



EL CREADOR HA PUESTO EN NUESTRAS MANOS LO MAS PRECIADO DE SU OBRA, PUES ENTONCES AGOTEMOS ESFUERZOS PARA HONRAR ESA CONFIANZA.

Felipe A. Flores Pérez

EMBRIOLOGÍA: Definición y su evolución en el tiempo

Embriología

Llamada también ***anatomía del desarrollo***, constituye una ciencia del saber encargada de estudiar los procesos evolutivos del ser humano durante: la **etapa preconcepcional** y las diferentes modificaciones biológicas y moleculares como fase preparatoria que permitan la formación de células altamente potenciales (gametas) necesarias para el establecimiento de una nueva vida; la **etapa concepcional** y la metamorfosis ulterior del ciclo vital, mediada por patrones genéticos y regulada por factores moleculares que se dan en el nuevo individuo antes y después del nacimiento, y que permiten el establecimiento y desarrollo de todas sus estructuras orgánicas.

Evolución en el tiempo

Siempre ha constituido una cuestión de suma trascendencia la interrogante de ¿cómo nos formamos?, ¿de donde venimos?. Y los pueblos primitivos desde los albores de la humanidad han tratado de dar respuestas basados en la superstición, el folklore y otros elementos mágicos carentes de los actuales conocimientos tecnológicos y científicos que poseemos. No es sorprendente que se acoplan al comienzo de una nueva vida muchas supersticiones extrañas y una maraña de elementos folklóricos, y que lo rodearan de una serie de tabúes. Pero siempre detrás del misticismo, se hallaba en función ese característico instinto primario de curiosidad – el impulso que induce a averiguar como suceden las cosas y por que se dan. Para nosotros, con todo el bagaje cultural y la herencia acumulada de conocimientos resulta difícil de comprender hasta que punto el nacimiento debe haber sido para ellos algo totalmente misterioso. De ninguna manera nos debe causar sorpresa que aquellos pueblos abordaran posibles explicaciones sobre el comienzo de la vida del ser humano.

Si bien es cierto el conocimiento del verdadero proceso que lleva a la concepción de un nuevo ser no era bien conocido, registros escritos indican que ya los hombres habían aprendido que el nacimiento era la consecuencia de la unión sexual; esto trajo como consecuencia el surgimiento de algunas religiones que empezaban a girar en torno a la reproducción al mismo tiempo que se libraban diversas guerras entre las tribus dominantes que adoraban la personalización masculina del sexo y las que adoraban la

personificación femenina. Porque la desendencia significaba la vida de la tribu y, en consecuencia, las deidades que presidían la procreación y el nacimiento debían ser dioses omnipotentes que demandaban un culto prioritario lo que indicaba que cualquier adversario era relevado.

Los antiguos egipcios, alrededor del año 3000 a. C., ya tenían algunos conocimientos de métodos de incubación de huevos de aves, aunque desafortunadamente no existe ningún registro escrito al respecto. **Akhnaton (Amenofis IV)** alabó al dios solar, **aton**, como creador del germen en la mujer, creador de la semilla en el varón y dador de vida al hijo en el cuerpo de su madre. Los antiguos egipcios creían que el alma entraba en el niño a través de la placenta en el momento del nacimiento.

Documentos primitivos escritos sabemos que el hombre tenía conocimiento de que el nacimiento se producía como resultado de la unión sexual. Es así que en el documento posiblemente mas antiguo de embriología indostana escrita por la **cultura hindú** en el año 1416 a. C. En el que se establece algunos alcances sobre el desarrollo embrionario describiendo estos acontecimientos en un tratado en sánscrito sobre embriología hindú. Esta obra llamada **Garbha Upanishad**, describe ideas antiguas sobre el embrión en donde afirma: “Por medio de la conjugación de sangre y semen se origina el embrión. Durante el período favorable para la concepción, despues del coito, se convierte en **Kalada** (embrión de un día de edad). Tras permanecer siete noches, se convierte en una vesícula. En una quincena se transforma en una masa esférica. Después de un mes, se torna en una masa firme. Transcurridos dos meses, se forma la cabeza. Al cabo de tres meses, aparecen las regiones de la extremidades”.



Los estudios realizados por los griegos han generado grandes aportes al conocimiento de la embriología, representados inicialmente, gracias a estudios de que se tiene constancia, aparecen los libros de **Hipócrates de Cos** (alrededor de 460-377 a. C.) famoso médico griego, considerado el padre de la medicina.



Este autor estableció algunos experimentos con huevo de gallina en la que un grupo de ellos los hacía incubar con dos gallinas diferentes y los iba retirando día a día hasta la rotura del cascaron relacionando los productos con el ser humano, de esta manera podía comprender como se desarrolla el embrión humano.



Los trabajos de **Aristóteles de Stagira** (384-322 a. C.) sobre embriones no reside específicamente en informaciones que él obtuvo directamente de embriones humanos, sino que escribió un tratado sobre embriología en el que describía el desarrollo del pollo y de otros embriones.

Se ha considerado a este autor como el fundador de la embriología, a pesar de que promovió la idea que el embrión se desarrollaba de una masa informe que describió como “una semilla menos perfeccionada de forma completa con un alma nutritiva y todas las partes del organismo”. Según él, este embrión surgía de la sangre menstrual tras la activación por el semen masculino.

Claudius Galeno (130 - 201 a. C.) médico griego instalado en Roma redacta un libro titulado *Sobre la formación del feto*, en el cual describía el desarrollo de feto y su nutrición, así como las estructuras que hoy en día comocemos como alantoides, amnios y la placenta (Moore 7º edición).

Estos trabajos en realidad simbolizan el comienzo de un gran cambio en la mentalidad de los hombres, un alejamiento de la superstición y las conjeturas, y su remplazo por la observación.



Samuel-el-Yehudi, médico hebreo (siglo II), describió seis etapas en la formación del embrión a partir de “algo enroscado y sin forma” hasta un “niño cuyos meses han finalizado” . Los estudiosos del **Talmud** creían que los huesos y los tendones, las uñas, la médula de la cabeza y el blanco de los ojos procedían del padre “que siempre era blanco”, mientras que la piel, carne, sangre y pelo lo hacían de la madre “que planta lo rojo”.

Durante la **edad media**, la chispa que los mejores estudiosos griegos y romanos habían tratado de alimentar fué ahogada por la intolerancia y el autoritarismo de la llamada “**Edad del Oscurantismo**”. Las pocas ilustraciones que no eran copias de trabajos clásicos resultaban crudamente simbólicas. En esta etapa del saber el avance de la ciencia fué lento ya que se conocen pocos puntos importantes de investigación embriológica.



El **Corán** o **Quran** (siglo VII), libro sagrado de los musulmanes, indica que los seres humanos se producen a partir de una mezcla de secreciones del varón y la mujer. Ahí se menciona sobre la creación de un individuo a partir de una **nutfa** (gota pequeña), también hace mención que el ser resultante se desarrolla en la matriz como una semilla seis días después, así mismo hace referencia sobre el aspecto de sanguijuela del embrión en su etapa inicial y al de una “sustancia masticada” posteriormente.

Constantino el africano de Salerno (1020-1087) escribe un tratado titulado *De humana natura* en el que proporciona a Occidente un gran número de textos clásicos legibles en latín a través de numerosas traducciones de eruditos griegos, romanos y árabes. Este investigador describe la composición y desarrollo de forma secuencial del embrión, relacionándolo con los planetas en cada mes del embarazo, concepto desconocido para la época.

Fabricius de Aquapendente (1533-1619) un anatomista y embriólogo italiano que fué el primero en estudiar embriones de distintas especies de animales, escribe en su época un importante tratado, **De Formatu Foetu** (el feto formado) que incluía abundantes ilustraciones de embriones y fetos de distintas etapas del desarrollo.



Aunque es bien sabido que las primeras etapas de la embriología realmente no pudieron ser estudiadas efectivamente sino hasta fines del siglo XVII, cuando se inventa el microscopio y se convierte éste en un instrumento efectivo de investigación; aunque los primeros eran sencillos, abrieron un nuevo y emocionante campo de observación.

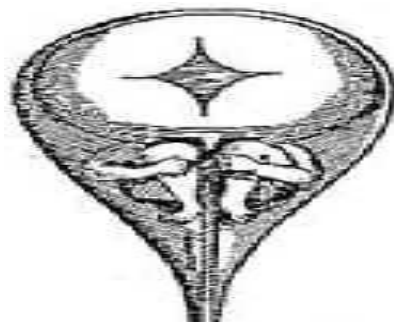


Marcelo Malpigio (1628-1694) es considerado como el fundador de la embriología. Utilizó para sus estudios el entonces novedoso microscopio. En su libro *De ovo incubato*, describe el huevo de gallina con excelentes figuras, pero que representan embriones a partir del periodo de 24 hrs. de incubación en adelante; por sus observaciones en el huevo, él creyó e interpretó que en el mismo se veían los órganos preformados del animal. Aunque expresó sus ideas en forma tentativa y no como exposición concreta de una teoría, su trabajo fue el responsable de que se consolidara la teoría de la preconcepción.

Regnier De Graaf describe los folículos ováricos en 1672, que hasta la actualidad reciben el nombre de folículos de De graaf, aunque en esta época aún no se comprendía el significado real de las gametas en el desarrollo. Así mismo en aquella época *De Graff* también observa pequeñas cámaras en el útero de conejas llegando a la conclusión que no podía haber sido secretadas por el útero, y afirmando mas tarde que debían proceder de unos órganos que denominó ovarios. Sin duda las pequeñas cámaras descritas por *De Graff* eran blastocistos.

El espermatozoide humano es codescubierto por vez primera por microscopista holandés **Hamm y Leeuwenhoek**, en el año de 1678, quien creyó en primer lugar que ellos eran animales parásitos que vivían en el semen (de ahí el término espermatozoide, cuyo significado es “animales del espermatozoide”). Él originalmente asumió que ellos no tenían nada que ver con la reproducción del organismo en el que fueron encontrados, pero mas tarde comenzó a creer que cada espermatozoide contenía un embrión preformado. Nicolas Hartsoeker, el otro codescubridor del espermatozoide dibujó un cuadro de lo que él esperaba encontrar: un humano preformado (“homúnculo”) dentro del espermatozoide humano.

Leeuwenhoek (1685) escribió que los espermatozoides eran semillas (esperma y semen significaban “semilla”) y que la mujer simplemente proporcionaba el suelo nutritivo en el cual las semillas eran plantadas. Surgiendo en esta etapa del desarrollo la teoría del **Homúnculo**. Intentó todo cuanto él pudo, Leeuwenhoek estuvo decepcionado continuamente en sus tentativas de encontrar embriones preformados dentro de los espermatozoides. Por otro lado otros investigadores argumentaban que era el **óvulo** el que contenía un cuerpo diminuto cuyo crecimiento era estimulado de alguna manera por el líquido seminal. La creencia de que el espermatozoide contenía el organismo embrionario entero nunca tuvo mucha aceptación, debido a que esto implicaba un enorme desperdicio de vida potencial. La mayoría de los investigadores consideraban al espermatozoide como carente de importancia.

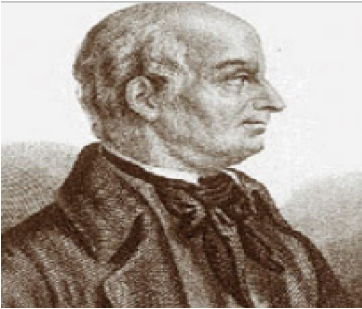


Homúnculo



Huevo

Este conflicto entre *homunculistas* y *ovulistas* se mantuvo hasta el siguiente siglo, hasta que fue superado totalmente por los estudios que desarrollaran **Lazaro Spallanzani** (1729-1799) y **Caspar F. Wolff** (1733-1774).



Lazaro Spallanzani (1729-1799)

Los trabajos de **Spallanzani** introducen el método experimental en los problemas embriológicos. Inicialmente sostenía que el óvulo era fundamental en el desarrollo, aunque no necesitaba el papel del espermatozoide que muchos consideraban un parásito del esperma. Para demostrarlo tomó óvulos de rana y los bañó en líquido seminal, con lo cual obtuvo la fecundación y el desarrollo normal de los embriones, pero cuando filtró previamente el líquido seminal, la experiencia resultó siempre infructuosa. No sospechó que con sus trabajos estaba demostrando el verdadero papel del espermatozoide en el

desarrollo. Por tanto mediante una serie de experimentos ingeniosamente planeados, demostró que tanto los productos sexuales masculinos como los femeninos eran necesarios para iniciar el desarrollo de un nuevo individuo.

A partir de sus experimentos de inseminación artificial en perros, concluye que el espermatozoide constituía el agente fecundador que iniciaba los procesos de desarrollo.

Caspar Fiedrich Wolff, rechazó las dos teorías imperantes sobre la preformación de individuos en 1759 después de que realizara observaciones sobre el desarrollo de partes del embrión a partir de “globulos” (corpúsculos esféricos de pequeños tamaños).



Caspar F. Wolff (1733-1774)

Expuso su **concepto de la epigénesis** en una tesis doctoral denominada “Theoría Generationis”, escrita cuando sólo tenía 26 años. Esta idea del desarrollo por crecimiento progresivo y por diferenciación reemplazó muy pronto a las antiguas teorías lo que significó un gran paso y se fundamentaba en que el desarrollo es consecuencia del crecimiento y diferenciación de células especializadas. Mas adelante observa masas embrionarias que participaban parcialmente en el desarrollo de los sistemas urinarios y genital (conductos de Wolff) conocidos actualmente como mesonefros y conductos mesonéfricos respectivamente.

La combinación de mejores lentes para los microscopios y la teoría celular llevaron a una nueva apreciación de la función de los espermatozoides. En 1824, **J. L. Prevost y J. B. Dumas** afirmaron que los espermatozoides no eran parásitos, sino más bien los agentes activos de la fecundación. Ellos observaron la existencia universal del espermatozoide en los machos sexualmente maduros y su ausencia en individuos inmaduros y ancianos. Estas observaciones, asociadas con la conocida ausencia de espermatozoides en la mula esteril, les convencieron de que “existe una íntima relación entre su presencia en los órganos y la capacidad fecundante del animal”. Propusieron que el espermatozoide ingresaba al gameto femenino y contribuía materialmente a la siguiente generación.

No fue hasta 1876, que **Oscar Hertwig y Herman Fol**, demostraron de manera independiente que el espermatozoide entraba al gameto femenino y que se producía la unión de los dos grupos celulares. Hertwig había estado buscando un organismo adecuado para observaciones microscópicas minuciosas, y encontró que el erizo de mar mediterráneo, *Toxopneustes lividus*, era perfecto.



Este organismo no sólo era común en toda la región y sexualmente maduro durante la mayor parte del año, sino que sus huevos (óvulos) eran fáciles de conseguir en grandes números y eran transparentes aún a grandes aumentos. Luego de mezclar suspensiones de espermatozoides y huevos (gametos femeninos). Hertwig observó repetidamente a un espermatozoide ingresando a un óvulo y vió unirse a los dos núcleos. También observó que solo un espermatozoide ingresaba a cada óvulo, y que todos los núcleos del embrión eran derivados mitóticamente a partir del núcleo creado durante la fecundación. Herman Fol llevó a cabo observaciones similares y expuso en detalle el mecanismo de ingreso del espermatozoide. La fecundación fue por fin reconocida como la unión del espermatozoide y el gameto femenino, y la unión de los gametos del erizo de mar, sigue siendo uno de los ejemplos de unión mejor estudiados (Scott F. Gilbert 2005)

El importante trabajo desarrollado por **Karl Ernest Von Baer** quien describe en 1827 al ovocito en el folículo ovárico de una perra, unos 150 años después del descubrimiento del espermatozoide. También observó cigotos en división en el tubo uterino y blastocistos en el útero. En 1829 nos dió los fundamentos del conocimiento de las hojas germinativas de los embriones; pero la verdadera importancia de estas hojas y de los elementos sexuales de los cuales provienen solo pudo ser captada cuando se conoció la base celular de la estructura animal. Von Baer formuló dos conceptos

importantes: *Las etapas correspondientes del desarrollo embrionario y que las características generales preceden a las específicas.* Sus grandes aportes a la embriología han permitido que se le conozca como el **padre de la embriología moderna.**

Las bases de la embriología y la histología modernas fueron establecidas por la formulación de la **teoría celular** en el año 1839 por **Mattias Schleiden y Theodor Schwann** quienes lograron grandes adelantos. Este concepto afirma de que el cuerpo se compone de células y de productos celulares. Es decir que el cuerpo del nuevo individuo se desarrolla a partir de una sola célula, la célula formada en el acto de la fecundación por la unión de una célula germinal suministrada por el progenitor masculino con una célula germinal aportada por el progenitor femenino. De esta manera, aún cuando la curiosidad se había mostrado activa desde antes de los tiempos de la historia escrita, y aunque con Aristóteles las conjeturas habían comenzado a ser remplazadas por la observación crítica, solamente con el desarrollo del microscopio, el advenimiento del método experimental y el descubrimiento de la estructura celular, la embriología comenzó a convertirse en una ciencia (Patten 1º edición).

Durante toda esta época los científicos fueron en su mayoría vitalistas, es decir, conocían y demostraron que el desarrollo ontogenético era epigenético, pero no estaban en condiciones de responder cuales eran los hechos que gobernaban esos procesos, por lo cual aceptaban la existencia de fuerzas sobrenaturales. Sin embargo, la evolución de la ciencia y el pensamiento hizo que los investigadores comprendieran que los cambios descritos por los antiguos morfólogos tenían una causa que podía ser descubierta si se estudiaban con los medios adecuados. Así surgió la **embriología experimental**, cultivada especialmente por **Wilhelm Roux y por H. Spemann**, considerado el primero el fundador de esta rama de la embriología. El método utilizado por ellos consistió en alterar las condiciones ambientales externas e internas, utilizando las técnicas de explantes, trasplantes, etc.... de modo que observando el efecto de estas experiencias sobre el desarrollo, se pudo inferir el papel que cada una de estas partes tiene en dicho proceso. La embriología experimental, a diferencia de la embriología descriptiva o de la embriología comparada, utiliza el experimento como método de investigación, pero para poder interpretar correctamente sus resultados debe existir un conocimiento profundo del desarrollo, por lo cual no es posible desechar la descripción y la comparación.

Constituye el **siglo XX** la época en que florece el campo de la embriología experimental en la que empieza a darse seguimiento a las células durante su desarrollo para determinar así su organización. Los estudios fueron llevados a cabo en embriones

transparentes de tunicados que contenían células pigmentadas que podían ser observadas con el microscopio. Posteriormente se introduce el uso de colorantes vitales que permitían seguir los destinos al teñir células vivas. Es en la década de 1960 en que inicia la era de los marcadores celulares radiactivos y de radioautografía, siendo el primero en concebirse con la creación de las quimeras pollo-codorniz. Este modelo fue injertado en embriones de pollo en los primeros estadios de su desarrollo, siendo posteriormente evaluados histológicamente estos embriones determinándose así el destino seguido por las células de codorniz, lo que pudo aportar una gran información acerca del origen y evolución de los distintos órganos y tejidos (Langman 10^o edición).

La última década ha asistido a la revolucionaria transformación de la embriología humana, que ha pasado de ser una disciplina orientada casi por completo hacia la morfología a ser una en la cual la morfología puede relacionarse con un plano molecular subyacente por lo que requiere del concurso cada vez más amplio de otras disciplinas como son la fisiología, la genética y la bioquímica, para buscar los secretos del desarrollo en la intimidad de las reacciones químicas.

Hoy en día los estudios moleculares han sido incorporados a la vasta lista de nuevos instrumentos experimentales utilizados para el estudio del desarrollo normal y anormal del nuevo individuo. Son abundantes los nuevos mecanismos usados en la identificación de células que utilizan genes marcadores, sondas fluorescentes y otras técnicas de marcación que han mejorado la capacidad de conocer el destino celular. Entre las técnicas utilizadas actualmente tenemos **la inactivación genética dirigida (Knock-out)**, **la activación genética dirigida alterada (Knock-in)** y las **tecnologías de antisentido**. De este modo el desarrollo de la biología molecular a llevado a la embriología a una etapa muy desarrollada la misma que en la medida que permitía descifrar el papel que juegan determinados genes y su interacción con factores ambientales ha mejorado notoriamente nuestro entendimiento en los procesos de desarrollo normal y anormal del desarrollo del nuevo individuo.

Es por ello que gracias a la biología molecular se identificó que el ácido retinoico endógeno es una sustancia reguladora importante en el desarrollo embrionario, y no se podría dejar de mencionar que en 1995 se otorgó el premio Nobel de medicina a **Edward B. Lewis, Christiane Nusslein-Volhard y Eric F. Wieschaus** por su descubrimiento



de los genes que controlan el desarrollo embrionario. Sus hallazgos están ayudando a comprender las causas del aborto espontáneo y de anomalías congénitas.

Bibliografía:

- Langman, J. Embriología Médica. Editorial médica Panamerica 9ª Edición.*
Langman, J. Embriología Médica. Editorial médica Panamericana 10ª Edición.
Moore, P. Embriología Clínica. Editorial ELSEVIER 7ª Edición
Clark, E. Embriología Humana de Patten, Fundamentos del desarrollo clínico. Editorial El Ateneo
Carlson, B. Embriología Humana y Biología del desarrollo. Editorial Elsevier/Mosby 3º Edición
Dorland. Diccionario enciclopédico ilustrado de medicina. Editorial Interamericana 26º Edición
Palenque, G. Desarrollo de la Embriología como ciencia. Ambito cultural. Revista-cuadernos.vol. 52 N°1.2007
Scott F. Gilbert Biología del desarrollo. Editorial médica Panamericana. 7ma. Edición. 2005