

# BIOLOGÍA CELULAR, EMBRIOLOGÍA GENERAL E HISTOLOGÍA HUMANA

## Grado en Medicina

**Código:** 800803

**Módulo 1:** Morfología, Estructura y Función del Cuerpo Humano

**Materia:** Biología Celular, Histología, Citogenética y Organografía

**Tipo de asignatura:** Básica

**Curso:** Primero

**Semestre:** consultar calendario

**Departamento:** Biología Celular

**Créditos:** 6 ECTS

**Coordinador:** Varas Fajardo, Alberto

### Grupo 1A

Giné Domínguez, Elena (elena.gine@med.ucm.es)

Gómez del Moral Martín-Consuegra, Manuel

(mgomez@med.ucm.es)

Cortegano Jimeno, María Isabel (mcor09@ucm.es)

### Grupo 1B

Varas Fajardo, Alberto (avaras@ucm.es)

Sacedón Ayuso, Rosa (rmsacedo@ucm.es)

Vicente López, Angeles (avicente@ucm.es)

Valencia Mahón, Jaris (jarisval@ucm.es)

### Grupo 2A

Varas Fajardo, Alberto (avaras@ucm.es)

Sacedón Ayuso, Rosa (rmsacedo@ucm.es)

Valencia Mahón, Jaris (jarisval@ucm.es)

### Grupo 2B

Giné Domínguez, Elena (elena.gine@med.ucm.es)

Gómez del Moral Martín-Consuegra, Manuel

(mgomez@med.ucm.es)

Cortegano Jimeno, María Isabel (mcor09@ucm.es)

## BREVE DESCRIPCIÓN

La célula como unidad morfo-funcional del organismo humano, describiéndose sus orgánulos, su estructura, arquitectura molecular y función, así como la diversificación de esta estructura general en los distintos linajes celulares. Ciclo y muerte celular. Gametos. Bases celulares de la fecundación. Etapas iniciales del desarrollo embrionario humano. Conceptos básicos sobre diferenciación celular. Los tejidos humanos y sus tipos, las características que los identifican, su origen embriológico y estructura, tipos celulares que los componen, matriz extracelular así como su histofisiología. Metodologías básicas para el estudio de la célula y los tejidos. Correlaciones clínicas.

## COMPETENCIAS

Son las correspondientes al Módulo y Materia al que pertenece esta asignatura.

### Competencias Generales

CG.07, .08, .09, .10, .11, .12, .34, .35, .36 y .37.

- La adquisición de nuevos conocimientos para el desarrollo de su profesión a partir de un perfil

académico-profesional proporcionado por el contenido de la titulación que estamos planteando.

- Nuestros estudiantes deberán adquirir una formación sólida en nuestra materia, que les permita realizar actividades profesionales diversas, con el mayor nivel de calidad y eficacia, así como participar de forma comprensiva e inteligente en un mundo cambiante donde la comunicación, la información y las posibilidades de intercambio son ilimitadas.

### Competencias Específicas

CEM1.01 y CEM1.02.

Una vez cursada esta asignatura se pretende que el estudiante adquiera los siguientes objetivos específicos:

- Ser capaz de describir en detalle la célula eucariota animal, en especial la humana, y comprender de forma integrada el significado de su compartimentalización, la estructura, la arquitectura molecular y la función de los diferentes orgánulos celulares. El estudiante deberá conocer las características diferenciales de los distintos tipos celulares.

- Describir y profundizar en los acontecimientos que tienen lugar durante el ciclo celular, su regulación y su significado fisiológico. Conocer a nivel básico el proceso de muerte celular programada y su significado fisiológico.
- Conocer y comprender la formación, estructura de los gametos y su papel en la fecundación; el desarrollo embrionario humano, desde la concepción hasta la formación de las hojas blastodérmicas, comprendiendo el significado y los mecanismos básicos que dirigen la diferenciación celular.
- Conocer y definir los tejidos humanos, sus tipos y las características que los identifican a partir del origen embriológico, la estructura y la composición molecular de todos ellos, identificando y describiendo los tipos celulares que los componen, la sustancia intercelular, si la hubiere, así como su histofisiología, alcanzando, finalmente, una visión morfo-funcional de los tejidos.
- Conocer y comprender las bases teóricas y prácticas de las técnicas empleadas en el estudio de la célula y los tejidos.
- Adquirir la capacidad de manipular de forma correcta el microscopio óptico de campo claro. Además, se pretende que sea capaz de identificar e interpretar adecuadamente imágenes de microscopía óptica de la célula y los tejidos, así como de reconocer las estructuras y los tipos celulares observados en fotografías de microscopía electrónica.
- Adquirir la capacidad de comprender y utilizar la terminología específica del área de conocimiento, desarrollando sus facultades de observación y descripción minuciosa de lo observado.
- Conocer la importancia de la Biología Celular y la Histología para el estudio y conocimiento de las patologías humanas, la mejora del pronóstico y diagnóstico de las mismas y para el desarrollo de nuevas aproximaciones terapéuticas.

#### Competencias Transversales

- Capacidad de autoaprendizaje: búsqueda y gestión de información.
- Capacidad crítica y autocrítica.
- Comunicación oral y escrita con la terminología específica del área de conocimiento.
- Fomentar espíritu investigador.
- Capacidad de trabajo y discusión en equipo.

#### OBJETIVOS

- Conocimiento de las técnicas e instrumentos básicos para el estudio de la célula y de los tejidos.

- Conocimiento de la Biología de la célula y de los tejidos desde una perspectiva dinámica y morfo- funcional.
- Identificación e interpretación adecuada de imágenes de microscopía óptica de la célula y los tejidos.

#### TEMARIO

##### TEÓRICO

**Tema 1. Introducción.** Antecedentes históricos. Células procariontes y eucariontes.

**Tema 2. Membrana Celular.** Modelos de membrana: Modelo del mosaico fluido. Estructura y funciones generales de las membranas celulares. Componentes: lípidos, proteínas e hidratos de carbono. Propiedades de las membranas celulares. Fluidez, asimetría y dominios de membrana. Generalidades sobre diversas especializaciones de membrana. Compartimentalización citoplásmica.

**Tema 3. Transporte a través de Membranas.** Generalidades y tipos: difusión simple, difusión facilitada y transporte activo. Tipos de proteínas transportadoras: canales, transportadores o permeasas y bombas.

**Tema 4. Endocitosis.** Generalidades. Tipos de endocitosis. Pinocitosis: vesículas recubiertas de clatrina, caveolas y pinocitosis de vesículas independientes de clatrina y caveolina. Macropinocitosis. Fagocitosis. Destino de las vesículas endocíticas. Sistema Endosomal. Exosomas. Reciclaje y degradación en la endocitosis mediada por receptor.

**Tema 5. Comunicación Celular.** Características generales. Tipos de comunicación. Naturaleza de las señales y tipos de receptores. Transmisión de la señal.

**Tema 6. Reconocimiento y Adhesividad Celular.** Moléculas de adhesión célula-célula y/o célula-matriz extracelular. Cadherinas. Selectinas. Superfamilia de las inmunoglobulinas. Integrinas. Uniones intercelulares. Generalidades. Clasificación. Uniones estrechas. Uniones adherentes o de anclaje. Uniones de comunicación. Estructura. Componentes. Función.

**Tema 7. Núcleo (I).** Generalidades del núcleo interfásico. Organización de la envoltura nuclear. Membranas nucleares: composición y funciones diferenciales. Lámina nuclear: estructura y función. Complejo del poro: transporte a su través.

**Tema 8. Núcleo (II).** Organización Interna del Núcleo. Matriz nuclear. Territorios cromosómicos. Estructuras ribonucleoproteicas. Nucleolo. Estructura. Función.

**TEMA 9. Ribosoma.** Estructura. Función en la síntesis proteica. Regulación de la formación de ribosomas. Concepto de polisoma.

**Tema 10. Retículo Endoplásmico.** Características generales. Retículo endoplásmico liso: Estructura y significado funcional. Retículo endoplásmico rugoso: transporte cotraduccional y postraduccional de proteínas. Modificaciones postraduccionales. Tráfico vesicular entre el RE y el Golgi. Mecanismos básicos de control de calidad en la síntesis de proteínas de la ruta de secreción. Respuesta a la acumulación de proteínas mal plegadas.

**Tema 11. Aparato de Golgi.** Estructura del dictiosoma y su dinámica: modelos. Funciones. Secreción regulada y constitutiva.

Formación, reparto y fusión de vesículas: mecanismos moleculares.

**Tema 12. Sistemas Celulares de Degradación de Moléculas.** Lisosomas: biogénesis, estructura y función. Tipos de autofagia y función. Orgánulos relacionados con los lisosomas. Proteosomas: estructura. Mecanismos de proteólisis dependiente de proteosomas. Complejo exosoma y degradación de ARNs.

**Tema 13. Mitocondrias.** Estructura y composición molecular. Función mitocondrial. Incorporación de lípidos y proteínas a la mitocondria. Biogénesis mitocondrial.

**Tema 14. Peroxisomas.** Estructura y composición molecular. Funciones del peroxisoma. Biogénesis. Incorporación de proteínas al peroxisoma.

**Tema 15. Citosol.** Composición de la matriz citosólica. Inclusiones. Pigmentos.

**Tema 16. Citoesqueleto (I).** Microfilamentos. Características generales y componentes del citoesqueleto. Estructura molecular de los microfilamentos. Dinámica de polimerización / despolimerización. Clasificación general de las proteínas asociadas a actina. Organización en haces y redes. Asociación con la membrana celular. Papel estructural: córtex celular, organización de microvellosidades y estereocilios. Proteínas motoras. Establecimiento de haces contráctiles. Movimientos celulares dependientes de actina.

**Tema 17. Citoesqueleto (II).** Filamentos Intermedios. Estructura molecular. Polimerización. Tipos de filamentos intermedios. Proteínas asociadas. Función.

**Tema 18. Citoesqueleto (III).** Microtúbulos. Estructura molecular de los microtúbulos: tubulinas. Dinámica microtubular. Centriolo. Centros organizadores de microtúbulos. Proteínas estructurales asociadas a microtúbulos. Regulación de la polimerización y despolimerización de microtúbulos. Proteínas motoras. Funciones de los microtúbulos.

**Tema 19. Cilios y Flagelo.** Generalidades. Estructura y movimiento. Transporte intraflagelar: papel en el formación y mantenimiento de la estructura ciliar y flagelar. Cilio primario.

**Tema 20. Ciclo Celular (I).** Concepto. Fases del ciclo celular. Características generales del ciclo celular. Mecanismos reguladores. Concepto de punto de control del ciclo celular.

**Tema 21. Ciclo Celular (II).** Interfase. El punto de restricción. Fase de Síntesis. Sistemas detectores del daño en el DNA: integración con la progresión en el ciclo celular. Superación del punto G2/M: entrada en mitosis

**Tema 22. Ciclo Celular (III).** Fase M. Mitosis. Profase: condensación de los cromosomas y desensamblaje de la envoltura nuclear. Organización molecular y función del aparato mitótico. Prometafase: movimientos cromosómicos. Metafase: El punto de control M. Papel de APC en la entrada en anafase y la salida de Mitosis. Anafase. Telofase. Citocinesis.

**Tema 23. Muerte Celular.** Generalidades. Necrosis: etapas, causas y consecuencias. Apoptosis: etapas, papel de las caspasas, moléculas y señales reguladoras. Otros tipos de muerte celular programada.

**Tema 24. Envejecimiento y Senescencia Celular.** Envejecimiento: concepto y significado biológico. Senescencia celular: causas y mecanismos. Implicaciones en el cáncer y envejecimiento.

**Tema 25. Gametogénesis.** Significado biológico del proceso. Células germinales primordiales. Etapas generales de la gametogénesis. Características de los gametos.

**Tema 26. Fecundación.** Capacitación y transporte de los gametos masculinos. Interacción y reconocimiento de los gametos. Reacción acrosómica. Fusión de los gametos y prevención de la poliespermia. Formación del cigoto e inicio del programa genético de desarrollo.

**Tema 27. Primera Semana del Desarrollo.** Fases del desarrollo embrionario. Segmentación del cigoto. Formación del blastocisto. Concepto de embrión regulativo. Inicio de la implantación.

**Tema 28. Segunda Semana del Desarrollo.** Etapas finales de la implantación: formación del conceptus. Reacción decidual. Formación de la cavidad amniótica, saco vitelino y celoma extraembrionario. Disco germinativo bilaminar. Implantación anormal.

**Tema 29. Tercera Semana del Desarrollo.** Gastrulación: formación y destino de la estría primitiva. Notocorda y lámina procordal. Placa y tubos neurales. Somitogénesis. Derivados de las hojas germinativas.

**Tema 30. Conceptos Básicos sobre Diferenciación Celular.** Conceptos de célula madre, determinación y diferenciación celular. Mecanismos de control y regulación de la diferenciación celular.

**Tema 31. Introducción a la Histología.** Histología: Concepto. Tejido: Concepto. Unidad funcional. Clasificación.

**Tema 32. Tejido Epitelial (I).** Epitelios de revestimiento. Características generales. Clasificación. Epitelios simples: tipos, estructura y función. Especializaciones de las células en los epitelios simples. Epitelios estratificados: tipos, estructura y función. Epitelio de transición. Renovación de los epitelios de revestimiento.

**Tema 33. Tejido Epitelial (II).** Epitelios glandulares o secretores. Características generales. Histogénesis. Glándulas exocrinas. Glándulas endocrinas y mixtas. Morfología y clasificación. Naturaleza del producto de secreción. Mecanismos de secreción.

**Tema 34. Tejido Conjuntivo (I).** Matriz extracelular: características y composición. Sustancia fundamental: glicosaminoglicanos, proteoglicanos y proteínas de adhesión. Fibras de la matriz extracelular: colágenas, reticulares y elásticas. Estructura y función. Membrana basal. Metaloproteasas de matriz extracelular.

**Tema 35. Tejido Conjuntivo (II).** Células. Características generales de las poblaciones estables y cambiantes. Células mesenquimáticas, fibroblastos y miofibroblastos, macrófagos y mastocitos: morfología y función. Poblaciones cambiantes del tejido conjuntivo: características generales.

**Tema 36. Tejido Conjuntivo (III).** Tipos de tejido conjuntivo: mesenquimatoso, mucoso, laxo, fibroso, plexiforme, reticular, elástico.

**Tema 37. Tejido Adiposo.** Tejido adiposo blanco y pardo: Características generales, estructura, histogénesis, histofisiología.

**Tema 38. Tejido Cartilaginoso.** Características generales. Cartílago hialino. Cartílago elástico. Fibrocartilago. Estructura. Características diferenciales. Histogénesis y crecimiento.

**Tema 39. El Tejido Óseo (I).** Características generales. Matriz ósea. Composición y estructura básica molecular. Células osteoprogenitoras. Osteoblasto. Osteocito. Osteoclasto. Características celulares, origen y función.

**Tema 40. El Tejido Óseo (II).** Estructura general de los huesos. Tejido óseo: plexiforme/inmaduro y laminar/maduro. Estructura microscópica general del hueso secundario o maduro: laminilla ósea. Tejido óseo esponjoso/trabecular y compacto/cortical: sistemas de organización del tejido óseo laminar esponjoso y compacto. Periostio y endostio.

**Tema 41. El Tejido Óseo (III).** Osificación. Mecanismo general de calcificación. Osificación intramembranosa. Osificación endocondral: centros de osificación. Crecimiento en longitud del hueso largo: cartilago metafisario. Crecimiento en espesor del hueso. Remodelación ósea. Histofisiología del hueso. Articulaciones.

**Tema 42. La Sangre (I).** Características generales. Plasma. Elementos formes de la sangre. Eritrocitos. Plaquetas. Estructura y función.

**Tema 43. La Sangre (II).** Leucocitos: Neutrófilos. Eosinófilos. Basófilos. Linfocitos. Monocitos. Características celulares y función.

**Tema 44. Hematopoyesis (I).** Generalidades. Localización de la hematopoyesis durante el desarrollo. Histología de la médula ósea. Células madre hematopoyéticas. Regulación de la hematopoyesis.

**Tema 45. Hematopoyesis (II).** Eritropoyesis. Ciclo vital de los eritrocitos. Trombopoyesis

**Tema 46. Hematopoyesis (III).** Granulopoyesis. Linfopoyesis. Monopoyesis. Fases. Ciclo vital de los leucocitos.

**Tema 47. Tejido Muscular (I).** Características generales. Tipos. Tejido muscular estriado esquelético: características generales. El miocito esquelético: estructura. Organización molecular de las miofibrillas: el sarcómero. Interacción entre el citoesqueleto y la membrana externa a través de componentes del sarcolema. Histofisiología del músculo esquelético. Tipos de fibras musculares esqueléticas. Histogénesis, crecimiento y regeneración. Estructura del músculo: envueltas conjuntivas. Unión miotendinosa.

**Tema 48. Tejido Muscular (II).** Tejido muscular estriado cardíaco. Generalidades. Estructura del miocito cardíaco. Histofisiología. Histogénesis.

**Tema 49. Tejido Muscular (III).** Tejido muscular liso. Generalidades. Estructura del miocito liso. Histofisiología. Histogénesis y regeneración.

**Tema 50. Tejido Nervioso (I).** Concepto y características generales. Histogénesis. Tipos celulares: neuronas y células de glía. Concepto de sistema nervioso central y periférico.

**Tema 51. Tejido Nervioso (II).** Neurona. Tipos neuronales. Soma neuronal. Prolongaciones neuronales: dendritas y axón.

**Tema 52. Tejido Nervioso (III).** Sinapsis. Concepto y estructura. Tipos: sinapsis químicas y sinapsis eléctricas.

**Tema 53. Tejido Nervioso (IV).** Células de glía del sistema nervioso central: astrocitos, oligodendrocitos, microglía y células endimarias.

**Tema 54. Tejido Nervioso (V).** Células de glía del sistema nervioso periférico. Células de Schwann.

**Tema 55. Tejido Nervioso (VI).** Fibra nerviosa. Concepto. Tipos. Fibras nerviosas mielínicas: centrales y periféricas. Fibras nerviosas amielínicas.

**Tema 56: Tejido Nervioso (VII).** Terminaciones nerviosas sensitivas. Terminaciones en músculo: husos neuromusculares y órganos tendinosos de Golgi.

**Tema 57: Tejido Nervioso (VIII).** Terminaciones nerviosas motoras. Concepto. Clasificación: placa motora, terminaciones sobre miocitos lisos y sobre glándulas.

## PRÁCTICO

### Bloque Temático I: Fundamentos Técnicos de Biología Celular y Tisular

- Fundamentos de microscopía óptica y manejo del microscopio óptico con preparaciones.
- Procesamiento de las muestras para microscopía óptica. Artefactos e interpretación de los cortes.
- Fundamentos y propiedades de las tinciones convencionales. Histoquímica. Inmunohistoquímica e inmunofluorescencia.
- Microscopía electrónica de transmisión y barrido.

### Bloque Temático II: Citología

- Tamaño y forma celular.
- Membrana celular.
- Núcleo celular interfásico.
- Ribosomas. Sistema de endomembranas.
- Inclusiones celulares.
- Citoesqueleto.
- Mitosis

### Bloque Temático III: Embriología

- Gametos.
- Primeras fases del desarrollo embrionario.

### Bloque Temático IV: Histología

- Tejido epitelial. Epitelios de revestimiento, simples y estratificados.
- Tejido epitelial. Epitelios glandulares.
- Tejido conjuntivo. Células y matriz extracelular. Tipos.
- Tejido adiposo.
- Tejido cartilaginoso.
- Tejido óseo y osificación.
- Sangre y hematopoyesis.
- Tejido muscular.
- Tejido nervioso

## ACTIVIDADES DOCENTES

### CLASES TEÓRICAS

**Lecciones magistrales:** el profesor desarrollará los aspectos más importantes y complejos de los contenidos del programa y establecerá los puntos a desarrollar por el propio estudiante.

**Seminarios:** los estudiantes, en pequeños grupos y supervisados en todo momento por el profesor, participarán activamente en sesiones de discusión e interpretación de imágenes histológicas, tanto de microscopía óptica como de microscopía electrónica así como a la resolución de preguntas tipo problema dirigidas a la integración de sus conocimientos teóricos. Además, en estas sesiones, para la mejor comprensión de procesos dinámicos, se incluirán vídeos. Previamente, durante su tiempo de trabajo personal, los estudiantes habrán utilizado la bibliografía apropiada para la preparación de estas sesiones.

### CLASES PRÁCTICAS

**Prácticas con microscopio:** en estas sesiones, en grupos reducidos, los estudiantes utilizarán el microscopio óptico y dispondrán de una serie de preparaciones histológicas en las que tendrán que identificar los elementos tisulares y celulares más importantes que, previamente, el profesor habrá explicado y señalado sobre imágenes proyectadas.

### PRESENTACIONES

**Trabajos dirigidos:** el profesor podrá proponer la entrega de trabajos y su exposición oral cuya temática profundizará en aspectos concretos de la asignatura aunque, fundamentalmente, se dirigirán a acercar a los estudiantes a la vertiente científica de la materia y su proyección clínica. Estos trabajos se desarrollarán en pequeños grupos y estarán supervisados por el profesor. Tras la exposición de los trabajos se discutirán los aspectos más importantes o las cuestiones que pudieran haber surgido. Se promoverá que los estudiantes evalúen el trabajo de sus compañeros.

### OTRAS ACTIVIDADES

**Tutorías:** el profesor atenderá personalmente a los estudiantes para supervisar su formación, orientarles y resolver las dudas que puedan plantearse.

## EVALUACIÓN

La evaluación por curso constará de dos tipos de exámenes:

**Teoría.** Se realizarán dos exámenes parciales correspondientes a las unidades temáticas de Biología Celular (primer parcial) y de Histología y Embriología General (2º parcial) en las fechas establecidas en el calendario académico oficial. Cada examen parcial constará de una prueba objetiva, preferentemente de tipo test, que se calificará de 0 a 10 puntos. Es necesario obtener una puntuación del 60% del total para liberar los contenidos de cada una de las partes de la asignatura. En cualquier caso, el estudiante podrá complementar la nota de un parcial con otras actividades de evaluación continua, a criterio de cada profesor.

**Prácticas.** Se realizará un examen final en la fecha establecida por los profesores de prácticas. En ellas el estudiante tendrá que resolver cuestiones referentes a las metodologías aplicadas al estudio de la célula y los tejidos, identificar e interpretar una serie de preparaciones histológicas pudiéndose además incluir imágenes proyectadas de microscopía óptica y electrónica. Para aprobar el examen práctico se requiere obtener una nota igual o mayor del 50%.

**Calificación final de la asignatura.** La calificación final de la asignatura se calculará mediante la media aritmética de los dos parciales teóricos siempre y cuando ambos estén aprobados. La parte teórica de la asignatura contribuirá a la nota final en un 88% siendo el 12% restante la contribución de la parte práctica de la asignatura.

En las convocatorias de Junio y Julio, los estudiantes se examinarán de aquellos contenidos suspensos incluyendo parciales y/o la parte práctica.

En caso de que la nota final sea superior a 5 pero una unidad temática o las prácticas estén suspensas, la calificación que aparecerá en el acta será de 4,5 (suspenso).

**Las revisiones de exámenes** se realizarán de acuerdo con las normas establecidas en el Título IV del Estatuto del Estudiante de la Universidad Complutense de Madrid.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA / ENLACES EN INTERNET RELACIONADOS

### Bibliografía de Biología Celular

- Alberts B et al. (2015), Molecular Biology of the Cell, 6<sup>th</sup> ed. Editorial Garland Science. New York.
- Alberts, B. et al. (2011), Introducción a la Biología Celular, 3<sup>a</sup> ed., Editorial Panamericana. Madrid.
- Calvo, A. (2015), Biología Celular Biomédica, 1<sup>a</sup> ed., Editorial Elsevier. Barcelona.
- Cooper, G.M. & Hausman, R.E. (2013), La Célula, 6<sup>a</sup> ed., Editorial Marbán, Madrid.
- Lodish, H. et al. (2016), Molecular Cell Biology, 8<sup>th</sup> ed., Editorial MacMillan Learning, New York.
- Morgan, D.O. (2007), The cell cycle: principles of control, Oxford University Press, Northants.
- Paniagua, R. et al. (2007), Biología Celular, 3<sup>a</sup> ed., Editorial McGraw-Hill Interamericana. Madrid.

### Bibliografía de Embriología

- Carlson, B.M. (2014), Embriología humana y biología del desarrollo, 5<sup>a</sup> ed., Elsevier, Madrid.
- Gilbert, S.F. (2016), Developmental Biology, 11th ed., Sinauer Associates Inc. Publ., Sunderland. USA
- Langman, J. (2012), Embriología Médica con orientación clínica, 12<sup>a</sup> ed., Editorial Lippincott, Madrid.
- Moore, K.; Persaud, T. V. N and Torchia, M. (2015) The Developing Human. Clinically Oriented Embryology .10th Edition. Elsevier
- Wolpert, L.; Tickle, Ch.; Martínez Arias (2015), Principles of Development, 5th ed., Oxford University Press,UK.

### Bibliografía de Histología

- Dongmei Cui, M.S. (2011), Histología con correlaciones funcionales y clínicas, Editorial Lippincott, Barcelona.
- Fawcett, D.V.; Jensch, R.P. (2000), Compendio de Histología, Madrid: MacGraw-Hill Interamericana, 1<sup>a</sup> ed.
- Gartner, L.P. y Hiatt, J.L. (2015), Texto y atlas de histología, 6<sup>a</sup> ed., Editorial McGraw-Hill Interamericana, Madrid.
- Geneser, F. (2015), Histología, 4<sup>a</sup> ed., Panamericana, Madrid.

- Kierszenbaum, A.L. (2012), *Histología y Biología Celular. Introducción a la anatomía patológica*, 3ª ed., Elsevier Saunders, Barcelona.
- Paniagua, R.; Nistal, M.; Sesma, P.; Álvarez-Uría, M.; Fraile, B.; Anadón, R., Sáez, F.J. (2007), *Citología e histología vegetal y animal*, 2 vols., 4ª ed., Interamericana McGraw-Hill, Madrid.
- Ross, M.H.; Kaye, G.I.; Pawlina, W. (2013), *Histología. Texto y Atlas Color con Biología Celular y Molecular*, 6ª ed; Editorial Médica Panamericana, Madrid.
- Stevens, A. & Lowe J. (2015), *Histología Humana*, 4ª ed., Elsevier, Madrid.
- Welsch, U. (2014). *Sobotta Histología*, 3ª ed., Panamericana, Madrid.

### Atlas Micrográficos

- Boya, J. (2011), *Atlas de Histología y Organografía Microscópica*, 3ª ed., Médica Panamericana, Madrid.
- Calvo, J.L.; García-Mauriño, J.E. y López Carbonell, A. (2010), *Prácticas Virtuales de Organografía Microscópica Humana*, CD-ROM, Editorial Complutense.
- Kuhnel, W. (2005), *Atlas Color de Citología e Histología*, 11ª ed., Editorial Médica Panamericana, Barcelona, España.
- Krstic, R.V. (1997), *Human Microscopic Anatomy*, 3rd ed., Springer-Verlag, Berlin.
- Rhodin, J.A.G. (1974), *Histology. A Text and Atlas*, Oxford University Press, New York, USA.
- Schechter, J.E. and Wood, R.I. (2005), *Ultrastructure: An Interactive Virtual Electron Microscope (CD-ROM)*, Sinauer Associates Inc. Publ., Sunderland, USA.
- Schechter, J.E. and Wood, R.I. (2005), *Histology: An Interactive Virtual Microscope (CD-ROM)*, Sinauer Associates Inc. Publ., Sunderland, USA.
- Young, B.; Heath, J.W. (2014), *Wheather. Histología Funcional*, 6ª ed., Elsevier, Madrid, España.

### Webs recomendadas

- A Web Atlas of Cellular Structures Cellular Structures: [www.itg.uiuc.edu/technology/atlas/structures/](http://www.itg.uiuc.edu/technology/atlas/structures/)
- Apoptosis Information Center: [www.ihcworld.com/apoptosis.htm](http://www.ihcworld.com/apoptosis.htm)
- Cell Adhesion & Extracellular Matrix - BioChemWeb.org [www.biochemweb.org/adhesion\\_ecm.shtml](http://www.biochemweb.org/adhesion_ecm.shtml)

- Cell Biology Web Pages Menu: [www.cytochemistry.net/Cell-biology/#Cell%20Biology%20handouts](http://www.cytochemistry.net/Cell-biology/#Cell%20Biology%20handouts)
- Cell Junctions: <http://celljunctions.med.nyu.edu/>
- Cells alive! Table of Contents Cell Biology [http://cellsalive.com/toc\\_cellbio.html](http://cellsalive.com/toc_cellbio.html)
- Cytoskeleton, Cell Motility & Motors - BioChemWeb.org [www.biochemweb.org/cytoskeleton.shtml](http://www.biochemweb.org/cytoskeleton.shtml)
- DOTC Discovery of the Cell: [www.ifcbiol.org/Dotcweb/index.html](http://www.ifcbiol.org/Dotcweb/index.html)
- Embryo images. Normal and abnormal mammalian development: [www.med.unc.edu/embryo\\_images/](http://www.med.unc.edu/embryo_images/)
- Embryodynamics - Embryology and medical computer animated drawings: [www.embryodynamics.com/gallery.en.html](http://www.embryodynamics.com/gallery.en.html)
- Fertilization: [www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/reprod/fert/fert.html](http://www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/reprod/fert/fert.html)
- General Histology Images: [www.usc.edu/hsc/dental/ghisto/index.html](http://www.usc.edu/hsc/dental/ghisto/index.html)
- Gilbert: Developmental Biology 8e Online Citations for Chapter: <http://8e.devbio.com/citation.php>
- Histology Techniques (Microscopy & Imaging, Cellular Imaging Core, SWEHSC) <http://swehsc.pharmacy.arizona.edu/exppath/micro/histology.html>
- Hyperlinked Histology Human - Davidson College Immunology Course [www.bio.davidson.edu/courses/Immunology/hyperhuman/HHH.html](http://www.bio.davidson.edu/courses/Immunology/hyperhuman/HHH.html)
- Inhaltsverzeichnis Dr.Jastrows EM-Atlas: [www.uni-mainz.de/FB/Medizin/Anatomie/workshop/EM/EMAlles.html](http://www.uni-mainz.de/FB/Medizin/Anatomie/workshop/EM/EMAlles.html)
- Internet Atlas of Hematology: [www.hematologica.pl/Atlas3/Angielska/](http://www.hematologica.pl/Atlas3/Angielska/)
- Internet Atlas of Histology, College of Medicine, University of Illinois at Urbana-Champaign: [www.med.uiuc.edu/histo/small/atlas/index.html](http://www.med.uiuc.edu/histo/small/atlas/index.html)
- JayDoc HistoWeb: [www.kumc.edu/instruction/medicine/anatomy/histoweb/](http://www.kumc.edu/instruction/medicine/anatomy/histoweb/)
- Lipids, Membranes & Vesicle Trafficking - BioChemWeb.org: [www.biochemweb.org/lipids\\_membranes.shtml](http://www.biochemweb.org/lipids_membranes.shtml)
- LUMEN Histology home page [www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/Histo/frames/histo\\_frames.html](http://www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/Histo/frames/histo_frames.html)

- Medical Histology Index:  
[www.bu.edu/histology/m/index.htm](http://www.bu.edu/histology/m/index.htm)
- Morphing Embryos  
[www.pbs.org/wgbh/nova/odyssey/clips/](http://www.pbs.org/wgbh/nova/odyssey/clips/)
- SIU SOM Histology  
[www.siumed.edu/~dking2/index.htm](http://www.siumed.edu/~dking2/index.htm)
- The American Society of Cell Biology's Image & Video Library  
<http://cellimages.ascb.org/index.php>
- The Multi-Dimensional Human Embryo  
<http://embryo.soad.umich.edu/>

- The visible embryo: [www.visembryo.com/baby/](http://www.visembryo.com/baby/)
- UDHISTOLOGY  
[www.udel.edu/biology/Wags/histopage/histopage.htm](http://www.udel.edu/biology/Wags/histopage/histopage.htm)
- UW Histology homepage:  
[www.histology.wisc.edu/histo/uw/htm/ttoc.htm](http://www.histology.wisc.edu/histo/uw/htm/ttoc.htm)
- Wolpert, Principles of development:  
[www.oup.com/uk/orc/bin/9780199275366/](http://www.oup.com/uk/orc/bin/9780199275366/)
- Cell death:  
[www.sgul.ac.uk/depts/immunology/~dash/apoptosis/](http://www.sgul.ac.uk/depts/immunology/~dash/apoptosis/)