

Programa de la materia: EMBRIOLOGÍA

Plan de estudios de la carrera de Medicina de la Facultad de Medicina 2023
EX-2023-04592488- -UBA-DMEA#FMED

La Embriología y la Biología del Desarrollo estudian la formación del organismo humano. Para cumplir este objetivo general los Alumnos/as deberán comprender los mecanismos de formación de gametas, la fusión de estas y finalmente como se forma un organismo humano, incluido el desarrollo postnatal del mismo.

Los conocimientos adquiridos permitirán al estudiante comprender diversos aspectos del desarrollo normal y de las anomalías congénitas, las que serán abordadas nuevamente en Anatomía Patológica y en Clínica Médica, así como también en las distintas especialidades médicas del Ciclo Clínico.

1- OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE APRENDIZAJE

Al finalizar la cursada las y los estudiantes deben ser capaces de:

1. Comprender la evolución morfológica y funcional del embrión y del feto humano hasta el nacimiento, así como los principales cambios postnatales.
2. Comprender los mecanismos biológicos generales que ocurren durante el desarrollo normal y sus anomalías.
3. Comprender el origen embrionario de las patologías del adulto.

2- CONTENIDOS

UNIDAD1: CONCEPTOS GENERALES

Embriología y biología del desarrollo

Bases moleculares y celulares de la histogénesis, la morfogénesis y las alteraciones del desarrollo. Conocimientos básicos para comprender las etapas del desarrollo embrionario: reseña de la anatomía y fisiología de los aparatos reproductores masculino y femenino; control hormonal del ciclo reproductor femenino. Ciclos ovárico y uterino. Diferencias entre mitosis y meiosis. Fases del ciclo biológico de un organismo pluricelular de reproducción sexual. Gametogénesis. Características estructurales y funcionales del espermatozoide y ovocito II. Etapas del desarrollo prenatal. Períodos embrionario y fetal.

UNIDAD 2: FECUNDACION

Concepto y etapas. Ovulación y transporte de ovocito II. Cambios que experimenta el espermatozoide durante su paso por el tracto genital masculino, maduración y el tracto genital femenino, capacitación. Mecanismos de transporte del espermatozoide: movimiento flagelar, movimiento ciliar y contracciones musculares. El oviducto como reservorio de espermatozoides, rol de la mucosa ístmica.

Encuentro de las gametas: adhesión del espermatozoide a la membrana pelúcida: reconocimiento e interacción con la ZP3 y ZP4. Desencadenamiento de la reacción acrosómica e hiperactivación de los espermatozoides. Mecanismos de penetración de la membrana pelúcida. Mecanismos de fusión de las membranas plasmáticas del ovocito y el espermatozoide.

Activación del ovocito: rol de los receptores de membrana y de las vías de señalización intracelular. Bloqueo de la polispermia: bloqueo rápido y reacción cortical o de zona. Entrada al ovocito II de factores solubles del citoplasma del espermatozoide y del centrosoma paterno.

Activación del programa de desarrollo: fosfolipasa C tipo ζ , cinética de calcio y vías de señalización en el cigoto dependientes de calcio. Formación y sincronización de los pronúcleos masculino y femenino: descondensación del núcleo espermático y conclusión de la división meiótica del ovocito II. Anfimixis e inicio de la segmentación. Alteraciones de la fecundación.

UNIDAD 3: PERÍODO DE SEGMENTACION

Definición: consecuencias de la segmentación. Conceptos de tipo de segmentación segmentación holoblástica, rotacional y asincrónica en el Humano. Formación de la mórula y del blastocisto. Comportamientos celulares temporal y espacialmente organizados: características de las mitosis durante la segmentación y control del ciclo celular durante la segmentación o clivaje. Control espacial de los fenómenos de la segmentación bajo control genético materno.

Polarización de las blastómeras y el de compactación del cigoto: eventos morfogenéticos de la segmentación mediados por adhesividad célula-célula. Formación de las uniones intercelulares durante la primera semana de vida. Cavitación del cigoto.

Primera determinación y diferenciación: diferenciación de las células del trofoblasto y del macizo celular interno. La primera determinación como expresión de combinatorias de factores de transcripción específicos de tipo celular en las blastómeras de la mórula. La no equivalencia de las blastómeras de la mórula temprana en los embriones de los Humanos. Papel de las señales externas y de las interacciones núcleo-citoplasmáticas en la especificación de tipo celular. Control materno de la segmentación y activación del genoma embrionario. Concepto de totipotencialidad. Inicio de la diversidad celular en sistemas con capacidad regulativa.

Concepto de sistemas con capacidad regulativa y en "mosaico". Transporte y nutrición del embrión durante la primera semana del desarrollo.

UNIDAD 4: PERÍODO DE IMPLANTACIÓN

Segunda semana del desarrollo: anatomía del embrión de segunda semana del desarrollo. Formación del embrión bilaminar a partir del embrioblasto.

Evolución del trofoblasto: interacciones entre el trofoblasto y la mucosa uterina. Invasión del estroma endometrial como disparador de la formación de sinciotrofoblasto y citotrofoblasto. Invasión de estroma y desarrollo de la reacción decidua. Mecanismos maternos y fetales involucrados en el proceso de implantación del embrión en el endometrio.

Evolución del embrioblasto: invasión del estroma endometrial como disparador de la formación del epiblasto y del hipoblasto.

UNIDAD 5: PERÍODO DE GASTRULACIÓN

Evolución del epiblasto e hipoblasto. Diferenciación de los amnioblastos y formación de la cavidad amniótica. Migración del hipoblasto y formación del saco vitelino primitivo. Anatomía del embrión de período de gástrula.

Evaluación del epiblasto: formación de la línea primitiva y del organizador primario. Período de línea primitiva corta y formación del mesodermo extraembrionario. Bases celulares y moleculares involucradas en la formación de la línea primitiva y del organizador primario. Aporte celular del organizador a las estructuras axiales del embrión: formación de mesodermo precordial y notocorda. Introducción a la determinación de placa neural, crestas neurales y placodas.

Consecuencias de la gastrulación: formación de las hojas embrionarias primitivas. Evidencia de un sistema de ejes embrionarios: polaridad antero-posterior, dorso-ventral y medio-lateral. Determinación de un sistema nervioso. Formación y evolución de los mesodermos paraaxial, intermedio y lateral.

Ejes embrionarios durante la gastrulación: determinación y expresión de los mismos. Polaridad del embrión. Concepto de información posicional y simetría bilateral visceral. Bases celulares y moleculares de la instalación de la asimetría derecha-izquierda.

Embarazos gemelares: mecanismo de formación de embarazos gemelares monocigóticos y dicigóticos. Evolución de los anexos en los distintos tipos de embarazos múltiples.

UNIDAD 6: PERÍODO SOMÍTICO

Adquisición de la forma cilíndrica: pasaje del estado de embrión plano al de cilíndrico. Bases celulares de este proceso. Plan anatómico básico de los cordados: adquisición de la

complejidad estructural correspondiente al plan anatómico básico de los cordados. Descripción de los principales procesos que ocurren durante este período. Establecimiento de los ejes corporales céfalo-caudal, dorso-ventral y medio-lateral. Relación de estos ejes corporales con los instalados durante el estadio de gástrula.

Anatomía -interna y externa- de embriones humanos del período somítico: embrión de 14 pares de somitas –Heuser-, embrión de 28 y el de 35 pares de somitas. Adquisición de la forma cilíndrica y formación de un tubo neural, un intestino primitivo y un mesodermo intraembrionario. Descripción de cortes transversales, sagitales, parasagitales y coronales de los embriones de período somítico.

Evolución del mesodermo paraaxil. Mesodermo paraaxil no segmentado o cefálico. Bases celulares y moleculares de la formación de los somitas: reloj de segmentación, frente de onda y frente de determinación. Desarrollo de los somitas: esclerotomo, dermatomo, miotomo y sindetomo.

Evolución del mesodermo intermedio Mesodermo intermedio: organización cefalo-caudal del mesodermo intermedio: pronefros, mesonefros y metanefros. Organización medio-lateral del mesodermo intermedio: gonadas y aparato excretor.

Evolución del mesodermo lateral: mesodermo lateral: esplacno y visceropleura. Bases celulares y moleculares que llevan a la delimitación del celoma. Regiones del celoma intraembrionario. Establecimiento del campo cardiogénico.

Mesénquima o blastema caudal: organización de los segmentos lumbo-sacros del embrión.

Crestas neurales y formación del mesénquima de los arcos branquiales: mesodermo paraaxil no segmentado y crestas neurales cefálicas. Crestas neurales cefálicas y troncales: bases celulares y moleculares de su formación. Derivados de cada una de estas poblaciones.

Concepto de metamerización. Organización metamérica de crestas neurales, sistema nervioso, mesodermos paraaxil y mesodermo intermedio. Identidad de los segmentos corporales: gradiente morfogenéticos en el eje antero-posterior y expresión de genes con dominio homeótico –Hox y no Hox-. Establecimiento del código Hox.

Evolución del aspecto externo del embrión durante el período somítico. Pedículo de fijación, amnios y formación del anillo umbilical: estructura del cordón umbilical primitivo.

Concepto de campo morfogenético: morfógenos y poblaciones competentes. Instalación de información posicional en el campo. Ejes y polaridades del campo morfogenético. Poblaciones estructurales e informativas en el campo. Interacciones epitelio-mesenquimáticas durante la morfogénesis del campo.

Organización interna de aparatos y sistemas durante el período somítico: aparato circulatorio del embrión de período somítico. Establecimiento de la circulación sanguínea primitiva. Aparato digestivo del embrión de período somítico: regiones, límites y mesénquimas asociados. Sistema nervioso del embrión de período somítico: segmentación antero-posterior y dorso-ventral. Concepto de rombómeras y neurómeras.

UNIDAD 7: IMPLANTACIÓN Y PLACENTACIÓN

Implantación: mecanismos que intervienen en el proceso de implantación del embrión en el endometrio. Interacciones entre la mucosa endometrial y el trofoblasto. Formación y evolución del trofoblasto vellosos y extravellosos. Estructura y función de las vellosidades coriales. Sitios anormales de implantación y alteraciones del desarrollo de la placenta.

Estructura de la placenta: placas deciduales y coriónicas. Estructura y función de las vellosidades coriales. Establecimiento de la circulación fetoplacentaria. Estructura, función y evolución de la membrana vasculosinicial. Establecimiento de la circulación sanguínea útero-placentaria. Concepto de lóbulo placentario y de cotiledón.

Función de la placenta: síntesis y secreción de hormonas peptídicas y esteroideas. Concepto de unidad materno-feto-placentaria. Inmunología de la gestación.

Anexos placentarios: amnios, cordón umbilical y membrana corioamniótica.

UNIDAD 8: DESARROLLO DEL SISTEMA DE LA CONTENCIÓN NEUROSENSORIAL.

Evolución de las placodas y crestas neurales cefálicas: determinación del área de preplacoda y su evolución en placodas y crestas neurales. Identidad de segmento y migración de las crestas neurales craneales. Relación entre crestas neurales y mesodermo paraaxial. Tabicamiento de la región del estomodeo: formación y crecimiento de los procesos mesenquimáticos para la delimitación de las regiones de órbitas, nariz, boca, oído y cuello. La región de la cara como región anatómica que alberga a los órganos de los sentidos. Identidad de segmento de las crestas neurales y código Hox.

Desarrollo de la cara: evolución del proceso frontonasal y su papel en la formación del dorso y alas de la nariz. Evolución de los procesos maxilares y mandibulares. Proceso frontonasal y la formación del tabique nasal y del paladar primario. Formación de los procesos palatinos para la formación del paladar secundario. Mecanismos de fusión entre procesos. Concepto de fusión real o mesodermización y fusión aparente o consolidación remodeladora. Evolución de la cavidad nasal. Evolución de naso y orofaringe. Formación y evolución del anillo linfático de Waldeyer. Anomalías del desarrollo de la cara: etiología y patogenia de algunas anomalías del desarrollo típicas relacionadas con fallas en los procesos normales del desarrollo del proceso frontonasal y de los procesos maxilares y mandibulares. Desarrollo normal y anormal de las piezas dentarias.

Desarrollo de la región del cuello: evolución de los arcos branquiales. Relación entre los tejidos mesenquimáticos y los tejidos ectodermo y endodermo. Anomalías del desarrollo del cuello: etiología y patogenia de algunas anomalías del desarrollo típicas: quistes y fístulas.

UNIDAD 9: SISTEMA ESQUELETICO Y MIEMBROS

Desarrollo de la columna vertebral y cráneo: evolución del esclerotomo de los somitas. Histogénesis de los diferentes tejidos que los componen. Mesénquima cefálico y desarrollo del cráneo. Osificación intramembranosa, endocrondral y yuxtaendocondral. Mecanismos moleculares involucrados en diferenciación de los diferentes tipos de huesos.

Desarrollo desarrollo de la musculatura esquelética: segregación del epímero e hipómero. Formación de las paredes corporales. Desarrollo del diafragma.

Desarrollo de los miembros: establecimiento del campo de los miembros. Morfogénesis temprana del esbozo. Origen de esqueleto y músculos, innervación, vascularización. Aspectos anatómicos, histogénesis de los diferentes tejidos que los componen, mecanismos moleculares involucrados. Anomalías del desarrollo: ejemplos relacionados con fallas en los procesos normales del desarrollo.

UNIDAD 10: DESARROLLO DEL SISTEMA CARDIOVASCULAR

Formación del corazón: formación de la placa cardiogénica o campo cardiogénico. Determinación progresiva de las células cardiogénicas y la formación del corazón tubular primitivo. Poblaciones celulares extra campo cardíaco que conforman el corazón tubular primitivo. Campo cardiogénico primario y secundario. Cavidades cardíacas primitivas: tabicamiento auricular, ventricular y tronco-conal. Bases celulares y moleculares del tabicamiento. Morfogénesis e histogénesis cardíaca. Desarrollo del sistema de conducción del corazón. Anomalías del desarrollo cardíacas: etiología y patogenia de algunas anomalías del desarrollo típicas relacionadas con fallas en los procesos normales del desarrollo cardíaco: comunicación interventricular e interauricular, tetralogía de Fallot.

Desarrollo de los vasos arteriales y venosos: conceptos de vasculogénesis y angiogénesis. Bases celulares y moleculares de estos procesos. Evaluación de los principales vasos venosos y arteriales. Morfogénesis e histogénesis de los vasos arteriales, venosos y linfáticos.

Anomalías del desarrollo de los vasos sanguíneos: etiología y patogenia de algunas anomalías del desarrollo típicas relacionadas con fallas en los procesos normales del desarrollo de los vasos: cardíaco cayado aórtico derecho, persistencia del conducto arterioso, coartación de la aorta, cayado aórtico doble.

Circulación sanguínea fetal: circulación de la sangre en el embrión, en el feto y las modificaciones circulatorias postnatales. Función cardíaca fetal y su evolución con el desarrollo fetal.

UNIDAD 11: DESARROLLO DEL SISTEMA SANGUÍNEO

Hematopoyesis: origen de las células precursoras hematopoyéticas extraembrionarias y embrionarias. Estructuras y órganos involucrados durante la hematopoyesis embrionaria y fetal. Zona aorta-gónada-mesonefros. Períodos de maduración del sistema hematopoyético: hemoglobina fetal.

Desarrollo del sistema inmunitario. Sistema hematopoyético y formación de linfocitos T y B. Formación y función del timo embrionario y fetal. Producción de anticuerpos durante la vida intrauterina.

UNIDAD 12: DESARROLLO DEL APARATOS DIGESTIVO Y RESPIRATORIO

Desarrollo del aparato digestivo: Formación del tubo intestinal -intestino primitivo- durante la adquisición de la forma cilíndrica. Regiones, límites y mesénquimas asociados de los intestinos anterior, medio y posterior. Desarrollo del **intestino anterior faríngeo**: límites, mesénquimas asociados, vasos y esbozos. Desarrollo y derivados de las bolsas faríngeas. Bases celulares y moleculares de la determinación de los esbozos. Anomalías del desarrollo de la región. Desarrollo del **intestino anterior caudal**: límites, mesénquimas asociados y esbozos. Bases celulares y moleculares de la determinación de los esbozos. Anomalías del desarrollo del intestino anterior región caudal. Desarrollo del **intestino medio**: límites, mesénquimas asociados, vasos y esbozos. Rotación de las asas intestinales: hernia umbilical fisiológica. Bases celulares y moleculares de la determinación de los esbozos. Anomalías del desarrollo de la región. Desarrollo del **intestino posterior**: límites, mesénquimas asociados y esbozos. Bases celulares y moleculares de la determinación de los esbozos. Tabicamiento de la cloaca. Anomalías del desarrollo del intestino anterior región caudal.

Desarrollo de las glándulas anexas: Desarrollo normal y anormal del páncreas, hígado, vesícula biliar y glándulas salivales.

Desarrollo del aparato respiratorio: Desarrollo del esbozo laringo-traqueo-bronco-pulmonar. Desarrollo de los músculos y cartílagos de la laringe, tráquea, bronquios y pulmones. Aspectos anatómicos e histogénesis de los diferentes tejidos que los componen, mecanismos moleculares involucrados. Síntesis y secreción de surfactante pulmonar: importancia en el desarrollo fetal y en la vida postnatal. Anomalías del desarrollo del aparato respiratorio.

Cavidades corporales y mesos: Formación de celoma. Tabicamiento del celoma: diafragma y membrana pleuro pericárdica. Aspectos anatómicos e histogénesis de los diferentes tejidos que los componen, mecanismos moleculares involucrados.

UNIDAD 13: DESARROLLO DEL APARATO URINARIO.

Desarrollo del mesodermo intermedio: formación de las crestas urinarias: pronefros, mesonefros y metanefros. Formación y evolución del conducto mesonéfrico de Wolff. Desarrollo del brote ureteral: bases celulares y moleculares involucradas.

Desarrollo normal y anormal del riñón definitivo: interacciones instructivas y permisivas involucradas en el desarrollo del riñón definitivo. Nefronogénesis y desarrollo de pelvis renal, cálices y conductos colectores. Bases celulares y moleculares involucradas. Polaridad tisular planar y desarrollo del nefrón. Función renal durante la vida prenatal y modificaciones luego del nacimiento. Anomalías del desarrollo: ejemplos relacionados con fallas en los procesos normales del desarrollo renal.

Desarrollo del seno urogenital: vejiga y uretra. Anomalías del desarrollo: ejemplos relacionados con fallas en los procesos normales del desarrollo.

UNIDAD 14: DESARROLLO DEL APARATO GENITAL.

Desarrollo del mesodermo intermedio: formación de las crestas gonadales en el mesonefros. Formación y evolución del conducto mesonéfrico de Wolff y paramesonéfrico de Müller. Períodos del desarrollo: estadio bipotencial de gónadas. Determinación y diferenciación sexual de las gonadas: bases celulares y moleculares de la diferenciación sexual. Histogénesis de las gonadas. Evolución de los conductos de Wolff y de Müller, mesénquimas asociados y bases celulares y moleculares del proceso de formación de las vías espermáticas y del oviducto. Mecanismos hormonales y moleculares involucrados en la diferenciación del aparato genital masculino y femenino. Dimorfismo sexual en el sistema nervioso y otros órganos. Histogénesis de las glándulas anexas.

Desarrollo del seno urogenital: desarrollo de la uretra y próstata en el hombre. Desarrollo de uretra y vagina en la mujer. Estadios de desarrollo bipotencial y diferenciado. Bases celulares y moleculares.

Desarrollo de los sistemas genitales masculino y femenino. Diferenciación de los testículos y los ovarios. Derivados definitivos de los conductos de Wolff y de Müller. Derivados genitales del seno urogenital. Formación de los genitales externos masculinos y femeninos. Descenso de los testículos y de los ovarios.

Desarrollo de las glándulas mamarias: aspectos anatómicos e histogénesis. Bases celulares y moleculares. Anomalías del desarrollo: ejemplos relacionados con fallas en los procesos normales del desarrollo.

UNIDAD 15: DESARROLLO DEL SISTEMA ENDOCRINO

Desarrollo del sistema endocrino: bases celulares, bases moleculares e histogénesis de: hipófisis, tiroides, paratiroides, páncreas endocrino, corteza y médula adrenal. Maduración funcional de las glándulas. Anomalías del desarrollo: ejemplos relacionados con fallas en los procesos normales del desarrollo.

UNIDAD 16: DESARROLLO DEL SISTEMA NERVIOSO.

Desarrollo del sistema nervioso: interacciones instructivas y permisivas involucradas en el desarrollo de la placa neural. Formación del tubo neural primitivo: mecanismos de cierre y regionalización del tubo neural. Concepto de neurómeras y rombómeras. Desarrollo de las vesículas encefálicas y de la médula espinal.

Organización antero-posterior, dorsoventral y radial del tubo neural durante el desarrollo. Evolución de las placas alares, basales, del piso y del techo. Bases celulares y moleculares de la determinación de neuronas asociativas y motoras. Evolución y derivados de la médula espinal, mielencéfalo, metencéfalo, mesencéfalo, diencefalo y telencéfalo. Desarrollo y organización del sistema nervioso periférico.

Determinación y diferenciación de neuronas y glía: cinética de proliferación del neuroepitelio. Células neuroglioprogenitoras. Migración neuronal y corticogénesis en el Humano.

Formación de neuritas y sinaptogénesis: cono de crecimiento y sinaptogénesis. Mielinización del sistema nervioso central y periférico en el feto.

Desarrollo del sistema nervioso periférico: aspectos anatómicos e histológicos.

Anomalías del desarrollo: ejemplos relacionados con fallas en los procesos normales del desarrollo.

UNIDAD 17: DESARROLLO DEL SISTEMA DE LOS SENTIDOS

Desarrollo normal y anormal del ojo: interacciones instructivas y permisivas involucradas en el desarrollo de la placoda cristalina. Segregación del campo ocular del prosencéfalo. Desarrollo de la coroides, esclerótica e iris: rol del mesénquima cefálico. Desarrollo del sentido de la visión en la vida pre y postnatal.

Desarrollo normal y anormal del oído: interacciones instructivas y permisivas involucradas en el desarrollo de la placoda ótica. Regionalización antero-posterior, dorso-

ventral y medio-lateral del otocisto. Desarrollo del utrículo, sáculo y conductos semicirculares. Desarrollo de los sentidos de la audición y del equilibrio en la vida pre y postnatal.

Desarrollo normal y anormal del sentido del olfato y gusto: aspectos anatómicos, histogénesis y mecanismos moleculares involucrados. Desarrollo de estos sentidos en la vida pre y postnatal.

UNIDAD 18: DESARROLLO DEL SISTEMA TEGUMENTARIO

Desarrollo normal y anormal de la epidermis: interacciones epitelio – mesenquimáticas en la formación de las diferentes regiones de la piel. Migración de los melanocitos y formación del pigmento dérmico.

Desarrollo normal y anormal del pelo: interacciones instructivas y permisivas involucradas en el desarrollo de los folículos pilosos. Desarrollo de las glándulas sebáceas y de las sudoríparas.

Desarrollo normal y anormal de las faneras: interacciones instructivas y permisivas involucradas en el desarrollo de las uñas.

UNIDAD 19: ANOMALÍAS CONGENITAS. DIAGNOSTICO PRENATAL

Anomalías del desarrollo y enfermedades congénitas: concepto de malformación y de enfermedad congénita. Mecanismos de producción. Importancia y frecuencia.

Causas ambientales de anomalías congénitas: Agentes teratógenos infecciosos, químicos, radiaciones y factores nutritivos o metabólicos maternos: mecanismos de acción sobre los procesos normales del desarrollo. Ejemplos de diagnóstico, prevención y frecuencia de anomalías congénitas.

Teratología: Concepto de agentes con potencial teratogénico. Clasificación y ejemplos. Concepto de umbral y establecimiento de las anomalías del desarrollo. Concepto de período crítico. Teratogénesis por radiación, drogas de uso médico, talidomida y consumo de bebidas alcohólicas.

Diagnóstico prenatal: Ecografía. Punción de líquido amniótico. Biopsia de vellosidades coriales. Amnioscopía y fetoscopia. Punción de vasos umbilicales. Test prenatal no invasivo para el estudio de enfermedades genéticas en el ADN fetal. Diagnóstico preimplantatorio. Utilidad e interpretación de las técnicas de laboratorio aplicadas: determinaciones bioquímicas, análisis genéticos.

3- METODOLOGÍA.

Los contenidos se abordarán mediante Clases teóricas presenciales y virtuales, Trabajos Prácticos y contenidos del Aula Virtual.

4- EVALUACIÓN

La evaluación de los contenidos se realizará mediante cuestionarios virtuales, exámenes parciales y un examen final integrador de la materia.

5-BIBLIOGRAFÍA

Textos básicos

-Flores, Vladimir. Embriología Humana. Bases moleculares celulares de la histogénesis, la morfogénesis, y las alteraciones del desarrollo, 1ra edición, 2015.

-Carlson, Bruce M. Embriología Humana y Biología del Desarrollo, 6ta edición, 2020.

Textos de consulta, Atlas, y textos para temas específicos

- Hamilton, Boyd, Mossman. Embriología Humana 4ta edición. 1975.

- Gilbert S., Barresi M. Developmental Biology, 12th edition, 2020.

- Wolpert L., Tickle C., y colaboradores. Principles of Development. 6th edition. 2019.