. Coagulación de la sangre. Vías extrínseca e intrínseca. Factores de la coagulación. Sistema fibrinolítico y su regulación. Teoría celular (in vivo) de la coagulación.

### **Fisiología y Biofísica cardio-circulatoria**

**Biofísica de las propiedades estáticas y dinámica de fluidos.** Ley de Pascal. Ley de Poiseuille. Principio de Bernouilli. Efecto Venturi. Ley de Laplace. Aplicaciones a los vasos sanguíneos. Ecuación de continuidad. Velocidad y caudal sanguíneo. Viscosidad. Tipos de flujo laminar y turbulento y su implicancia en la resistencia periférica y pérdida de energía potencial del aparato circulatorio.

**Propiedades del miocardio.** Automatismo excitabilidad, conductibilidad, contractilidad o inotropismo y relajación o propiedad lusitropa. El sistema nervioso autónomo en la regulación de las propiedades cardíacas.

**Electrofisiología cardíaca.** Bases iónicas de los potenciales eléctricos transmembrana del cardiomiocito, Potencial de reposo y potencial de acción. Concepto de resistencia y conductancia. Resistencias y conductancias en serie y en paralelo. Origen y propagación del potencial de acción en el corazón. Concepto de marcapaso, tejido nodal, y tejido miocárdico no nodal o no especializado. Propiedades eléctricas del

miocardio: automatismo, excitabilidad y conductividad. Elementos nerviosos y humorales que modifican las propiedades eléctricas del miocardio. Mayor y menor exposición en la membrana del cardiomiocito a mediadores químicos del sistema nervioso autónomo (up y down regulation). Característica de la membrana plasmática de células automáticas, corrientes iónicas responsables del automatismo cardíaco. Potencial de reposo, bombas y canales de la membrana del cardiomiocito que le dan origen. Potencial de acción, canales de la membrana, intercambiadores y movimientos iónicos que le dan origen. Características del potencial de acción en fibras rápidas y lentas. Periodos refractarios absoluto, relativo y efectivo. El miocardio como sincisio eléctrico. Propagación y velocidad de conducción del potencial de acción en las diferentes estructuras del corazón: aurículas, nódulo aurículo-ventricular, haz de His y sus ramas, fibras de Purkinje, y paredes ventriculares. Electrocardiografía. Bases físicas, potenciales de superficie. Vectores que representan la despolarización y repolarización de los diferentes componentes del corazón. Su registro en las derivaciones electrocardiográficas. Eje eléctrico. Electrocardiograma normal a lo largo de la vida.

**Mecánica cardíaca:** contractilidad o inotropismo, relajación o propiedad lusitropa. Bases fisiológicas de la contracción miocárdica. Acoplamiento excitación-contracción, sarcolema, sarcómero, retículo sarcoplásmico y rol del  $Ca^{++}$  en el acoplamiento excitación-contracción, en la contracción y en la relajación. El corazón como bomba y su relación con la dinámica vascular. Fenómenos sistólicos y diastólicos. Fuerza de contracción, velocidad de acortamiento del elemento contráctil y contractilidad, sus diferencias. Relajación del cardiomiocito, componentes activo y pasivo y sus determinantes. Presiones intracavitarias en las cámaras cardíacas e intravasculares. Volumen y presión ventriculares y auriculares derechas e izquierdas. Valoración de las funciones sistólica y diastólica de ambos ventrículos. Correlación de los fenómenos eléctricos, mecánicos, y acústicos durante el ciclo cardíaco. Pulso arterial y venoso. Génesis del pulso arterial y sus propiedades, registro. Ruidos cardíacos, su génesis, áreas de auscultación, modificación de los ruidos cardíacos a lo largo de la vida. Diferencia entre ruido y soplo.

**Volumen minuto cardíaco.** Ley de Laplace: presión intracavitaria y tensión parietal de las cuatro cámaras cardíacas, tensión parietal activa y pasiva de las paredes ventriculares. Impedancia aórtica. Concepto de precarga, postcarga y contractilidad. Regulación homeométrica y heterométrica. Ley de Starling y teorías de la modificación de la fuerza y velocidad de acortamiento del elemento contráctil según los cambios en la longitud inicial del sarcómero. Retorno venoso y sus determinantes. Determinantes del volumen minuto cardíaco y su regulación. Medición de volumen minuto cardíaco.

**Presión arterial sistémica y presión efectiva de flujo sistémico.** Presión arterial sistólica, diastólica, diferencial y media, sus determinantes. Concepto de caudal y resistencia vascular periférica. Regulación nerviosa y humoral de la presión arterial, su acción conjunta, puntos de conjunción de ambos. Presorreceptores, quimiorreceptores. Sistema nervioso autónomo. Médula adrenal, sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona, Calicreína y quinina, Endotelio. Reflejo presor del sistema nervioso central. Natriuresis por presión y regulación endotelial.

**Circulación Coronaria:** Concepto de circulación coronaria. Flujo coronario: coronaria derecha y coronaria izquierda. Determinantes de la circulación coronaria. Presión efectiva de flujo coronario. Resistencia vascular coronaria. Regulación de la circulación coronaria: metabólica, endotelial y autorregulación. Determinantes del consumo de oxígeno y de la actividad metabólica del miocardio. Fisiología y funciones del endotelio en la circulación coronaria.

**Propiedades de la pared vascular.** Distensibilidad. Tensión. Impedancia aórtica.

**Circulación venosa.** Determinantes de la circulación venosa. Vis a tergo, vis a latere, vis a fronte. Volumen minuto venoso sistémico. Flujo venoso. Presiones en el lecho venoso sistémico. Volemia del lecho venoso, lecho de capacitancia.

**Efectos hemodinámicos de diferentes agentes físicos:** Calor, frío, aceleración, presión atmosférica y cambios posturales.

**Circulación fetal. Adaptación cardiocirculatoria al momento del nacimiento.**

**Aparato circulatorio a lo largo del desarrollo.** Valores normales hemodinámicos en la infancia, pubertad y adolescencia.

## **Fisiología y biofísica de la respiración**

**Concepto de respiración.** Composición de la atmósfera. Presión atmosférica. Ley de Boyle y Mariotte. Presión parcial de los gases. Ley de Dalton. Propiedades de los gases en solución. Presión de vapor de agua en función de la temperatura.

Elementos biofísicos de estática y dinámica de los fluidos aplicable a la respiración. Presión atmosférica. Relación entre presión atmosférica y altura. Ecuación general del estado gaseoso. Presiones parciales. Propiedades de los gases en solución.

**El aire alveolar.** Su variación y causa de la misma respecto del aire atmosférico. La cascada del O<sub>2</sub>. Cálculo de la PAO<sub>2</sub> alveolar (PAO<sub>2</sub>) mediante la ecuación del gas alveolar de Bohr. Funciones no respiratorias del pulmón. Relación entre estructura y función del aparato respiratorio. Espacio muerto: total o fisiológico, anatómico y alveolar. Unidad funcional o acino pulmonar. Epitelio bronquial. Aparato mucociliar: Características generales. El oxígeno y su papel en el metabolismo celular. Usos terapéuticos del oxígeno. Toxicidad del oxígeno. Bronquios de conducción donde la pared carece de cartílago.

**Volúmenes y capacidades pulmonares.** Ventilación pulmonar. Determinación e importancia. Ventilación alveolar. Concepto de V<sub>d</sub>/V<sub>t</sub> (volumen muerto/volumen corriente). Evaluación de los volúmenes y capacidades pulmonares: espirometría estática.

**Mecánica Ventilatoria.** La unidad funcional tóraco-pulmonar. Pared torácica. Pleura parietal y visceral. Espacio pleural. Presión intrapleural y su importancia en la dinámica de la ventilación pulmonar. Músculos ventilatorios: inspiratorios principales y accesorios, y espiratorios. Resistencias elásticas y no elásticas tóraco-pulmonares. El sistema tóraco-pulmonar en reposo ventilatorio. Interfase liquido-gas. Concepto de tensión superficial. Surfactante pulmonar y estabilidad alveolar. Complacencia tóraco-pulmonar, pulmonar y torácica. Evaluación e importancia. Resistencia al flujo aéreo. Ley de Poiseuille aplicada al flujo aéreo. Flujo laminar y turbulento. Concepto de compresión dinámica de las vías aéreas. Evaluación de las resistencias de las vías aéreas: capacidad vital forzada, curva



volumen-tiempo y flujo-volumen. Volumen y capacidad de cierre de la vía aérea. Síndromes respiratorios: restrictivo y obstructivo. Características generales.

**Intercambio gaseoso alveolo capilar-pulmonar (hematosis), e intercambio gaseoso capilar- tisular.** Difusión pulmonar: concepto. Bases físicas de la difusión: Conceptos biofísicos. Ley de Henry. Ley de Graham. Ley de Fick. Difusión flujo y membrana dependiente. Participación de la membrana alvéolo-capilar y del factor sanguíneo. Tiempo de contacto alveolo-capilar. Capacidad de difusión. Evaluación clínica de la difusión: DLCO, gasometría en reposo y ejercicio.

**Transporte de gases por la sangre.** Transporte de O<sub>2</sub>, Curva de disociación de la oxihemoglobina. Efecto Bohr. P50. Importancia del 2,3 DPG. Concepto de oferta distal de O<sub>2</sub> (DO<sub>2</sub>). Factores que intervienen en la misma. Modificaciones de la DO<sub>2</sub> en situaciones fisiológicas y patológicas (ejercicio, anemia, bajo volumen minuto). Concepto de hipoxemia. Diferencia entre hipoxemia y anemia. Diferencia entre hipoxia e hipoxemia. Transporte de CO<sub>2</sub>. Características. Curva de disociación del CO<sub>2</sub>. Interrelación entre el transporte de ambos gases. Capnografía. Gasometría arterial.

**Circulación pulmonar.** Características de la circulación pulmonar. Diferencias con la circulación sistémica. Volumen minuto y resistencia periférica pulmonar. Regulación de la resistencia periférica pulmonar. Reclutamiento. Circulación bronquial.

Concepto de admisión venosa. Cortocircuito anatómico. Ecuación del cortocircuito.

**Relación ventilación/perfusión (V/Q).** Definición. Efecto de la gravedad. Relación V/Q y hematosis. Cortocircuito anatómico. Admisión venosa y cortocircuito funcional (zonas de baja V/Q). Ecuación del cortocircuito. Factores que influyen la relación V/Q. Importancia en la práctica clínica.

**Regulación de la respiración.** Concepto. Generalidades sobre el control de la ventilación. Control voluntario y automático. Sensores: quimiorreceptores centrales y periféricos, mecanorreceptores y propioceptores. Reflejos respiratorios. Evaluación del control ventilatorio: Presión de oclusión (P0.1). Respuesta ventilatoria al CO<sub>2</sub>. Características generales sobre el control nervioso y humoral del tono bronquial.

El oxígeno y su papel en el metabolismo celular. Usos terapéuticos del oxígeno. Toxicidad del oxígeno.

**Efectos respiratorios de diferentes agentes físicos:** Calor, frío, aceleración, presión atmosférica, altura, buceo y postura.

**Adaptación respiratoria a la altura (hipobaría), y buceo.**

## **Fisiología y Biofísica de la función renal y regulación del medio interno**

**Presión efectiva de perfusión y flujo sanguíneo renal.** Flujo plasmático renal total y efectivo. Medición.

**Ultrafiltración glomerular.** Fuerzas impulsoras, gradientes. Hemodinámica renal y función tubular. Diferencias entre los mecanismos de filtración en un capilar glomerular renal y en un capilar sistémico.

**Estructura y tipos de nefronas:** Características ultraestructurales. Aparato yuxtglomerular. Distribución del flujo sanguíneo.

**Filtración Glomerular:** características de la barrera de filtración. Factores determinantes del ultrafiltrado. Presión efectiva de ultrafiltrado. Carga filtrada. Coeficiente de ultrafiltración. Velocidad de filtración glomerular. Concepto de Clearance. Medición del volumen de filtración glomerular. Clearance de inulina y de creatinina. Fracción de filtración. Modificaciones fisiológicas según la edad. Regulación de la circulación renal y de la filtración glomerular. Autorregulación, teorías, hormonas y sustancias vasoactivas que regulan la filtración glomerular. Regulación nerviosa. Consumo de oxígeno y metabolismo renal.

**Función Tubular:** Carga filtrada, carga reabsorbida, carga secretada y carga excretada. Clearance de para-aminohipurato. Índice de Extracción. Velocidad máxima de reabsorción y de secreción ( $T_m$ ), glucosuria. **Almacenamiento y excreción de la orina.** Uréteres. Función de la vejiga: características. Uretra. Fisiología del llenado y vaciado vesical. Regulación nerviosa. Micción.

**Características generales de las barreras epiteliales tubulares de la nefrona.** Tipos de epitelios (abiertos y cerrados). Poros y uniones estrechas. Transporte activo y pasivo. Difusión simple y facilitada, transporte activo.

**Función renal y metabolismo del sodio:** Contenido y distribución de sodio en el organismo. Funciones. Su contribución a la regulación del volumen del líquido

extracelular. Carga filtrada de sodio. Balance glomérulo-tubular. Mecanismos de transporte y reabsorción tubular de sodio en los distintos segmentos de la nefrona y su regulación. Factores hemodinámicos, hormonales y nerviosos involucrados. Cálculo de la reabsorción y excreción absoluta y fraccional.

**Función renal y metabolismo del potasio:** Contenido y distribución de potasio en el organismo. Funciones. Balance interno y externo. Mecanismo de reabsorción y secreción de potasio en los distintos segmentos de la nefrona. Su regulación. Mecanismos involucrados en la variación del transporte de potasio en la nefrona distal. Cálculo de la excreción absoluta y fraccional de potasio.

**Rol del riñón en el metabolismo del Calcio, Fosfato y Magnesio:** valores normales. Transporte a lo largo de la nefrona. Regulación de la excreción y/o reabsorción urinaria de calcio, fósforo, y magnesio. Cálculo de la excreción absoluta y fraccional de calcio y fósforo.

**Metabolismo del agua:** ingesta y pérdida de agua. Contenido y distribución del agua corporal. Variaciones en las diferentes edades de la vida. Sed. Osmolaridad: importancia en la regulación del volumen de líquido intra y extracelular. Hormona antidiurética (HAD). Sitio de síntesis. Estímulos y mecanismos osmóticos y no osmóticos que modulan su secreción. Osmorreceptores. Función y mecanismo de acción renal de la HAD. Acuaporinas. Reabsorción tubular de agua a lo largo de la nefrona. Mecanismo de concentración y dilución de la orina. Contracorriente de multiplicación y de intercambio pasivo. Papel de las Asas de Henle en las nefronas yuxtamedulares. Función de la Vasa Recta. Modificaciones de la osmolaridad del filtrado glomerular a lo largo de la nefrona.

**Homeostasis de la urea:** manejo tubular renal de la urea (reabsorción y secreción). Urea plasmática y excreción fraccional de urea (EF<sub>urea</sub>). Recirculación de la urea. Contribución de la urea a la hiperosmolaridad del intersticio medular renal y a la concentración de la orina. Regulación dependiente de la HAD.

**Cuantificación de la capacidad renal para concentrar y diluir la orina.** Variantes según las diferentes edades. Clearance osmolar ( $C_{OSM}$ ), Clearance de Agua Libre ( $C_{H_2O}$ ) y Reabsorción de Agua en el Túbulo Colector ( $TC_{H_2O}$ ).

**Volumen efectivo circulante:** Concepto. Su relación con el volumen del líquido extracelular, volumen vascular, presión arterial y volumen minuto cardiaco. Monitoreo del volumen efectivo circulante. Receptores.

**Regulación del volumen efectivo circulante y osmolaridad plasmática: balance de sodio y agua.** Señales neuro hormonales involucradas en la regulación. Sustancias natriuréticas y antinatriuréticas. Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona. Péptido Natriurético Auricular y Cerebral. Factores que controlan su síntesis y secreción. Sitios y mecanismos de acción. Otros factores que participan en la regulación. Catecolaminas. Endotelinas. Óxido Nítrico. Sistema Calicreinas-cininas. Prostaglandinas. Efecto de la HAD en el control de la osmolaridad plasmática, renal, y el volumen del líquido extracelular. Regulación de la ingesta y la excreción de sodio y agua en relación a la homeostasis del volumen de líquido extracelular.

**Regulación del equilibrio ácido-base:** Forma de expresar la concentración de protones. Ecuación de Henderson-Hasselbach.  $pCO_2$ . Valores normales de los determinantes del estado ácido-base. Regulación del equilibrio ácido-base. Buffers. Clasificación. Papel de los sistemas amortiguadores intra y extracelulares. Sistemas cerrados y abiertos. Mecanismo de acción. Principio isohídrico. Base buffer sanguínea y plasmática. Exceso de base. Valores normales. Variaciones electrolíticas. Respuesta respiratoria y renal en la regulación del equilibrio ácido-base. Transporte tubular de bicarbonato a lo largo de la nefrona,  $T_m$ , su regulación, valores normales, variables según las diferentes edades. Mecanismo de acidificación urinaria. Buffers urinarios. Secreción de protones. Acidez titulable. Acidez de amonio. Excreción neta de ácidos. Excreción de protones. Valores normales. Formación y excreción de amoniaco. Recirculación del ión amonio. Estado normal. Acidosis y alcalosis metabólicas y respiratorias. Mecanismos de regulación. Concepto de Brecha aniónica (GAP). Importancia del mismo para el diagnóstico de las acidosis metabólicas.

## **Fisiología y Biofísica del aparato digestivo**

**Introducción a las funciones del tubo digestivo:** Componentes del tubo digestivo. Niveles de integración de la regulación nerviosa de las funciones digestivas. Sistema APUD.

### **Motilidad Digestiva:**

Motilidad digestiva: tipos de movimientos, peristalsis. Modelo general de motilidad en ayuno y postprandial. Concepto de esfínter funcional y anatómico. Reflejo de deglución: centro de la deglución, fases, principales eventos, mecanismos de seguridad. Ondas esofágicas primarias y secundarias. Depuración o clearance esofágico. Electromanometría de esófago, manometría de esófago estática y dinámica, ondas esofágicas. Trazados normales y patológicos. Motilidad gástrica. Tono gástrico. Función de mezcla y trituración. Llenado y vaciamiento gástrico. Curvas de vaciamiento gástrico: alimentos sólidos y líquidos. Tipos de relajación. Coordinación antro-píloro-duodenal. Motilidad del intestino delgado. Fenómenos eléctricos y mecánicos en el intestino. Ritmo eléctrico básico. Complejo motor migrante. Motilidad del intestino grueso: tipos de movimientos. Continencia y defecación.

**Secreciones exocrinas, salival, gástrica y pancreática:** Modelo general de secreción. Secreción salival: tipos de saliva, funciones de la saliva. Regulación de la secreción salival. Glándulas salivales accesorias. Secreción gástrica: áreas secretoras, composición y funciones del jugo gástrico. Secreción de ácido clorhídrico: mecanismo de secreción, bomba protón-potasio. Regulación de la secreción de ácido clorhídrico: gastrina, acetilcolina e histamina. Funciones del estómago y enzimas gástricas. Fases de la secreción gástrica. Concepto de mezcla absorptiva óptima. Barrera defensiva mucosa: constituyentes y su importancia. Concepto de masa celular parietal. Test de histamina máxima, BAO y MAO. Secreción pancreática: composición y funciones del jugo pancreático. Tipos de secreción pancreática exocrina. Tipo de secreción pancreática exocrina. Regulación nerviosa y hormonal de cada fase de la secreción pancreática.

**Fisiología de hígado. Secreción biliar y metabolismo de bilirrubina:** División anatomo-histo-fisiológica del hígado. Funciones del hígado. Circulación hepática arterial y portal. Hipertensión portal. Secreción biliar: fracciones, composición y funciones de la bilis. Sales biliares: origen formación y circulación entero hepática. Efecto colagogo y colerético. Funciones de la vesícula biliar. Bilirrubina: Origen y circulación. Papel del hígado en el metabolismo de la bilirrubina. Concepto de ictericias: pre-hepáticas, hepáticas y pos-hepáticas.

**Digestión y absorción de nutrientes, electrolitos y agua:** Secreción y absorción de agua y electrolitos. Mecanismos de transporte específico para el sodio, potasio, cloro y bicarbonato. Reflejo secretorio intestinal. Digestión de solutos orgánicos. Digestión de lípidos: tipos de micelas, enzimas lipolíticas, importancia de las sales biliares, absorción de lípidos. Digestión de proteínas: enzimas proteolíticas (endopeptidasas y exopeptidasas), enteroquinasa, enzimas citosólicas), origen y mecanismos de activación. Papel digestivo del ribete en cepillo. Digestión de hidratos de carbono: enzimas glucolíticas, origen, mecanismo de absorción de la glucosa. Materias fecales: características normales, osmolaridad teórica, pérdidas fecales de electrolitos. Tipos de diarreas según el mecanismo de acción (fermentativa, secretoria, osmótica, por tránsito intestinal acelerado).

### **Fisiología y Biofísica Endocrina**

**Hormonas:** definición, clasificación por estructura química y mecanismo de transporte y degradación. Mecanismo de acción hormonal y tipos de receptores. Concepto de regulación en más y en menos de los receptores. Concepto de secreción pulsátil hormonal. Regulación endocrina y parácrina. Ejes y Circuitos de retroalimentación largo, corto y ultracorto. Neurosecreción. Diferencias con neurotransmisión y neuromodulación. Uso diagnóstico de las radiaciones: Radioinmunoanálisis: características. Trazadores radioactivos.

**Neuroendocrinología.** Hormonas hipotalámicas: química, donde se producen y actúa cada una; efectos hipofisarios y extrahipofisarios. Mecanismos de control. Opioides y neuroendocrinología. Prostaglandinas y compuestos relacionados. Anatomía funcional y del desarrollo de la neuro y adenohipófisis. Circuitos porta. Hormonas

adenohipofisarias (LH y FSH, prolactina, TSH, STH, ACTH), y de la neurohipófisis (ADH y Oxitocina): origen, química, transporte, efectos, regulación, modificaciones en función del tiempo / edad. Pruebas funcionales. Diabetes insípida. Pars intermedia hipofisaria: Hormonas (MSH). Concepto de psicoimmunoneuroendocrinología (PINE). Relación del sistema endocrino con la conducta y con la inmunidad.

**Sistema reproductor masculino y Prolactina.** Anatomía funcional. Espermatogénesis. Espermograma. Andrógenos, tipos, origen, síntesis, transporte, efectos, mecanismos de acción y regulación de su secreción. Mecanismos de control de la secreción de gonadotrofinas. Fisiología sexual humana. Respuesta sexual masculina y sus mecanismos de regulación. Prolactina: secreción, mecanismo de acción y funciones. Regulación de la secreción de prolactina. Interferencia de la hiperprolactinemia en la función reproductora femenina y masculina.

**Sistema reproductor femenino, embarazo y parto:** Ovario. Estructura funcional: tipos celulares y sus diferencias funcionales. Hormonas que lo regulan y hormonas que secretan. Foliculogénesis y ciclo folicular ovárico. Ovulación. Cuerpo lúteo y luteólisis. Ciclo menstrual y sus variaciones hormonales. Determinación de los caracteres sexuales primarios y secundarios. Diagnóstico de ovulación. Endometrio: cambios durante el ciclo sexual femenino y menstruación. Relaciones hipotálamo-hipófiso-gonadal. GnRH, FSH: origen, control de su secreción y efectos. Evaluación del eje hipotálamo-hipófiso-ovárico. Determinación y diferenciación sexual. Pubertad. Climaterio. Menarca y menopausia. Periodo fértil. Embarazo: diagnóstico. Placenta y hormonas placentarias. Variaciones hormonales durante el embarazo. Cambios anatómicos y funcionales en la mujer embarazada. Mecanismo de Parto. Glándula mamaria. Desarrollo. Características de la glándula mamaria adulta. Efecto de las hormonas. Reflejo de succión.

**Fisiología tiroidea.** Metabolismo del yodo y su evaluación funcional. Autorregulación tiroidea. Hormonas tiroideas: síntesis, secreción, transporte, metabolismo, efectos y mecanismo de acción de las hormonas tiroideas. Regulación del eje hipotálamo-hipófiso-tiroideo. Evaluación de la función tiroidea y pruebas funcionales. Modificaciones temporales. Hipo e hipertiroidismo. Bocio.

**Metabolismo fosfocálcico.** Metabolismo y funciones del calcio, fósforo y magnesio del organismo. Hormonas paratiroidea y calcitonina: estructura, síntesis, función, regulación y efectos. Vitamina D: origen, requerimientos, metabolismo y efectos. Hipo e hiperfunción paratiroidea. Hipo e hipervitaminosis D. Metabolismo y fisiología del hueso. Anatomía funcional y factores que regulan el modelado. Osteoporosis. Hipocalcemia. Tetania. Hipercalcemia.

**Glándula Adrenal y Fisiología del Estrés.** Anatomía funcional. Corteza. Biosíntesis, metabolismo, transporte y mecanismo de acción de esteroides adrenales. Tipos de hormonas adrenales. Regulación de la secreción de gluco y mineralocorticoides. Ritmo circadiano de secreción. Hormonas sexuales corticales. Efectos y mecanismos de acción de glucocorticoides y mineralocorticoides. Participación de los glucocorticoides en la inmunomodulación. Hipo e hiperfunción cortical. Medula adrenal. Catecolaminas: biosíntesis, almacenamiento, metabolismo, efecto y regulación de la secreción. Evaluación de la función suprarrenal. Fisiología del estrés. Mecanismo general de adaptación. Euestrés, Disestrés, Carga Alostática.

**Fisiología del Crecimiento:** Somatotrofina. Origen, química, funciones, modificaciones en función del tiempo, regulación de su secreción. Factores de crecimiento: ejemplos, función y mecanismos de acción. Pruebas funcionales para evaluar la secreción de hormona de crecimiento. Hipo e hiperfunción de la hormona de crecimiento. Graficación del crecimiento normal y por déficit nutricional y hormonal en curvas de percentilos de talla. Importancia de una dieta adecuada para el crecimiento y sus consecuencias en situaciones de mal absorción digestiva.

**Fisiología del Metabolismo.** Factores que regulan la homeostasis de la glucosa. Fisiología del islote de Langerhans. Hormonas pancreáticas reguladoras de la glucemia. Insulina, glucagón y somatostatina: síntesis, secreción, efectos biológicos, receptores. Evaluación funcional de sus secreciones. Sistema de contra regulación glucémica. Importancia del hígado en el mantenimiento de la glucemia. Hormonas gastrointestinales reguladores de la glucemia. Efecto incretina. Eje enteroinsular. Función del músculo esquelético en la regulación de la glucemia. Bases fisiológicas de la diabetes. Glicosilación protéica. Metabolismo de lípidos. Lipoproteínas. Metabolismo



proteico. Procesos anabólicos y catabólicos. Calorimetría, metabolismo basal, factores que lo modifican.

**Fisiología del tejido adiposo y la Regulación de la Ingesta.** Conducta alimentaria humana. Sistema de retroalimentación y mecanismos aferentes y eferentes. Integración de la información metabólica. Cerebro anterior: factores cognitivos, aversión y gratificación. Señales originadas en el sistema sensorial (visión, olfato, gusto). Saciación vs. saciedad. Señales de largo plazo: regulación del pániculo adiposo y hormonas producidas en el tejido adiposo. Señales de corto plazo: mensajes aferentes originados en el tracto gastrointestinal, neuropéptidos digestivos. Señales post-ingesta originadas por los nutrientes o el metabolismo. Regulación central hipotalámica y extrahipotalámica de la ingesta. Circuitos hipotalámicos de regulación del apetito. Lesiones del hipotálamo ventromedial y dorsolateral. Leptina, neuropéptido Y, grelina, adiponectina y resistina. Interacción en la regulación neuroendocrina de la ingesta y del eje reproductor. Genes modificadores del consumo de energía tisular. Índice de masa corporal. Macromoléculas nutricionales. Principales componentes de una dieta normal. Principales nutrientes y sus funciones. Relación entre incorporación de nutrientes, consumo de energía y tamaño de los depósitos adiposos. Calorimetría, metabolismo basal, factores que lo modifican. Control neurohumoral en situaciones metabólicas de ayuno, ingesta y ejercicio.

## **Fisiología y Biofísica del Sistema Nervioso Central**

**Introducción al estudio de la neurofisiología y bases de bioeléctricas de la membrana celular.** Bases biofísicas de los fenómenos eléctricos en membranas: Propiedades activas y pasivas de las membranas excitables. Concepto de resistencia y conductancia. Potencial de membrana. Características. Concepto de potencial de equilibrio. Determinantes del potencial de membrana. Canales iónicos. Potenciales electrofónicos o subumbrales, potenciales excitatorios postsinápticos y potenciales inhibitorios postsinápticos (PEPS y PIPS): características. Constantes de tiempo y espacio. Potencial de acción (PA): Características de los potenciales de acción. Ley del todo o nada. Curso temporal del potencial de acción. Canales iónicos. Corrientes iónicas durante el PA. Características de las conductancias de  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ . Concepto de umbral.

Despolarización. Repolarización. Hiperpolarización. Períodos refractarios absoluto y relativo. Período refractario y frecuencia de disparo neuronal. Sustancias bloqueadoras de canales.  $Ca^{2+}$  extracelular y excitabilidad. Propagación del potencial de acción. Cambios en el cono axonal. Mecanismo de conducción. Diferencias en la velocidad de propagación. Efecto del diámetro y de la mielinización en la velocidad de propagación. Potenciales compuestos en troncos neuronales. Transporte axonal. Tipos de transporte. Importancia del transporte axonal. Funciones de la glía.

**Circulación cerebral.** Presión efectiva de flujo cerebral. Flujo sanguíneo cerebral y autorregulación. Compartimientos y líquidos intra-craneanos. Presión intracraneana.

**Sinápsis y neurotransmisión.** Fisiología de la transmisión sináptica. Sinápsis químicas vs. Sinápsis eléctricas: Características. Sinápsis químicas: Tipos de sustancias transmisoras. Síntesis, almacenamiento y liberación del transmisor. Control de la liberación del neurotransmisor. Acción del neurotransmisor a nivel post-sináptico y pre-sináptico. Terminación de la acción del neurotransmisor. Concepto de receptor y clasificación de los receptores. Concepto de neurotransmisión ionotrópica y metabotrópica. Regulación hacia arriba y hacia debajo de los receptores post-sinápticos: Ejemplos. Plasticidad neuronal pre y post-sináptica.

Neurotransmisión autonómica: neurotransmisores y receptores involucrados. Introducción a la farmacología autonómica. Características de la transmisión neuromuscular.

**Sistema sensorial. Exterocepción. Interocepción. Propiocepción.** Estructura neuronal y transferencia de información. Las dendritas como unidades de procesamiento de información. Neuronas sensoriales. Componentes no-neuronales en los sistemas sensoriales; el corpúsculo de Paccini como ejemplo. Concepto de campo receptivo. Somatotopía. Propiedades fisiológicas de los receptores sensoriales. Generación del código neural. Eventos en el receptor. Codificación del estímulo. Respuestas estáticas y dinámicas; receptores tónicos y fásicos. Bases de la organización sensorial. Codificación de la información sensorial. Modalidades sensoriales. Adaptación. Correlatos psicofísicos. Percepción.

Campo receptivo periférico. Dermatomas. Vías ascendentes lemniscal y extralemniscal. Tipo de sensibilidad que conducen. Sensibilidad propioceptiva inconsciente. Tálamo y corteza somatosensorial; integración y procesamiento central de la información sensorial.

Cenestesia de los órganos internos. Hiperalgnesia primaria y secundaria. Dolor en el miembro fantasma y dolor referido. Analgesia inducida por estrés y sistema endógeno de analgesia. Opioides endógenos.

### **Sistemas sensoriales especiales.**

**Visión.** Aspectos biofísicos de la luz. Tipos de lente. Óptica geométrica del ojo. Lentes oculares y formación del objeto en la retina. Poder dióptrico de las lentes oculares. Punto remoto, punto próximo y punto ciego. Acomodación y alteración de la curvatura del cristalino. Función del sistema simpático en la acomodación. Agudeza visual. Defectos ópticos asociados: miopía, hipermetropía. Fototransducción. Circuitos retinianos: campos on-off. Procesamiento visual en paralelo: sistemas parvo y magnocelular. Corteza visual primaria y cortezas extra-primarias. Percepción de formas, movimiento y color. Lesiones a nivel retiniano, en la vía visual y a nivel cortical. Reflejo fotomotor y consensual, parte de la vía óptica explorada por estos reflejos.

**Audición.** Características del sonido. Espectro audible. Funciones del oído externo, medio e interno. Propagación del sonido en el ambiente y en el oído medio. Conducción aérea y ósea. Receptores auditivos. Tonotopia. Vía de la audición. Mecanismos centrales de la audición. Áreas corticales. Percepción auditiva, de los ruidos y sonidos.

**Gusto y olfato:** conceptos básicos de gusto y olfato. Percepción de los 5 sabores. Relación entre gusto y olfato. Procesado de la información. Percepción olfativa y su relación con la memoria.

**Sistema vestibular. Equilibrio.** Aparato vestibular. Organización funcional. Conexiones centrales. Percepción del equilibrio. Reflejo vestíbulo-ocular y vestíbulo espinal..

**Organización funcional del sistema motor, corteza, cerebelo, y ganglios de la basales. Tono muscular. Reflejos espinales.**

Reflejos mono y polisinápticos. Reflejo miotático. Co-activación alfa-gamma. Regulación supraespinal de la actividad refleja. Tono muscular y sus determinantes. Reflejos posturales predictivos y reactivos. Unidad motora; clasificación. Electromiograma, diferencia entre alteración miogénica y neurogénica. Reclutamiento. Filtro de baja.Regulación espinal y supraespinal del tono muscular. Bases fisiopatológicas de la espasticidad y de la rigidez. Organización funcional del sistema motor. Tipos de

movimientos.

Programa motor central. Áreas de la corteza cerebral que participan.

Significado clínico de los reflejos espinales. Sección medular. Aprendizaje de procedimientos y hábitos. Organización de los sistemas ventromediano y dorsolateral.

Relación con las clásicas vías piramidal y extrapiramidal.

Ganglios basales. Funciones motoras: conexiones aferentes, internucleares y eferentes; organización somatotópica. Funciones no motoras de los ganglios basales. Introducción funcional a las enfermedades de los ganglios basales.

Organización funcional del cerebelo. Participación del cerebelo en los movimientos y en el aprendizaje motor. Síndrome cerebeloso.

**Hipotálamo y biorritmos.** El hipotálamo: estructura funcional. Funciones hipotalámicas. Conductas reguladas por el hipotálamo. Ritmos biológicos. Ritmos ultradianos, circadianos, infradianos y circanuales. Valor predictivo y adaptativo. La glándula pineal y su hormona melatonina. Percepción del tiempo y del cambio.

**Sistema nervioso autónomo.** Organización jerárquica y funcional. Integración de la función visceral. Reflejos autonómicos. El hipotálamo como centro integrador de la función autonómica y neuroendocrina. Reflejos de micción y defecación.

**Circuitos dendríticos como base del EEG.** Tipos de ondas: maduración.

**Sueño como proceso rítmico y activo.** Estadíos del sueño normal. Psicofisiología del contenido onírico. Privación de sueño. Neuroquímica del sueño. Áreas centrales involucradas en la inducción y mantenimiento del sueño. Polisomnografía: variables que se determinan.

**Conciencia.** Significado y bases fisiológicas. Alteraciones parciales de la conciencia: obnubilación, confusión, delirio y estupor. Alteración global: coma. Escala de Glasgow. Estados poscomatosos: estado vegetativo persistente, síndrome de enclaustramiento, estado de mínima conciencia.

**Funciones corticales. Sistema límbico. Neurofisiología de la comunicación.** Organización funcional de la corteza cerebral. Concepto de asimetría cerebral. Bases neurales del lenguaje. Funciones cognitivas. Aprendizaje asociativo y no asociativo. Reforzamiento, habituación, adaptación, fatiga. Plasticidad sináptica.

Memoria: bases neurofisiológicas. Etapas en la consolidación de la memoria. Memoria

reflexiva y declarativa. Rol del hipocampo y del complejo amigdalino. Relación de los ganglios de la base y cerebelo con cortezas asociativas y estructuras límbicas. Evocación. Corteza parietal posterior. Atención. Corteza prefrontal y órbito- frontal. Planeamiento y control ejecutivo del comportamiento. Memoria de trabajo. Psicología cognitiva. Emociones y motivaciones.

Planeamiento y control ejecutivo del comportamiento. Circuito de recompensa. Proyecciones dopaminérgicas, mesolímbicas y mesocorticales.

### **Herramientas tecnológicas para la exploración funcional del sistema nervioso.**

Electroencefalograma. Electromiograma. Potenciales evocados. Doppler transcraneano. Tomografía computada. Resonancia magnética nuclear y tactografía. Tomografía por emisión de positrones. Test conductuales.

## **Fisiología y Biofísica en los extremos de la vida**

**Infancia y adolescencia.** El recién nacido. Crecimiento y desarrollo. Parámetros del crecimiento y desarrollo. Variabilidad. Crecimiento y desarrollo durante el primer año de vida. Crecimiento y desarrollo durante el segundo año de vida. Crecimiento y desarrollo en la etapa pre-escolar y escolar. Pubertad. Adolescencia. Evolución cardiovascular, metabólica-endócrina, y de otros sistemas durante el crecimiento. Reflejos en el niño. Reflejos arcaicos: origen filogenético transición y desaparición, bases fisiológicas y características.

Principales diferencias entre la fisiología del niño y del adulto.

**Envejecimiento.** Biología del envejecimiento. Envejecimiento celular. Teoría exógeno-ambiental del envejecimiento: alimentación, radicales libres, paradoja del oxígeno. Reloj metabólico. Declinación de las defensas antioxidantes con la edad. Teoría génica. Telomerasa. Programa de senescencia. Envejecimiento orgánico: piel, cardiovascular, sangre, endocrino, renal, aparato digestivo y sistema nervioso. Envejecimiento en la red psico-inmuno-neuroendocrina. Ontogenia del sueño.

Sociología del envejecimiento: Contexto familiar. Contexto laboral. Factores de riesgo en la vivienda, calles, plazas, medios de transporte. Fisiología de la muerte. Etapas de duelo.

## **Fisiología y biofísica del ejercicio**

**Bases bioenergéticas.** Consumo de oxígeno: concepto y bases fisiológicas. Factores determinantes del  $\text{VO}_2$ . Consumo de oxígeno y ejercicio. Utilización de sustratos metabólicos.

**Control muscular del movimiento y su adaptación.** Ejercicio isotónico e isométrico. Respuestas y adaptaciones hematológicas y cardiocirculatorias. Mecanismos nerviosos y humorales.

**Adaptaciones circulatorias, respiratorias y renales.** Modificaciones del volumen minuto cardíaco y de la presión arterial. Regulación de la circulación periférica. Respuesta ventilatoria al ejercicio y durante la recuperación posejercicio. Relación ventilación-perfusión. Adaptaciones de la ventilación con el entrenamiento. Fatiga de los músculos respiratorios. Difusión y transporte de gases en la sangre. Respuestas y adaptaciones renales. Volumen de orina y excreción de agua y electrolitos.

**Respuestas y adaptaciones endocrinas al ejercicio.** Hormonas hipotalámicas e hipofisarias, tiroideas, de la corteza y médula suprarrenal y pancreáticas. Hormonas sexuales. Ejercicio en ambientes hipo o hiperbáricos. Entrenamiento y optimización del rendimiento deportivo.

## **Bases Biofísicas de Técnicas de Diagnóstico y Tratamiento**

**Las radiaciones ionizantes y su importancia en Medicina.** Conceptos de radioactividad y actividad radioactiva. Periodo medio de vida. Radiodosimetría. Concepto de dosis de irradiación. Mecanismo de acción biológica de las radiaciones. Radiosensibilidad. Detectores de radioactividad en medicina. Aplicaciones diagnósticas. Radioinmunoensayo. Estudios con trazadores. Aceleradores de partículas de uso médico. Uso de radiaciones con fines terapéuticos.

**Diagnóstico por imágenes.** Rayos X. Radiología y Radioscopía. Tomografía computarizada. Gammagrafía. Tomografía por emisión de positrones. Ultrasonografía. Ecografía Doppler. Resonancia magnética nuclear.

### **3) Metodología de enseñanza: estrategias de enseñanza aprendizaje**

Se desarrolla a través de seminarios en los que los estudiantes reciben los conceptos teóricos, y en mesas de discusión y trabajos prácticos en donde se resuelven ejercicios conceptuales y de integración, en base a una guía de trabajos prácticos diseñada a tal fin, o se realizan actividades diseñadas para la adquisición de destrezas y habilidades, con base fisiológica, de empleo habitual en la práctica de un médico generalista.

La modalidad de las mesas de discusión incluye la realización de trabajos prácticos sencillos (mediciones de variables fisiológicas como el registro del pulso y la tensión arterial, ECG, espirometría, etc) con posterior discusión de los resultados en grupos pequeños con el objeto de motivar la participación, el trabajo en equipo y la adquisición de herramientas cognitivas que les permitan a los alumnos adquirir una metodología de estudio que se correlacione con su actividad medica futura. Asimismo se realizaran discusión de casos poniendo el énfasis en la comprensión de los mecanismos fisiológicos integradores.

### **4) Evaluación**

Formativa: exámenes de selección múltiple y/u oral de cada subespecialidad en base a los objetivos de enseñanza señalados.

Sumativa: examen final que cubre toda la disciplina con preguntas de selección múltiple y/u oral.

La regularidad se obtiene con la presencia en el 80% de los trabajos prácticos y la aprobación de los exámenes parciales.

### **5) Aspectos administrativos**

- Duración de la asignatura: 416 hs.
- Requisitos para cursar Fisiología y Biofísica: Regularidad en Anatomía. Aprobación de las asignaturas Histología, Biología celular, Embriología y genética.

- Requisitos para rendir el examen final de Fisiología y Biofísica: Tener aprobadas Histología, Biología celular, Embriología y genética, y Anatomía.
- Características del curso: el curso de la asignatura es de duración anual

## **6) Bibliografía general sugerida**

- ) Koeppen BM, Stanton BA. Berne y Levy. Fisiología. Ed: Elsevier España, ed. 2009
- ) Pocock G, Richards DC. Fisiología Humana Ed: Elsevier, ed. 2005
- ) Silverthorn DU, Fisiología humana un enfoque integrado. Ed: Panamericana. 4<sup>a</sup> ed. 2006
- ) Guyton AC y Hall JE. Tratado de Fisiología Médica. Elsevier. 12<sup>a</sup> ed 2011
- ) Cingolani HB, Houssa BA. Fisiología Humana El Ateneo 7a ed. 2004
- ) Tresguerres J. Fisiología Humana Ed: McGraw Hill. 4a ed. 2010
- ) Ganong W. Fisiología Médica Ed: McGrawHill. 23<sup>a</sup> ed. 2010
- ) Dvorkin MA, Cardinali DP, Iérmoli RH: Best y Taylor Bases Fisiológicas de la práctica Médica. Ed: Panamericana. 14<sup>a</sup> ed. 2010
- ) Rhoades RA, Bell DR. Fisiología Médica: Fundamentos de Medicina. Clínica. 4<sup>a</sup> edición. Ed: Lippincott Williams and Wilkins Wolters Kluwer Klower Health, ed. 2014.
- ) Montoreano R. Manual de Fisiología y Biofísica para estudiantes de Medicina. Ed: Biblioteca Pública Central Manuel Feo La Cruz, ed. 2014.  
[http://www.fundabiomed.fcs.uc.edu.ve/inicio\\_montoreano.html](http://www.fundabiomed.fcs.uc.edu.ve/inicio_montoreano.html)
- ) Parisi M. Temas de Biofísica. Ed: Científica Interamericana, ed.2002.

Además de la bibliografía general sugerida en cada orientación existe bibliografía específica y actualizada.