PROGRAMA TEÓRICO
Biología Celular "B"

CONTENIDOS

Unidad 1: Apertura
Idea Básica

La Biología Celular trata del conocimiento de las células, unidades estructurales y funcionales de todos los seres vivos. Nuestra asignatura brinda los conceptos fundamentales de la Biología Celular de manera tal que permita una mejor comprensión de los seres vivos en general y del organismo humano y el sistema estomatognático en particular. Para ello se propone una metodología basada en la participación responsable de los estudiantes.

Objetivos

- Valorar los aportes de la Biología Celular para interpretar el funcionamiento normal del organismo humano en general y del sistema estomatognático en particular.
- Asumir la responsabilidad del propio aprendizaje.

Contenidos

- ¿Qué es la Biología? ¿Cuáles son los principios unificadores de la Biología?
- ¿Cuál es el alcance de la Biología Celular?
- ¿Qué importancia tiene el estudio de la Biología Celular en la formación de un Odontólogo con perfil preventivo?

Unidad 2: De las moléculas a las células y los ecosistemas.
Idea Básica

Los sistemas vivientes están constituidos por los mismos componentes químicos y físicos que los sistemas no vivientes; sin embargo existen rasgos comunes y particulares dentro del mundo viviente que nos permiten diferenciar lo biótico de lo abiótico. Una de las características más sobresalientes de la vida es la organización. La materia viviente está organizada en niveles de complejidad creciente, de manera tal que los integrantes de un nivel tienen componentes de los niveles inferiores y son a su vez integrantes de niveles superiores. En cada nivel emergen propiedades nuevas y distintas. En el sistema estomatognático están presentes todos los niveles de organización, desde el atómico al ecosistémico. El estudio del mundo viviente nos muestra que el proceso de evolución ha producido, a lo largo de millones de años, una inmensa variedad de formas a partir de células ancestrales comunes.

Objetivos

- Interpretar a los seres vivos como sistemas abiertos, que comparten un origen ancestral y una organización unificada e interaccionan entre sí y con otros niveles de organización
- Comprender el concepto sistémico del proceso de salud – enfermedad-atención.

Contenidos

- ¿Cuáles son las diferencias entre los sistemas vivientes y lo no viviente?
- ¿Qué características presentan los distintos niveles de organización de los seres vivos?
- ¿Cómo es la organización molecular y celular de procariotas y eucariotas?
- ¿Cuáles son las hipótesis actuales sobre el origen de las primeras células y el surgimiento de las distintas formas de vida (heterótrofos/autótrofos; procariotas/eucariotas; unicelulares/pluricelulares)?
- ¿Cómo se relacionan los niveles de organización biológica con el concepto sistémico del proceso de salud-enfermedad-atención?

Unidad 3: Métodos de estudio de la Biología Celular

Idea Básica

La ciencia es la construcción de conocimientos por parte del hombre para dar respuesta a sus interrogantes y necesidades. La Biología Celular, como toda área de las ciencias, posee un conjunto de conceptos interrelacionados que constituyen su cuerpo de conocimientos y una metodología de investigación propia, el *"método científico"*, que implica una modalidad de trabajo sistematizada, a través de la cual los investigadores construyen conocimientos de validez universal. El desarrollo tecnológico ha ampliado notablemente las posibilidades metodológicas de la investigación científica.

Objetivos

- Reconocer al *"método científico"* como herramienta para descubrir nuevos conocimientos.
- Comprender los principios básicos de las diferentes metodologías de estudio de la Biología celular y molecular.
- Adquirir habilidad en el manejo del MO y en la interpretación de observaciones al MO, como estrategia para la investigación y el diagnóstico.

Contenidos

- ¿Cómo opera la Ciencia y cómo se relaciona con las necesidades y valores humanos?
- ¿Cómo se desarrolla básicamente la metodología de trabajo en ciencias?
- ¿Qué métodos pueden emplearse para el estudio de las células y sus componentes subcelulares y moleculares?
- ¿Qué información proveen los distintos tipos de microscopios? ¿Cuáles son los fundamentos de las distintas técnicas de procesamiento del material biológico para la observación microscópica?

¿Qué utilidad brindan las técnicas de coloración topográficas, selectivas o estructurales, citohistoquímicas y de inmunomarcación?

- ¿Cuáles son los principios de la bioseguridad?

Unidad 4: Organización y función celular

Idea Básica

Al abordar el estudio de la organización del nivel celular, se debe tener en cuenta que no existe "la célula", sino una enorme variedad de tipos celulares diferentes. Cada tipo celular presenta una morfología propia en estrecha relación con las funciones que la célula cumple en forma individual o como parte de un organismo multicelular. Sin embargo todas las células eucariotas comparten un plan de organización común, así como las procariotas poseen el suyo, considerablemente más sencillo.

Objetivos

- Conocer la organización de los componentes celulares y su participación en los distintos procesos celulares.
- Comprender que el equilibrio sistémico de la célula es fundamental en la dinámica del proceso salud-enfermedad-atención.

A. Subunidad 4.1: Material genético

Idea Básica

El ácido desoxirribonucleico (ADN) constituye el material genético de los seres vivos. En la secuencia de nucleótidos del ADN está codificada la información genética que controla la organización y funcionamiento de la célula. La organización del material genético es relativamente

sencilla en las células procariotas, mientras que en las eucariotas se presenta en forma más compleja y protegido por la envoltura nuclear.

La información codificada en el ADN dirige la síntesis proteica, controlando así la organización y funcionamiento de la célula. La transferencia de la información desde el ADN a las proteínas se desarrolla en dos grandes etapas sucesivas: la síntesis de ARNm, que transporta la información desde el ADN hasta el lugar de síntesis de la proteína, y la síntesis de las cadenas polipeptídicas constituyentes de las proteínas, en la que participan los distintos tipos de ARN (ARNm, ARNt y ARNr). Estos procesos presentan algunas particularidades según se lleven a cabo en células eucariotas o procariotas.

No toda la información genética contenida en el ADN se expresa; tanto las células procariotas como eucariotas han desarrollado distintos mecanismos que regulan la expresión génica.

Contenidos

- ¿Cómo se organiza el material genético procariota? ¿Qué componentes presenta el núcleo de una célula eucariota y con qué funciones se relacionan los mismos? ¿Cómo se organiza el material genético en un núcleo interfásico?
- ¿Cuándo y cómo se forman los cromosomas; cómo se estudian? ¿Cómo es un cariotipo humano normal y cuáles pueden ser sus alteraciones más comunes? ¿Cómo se desarrolla el proceso de replicación del ADN?
- ¿Cómo se desarrollan los procesos de transcripción del ADN, procesamiento del ARN y traducción o síntesis proteica, que aseguran la transmisión y expresión de la información genética en las células procariotas y eucariotas?
- ¿Cómo se regula la expresión génica? ¿Qué mecanismos pueden alterar la información génica?

B. Subunidad 4.2: Límites celulares

Idea Básica

Una característica común en la organización de las células procariotas y eucariotas es la presencia de membranas. Todas las células están limitadas por una membrana plasmática o plasmalema. En las células eucariotas existen además diversos orgánulos que poseen membranas. Se trata de un mismo tipo estructural de membrana biológica que en distintas células y de acuerdo a la localización presenta diferencias en su composición, de significación funcional.

Algunas células eucariotas externamente a la membrana presentan una cubierta celular o glucocáliz, mientras que otras están inmersas en una matriz extracelular. Por su parte las células bacterianas poseen, por fuera de la membrana plasmática, una pared celular cuyas características son significativas en el proceso de salud-enfermedad.

Las membranas celulares no son barreras inertes sino que participan activamente en la interacción entre las células y su entorno y entre los distintos orgánulos celulares.

Contenidos

- ¿Cómo es la organización de las membranas biológicas en células procariotas y eucariotas? ¿Cómo participa la membrana en el transporte de moléculas pequeñas, macromoléculas y partículas?
- ¿Cómo se organiza la superficie celular en organismos procariotas y eucariotas?
- ¿Cuál es el significado funcional de las especializaciones de membrana de las diferentes células humanas?

C. Subunidad 4.3: Compartimentos intracelulares

Idea Básica

A diferencia de las células procariotas que generalmente constan de un único compartimento, las células eucariotas presentan un alto grado de compartimentación. En su citoplasma se encuentran numerosos orgánulos recubiertos de membranas, lo que divide el citoplasma en dos grandes compartimentos: uno situado por fuera de las membranas: el citosol, y otro ubicado por dentro de las mismas: el lumen de los orgánulos.

En el citosol tienen lugar la mayoría de los procesos del metabolismo intermedio y la síntesis proteica; además contiene filamentos proteicos que forman el citoesqueleto, estructura responsable de la forma y motilidad celular.

Los diferentes orgánulos citoplasmáticos actúan cooperativamente en los distintos procesos celulares. El retículo endoplásmico rugoso y liso, el aparato de Golgi, los lisosomas y las vesículas constituyen un complejo sistema de túbulos, vesículas y sacos aplanados comunicados entre sí morfológica y funcionalmente. Un flujo de membrana posibilita la interconexión y el paso de un compartimiento a otro y dichos orgánulos aparecen así como regiones especializadas de un "sistema de endomembranas" en constante renovación.

Contenidos

- ¿Cómo está organizado el citosol de las células procariotas y eucariotas? ¿Cómo está estructurado el citoesqueleto y qué el rol juega en la conservación de la arquitectura y motilidad celular?
- ¿Cuáles son las características de los componentes del sistema de endomembranas y cómo participan los mismos en los procesos de síntesis, secreción, digestión intracelular, excreción y otros?

Unidad 5: Conversiones energéticas

Idea Básica

La vida en nuestro planeta depende del flujo de energía proveniente del sol, la que se incorpora a los seres vivos donde puede transformarse de una forma de energía en otra. La compleja organización funcional de las células que les permite crecer y sobrevivir, depende de un aporte continuo de energía. La radiación solar es transformada por las células fotosintéticas en energía química a través de la reorganización de moléculas simples pobres en energía, como dióxido de carbono y agua, en moléculas complejas, como azúcares, de alto contenido energético. Todas las células pueden transformar la energía almacenada en los enlaces químicos de dichas moléculas en: movimiento, electricidad, calor, o utilizarla para la síntesis de otras moléculas.

Las células procariotas y eucariotas están adaptadas a determinadas formas de incorporación de energía. Las transformaciones de energía que tienen lugar en las células se llevan a cabo a través de miles de reacciones químicas, las que en su conjunto se denominan metabolismo. En dicho proceso participan enzimas, que son moléculas proteicas con función catalizadora de alta especificidad.

En las células eucariotas, las mitocondrias son las centrales de energía donde se transforma la energía contenida en las moléculas nutritivas en energía utilizable para los procesos celulares. Las mitocondrias son orgánulos de doble membrana, con material genético propio. Algunas de las enzimas de actividad mitocondrial son sintetizadas en las mismas mitocondrias, pero la mayoría proviene del citosol.

En las células procariotas, carentes de mitocondrias, las transformaciones energéticas se llevan a cabo por mecanismos diferentes en los que puede participar o no la membrana plasmática.

Contenidos

- ¿Cuáles son las leyes generales que rigen las transformaciones energéticas en los sistemas vivientes? ¿Qué es el metabolismo celular?
- ¿Qué rol juegan las enzimas?
- ¿Cómo participan los componentes celulares en las distintas vías metabólicas que permiten la obtención de energía en condiciones aeróbicas y anaeróbicas, en células pro y eucariotas? ¿Qué relación existe entre catabolismo, ATP y anabolismo?
- ¿Cuáles son las características morfológicas y funcionales de las mitocondrias?

Unidad 6: Ciclo celular y Ciclo vital humano

Idea Básica

La reproducción es el proceso biológico que asegura la continuidad de la vida. A través de ella surgen nuevas generaciones de células y de organismos, manteniendo la identidad genética de cada especie y asegurando a la vez un cierto grado de variabilidad en la descendencia, lo que le permite adaptarse al medio.

A nivel celular la reproducción juega un doble rol; en los organismos unicelulares aumenta la cantidad de individuos de la población, mientras que en los organismos pluricelulares permite el crecimiento corporal y mantiene la integridad de los tejidos.

Los ciclos celulares, tanto en organismos unicelulares como en los pluricelulares, están regulados en función de su propio programa genético y de las señales del ambiente en el que las mismas interactúan.

Objetivos

- Conocer los principales aspectos de la reproducción celular y humana y de la diferenciación celular.
- Comprender la importancia de dichos procesos en la dinámica salud-enfermedad-atención.

A. Subunidad 6.1: Ciclo celular y Mitosis

Idea Básica

En las células procariotas, la reproducción es simple y directa, mientras que las células eucariotas desarrollan ciclo celulares complejos que involucran crecimiento celular y división mitótica. En ambos casos, el mecanismo asegura la formación de dos células hijas idénticas a su progenitora.

Las características del mecanismo de duplicación del ADN aseguran el mantenimiento y la integridad de la maquinaria genética a través de sucesivas generaciones celulares.

Contenidos

- ¿Cómo se reproducen las células procariotas?
- ¿Qué características presenta el ciclo celular de las células eucariotas y ¿cómo se regula?
- ¿Cómo se llevan a cabo las divisiones mitóticas?
- ¿Cómo se relacionan la mitosis con el ciclo vital humano y la dinámica del proceso salud enfermedad?

B. Subunidad 6.2: Meiosis y Fecundación

Idea Básica

Los seres humanos, como la mayoría de los animales, nos reproducimos sexualmente, de manera tal que un nuevo organismo surge por la unión (fecundación) de dos células sexuales especializadas (gametas) provenientes de los progenitores femenino y masculino. En el ciclo vital humano, las gametas son las únicas células haploides surgidas por medio de una división especial, la meiosis, que reduce a la mitad la dotación cromosómica.

La importancia biológica de la reproducción sexual reside en que tanto la meiosis como la fecundación implican recombinación genética, lo que posibilita la variabilidad en la población, sobre la que actúa la selección natural produciendo evolución.

Contenidos

- ¿Cómo se llevan a cabo las divisiones meióticas?
- ¿Cómo se relaciona la meiosis con el ciclo vital humano y la herencia?
- ¿Cómo se organizan estructural y funcionalmente las gametas para llevar adelante las distintas etapas de la fecundación?
- ¿Cuáles son las características básicas de la diferenciación celular? ¿Cuáles son los mecanismos que generan los diferentes tipos celulares a partir de una célula totipotente como el cigoto? ¿Qué son las células madre embrionarias y adultas?

♦ ¿Cómo se relacionan los conceptos de alelo, gen, genotipo, fenotipo, homocigota y heterocigota? ¿Cuáles pueden ser las causas y las consecuencias de las aberraciones cromosómicas detectables en un cariotipo humano?

Unidad 7: Genética, Herencia y Cáncer

Idea Básica

Muchas enfermedades que presentan manifestaciones clínicas a nivel del sistema estomatognático son de origen genético. Desórdenes de un solo gen, desórdenes poligénicos**,** desórdenes cromosómicos y desórdenes debidos a mutaciones en el ADN mitocondrial son algunos de los mecanismos genéticos que participan en la determinación de enfermedades. Dichos desórdenes se pueden presentar tanto en las células sexuales como en las células somáticas. Desórdenes de un solo gen, desórdenes poligénicos, desórdenes debidos a mutaciones en el ADN mitocondrial y desórdenes de las células somáticas son algunos de los mecanismos genéticos que participan en la determinación de enfermedades. El cáncer se puede definir como una enfermedad que implica defectos de los mecanismos de control celular, ya que las mutaciones de los genes que controlan el ciclo celular, conjuntamente con otros factores, son responsables de la transformación de una célula normal en una célula cancerosa.

A partir del conocimiento e imitación de los mecanismos naturales de transmisión genética, se ha desarrollado biotecnología de aplicación para la obtención de fármacos y para el diagnóstico precoz y posible tratamiento de las enfermedades.

Objetivo

Reconocer aspectos celulares, moleculares y genéticos involucrados en procesos de salud-enfermedad- atención con manifestación en el sistema estomatognático.

Contenidos

♦ ¿Cuáles son las bases genéticas de algunas patologías que afectan el sistema estomatognático?

♦ ¿Cuáles son las bases celulares (genéticas y moleculares) del cáncer?

♦ ¿Qué proyección tienen los conocimientos sobre recombinación no homóloga del material genético, en relación al proceso de salud- enfermedad-atención?

Unidad 8: Células en relación con el entorno

Idea Básica

En el organismo humano como en todos los organismos pluricelulares, las células se asocian en conjuntos cooperativos denominados tejidos, los cuales a su vez se agrupan en unidades funcionales mayores, que son los órganos. Es así que el funcionamiento del organismo resulta de la interacción de las células entre sí y con las matrices extracelulares que las rodean. Por ello las células disponen de complejos mecanismos de unión intercelular y de unión con la matriz extracelular, de reconocimiento, de comunicación y de transmisión intracelular de señales. Estas funciones están a cargo de regiones especializadas de la membrana plasmática o de moléculas especiales, que liberadas al exterior celular actúan como inductores de actividades de otras células. La recepción de señales provenientes del exterior celular, como así también la adhesión, dependen de un reconocimiento específico por parte de las células, mediado por receptores localizados en la membrana plasmática o en el interior celular. Cuando un receptor celular recibe una señal extracelular, la convierte en señales intracelulares que desencadenan una respuesta celular específica (diferenciación, división, secreción, etc.).

Un tipo de comunicación intercelular de gran importancia y complejidad es el que se establece entre las neuronas y entre ellas y las células receptoras y efectoras del estímulo nervioso. A pesar de la diversidad de significado de las señales, su forma de transmisión es siempre la misma, a través de los cambios de potencial eléctrico de la membrana plasmática de la neurona. La inversión transitoria de la polaridad de membrana genera un "potencial de acción" mediado por canales

iónicos, que se trasmite rápidamente a lo largo de los axones. A nivel de las terminaciones nerviosas se establecen comunicaciones sinápticas, con liberación de neurotransmisores que comunican célula y célula.

Objetivos

- Conocer las estructuras y mecanismos celulares que permiten la interacción de las células con su entorno.
- Comprender el funcionamiento integral en salud del organismo humano en general y del sistema estomatognático en particular.

Contenidos

- ¿Cómo se especializan las células para el reconocimiento celular, la comunicación y la adhesión? ¿Qué papel desempeña la matriz extracelular en dichos procesos?
- ¿Cuáles son las distintas formas de comunicación intercelular? ¿Cuál es la función y posible localización de los receptores? ¿Cuáles son los mecanismos de acción de los distintos tipos de receptores?
- ¿Cuáles son las características de la comunicación nerviosa? ¿Cómo se transmite la señal nerviosa de una célula a otra y cómo se conduce a lo largo del axón?
- ¿Qué papel desempeña la interacción celular en la diferenciación celular?

Unidad 9: Cierre

Idea Básica

Los conceptos fundamentales de la Biología Celular contribuyen a la comprensión de la compleja trama de interrelaciones que se desarrollan en el organismo humano y entre éste y el ambiente humano en el que se desarrolla.

Objetivo:

Valorar el conocimiento de la dinámica celular para comprender el proceso de salud-enfermedad–atención a nivel general y del sistema estomatognático en particular.

Contenidos

- ¿Cómo se relacionan los conceptos de la Biología Celular entre sí y con los conceptos referidos a la salud humana?

PROGRAMA DE TRABAJOS PRÁCTICOS DE MICROSCOPÍA

Los contenidos que se abordan en los trabajos prácticos de Microscopía corresponden a la **Unidad 3** del programa de la asignatura**: Métodos de estudio de la Biología Celular**

Propósito general:

Ofrecer situaciones problemáticas de trabajo que permitan aplicar la metodología científica e iniciarse en el manejo y observación del material biológico, fomentando la responsabilidad individual y la cooperación grupal.

El diseño del programa de actividades prácticas de microscopía tiende a iniciar a los alumnos en el desarrollo de las competencias generales 3,4 y 5, de las cuales se particularizan a continuación para cada práctico las específicas del mismo.

Competencias

- Conocer el Método Científico para valorar su aplicación como herramienta en la construcción de nuevos conocimientos.
- Desarrollar habilidad en la interpretación de microfotografías obtenidas al MO como estrategia de investigación y diagnóstico.

- Desarrollar habilidad en la elaboración de informes para comunicar experiencias científicas-académicas.
- Promover una actitud de responsabilidad individual y de cooperación grupal para integrar equipos de trabajo.

Trabajo Práctico N° 1: Metodología científica

Competencias

- Habilidad para la comprensión de textos científicos que implican análisis e identificación de problemas y las vías de resolución de los mismos.
- Actitud colaborativa para integrarse activamente en equipos de trabajo

Contenidos

- ¿Cómo se desarrolla el método científico? ¿Que son y cómo se plantean las hipótesis y objetivos de una investigación?¿Cómo se buscan los antecedentes?¿Cómo se registra una observación?¿Qué aspectos se deben considerar para realizar un informe?
- ¿Cuáles son los métodos de estudio que se utilizan en Biología Celular y qué tipo de información proporcionan?

Trabajo Práctico N° 2: Microscopía óptica y electrónica

Competencias

- Conocer las características de los distintos tipos de MO para poder seleccionar el que corresponda de acuerdo a la información que necesite conocer.
- Habilidad para registrar e informar observaciones como estrategia de trabajo para la resolución de problemas.
- Habilidad para la comprensión y producción de textos.

Contenidos

- ¿Cuáles son los métodos de estudio que se utilizan en Biología Celular y qué tipo de información proporcionan?
- ¿Qué información proveen los distintos tipos de microscopios? ¿Cómo se utiliza el MO?
- ¿Cuáles son los fundamentos de las distintas técnicas de procesamiento del material biológico para la observación microscópica?
- ¿Qué aspectos del método científico se deben considerar para realizar un informe?
- ¿Cuáles son las medidas básicas de bioseguridad para el trabajo en el laboratorio de microscopía?
- ¿Cuáles son las precauciones de bioseguridad en el manejo de material biológico?

Trabajo Práctico N° 3: Coloraciones topográficas y estructurales

Competencias

- Habilidad para registrar e informar observaciones como estrategia de trabajo para la resolución de problemas.
- Conocer la información que brindan las diferentes técnicas de coloración para ser utilizadas según corresponda.

Contenidos

- ¿Cómo se desarrolla el método científico? ¿Cómo se realiza, registra e informa una observación?

- ¿Qué utilidad brindan las técnicas de coloración topográficas y las selectivas o estructurales?
- ¿Cuáles son las medidas básicas de bioseguridad para el trabajo en el laboratorio de microscopía?

Trabajo Práctico N° 4: Técnicas citohistoquímicas

Competencias

- Habilidad de análisis, formulación de hipótesis, presentación de resultados y conclusiones.
- Conocer la información que brindan las diferentes técnicas de coloración para ser utilizadas según corresponda.

Contenidos

- ¿Cómo se desarrolla el método científico? ¿Cómo se presentan los resultados en un informe? ¿Cómo se elaboran y presentan las conclusiones?
- ¿Qué utilidad brindan las técnicas de coloración citohistoquímicas y de inmunomarcación?
- ¿Cuáles son las medidas básicas de bioseguridad para el trabajo en el laboratorio de microscopía?

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

- ALBERTS B, BRAY D, HOPKIN K, JOHNSON A, LEWIS J, RAFF M, ROBERTS K, WALTER P. Introducción a la Biología Celular. 3ra ed. Madrid: Médica Panamericana S.A.; 2011.
- ALBERTS B, BRAY D, LEWIS J, RAFF M, ROBERTS K, WATSON JD. Biología Molecular de las Células. 3era ed. Barcelona: Omega; 1996.
- CAMPBELL NA, REECE JB. Biología. 7ta ed. Buenos Aires; Madrid: Médica Panamericana S.A., 2007.
- CURTIS H, BARNES NS, SCHNEK A, FLORES G. Biología. 6ta ed. Buenos Aires: Médica Panamericana S.A.; 2001
- CURTIS H, BARNES NS, SCHNEK A, MASSARINI A. Biología. 7ta ed. Buenos Aires: Médica Panamericana S.A.; 2008.
- CORNEJO LS, ARRIAGA A, CAMBIASSO MJ, MARTÍNEZ, LD. Cuadernos de Biología. 5ta ed. Córdoba: Facultad de Odontología, UNC; 2005.
- DE ROBERTIS EMF (h), HIB J. Fundamentos de Biología Celular y Molecular de De Robertis. 3ra ed. Buenos Aires: El Ateneo; 2001.
- GENESER F. Histología sobre bases moleculares. 3ra ed. Buenos Aires; Madrid: Médica Panamericana S.A.; 2000.
- LODISH H, BERK A, MATSUDAIRA P, KAISER CA, KRIEGER M, SCOTT MP, ZIPURSKY SL, DARNELL J. Biología Celular y Molecular. 5ta ed. Buenos Aires: Médica Panamericana S.A.; 2005.
- ROSS MH, KAYE GI, PAWLINA W. Histología: Texto y atlas color con Biología Celular y Molecular. 4ta ed. Madrid: Médica Panamericana S.A.; 2005.
- SADAVA D, HELLER HC, ORIANS GH, PURVES WK, HILLIS DM. Vida, la ciencia de la Biología. 8va ed. Buenos Aires: Médica Panamericana S.A.; 2009.