

## **Programa de la Unidad Curricular 8 "Biología del Desarrollo y de los Tejidos"**

### **1. Ubicación curricular y previaturas**

La Unidad Curricular se ubica en el tercer semestre de la Carrera de Doctor en Medicina, con una duración de 17 semanas. Para cursarla es condición haber aprobado la Unidad Curricular Biología celular y molecular” (UC 5).

### **2. Unidades docentes participantes**

Unidades Académicas de Histología – Embriología, Genética y Biofísica.

### **3. Fundamentación /Objetivos generales:**

En el módulo inicial se abordan diversos aspectos del desarrollo humano normal, buscando fortalecer conceptos integradores interdisciplinarios. Se trabaja sobre el papel esencial de la regulación de la expresión génica en estos procesos, y cómo esta es modulada por señales extracelulares. Se pretende integrar los conceptos de regulación génica y diferenciación celular con el proceso de desarrollo, buscando comprender cómo, a través de procesos dinámicos altamente regulados, se avanza en la generación de diversidad celular, y cómo estos procesos están indisolublemente ligados a la organogénesis.

En el segundo módulo se abordan las diferencias que existen entre los diferentes tejidos del ser humano, buscando, a partir de la comprensión de su origen abordada en el módulo anterior, entender sus interacciones y funcionamiento. En particular se estudiará la organización de los componentes celulares y extracelulares que caracterizan a los distintos tejidos y sus variedades. Además, se abordará el estudio de la piel y el sistema cardiovascular, como forma de integrar varios de los conceptos abordados en los módulos anteriores. Se pretende contribuir a la construcción del conocimiento a través de la observación crítica de preparaciones e imágenes histológicas

Finalmente, en el último módulo se estudiará la biofísica de la contracción de los diferentes tejidos musculares estudiados en el módulo anterior, y se abordará el estudio de la biomecánica de la locomoción humana.

### **4. Metodologías de enseñanza:**

A lo largo de esta unidad se estimulará el pensamiento crítico-analítico y la búsqueda de información y respuestas más allá de los libros de textos recomendados. Se fomentará además el trabajo en equipo como base para el ejercicio profesional.

Teóricos: brindan una visión panorámica y jerarquizada de los temas en estudio, sin sustituir ni cubrir los contenidos temáticos que deben ser abordados y profundizados por el estudiante en la bibliografía existente. Se realizarán en forma presencial y quedarán grabadas y con

acceso disponible en EVA. Para asistir al teórico en forma presencial, los estudiantes deberán inscribirse previamente a través de la plataforma EVA, debido a la capacidad limitada del salón.

Talleres o Discusiones grupales: tienen como objetivo acercar al estudiante a preguntas o situaciones problema específicamente ligadas a los contenidos del curso y que amplían y refuerzan los temas abordados en las clases teóricas. No se busca una resolución exhaustiva de todas las preguntas en clase, sino fomentar el trabajo en equipo para el abordaje y resolución de preguntas de índole científico, clínico o ambas. Para ello, se implementa el trabajo en grupos basado en el análisis y resolución de ejercicios y problemas propios de cada disciplina, con el acompañamiento y la tutoría del equipo docente.

Actividades prácticas: Se realizan once actividades prácticas orientadas a la adquisición de destrezas necesarias para el estudio de la Histología, incluyendo el manejo adecuado del microscopio y la identificación, análisis y jerarquización de los aspectos morfológicos estructurales y ultraestructurales de los tejidos abordados en el curso.

Actividades en plataforma virtual: ejercicios de autoevaluación.

5. **Organización del curso** (ver programa detallado en anexo 1, al final del documento)

### **Módulo 1. Biología del Desarrollo (4 semanas)**

1. Fundamentos de la biología del desarrollo.
2. Primeros pasos del desarrollo
3. Diferenciación celular.
4. Organización del Plan Corporal.

### **Módulo 2: Biología Tisular (11 semanas)**

1. Histología General
  - a. Tejido epitelial.
  - b. Tejido conjuntivo y sus variedades.
  - c. Tejido muscular.
  - d. Tejido nervioso y sinapsis.
2. Introducción a la Histología de los órganos y sistemas
  - a. Corazón y vasos sanguíneos.
  - b. Piel y receptores.

### **Módulo 3: Propiedades Biofísicas de la Contracción Muscular en general, Biomecánica y Locomoción (3 semanas)**

1. Músculo Esquelético. Contracción muscular. Mecánica, bases ultraestructurales y acoplamiento excito-contráctil.
2. Músculo cardíaco contráctil y de conducción. Músculo liso.

3. Biomecánica.
4. Locomoción Humana.

### **6. Carga horaria**

<b>Actividad</b>	<b>Instancias</b>	<b>Horas</b>	<b>Horas para créditos</b>
<b>Teóricos</b>	32	48	96
<b>Prácticos</b>	11	22	31
<b>Discusiones Grupales</b>	9	18	27
<b>EVA</b>	14	28	42
<b>Total</b>			<b>196</b>

La carga horaria total corresponde, a los efectos del cálculo de créditos: (actividades teóricas carga horaria x 2) y otras actividades (carga horaria x1.5).

### **7. Formas de evaluación, ganancia y aprobación del curso**

En la evaluación del curso se pueden obtener hasta 100 puntos, los que se distribuyen de la siguiente forma:

- Pruebas parciales teórico-prácticas (2): hasta 90 puntos
- Prueba parcial práctica (1): hasta 10 puntos

#### Pruebas Parciales teórico-prácticas:

Se realizan dos pruebas parciales teórico-prácticas a lo largo del curso. En cada una de estas pruebas se podrán obtener hasta 45 puntos, sumando un máximo de 90 puntos entre ambas.

#### Prueba parcial práctica:

Se realiza una evaluación práctica con utilización de microscopio y preparados histológicos, en la que se pueden obtener hasta 10 puntos. Podrán realizar esta evaluación únicamente aquellos estudiantes que hayan cumplido con una asistencia mínima del 90 % a las actividades prácticas.

#### Devolución:

Luego de la finalización de cada una de las pruebas parciales, se publican en EVA los prototipos correspondientes, y se instrumenta una instancia de devolución con los docentes que permita aclarar las dudas que hayan surgido durante la evaluación.

## **8. Aprobación de la Unidad curricular**

### Requisitos de aprobación:

- Obtener un mínimo del 40 % del total de puntos del curso.

En caso de no cumplir con el requisito el resultado es Reprobado y el estudiante deberá volver a cursar la unidad curricular.

En caso de cumplir con el requisito, el resultado puede ser: Aprobado o Rinde examen.

Aprobado (con exoneración del examen): El estudiante aprueba la unidad curricular si obtiene un 60 % o más del total de puntos del curso, y alcanza al menos el 40 % del puntaje en cada una de las pruebas parciales teórico-prácticas.

Rinde Examen: El estudiante quedará habilitado a rendir examen si obtiene un mínimo del 40 % del total de puntos del curso, y no cumple con las condiciones de exoneración. Esta situación incluye tanto a quienes obtienen menos del 60 % del total de puntos, como a quienes obtienen un 60 % o más, pero no alcanzan el 40 % del puntaje en alguno de los parciales teórico-prácticos.

### Examen

El examen consiste en una instancia única de evaluación teórico-práctica, integrada por preguntas en formato de opción múltiple o equivalente, que abarcan la totalidad de los contenidos del curso. Incluye preguntas de carácter teórico y teórico-práctico. Las preguntas teórico-prácticas podrán basarse en el análisis de imágenes proyectadas.

Para aprobar el examen, el estudiante deberá obtener una calificación global igual o superior al 60 % del puntaje total.

**Devolución de evaluaciones:** La devolución de los resultados de las pruebas se realizará en la plataforma EVA, con la justificación de las respuestas correctas.

## **ANEXO 1 - Programa detallado y bibliografía recomendada**

### **MÓDULO 1. BIOLOGÍA DEL DESARROLLO**

#### **1. Fundamentos de la biología del desarrollo**

- a. *Bases genéticas del desarrollo*: principios básicos del desarrollo: regulación de la expresión génica y comunicación celular como ejes del desarrollo. Procesos clave del desarrollo: diferenciación, migración celular, morfogénesis, crecimiento y muerte celular.
- b. *Mecanismos celulares en el desarrollo*: La comunicación celular como eje del desarrollo. Tipos de comunicación entre células, tipos de señales utilizadas en la comunicación celular, receptores de señales, transducción de señales, vías principales en el desarrollo.
- c. *Herramientas de estudio*: organismos modelo, herramientas para el estudio de la expresión génica en el desarrollo, herramientas de microscopia para la identificación y localización

#### **2. Los primeros pasos del desarrollo**

- a. *De los Gametos el Cigoto*: diferencias en la gametogénesis masculina y femenina, maduración y diferenciación de los gametos, la fecundación y formación del cigoto.
- b. *Segmentación e inicio de la Diferenciación*: clivaje y segmentación, características de las primeras divisiones, el inicio de la diferenciación, blastocisto y mórula. Bases genéticas de la diferenciación y la transición materno-cigótica.

#### **3. Diferenciación celular**

- a. *Diferenciación*: conceptos y cómo estudiarla. Potencialidad, especificación, determinación, diferenciación progresiva, células madre y su relevancia en investigación y terapéutica.
- b. *Regulación epigenética y diferenciación*: aportes diferenciales del genoma materno y paterno, silenciamiento génico y regulación epigenética, impronta génica. Silenciamiento génico y diferenciación celular

#### **4. Organización del Plan Corporal**

- a. *Gastrulación y linajes celulares*: conceptos, el disco embrionario bilaminar, relevancia de la línea primitiva y el nodo, migración celular y capas germinales. Embrión trilaminar y destinos de las capas embrionarias.
- b. *Los ejes corporales*. El eje antero-posterior, morfógenos y genes reguladores, el papel de los genes maternos. *Drosophila melanogaster* como modelo de estudio: genes de segmentación, genes homeóticos y la determinación de la identidad de segmentos.
- c. *El plan corporal en el ser humano*: el modelo ratón, cascadas regulatorias y similitudes con el modelo *Drosophila*, desarrollo del eje antero-posterior, gradientes de morfógenos, el papel del ácido retinoico, los genes *hox* y su regulación. Alteraciones del patrón corporal y problemas del desarrollo.

## MÓDULO II. BIOLOGÍA TISULAR

### 1. Histología General

- Introducción al estudio de tejidos del cuerpo humano y su importancia para el estudio de la biología humana en condiciones de salud y/o enfermedad.
- Principios básicos de microscopía, tipos de microscopios.
- Preparación y procesamiento de muestras para el estudio microscópico (técnicas de uso rutinario, adquisición de imágenes).
- Ejemplos de correlato micro anatómico entre tejidos normales y patológicos.

#### a. TEJIDO EPITELIAL.

- Características generales, origen
- Tipos de epitelios: Revestimiento y secretores
- o Epitelios de revestimiento*
  - Características
  - Clasificación de epitelios de revestimiento
  - Estructura histológica y correlación funcional del tejido epitelial
  - Uniones intercelulares y célula-matriz extracelular.
  - Membrana y lámina basal: Diferencias, estructura, funciones y componentes.
- Especializaciones de membrana asociados al citoesqueleto: microvellosidades, cilias y flagelos.
- o Epitelios secretores*
  - Características.
  - Vía biosintética-secretoria. Mecanismos del tráfico vesicular.
  - Mecanismos de secreción.
  - Concepto de glándula, adenómero y secreción
  - Glándulas exócrinas: Organización tisular, clasificación, ejemplos. Células mioepiteliales
  - Glándulas endócrinas: Morfología y tipos de secreción endócrina. Organización tisular, clasificación y ejemplos.
  - Epitelios de revestimiento con capacidad secretora

#### b. TEJIDO CONJUNTIVO Y VARIEDADES

##### *o Tejido conjuntivo*

- Introducción: Características generales, componentes celulares y extracelulares. Funciones - Tejido conjuntivo propiamente dicho: características, tipos y funciones
- Clasificación: Tejidos embrionarios, tejido fibrilar laxo y denso, tejido reticular y tejido elástico.
- Matriz extracelular del tejido conjuntivo: Fibras y sustancia fundamental: características, composición y funciones

- Células del tejido conjuntivo: clasificación, características morfológicas, funciones
  - o *Sangre*
    - Características y funciones. Plasma y elementos formes.
    - Elementos figurados: eritrocitos, leucocitos, plaquetas.
      - Estructura y función. Hemograma normal. Hematopoyesis: concepto. Progenies.
      - Médula ósea: histoarquitectura.
  - o *Tejido adiposo*
    - Variedades de tejido adiposo: Blanco y pardo
    - Organización histológica del tejido adiposo
    - Origen
    - Funciones
  - o *Tejido cartilaginoso*
    - Componentes y organización histológica
    - Origen, crecimiento y nutrición del cartílago
    - Tipos de cartílago: hialino, articular, elástico y fibroso
    - Funciones
  - o *Tejido óseo*
    - Componentes: Matriz extracelular y células del tejido óseo
    - Tipos de hueso: trabecular y compacto, reticular y laminar, maduro e inmaduro
    - Osificación y osteogénesis.
    - Regulación de la mineralización ósea
  - o *Hueso*
    - Tejido óseo compacto y esponjoso. Periostio y endostio.
    - Osteogénesis. Remodelación ósea.
    - Médula ósea
  - o *Articulación*
    - Cartílago articular.
    - Cápsula, ligamentos y membrana sinovial.
    - Meniscos y otras adaptaciones articulares.
  - o *Tejido linfóideo*
    - Células del tejido linfóideo. Organización.
    - Linfocitos T y B.
    - Órganos linfóideos primarios y secundarios: estructura, localizaciones y funciones.
- c. TEJIDO MUSCULAR
- El músculo como órgano, componentes tisulares y organización.
  - Irrigación, inervación
  - Aponeurosis y tendones
  - o *Músculo estriado esquelético*. Estructura y función
  - o *Músculo estriado cardíaco*. Estructura y función
  - o *Músculo liso*. Estructura y función

d. TEJIDO NERVIOSO

- Organización general del sistema nervioso. Sistema nervioso central. Sistema nervioso periférico. Sistema nervioso autónomo. Organización anatómica. Sustancia gris y blanca. Núcleos y cortezas. Neuropilo. Meninges. Conceptos generales del desarrollo temprano del sistema nervioso.
- Métodos de estudio histológico del tejido nervioso. Aplicación, utilidad y límites. Técnicas citoarquitecturales, mieloarquitecturales y analíticas. Marcado por lesión. Marcación retrógrada. Inmunocitoquímica. Lectinas. Microscopía electrónica. Otros métodos.
- Neurona. Origen. Morfología y clasificación. Soma. Dendritas. Axón. Estructura y ultraestructura.
- Fibra nerviosa. Vaina de mielina. Vaina de Schwann. Estructura y ultraestructura. Fibras centrales y periféricas.
- Glías. Origen. Tipos y variedades. Estructura y ultraestructura. Principales funciones de las células gliales.
- Nervio. Tipos y variedades. Componentes. Estructura y ultraestructura. Ganglio nervioso. Estructura y ultraestructura. Ubicación en las vías nerviosas.
- Sinapsis. Concepto y definición. Sinapsis eléctricas y químicas. Sinapsis tripartitas. Sinapsis neuromuscular y sinapsis químicas interneuronales. Tipos y clasificación. Sinapsis simétricas y asimétricas. Ultraestructura. Densidad pre y post sináptica. Hendidura sináptica. Vesículas sinápticas. Tipos y variedades. Sitio activo. Síntesis y liberación de neurotransmisores.

2. Introducción a la Histología de órganos y sistemas

a) CORAZÓN Y VASOS SANGUÍNEOS

- Corazón. Estructura y ultraestructura del miocardio específico e inespecífico. Pericardio. Epicardio. Endocardio. Irrigación coronaria.
- Arterias. Características generales. Arterias elásticas y musculares. Estructura y ultraestructura. Arteriolas. Estructura y ultraestructura.
- Venas. Venas grandes. Venas pequeñas y vénulas. Estructura y ultraestructura.
- Microcirculación. Arteriolas, vénulas, anastomosis arterio-venosas, capilares. Clasificación. Estructura y ultraestructura. Relación estructura-función, barreras.
- Vasos linfáticos. Estructura y ultraestructura.

b) PIEL Y MUCOSAS. RECEPTORES

*o Piel y mucosas.*

- Definiciones e importancia médica.
- Estructura y relación con el aspecto clínico y la función.
- Tipos de piel y su localización

*o Receptores*

- Definición y características generales.
- Tipos de receptores. Clasificación. Localización. Estructura y ultraestructura.

## **MÓDULO 3. PROPIEDADES BIOFÍSICAS DE LA CONTRACCIÓN MUSCULAR, BIOMECÁNICA Y LOCOMOCIÓN**

### 1. Músculo cardíaco y músculo liso

- o Propiedades biofísicas del músculo cardíaco contráctil.
- o Acoplamiento éxito-contráctil cardíaco.
- o Propiedades biofísicas del miocardio de conducción.
- o Propiedades biofísicas de los músculos lisos.

### 2. Contracción muscular

- o Mecánica muscular macroscópica. Curvas Longitud Tensión y Fuerza Velocidad. Contracciones musculares frecuentes en la naturaleza.
- o Bases ultraestructurales de la contracción muscular. Filamentos deslizantes. Tipos de fibras musculares y unidades motoras. Fatiga. Nociones de patologías musculares frecuentes.
- o Potencial de Acción muscular. Regulación por Calcio. Acoplamiento Excitación Contracción.

### 3. Biomecánica

- o Biomecánica en general, abordajes metodológicos para el estudio del movimiento humano. Plataformas de fuerza, reconstrucción de imágenes y electromiografía de superficie
- o Modelos y conceptos utilizados en Biomecánica. Centro de masa, fuerza, velocidad, aceleración, trabajo y energía mecánica, costo metabólico, eficiencia.

### 4. Locomoción humana

- o Estudio de la marcha humana normal desde el punto de vista espacio temporal. Ciclo y fases de la marcha, frecuencia y largo de paso. Eventos puntuales considerados en evaluaciones clínicas, valores angulares de referencia para miembros inferiores y su variación con la velocidad.
- o Estudio del movimiento desde un enfoque energético. Modelos minimizadores de energía. Relación entre modelos y variaciones de energía. Conceptos de trabajo mecánico interno y externo y cómo cuantificarlos. Relación entre trabajo, energía y costo de transporte.
- o Análisis de cambios en los valores de los conceptos abordados durante la marcha en diferentes condiciones, carga agregada, inclinación del terreno - Algunos ejemplos de estudios de la marcha en personas con alteraciones del movimiento

## **BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA**

### **Libros de texto:**

- o CARLSON BM. Embriología humana y biología del desarrollo, 6a Edición. Elsevier, 2019.
- o GILBERT SF. Biología del desarrollo. Editorial Panamericana, 2013.
- o ALBERTS y cols. Introducción a la Biología Celular, 5ª Edición, Ed. Médica Panamericana 2020.
- o ROSS-PAWLINA. Histología, 7ª edición, Ed. Médica Panamericana, 2015.
- o GENESER. Histología, 4ª edición, Ed. Médica Panamericana, 2015.
- o FRUMENTO. Biofísica –3º edición. Ed Mosby/Doyma. 1995
- o CINGOLANI – HOUSSAY. Fisiología Humana, 7ª edición, Ed. El Ateneo, 2010.
- o Repartidos de Biofísica
- o Material en Biblioteca Virtual

### **Libros de consulta recomendados:**

- o FAWCETT. Tratado de Histología, 12ª edición, Ed. Interamericana, 1995.
- o GARTNER-HIATT. Texto Atlas de Histología, 2ª edición. Ed. McGraw-Hill, 1995.
- o WHEATER 'S, Histología Funcional, Texto y Atlas en color. 4ª Ed, Harcourt, 2000.

### **Sitios recomendados en la web:**

- o <http://www.histoemb.fmed.edu.uy/microscopio>

Microscopio virtual del Departamento de Histología y Embriología de la Facultad de Medicina, Universidad de la República. Este microscopio cuenta con una colección de imágenes de alta calidad, de preparaciones histológicas realizadas por técnicos especializados. Las preparaciones utilizadas son las mismas que se usan durante las actividades prácticas

- o <http://www.histologyguide.org/index.html>

Colección de preparaciones histológicas virtuales realizada por Robert L. Sorenson y T. Clark Brelje de la Universidad de Minnesota (disponible en inglés).

- o <http://medsci.indiana.edu/a215/virtualscope/start.htm>

Colección de preparaciones histológicas virtuales de la Indiana University School of Medicine (disponible en inglés).

- o <http://histologie.unibas.ch/>

Colección de preparaciones histológicas virtuales de la Universidad de Basilea (disponible en alemán).

- o [www.science.smith.edu/barresilab/developmental-biology-tutorials/](http://www.science.smith.edu/barresilab/developmental-biology-tutorials/)

Videos tutoriales de Biología del Desarrollo asociados al libro Developmental Biology de

Barresi-Gilbert

- o <https://www.youtube.com/@biomechanicsofmovement3388>

Videos tutoriales de Biomecánica de la Locomoción asociados al libro Biomechanics of Movement de Scott Delp