

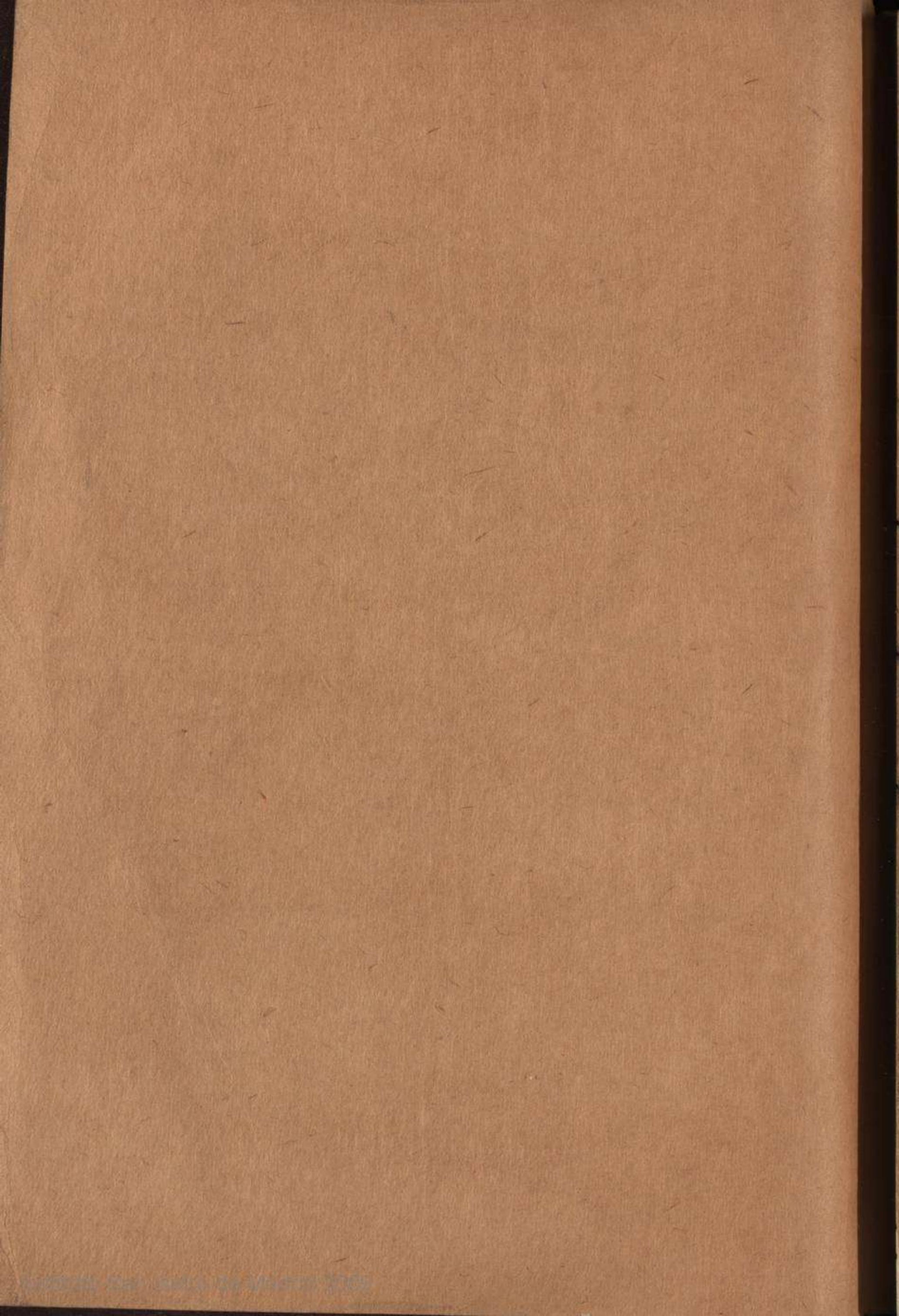
P. J. PUJIULA - S. J.

EMBRIOLOGÍA  
DEL HOMBRE  
Y DEMÁS VER-  
TEBRADOS •••

=====  
TOMO I  
=====

EDITORIAL PUJIULA

=====  
BARCELONA  
=====



4623



8586



EMBRIOLOGÍA DEL HOMBRE  
Y DEMÁS VERTEBRADOS

Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad de Madrid, 1909

---

ES PROPIEDAD  
Queda hecho el depósito  
que marca la Ley.

---

---

SOBS. DE LÓPEZ ROBERT Y C.<sup>ª</sup>, IMPRESORES.—ASALTO, 63.—TEL. 460-A. BARCELONA

*Al ilustre Catedrático de Historia Natural,  
Sr. Dr. D. Joaquín Novella Valero  
en prueba de alta estimación y amistad*

CURSOS TEÓRICO - PRÁCTICOS DE BIOLOGÍA

*El Autor.*

*GH Natural  
164(I)*

# EMBRIOLOGÍA DEL HOMBRE Y DEMÁS VERTEBRADOS

POR EL

R. P. JAIME PUJIULA, S. J.

DIRECTOR DEL LABORATORIO BIOLÓGICO DE SARRIÀ  
MIEMBRO NUMERARIO DE LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA DE BARCELONA  
Y HONORARIO DEL INSTITUTO MÉDICO VALENCIANO

PRÓLOGO DEL

DR. D. PEDRO NUBIOLA

CATEDRÁTICO DE OBSTETRICIA DE LA FACULTAD DE MEDICINA  
Y MIEMBRO NUMERARIO DE LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA  
DE BARCELONA

=====  
TOMO I  
=====

EDITORIAL PUJIULA  
=====  
BARCELONA  
=====

1923

---

CON LAS DEBIDAS LICENCIAS

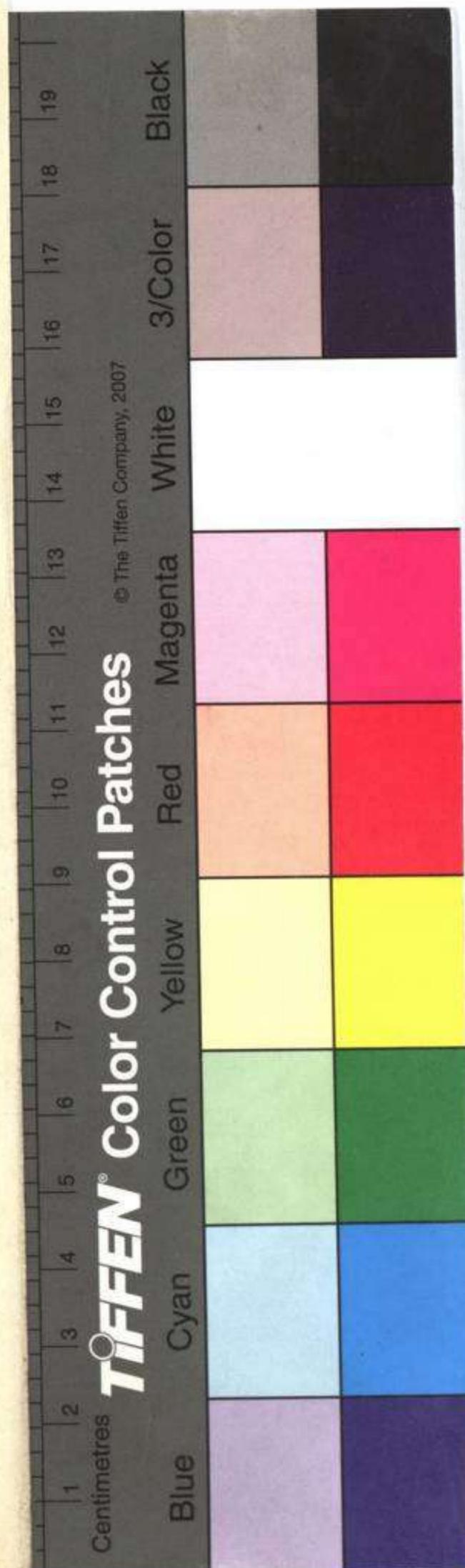
## PRÓLOGO

*¡Albricias! he aquí una obra de Embriología, la primera escrita en lengua hispánica y por un embriólogo de cuerpo entero como es el P. Jaime Pujiula.*

*Albricias, digo y repetirá conmigo el lector al tomar en sus manos estos volúmenes, demostrando la satisfacción que producirá en su ánimo contar con tal valioso medio de enseñanza y aprovechamiento en tan árdua cuanto necesaria materia. Si en España y en los países iberoamericanos no se ha cultivado la Embriología, como debiera, ha sido principalmente por falta de tradición y por carencia de textos: los investigadores, dispersos y sin medios de relación, estaban obligados a consultar siempre obras y monografías extranjeras, que no sólo exigen más tiempo y atención, sino que suscitan al estudioso grandes dificultades, por efecto de la manera como cada autor, aferrado a su manera de entender y juzgar los asuntos embriológicos, desarrolla sobre los hechos opiniones y teorías, y aún emplea denominaciones distintas para los mismos detalles. Cuántos se habrán alejado del amplio campo de esta importante y moderna rama del saber por no haber conseguido una buena orientación para conseguir la verdad: sólo una vocación decidida podía vencer tales obstáculos.*

*La Embriología del P. Pujiula abre una nueva era, y sin dárme las de profeta auguro que esta publicación será suficiente a crear Escuela.*

*Hermosa es entre las ciencias biológicas la que estudia el origen del ser por la generación y hace asistir a toda la evolución seguida para la obtención de un organismo que posea todos los atributos y condiciones que caracterizan a su especie. La averiguación de la manera de producirse y comportarse las células genitales nos demuestra el íntimo enlace que de padres a hijos va tejiendo la guirnalda de la vida, estableciendo la perennidad de la especie. La observación y conocimiento de la iniciación de un nuevo ser en el acto sorprendente de la concepción plantea, por una parte, los problemas vinculados con la herencia; pero, a pesar de haber conseguido conocer finísimos detalles, nos obliga también, por*



otra, a confesar nuestra ignorancia para comprender el secreto de la vida, si no elevamos los ojos a lo alto.

La comprobación de la energía contenida en el huevo que le permite disponer y dirigir sus primeras formaciones pluricelulares y diversamente aptas para la especialización funcional, y desde estos primeros estadios del blastodermo, la grandiosa y mágica evolución de aquellos elementos embrionarios iniciales para la formación y complejo perfeccionamiento de tejidos y órganos, de aparatos y sistemas para la constitución del nuevo sér ya apto para la vida por sus propios medios, son hechos tan atrayentes y ejercen una fascinación tan intensa en los espíritus sensibles, que comenzados tales estudios es forzosa su continuación para satisfacer las ansias despertadas.

Mas, aparte de la natural belleza y atractivo estímulo de los estudios embriológicos, su conocimiento en la actualidad es de todo punto indispensable al biólogo y al médico, así como a los alumnos de medicina y de ciencias naturales, aun cuando sólo se pretendiera cultivar una determinada especialidad: que es la Embriología como la roca de donde filtra el agua que después, circulando por arroyos y ríos va a fecundar todos los campos con su riego; como la raigambre del árbol indispensable al tronco para que pueda extender y poblar sus ramas; base firme sobre la que descansan los arcos y columnas que sustentan los majestuosos edificios de las ciencias biológicas, médicas y naturales: ella proporciona la explicación y razón de todos los elementos iniciales y de su transformación y agencia, por ella ha de comenzarse el estudio de todas las organizaciones y en ella ha de buscarse la explicación del nexo y de las correlaciones de las funciones vitales.

En general, no es posible el estudio y la investigación en Medicina y en Biología sin los conocimientos embriológicos fundamentales, pero especialmente en Obstetricia, pues tiene esta ciencia tal vínculo y conexión con la Embriología, que mayor no puede ser, incluso en el mismo arte, en la práctica tocológica, no es posible dar un paso sin recordar los hechos embriológicos, así en el estudio de la configuración pélvica, de la fisiología de la gestación, de las contracciones uterinas durante el parto, del alumbramiento; pero, aparte de ello, en los grandes capítulos de la ciencia obstétrica como la implantación del huevo, el metabolismo materno fetal, la teratología, el corioepitelioma, la gestación ectópica y tantos otros, ambas ciencias más que hermanarse, se confunden.

Verdad es que en un siglo la Embriología ha dado un paso gigantesco, y en los últimos años del siglo anterior y en los primeros del actual el progreso ha sido formidable, gracias sobre todo a la Embriología comparada de la que puede considerarse como fundador a von Baer, de cuyo libro publicado en 1837 dijo, muchos años

después, Kölliker, debía considerarse como el mejor que se había publicado en la literatura embriológica de todos los tiempos y de todos los países. Aun la misma Embriología humana, que tantas y tan grandes dificultades ofrece, gracias a la perseverante actividad de legión de investigadores que van acumulando observaciones sobre las hechas por Reichert, Peters, von Spee, Teacher Bryce, Leopold, Éternod y tantos otros célebres embriólogos, permite poco a poco ir aclarando muchas de las dudas que aun existen respecto de la constitución de los primeros estadios del embrión del hombre, como se ha ya conseguido demostrar casi todo lo concerniente a su implantación en la mucosa genital de la madre.

Es en la actualidad el P. Pujiula una figura de tanto relieve en el mundo científico y ha desarrollado en tan alto grado sus actividades, que sería ocioso que yo pretendiera hacer su presentación al lector; pero no por ello deseo abstenerme de exponer una consideración personal que me sugiere el antiguo conocimiento del mismo con que me honro y que me perdonará por la buena amistad que siempre me ha dispensado. Posible es que el mismo P. Pujiula no se haya dado cuenta de que su vida desde largos años ha venido supeditada a una idea que, aun cuando haya impulsado y dirigido sus actos, no ha tenido concreción hasta que las necesidades de su labor de maestro le han demostrado la perentoriedad de escribir una obra de Embriología.

El hecho es de ahora, pero el impulso viene de lejos y la formación del autor a dicho fin no ha podido ser más completa ni perfecta. Estudia primero las ciencias naturales, se perfecciona en el extranjero en Zoología y Botánica, emplea después sus actividades en la investigación en el Instituto Embriológico de Viena, y en España se curte en la labor constante realizada en el Laboratorio Biológico del Ebro; desde 1916 en el Laboratorio Biológico de Sarriá persiste incansable, laborando y dando a luz gran número de trabajos, entre los que descuellan los notables volúmenes de Citología, y la importantísima obra de Histología, Embriología y Anatomía microscópica vegetales, editada recientemente, y en seguida, sin tomarse descanso, emprende la publicación de esta magnífica obra de Embriología, que a mi juicio viene a ser la coronación de su obra biológica.

Naturalista, botánico, zoólogo, histólogo, en la más plena posesión de sus facultades, en la época de la vida en que se sienten aún los entusiasmos juveniles, pero son frenados y regidos por la reflexión, por la ecuanimidad del juicio y por la responsabilidad del propio valer, es cuando el P. Pujiula, después de haber conseguido una máxima preparación de años de estudio y de magisterio, ha venido obligado a escribir esta obra, cuya idea de consecución se alojaba, sin él advertirlo, en lo profundo de su mente, siendo

*el acicate, el impulsor de su actividad, ahora desplegada para dar tan ópimos frutos.*

*Al abrir este libro, el lector culto y aun el estudiante desconocedor de la materia, irán posesionándose gradualmente de los conocimientos embriológicos, viendo siempre claro el camino, apoyados en datos firmes, acompañados por excelente guía, pues recorrió muchas veces tales sendas, aprendió bien antes de enseñar, y, aún más, después de pertrecharse con el estudio y la personal investigación, ha pensado y meditado, no sólo acerca los asuntos y problemas de la Embriología, sino también sobre la manera más provechosa y fácil de su enseñanza. Como se verá en el texto, es el autor un espíritu enamorado de la verdad, que pone lo cierto como cierto y lo dudoso como a tal, que con criterio amplio acoge todas las opiniones buscando y entresacando de ellas todo lo útil, sin descuidar aún las teorías parciales y tendenciosas de algunos autores, pero señalando los puntos flacos de las mismas y dónde se desvían del estudio de los hechos para satisfacer apasionamientos más filosóficos que embriológicos.*

*Quien haya estudiado Embriología, podrá comprender uno de los méritos menos aparente, pero costoso al autor de la obra cual es haber establecido en ella una terminología castellana y adecuada, permitiendo así liberar el lenguaje científico de muchos extranjerismos y aun barbarismos, puestos en uso por los traductores poco cuidadosos.*

*Permítame el lector que por un momento aproveche estas mismas páginas para expresar a mi ilustre y admirado amigo, el P. Jaime Pujiula, la más entusiasta felicitación por haber llevado a cabo esta obra, cuya publicación no dudo en calificar de verdadero acontecimiento en la literatura médica hispano-americana, haciendo extensiva esta felicitación, por una parte, a los editores y a cuantos han contribuído a la misma, y por otra, a la Compañía de Jesús, desde cuyas filas el autor ha realizado su formación intelectual, pues por ello y por la creación de sus fructuosos Laboratorios Biológicos contribuye poderosamente al progreso científico de nuestro país.*

P. NUBIOLA.

## AL LECTOR

---

*Al proponernos escribir toda una serie de cursos teórico-prácticos de Biología que pudiesen ayudar a nuestros queridos jóvenes en sus estudios e iniciarlos en los secretos de la ciencia biológica moderna, no pensábamos dar tanta extensión a la Embriología. Pero, al profundizar más y más en esta rama científica, nos hemos ido convenciendo cada vez más de su gran importancia y transcendencia, sobre todo para los médicos y discípulos de Medicina; ya que la Embriología es, como dice su fundador C. E. v. Baer, la antorcha para la investigación sobre los cuerpos organizados (1): por lo cual nos pareció podríamos prestar a aquellos un buen servicio, si en lugar de escribir un compendio, como habíamos pensado, compusiéramos una obra que, sin salir de lo elemental, fuese lo más completa posible y, por lo mismo, capaz de iniciar bien a nuestros jóvenes en esta hermosa y atractiva rama de la Biología positiva moderna; y tanto más, cuanto que por desgracia no existía en lengua española ninguna obra original sobre el particular. Así lo hemos hecho; y el tratado que tenemos la satisfacción de presentar hoy a nuestros discípulos y lectores, aventaja mucho a los que llevamos publicados, incluso el último que acaba de ver la luz pública y contiene la Histología, Embriología y Anatomía microscópica vegetales.*

*En el presente, tratamos sólo de la Embriología del hombre y de los demás vertebrados; porque, aparte de que el abarcar también la de los invertebrados haría excesiva la extensión de la obra, tenemos muy presente que nos dirigimos, como queda indicado, principalmente a médicos y discípulos de Medicina, a quienes interesa particularmente el estudio del hombre y también el de aquellos animales, cuya evolución u ontogénesis es muy semejante a la de aquél y cuyo conocimiento pueda ayudar poderosamente a conocer lo que pasa en la formación y evolución del cuerpo humano. Estos son los vertebrados que forman tipo con el hombre. Con todo, no*

---

(1) Véase el lema con que encabeza O. Hertwig de su libro: Die Elemente de Entwicklungslehre der Menschen und der Wirbeltiere, 1907.

se dejan de hacer llamadas a fenómenos evolutivos de invertebrados, siempre que su conocimiento pueda ilustrar o ayudar a entender las leyes que rigen los de los vertebrados.

La obra se divide en dos partes: en la primera se tratan los fenómenos embriológicos generales que abrazan desde la formación de elementos ontogénicos (células sexuales) hasta la constitución de un cuerpo embrionario, con sus dependencias o anejos que le sirven de medios vitales y le aseguran su existencia y desarrollo, mientras dura la vida intrauterina o intraovular; en la segunda, se estudia la organogénesis, esto es, la formación y desarrollo de todos los órganos en particular.

Nuestra primera intención fué abarcar la materia de ambas partes en un solo tomo; más abandonamos después este pensamiento por lo excesivamente grueso que hubiese resultado un solo volumen, y optamos por dos, uno para cada parte. Y aunque esto representa casi doble trabajo respecto de los índices alfabéticos, lo hemos tomado con gusto, a fin de que el manejo de la obra resulte más cómodo a los lectores.

No hay por qué decir el empeño que hemos puesto tanto el editor como nosotros en que la obra saliese muy perfecta y pudiese llenar su misión, no perdonando, al efecto, medio ni sacrificio en orden a satisfacer a todas las exigencias.

La ilustración es abundantísima y escogida; pues participamos de la idea, de que en las ciencias que tienen mucho de descriptivo, como son las biológicas en general, muchas veces ayuda más a la feliz interpretación e inteligencia de las cosas un mal dibujo, que todo un discurso de palabras muy bien concertadas. De aquí también (y teniendo en cuenta que la obra se encamina a la enseñanza), el que nos valgamos preferentemente del dibujo y con frecuencia de esquemas: pues para explicar y aclarar los conceptos de las cosas e ingerir y grabar en el ánimo las ideas, con estos medios más a propósito que otras clases de ilustraciones, v. g., las mismas micro-fotografías: lo cual tampoco quiere decir que las despreciemos ni mucho menos y de ellas nos servimos también en esta misma obra.

Los grabados son en gran parte originales; los demás se han tomado de obras o trabajos de Embriología, verdaderamente clásicos y de gran autoridad, como se verá leyendo al pie de cada figura el nombre de su autor. A fin de facilitar la explicación de las figuras, hemos procurado poner directamente en muchas de ellas al lado de las formaciones sus nombres.

Como en los demás tomos, fuera del índice general de capítulos y artículos que se ponen al principio, van al fin de la obra dos muy detallados índices alfabéticos, uno de autores y otro de materias;

de manera que le sea a cada uno facilísimo hallar al momento lo que busca.

Por muy satisfechos nos tendríamos y por muy bien pagados del gran trabajo que nos ha costado una obra de esta índole, si lográsemos prestar con ella algún buen servicio a todos, pero particularmente a los señores médicos y a los discípulos de Medicina que se preparan para ejercer una profesión de tanta importancia y responsabilidad.

Finalmente, cúmplenos significar aquí nuestro más profundo reconocimiento a cuantos han contribuido o colaborado a la ardua tarea de la composición y publicación de esta obra. Desde luego, damos nuestras más expresivas gracias al eminente tocólogo y distinguido Profesor de Obstetricia, Dr. D. Pedro Nubiola, por el hermoso prólogo con que se ha dignado encabezar y honrar nuestra obra; en segundo lugar, al R. P. Joaquín M.<sup>o</sup> de Barnola, S. J., Subdirector del Laboratorio Biológico y compartidor de nuestras fatigas; a nuestro querido discípulo Luis Roca, por las muchas figuras que nos ha dibujado; y, finalmente, a nuestros carísimos Hermanos en Religión, que tan buen servicio nos han prestado, señaladamente al H. José Torra, encargado de la microfotografía.

JAMIE PUJIULA, S. J.

Laboratorio Biológico de Sarriá, Enero 1922.

---

## FE DE ERRATAS

PÁGINA	LÍNEA	DICE	DEBE DECIR
27	penúltima	alcón	halcón
27	última	muchuelo	mochuelo
29	»	Ornitorhyncus	Ornithorhyncus
70	17	aureola de Foll	aureola de Fol
133	4	rodete marginal de Kölliker	rodete germinal de Kölliker
159	13	en formar	en favor
164	penúltima	disminución	distinción
167	antepenúltima	(fig. 186, I)	(fig. 186, J)
178	11	otro	otra
182	5	interior	inferior
199	9	preferiría	preferiríamos
202	13	formando por	formado por
207	17	faringiales	faringeales
209	5 (texto)	(fig. 227, s)	(fig. 227, S)
215	19	(fig. 231, B)	(fig. 231, 2)
215	23	(fig. 231, C)	(fig. 231, 3)
216	18	(fig. 231, D, E)	(fig. 231, 4, 5)
222	3	(fig. 245, 2)	(fig. 245, z)
222	4	(fig. 245, 1')	(fig. 245, z')
225	7	endolelio corial	endotelio corial
271	4 de la nota	tubérico	tubárico
286	18	la hayan	lo hayan

## CORRECCIÓN DE FIGURAS

- Fig. 94, pág. 110. En la segunda línea de la explicación bórrese: «hv, hoja visceral del mismo».
- Fig. 115, pág. 192. En lugar de tira subcortical debe decir, tira subcordal.
- Fig. 122, pág. 151. La línea que no lleva nombre indica la *zona pelúcida*.
- Fig. 180, pág. 167. En la explicación (línea 6) lb, debe ser cb.
- Fig. 190, pág. 173. En la explicación falta esto: «en, entodermo».
- Fig. 195, pág. 176. La línea cd, ha de llegar al medio de la figura.
- Fig. 223, pág. 210. Bórrese de la explicación (l. 3) todo esto: «deé, dobladura ecto-entodérmica.»
- Fig. 224, pág. 210. Línea 4 - 5 de la explicación: dice «endermo» debe decir «entodermo».
- Fig. 238, pág. 229. Línea 5 de la explicación: dice «(parte amarilla)», debe decir «(parte rojiza más fuerte)».

# ÍNDICE GENERAL DE CAPÍTULOS Y ARTÍCULOS

	<u>Págs.</u>
Prólogo . . . . .	VII
INTRODUCCIÓN	
Concepto de la Embriología y su importancia . . . . .	1
Teorías embriológicas . . . . .	4
Problemas . . . . .	14
Indicaciones sistemáticas sobre los grupos de animales, cuya embriología estudiamos aquí . . . . .	17
PRIMERA PARTE	
<b>desde los elementos ontogénicos (células sexuales) hasta la constitución de un cuerpo embrionario con sus dependencias</b>	
CAPÍTULO I. — LOS ELEMENTOS ONTOGÉNICOS	
El óvulo . . . . .	37
Oogénesis . . . . .	44
El espermatozoide o gameto masculino . . . . .	51
Espermatogénesis . . . . .	56
CAPÍTULO II. — FECUNDACIÓN	
La fecundación en general. . . . .	67
La fecundación en diversos grupos de animales . . . . .	74
CAPÍTULO III. — LA SEGMENTACIÓN	
Segmentación en general . . . . .	76
Segmentación total e igual . . . . .	81
Segmentación total y desigual . . . . .	86
Segmentación parcial, discoidal y superficial . . . . .	90
CAPÍTULO IV. — LAS HOJAS BLASTODÉRMICAS O GERMINALES	
Principios generales . . . . .	97

	<u>Págs.</u>
Formación de hojas blastodérmicas o germinales de <i>Amphioxus</i> . . . . .	102
Formación de hojas blastodérmicas o germinales en huevos de anfibios . . . . .	111
Formación de hojas blastodérmicas o germinales en los huevos de peces . . . . .	123
Formación de hojas blastodérmicas o germinales en reptiles y aves . . . . .	130
Formación del mesodermo en los huevos de reptiles y aves . . . . .	135
Formación de hojas blastodérmicas o germinales en huevos de mamíferos y del hombre . . . . .	149

CAPÍTULO V. — ÓRGANOS PRIMITIVOS EN LAS HOJAS  
BLASTODÉRMICAS O GERMINALES

Segmentos primitivos . . . . .	172
Formación de mesénquima. . . . .	180
Primer esbozo del sistema vascular y formación de sangre. . . . .	184

CAPÍTULO VI. — CONFORMACIÓN EXTERIOR DEL CUERPO  
EMBRIONARIO Y SUS DEPENDENCIAS

Conformación externa del cuerpo embrionario en huevos holoblásticos. . . . .	195
Conformación externa del cuerpo embrionario y sus dependencias en huevos meroblásticos de selacios y otros peces. . . . .	199
Formación del cuerpo embrionario y sus dependencias en huevos meroblásticos de reptiles y aves. . . . .	203
Formación del cuerpo embrionario y sus dependencias en mamíferos. . . . .	214
El huevo humano. . . . .	226
Estudio sobre la placenta humana . . . . .	243
REPETITORIO o breve compendio del cuerpo de doctrina de este tomo. . . . .	259

CAPÍTULO VII. — TÉCNICA EMBRIOLÓGICA:  
PARTE GENERAL

Elementos ontogénicos. . . . .	273
Evolución del huevo . . . . .	277
Orientación metro - cronológica . . . . .	286
APÉNDICE sobre el aborto. . . . .	289
Bibliografía o literatura . . . . .	299
Índice o registro alfabético de autores. . . . .	305
Índice o registro alfabético de materias . . . . .	309

# EMBRIOLOGÍA DEL HOMBRE Y DEMÁS VERTEBRADOS

---

## INTRODUCCIÓN

### I. Concepto de la Embriología y su importancia

**1. Definición.** — La Embriología es la historia *razonada* de la formación *individual* del sér vivo con todos sus órganos. De aquí que se la llama también con mucha propiedad *ontogénesis* (1) que significa origen del sér por generación y, por consiguiente, del sér individual y vivo; ya que la generación es un acto de la naturaleza que forzosamente ha de tener un término (efecto) real y, por consiguiente, individualizado. La Embriología estudia, pues, así los elementos ontogénicos o células, destinadas por la Naturaleza a la producción de un nuevo sér vivo, como la manera de su unión para darle el primer principio y toda la serie de fenómenos y fases evolutivas hasta obtener la forma general definitiva, propia y específica del organismo con todos sus órganos.

De esta definición se desprende cuán distinta es la Embriología de la Obstetricia, con la que a veces por ignorancia se la confunde. La Obstetricia viene a ser un conjunto de reglas prácticas para ayudar principalmente en el acto del parto, sirviéndole de base los conocimientos anatómicos. La Embriología es la ciencia biológica que estudia y establece las leyes de la formación y evolución de los organismos pluricelulares: su objeto material se extiende a todos los organismos de entrambos reinos: y así hablamos de Embriología *vegetal*, y de Embriología *animal*; y entre los animales, de Embriología de *vertebrados* y de *invertebrados*: estudia la evolución, donde quiera que se efectúe, ora sea dentro del cuerpo de la hembra, que no es lo más general, ora fuera de él: lo primero sucede en mamíferos y en el hombre, cuya evolución orgánica, objeto de la Embriología, no termina al concluirse la vida intrauterina, sino que se continúa, mientras

---

(1) Del griego *ὄν, ὄντος* = de ser y *γενεά*, origen.

haya un órgano en evolución, cosa que dura muchos años en la misma especie humana, en la cual hasta los 40 o más años no habrán acabado ciertos órganos su completo curso evolutivo. El método de la Embriología es, además, microscópico principalmente.

**2. Filogénesis.** — A la *ontogénesis* se contraponen la *filogénesis* (1), cuyo objeto es el estudio de la genealogía del sér hasta dar con su tronco primitivo. Es, pues, la historia de la serie de generaciones pasadas: cosa harto más difícil, ya que lo que de cierto se puede saber en esta parte, aun valiéndose de los datos históricos más fehacientes, es cosa siempre insignificante, para poder reconstruir la larga serie de formas y generaciones que enlazan los organismos que hoy viven, con sus primeros progenitores. De aquí la multitud de explicaciones que se han ido excogitando en el terreno evolucionista o de la teoría de la descendencia. Pero cualquiera que sea la explicación *filogenética*, que se dé o adopte, la cuestión no tiene que ver con el primer origen de la vida; cuestión que no pertenece ya al dominio de la ciencia positiva, sino al de la filosofía. Téngase presente, además, que Dios a ningún científico ha dado, que sepamos, la clave para descifrar los caprichosos e intrincados caminos, por donde han venido a resultar de los primeros organismos la multitud que hoy vemos. De donde se sigue que todas las explicaciones, basadas en las teorías de la descendencia, para dar razón de fenómenos ontogénicos, no pueden menos de tener siempre su parte hipotética.

**3. Importancia de la Embriología.** — La importancia de la Embriología no hallaremos palabras para encarecerla: pues entendemos que ninguna rama de la ciencia biológica está tan llamada como ella a la resolución de problemas biológicos. De manera que no se trata sólo de una mera relación entre ella y las demás ciencias biológicas, sino de una trabazón tan íntima entre una y otras, que nos atrevemos a afirmar que sin el fundamento de la Embriología, ni el anatómico puede darse perfecta cuenta de los órganos y sus íntimas relaciones; ni el histólogo, de la naturaleza de los tejidos; ni el citólogo, de la significación de las diversas partes que integran la célula; ni el fisiólogo, del trabajo principal de los órganos; ni el sistemático, del lugar que ocupan los organismos en la escala zoológica; ni puede el biólogo, dar consistencia a sus teorías, ni, finalmente, el filósofo, interpretar debidamente los hechos y fenómenos de la vida. Es, además, la Embriología un panorama de maravillas y un inagotable arsenal, de donde se sacan los mejores argumentos para deshacer y pulverizar las fanfarronadas de ciertos hombres, que bajo el pomposo nombre de la ciencia quieren entronizar sus miras tendenciosas.

---

(1) Del griego *φύλλον*, tronco, y *γενεά*, origen.

#### 4. La Embriología, la Anatomía e Histología.—

Bajando ahora a algunos casos más en particular, acentuaremos desde luego que la Embriología es la clave para la recta interpretación de datos anatómico-histológicos; y esto por dos razones principales: primero, porque nos hace ver el origen de los órganos, tejidos y los cambios o transformaciones que sufren desde su primera aparición: lo cual viene a ser una excelente guía para descifrar e interpretar las relaciones que guardan entre sí en el organismo adulto; así como para hacerse cargo de la significación de órganos rudimentarios y explicarse la razón de ciertas enfermedades y manifestaciones patológicas. En segundo lugar, porque en la Embriología se nos presenta con todo esplendor el método más pedagógico para el estudio del organismo. En la formación del sér, efectivamente, procede la Naturaleza, que es la gran maestra de Pedagogía, de lo simple a lo complicado, como hace todo buen maestro; siéndole muy fácil al que ha comprendido los primeros pasos, la feliz inteligencia de otros más difíciles, hasta adquirir una perfecta noción de lo que es el organismo adulto o bien formado.

Este modo de proceder de la Naturaleza en sus obras nos explica perfectamente el por qué de ciertas manifestaciones que los transformistas han querido interpretar de muy distinta manera; bien que sin poder demostrar lo que pretenden. Es un hecho que en la ontogénesis de ciertos grupos de organismos, o de los organismos que pertenecen a un tipo común, v. g., *vertebrados*, todos ellos se parecen entre sí tanto más cuanto más jóvenes son los estadios evolutivos, en que se les considera: de aquí que los transformistas hayan creído de buena o mala fe, que todos ellos provienen de un tronco común; del cual en el transcurso del tiempo habrían ido divergiendo, tomando cada uno su rumbo particular, según las circunstancias exigían. Esta explicación la tenemos nosotros no sólo por hipotética, en lo cual han de convenir todos, dado caso que no existe demostración alguna de lo que se afirma; sino, además, por *errónea y anticientífica*: la ciencia positiva no se puede fundar en especulaciones y fantasías, sino en hechos demostrables. Ahora bien; la Embriología, como ciencia positiva, busca y da, basada en los hechos, la explicación verdadera de este problema. Y es así que, si la Naturaleza procede, en la construcción del sér orgánico, de lo simple a lo complicado como enseña la Embriología, es evidente que en estadios jóvenes se han de parecer todos los organismos que pertenecen al tipo general, por razón de su simplicidad, no por razón de algún parentesco; pero la semejanza desaparece, a medida que la organización se complica, y cada organismo va adquiriendo su perfección específica. De dos troncos iguales puede el artista sacar dos obras de arte muy distintas, sin parentesco entre sí.

Como, por otro lado, los organismos se nos presentan con distinta

perfección y unos son muy sencillos y otros más complicados, existiendo entre ellos cierta gradación en la escala y número de perfecciones; a nadie ha de extrañar que un organismo muy perfecto, v. g., un mamífero, en los primeros estadios evolutivos que recorre, se parezca (siempre muy remotamente) a organismos adultos inferiores a él: es que dos cosas simples se parecen más entre sí que una sencilla y una complicada. Dejo a la consideración de los filósofos el por qué en los organismos y en las criaturas en general existe una como escala gradual de perfecciones distintas. El Angel de las Escuelas nos diría que así lo creó y ordenó el Autor de al Naturaleza, para que el entendimiento del hombre, tan limitado que no puede abarcar de golpe todas las perfecciones, poco a poco y como quien sube por una escalera, fuese elevándose de la contemplación de las criaturas, cada vez más perfectas, a la contemplación de su Autor, donde se halla, formal o eminentemente, todo con infinita perfección.

**5. Gamogénesis.**— Tratándose en esta obra sólo de la Embriología de *vertebrados*, no juzgamos del caso hacer mérito de las distintas clases de reproducción que existen en el reino de la vida. Quien se interese por las leyes biológicas de la reproducción en general, puede ver nuestra obra: "Histología, Embriología y Anatomía microscópica vegetales, o sea, los tejidos vegetales, sus orígenes y sus relaciones", cap. I. (1921). En los vertebrados no existe otra clase de reproducción que la *gamogénesis*, que consiste en la fusión de dos elementos, como veremos; uno que obra como elemento *masculino* y otro como *femenino*. Ni siquiera se conoce en este tipo superior ningún caso de *partenogénesis*, sino que por ley y necesidad natural han de concurrir dos elementos para la constitución del primer principio de un vertebrado.

## II. Teorías embriológicas

**6. Teoría de la preformación.**— Se comprende que antes del invento del microscopio no se pudiese tener más que ideas vagas y confusas sobre el origen y formación de los organismos: todo se tenía que fundar en los procesos macroscópicos, y éstos dicen muy poca cosa acerca del particular. Lo que sucede con las semillas sembradas en un campo daba la idea y servía de expresión para el sospechado proceso. Pero, aun después de inventado el microscopio y descubiertos los elementos ontogénicos, se estuvo por mucho tiempo muy lejos de dar con su verdadera significación. Hasta el siglo XVIII se defendió con calor, sin duda como la explicación más racional, la teoría de la *evolución* que entonces se tomaba en un sentido muy distinto, por cierto, de lo que ahora entendemos por esta palabra. Por lo

cual y para no confundir aquella teoría con lo que ahora llamamos *evolución*, la denominan los modernos con mucha propiedad teoría de la *preformación*.

Se suponía, en efecto, que todo organismo nuevo estaba ya preformado en miniatura dentro del organismo reproductor; de manera

que por los procesos embriológicos, no tenía sino que crecer o expansionarse; algo así como en el capullo están todas las partes de la flor, o como en la crisálida está la mariposa con todos sus órganos. En otros términos: no existía formación *nueva*, sino sólo desarrollo o desenvolvimiento de todos los órganos preexistentes en el germen. Si se objetaba que en el germen (óvulo, etc.) no se distinguían ni nervios ni huesos ni otros órganos, se respondía que, dado lo diminuto que era el organismo y su estado hialino, no era posible discernir los órganos.

En general, se admitía que el germen estaba en el óvulo; pero cuando Hamm, discípulo de Leeuwenhoek, descubrió en el semen (1677) los espermatozoides, se suscitó la cuestión de cuál era el elemento que contenía el sér en miniatura, si el óvulo o el espermatozoide, ya que en los organismos superiores entrambos elementos concurren para la producción del nuevo sér. De aquí los dos partidos, ovulistas y animaculistas. Leeuwenhoek, que suscitó la cuestión, era partidario de que el nuevo sér se hallaba en el espermatozoide. Tan allá fué la fantasía, que el holandés Hartsoeker (1694) dibujó un esquema de un espermatozoide humano, en cuya cabeza aparece un hombre en miniatura (fig. 1).

Pero el descubrimiento posterior de huevos que se desarrollaban partenogénicamente, esto es, sin concurso del espermatozoide, echó un jarro de agua sobre la teoría animaculista, y los hombres de ciencia pasaron siglo y medio desorientados sobre la significación de los espermatozoides.

Esta teoría, a la que opuso, en 1759, Gaspar Federico Wolff, la de la *epigénesis*, que en substancia es la que todo el mundo ha de defender como la verdadera, la refutamos en nuestras conferencias "La Vida y su evolución filogenética" (1). Aquí nos basta recordar que los elementos ontogénicos son verdaderas células,



Fig. 1. Esquema de un espermatozoide humano, mostrando un hombrecillo en miniatura. (Según Hartsoeker. Del libro de O. Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre der Menschen und der Wirbeltiere). N. B. En lo sucesivo se indicará este libro sólo con: Die Elemente der Entwicklungslehre etc.

(1) Conf. La Vida y su evolución filogenética p 104 (1915).

hermanas de otras células del organismo reproductor, y, por consiguiente, sólo una mínima parte de un organismo y que después de su desprendimiento, sólo por multiplicación celular vienen a desarrollarse y a dar origen a los tejidos y órganos que constituyen el nuevo sér. Luego éste no está preformado en miniatura en el germen con sus órganos, sino que los órganos son verdaderamente hechura del germen.

**7. Teoría del idioplasma.**— Pero aunque la teoría de la preformación en la forma grosera de los antiguos, está completamente abandonada como opuesta a los hechos y aun absurda, como demostramos en las citadas conferencias, no dejan de pensar los modernos en otras teorías que, si bien son conciliables, por una parte, con la teoría epigenética, esto es, con la verdadera formación de órganos, tienen sus visos de preformación, en cuanto admiten en el germen una organización sutilísima que sea, no precisamente el organismo en miniatura, sino una especie de representación del mismo. Y en verdad, si uno considera que del huevo, v. g., del león indefectiblemente sale un león, y del de conejo un conejo, con tanta variedad de caracteres que distinguen un animal de otro; la mente se ve precisada a admitir dentro del huevo de león, cuando menos, una predisposición especial y distinta de la del huevo de conejo, que sea causa, desde el punto de vista del substrato material, de los caracteres que constituyen aquél en una especie determinada, distinta de las demás especies. La parte o la substancia del germen que encierra esa predisposición (*Anlage* de los alemanes), esa finísima estructura, se llama *idioplasma* (Nägeli) o, lo que es lo mismo, *plasma hereditario*; porque transmite los caracteres de los padres a sus hijos.

Se puede preguntar, ¿dónde reside el *idioplasma* o qué parte o substancia del huevo se puede considerar como tal? A esto se ha de responder, ante todo, que el *idioplasma* se ha de encontrar evidentemente tanto en el huevo como en el espermatozoide, por cuanto en el nuevo sér, que se origina de la fusión de entrambos, aparecen los caracteres tanto de la madre como del padre, como demuestra palmariamente el hecho de los mestizos o fruto del cruzamiento de variedades, razas o especies distintas. Y muchas veces, sucede que el fruto más se parece al padre que a la madre; pero, por término medio, podemos admitir que el fruto lleva por partes iguales los caracteres de entrambos progenitores. Luego en ambos elementos, masculino y femenino, se ha de hallar el *idioplasma* por igual.

Dando ahora un paso más en esta inquisición, conviene precisar la substancia que engloba el *idioplasma*. Esta substancia se ha de hallar, por las razones que acabamos de decir, en igual cantidad así en el óvulo como en el espermatozoide. Y ¿cuál es la substancia o parte integrante de la célula que sea *igual* en el óvulo y en el espermatozoide? Si uno compara el óvulo con el espermatozoide, se encuentra con una

enorme diferencia de masa, como que el óvulo puede llegar a ser más de un millón de veces mayor que el espermatozoide. Así sucede, por ejemplo, en el óvulo de gallina. Pero si bien nos fijamos, no todo lo que compone el óvulo es sustancia viva o protoplasma; pues la inmensa masa de su contenido viene representada principalmente por sustancia de reserva o nutritiva (trofoplasma); al paso que la cantidad de *protoplasma* es insignificante. Así y todo, el *protoplasma* del óvulo es, sin duda, mayor que en el espermatozoide. En cambio, existe en ambos elementos ontogénicos igual cantidad de cromatina nuclear o igual número de cromosomas. La cromatina es la que en la división celular se distribuye por igual entre las células hijas; y la cromatina o sus cromosomas son también los que se reducen a la mitad, como veremos más adelante, cuando los elementos ontogénicos maduran y se preparan para la fusión.

De aquí que O. Hertwig y Strasburger hayan supuesto que el núcleo y señaladamente sus cromosomas son los portadores de las propiedades hereditarias, esto es, representan el *idioplasma*.

La razón del por qué los elementos ontogénicos, a pesar de la igualdad del plasma hereditario, son tan diversos en magnitud y en contenido de sustancias de reserva, nulo en el *espermatozoide* y enorme en el *óvulo*, es fácil comprenderla. En efecto; para la formación de un nuevo sér orgánico por *gamogénesis*, se requiere el cumplimiento de dos condiciones: primera, el buscarse y encontrarse los dos elementos que se han de fusionar (si no están juntos, que es lo más ordinario); y segundo, el poder disponer los mismos elementos de un caudal de sustancia de reserva para sostener el consumo, al menos durante los primeros estadios evolutivos y mientras el nuevo sér desarrolla órganos de nutrición, que en lo sucesivo le pongan en condiciones de tomar por sí mismo del mundo ambiente el alimento necesario para su ulterior desenvolvimiento y definitiva organización. Ahora bien; para llenar estas dos condiciones, una de dos, o ambos elementos han de estar dotados de movimiento, para ir en su busca mútua, y aportar cada uno, como dote, su contingente de sustancias nutritivas; o verificarse entre ellos una verdadera división del trabajo, de modo que a uno le competa el papel de ir en busca del otro, y para ello estar descargado de toda impedimenta de sustancia nutritiva; impedimenta que no podría menos de perjudicar notablemente a su agilidad; y al otro, el de almacenar en sí toda la sustancia de reserva y, renunciando a la agilidad, esperar tranquilo la venida del elemento ágil. Este sería el masculino y aquél el femenino. Ahora bien; la Naturaleza ha escogido en la mayoría de los casos esta última alternativa como la más racional.

**8. Teoría de los distritos formativos.** — La teoría del *idioplasma*, aunque vaga, es, a nuestro juicio, cuanto se puede

decir, tratándose de un problema tan intrincado, obscuro y aun misterioso como es el de la formación y evolución del sér organizado y vivo. Con todo, no han faltado esfuerzos por parte de los biólogos para concretar más las cosas en orden a resolver este problema, excitándose, a este fin, varias teorías. Una de ellas es la de los *distritos formativos* de His y otros. Supone, en efecto, esta teoría que en el huevo fecundado y aun por ventura en el óvulo u huevo no fecundado, (cosa esta última evidentemente inadmisibile, puesto caso que el espermatozoide es tan importante como el óvulo en el problema que nos ocupa), existirían de antemano bien definidos, cuanto al espacio, los puntos o distritos encargados de dar origen a determinados órganos.

Los hechos, en que se apoya esta teoría, son, v. g., el haber observado que en algunos huevos los planos de las tres primeras segmentaciones coinciden con los tres ejes del organismo formado. Como no pretendemos aquí más que dar una orientación general respecto de las teorías (el tratarlas a fondo lo reservamos para el tomo de los problemas biológicos), nos contentaremos con indicar que los hechos y experimentos que se aducen en apoyo de la de los distritos formativos, son susceptibles de otra explicación, como muy bien expone O. Hertwig

**9. Teoría del mosaico.**—No muy desemejante a la anterior es la *teoría del mosaico* de W. Roux; sólo que esta teoría parte del principio de que en el núcleo reside el *idioplasma* o substancia hereditaria. El idioplasma iría dividiéndose en la segmentación del huevo y distribuyéndose, entre los blastómeros o las células, en partes cualitativamente desiguales, y así sucesivamente, hasta llegar a su última determinación y especificación del cuerpo. En este caso, cada célula con su idioplasma específico es, respecto del cuerpo, como una piedrecita o piececita respecto de un mosaico. De aquí el nombre de *mosaico* que se ha dado a esta teoría. Según sus principios, cada uno de los dos primeros blastómeros, representa la mitad del embrión; si destruyésemos uno, no podría formarse más que la otra mitad del embrión, derecha o izquierda (*hemiembryo lateralis*), en el supuesto de que el plano de la primera división coincida con el eje longitudinal del nuevo organismo; si destruyésemos, en el estadio de cuatro blastómeros, los dos anteriores, los dos restantes no podrían originar sino la mitad posterior del cuerpo (*hemiembryo posterior*).

**10. Teoría del plasma germinal de Weismann.**—De las muchas teorías biológicas del Profesor de Friburgo (Alemania), A. Weismann, la única que aquí particularmente nos interesa es la del *plasma germinal* que es la ontogénica. Como en la teoría anterior, residiría también en el núcleo, según Weismann, el *idioplas-*

ma, en el que estarían ya representadas las diferentes partes que tendrá el organismo desarrollado. El *idioplasma* estaría formado por *bióforos* que serían las últimas unidades biológicas, constituidos a su vez por moléculas químicas muy complejas. Al *idioplasma* contraponen Weismann el *morfoplasma* que es el *trofoplasma* de Nägeli. El morfoplasma sería como el terreno de cultivo, donde ejercerían su actividad los bióforos, siendo cada parte diferenciada de la célula de un organismo desarrollado fruto de la actividad de un *bióforo* especial. Y como quiera que los bióforos de una célula sean diversos entre sí y mucho más los de diferentes células; para que en el plasma germinal no se confundan, mezclen y cambien de relación con grave detrimento de la *morfogénesis*; se impone la necesidad de algo, que en el mismo plasma germinal mantenga unidos entre sí y en la debida relación los de cada célula, y formen, diríamos, como una *constelación* dentro del firmamento del óvulo. Lo que los mantiene así unidos, guardando la forma arquitectónica, es la unidad de orden superior, que se llama *determinante*; porque determina la forma de las células (fig. 2), como los *bióforos* las distintas partes de ellas. Luego en el plasma germinal habrá, por lo menos, tantos *determinantes*, cuantas son las modalidades de células y, por consiguiente, cuantos son los diversos tejidos, ya que éstos se especifican por sus células; y, aun podemos añadir, cuantas son las diversas partes del organismo, capaces de variar independientemente. Pero la diversidad de células en el organismo, ya formado, es grande; y como sus *determinantes* han de estar contenidos en el plasma germinal, si aquí no estuviesen bien coordinados, guardando con gran firmeza su posición relativa, correrían también peligro de confundirse y mezclarse y perturbarían no poco la morfogénesis (1). De aquí la necesidad de introducir los *ides*, que son unidades superiores a los *determinantes* y que los mantienen unidos; cada *ide* viene a ser una constelación de *determinantes*, y, naturalmente, contiene todos los *determinantes* necesarios a la evolución del organismo.

En absoluto no habría ya necesidad de unidades de orden superior a los *ides*; pero como desde el punto de vista morfológico podemos considerar los cromidios (2) o *microsomas* de los cromosomas como *ides*, los cromosomas que los contienen serían unidades de orden superior, llamadas *idantes*. Es de notar que todas éstas unidades desde los bióforos a los idantes, son capaces de nutrirse, crecer y multiplicarse. Además, para que los bióforos diferencien las distintas partes de la célula, es preciso se salgan del núcleo, donde, como hemos dicho,

---

(1) Si se confundiesen, podría quizás resultar que una célula retiniana fuese a parar a la oreja, y alguna de las de ésta entraría por ventura en la formación del cerebro.

(2) Véase nuestra Citología teórica n. 154, p. 219 (1914).

reside el *idioplasma*, y se distribuyan por el citoplasma y determinen la diferenciación de partes de la célula.

Ahora bien; supuesto este orden de cosas y esta arquitectura del plasma germinal, parece natural la *morfogénesis*: porque por el pro-

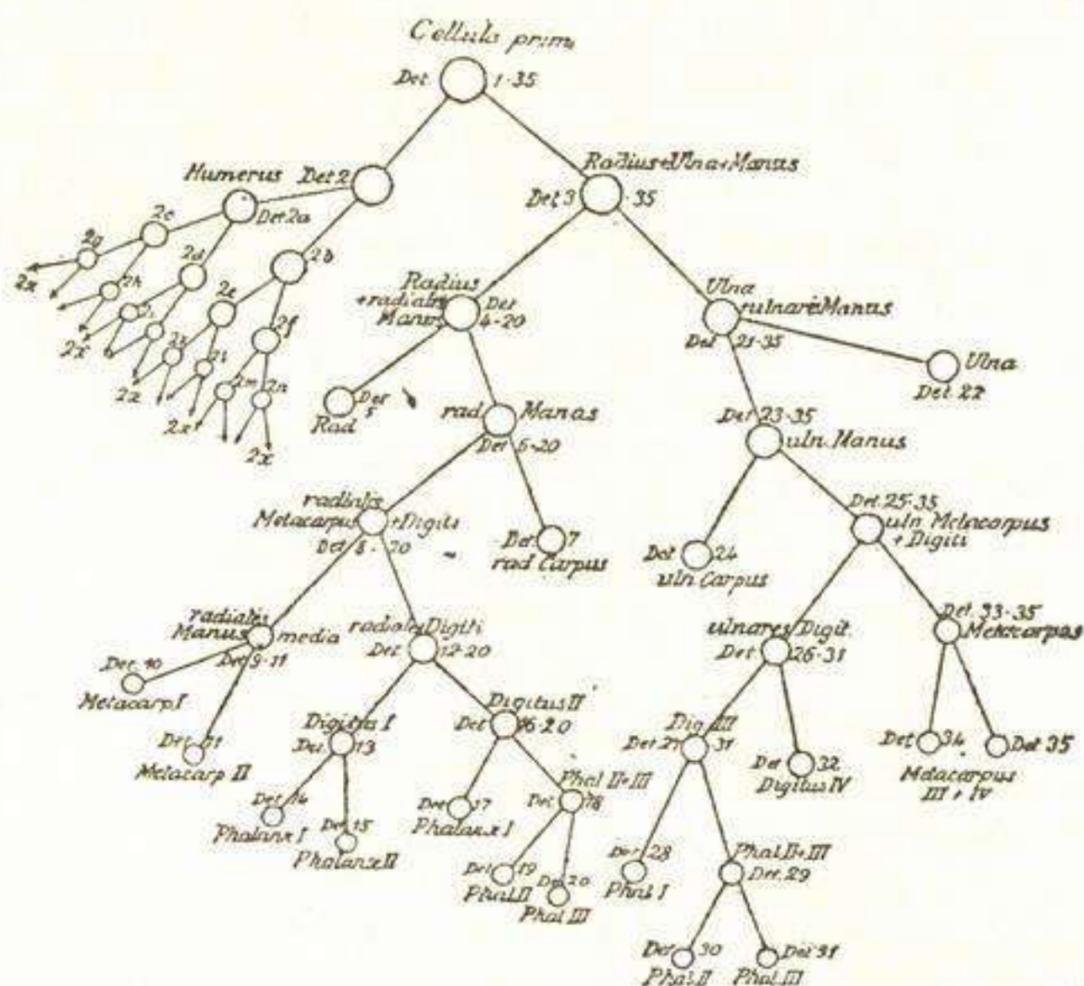
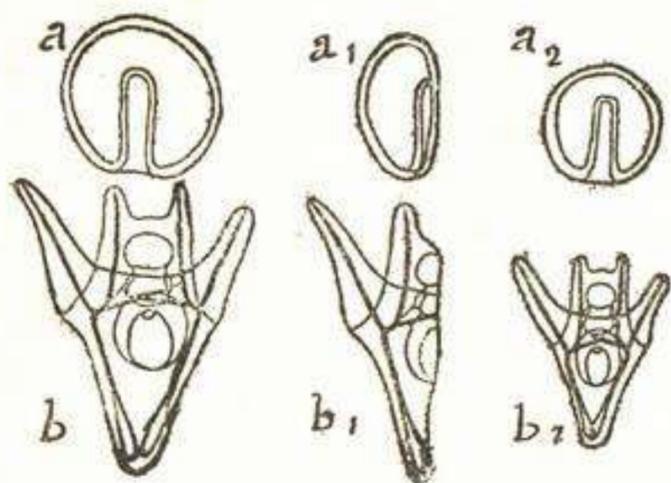


Fig. 2. Esquema de Weismann, representando el conjunto y distribución de *determinantes*, para la formación ósea de una extremidad superior. La célula superior representa la inicial o primitiva, de arquitectura muy compleja, por contener los *determinantes* de todas las células. Al dividirse daría origen a las células 2 y 3, distribuyendo convenientemente entre ellas los *determinantes*. La célula 2, encargada de la formación del húmero, sería todavía muy compleja, aunque naturalmente menos que la 1; tendría todos los *determinantes* de las células del húmero, los cuales distribuirá convenientemente entre las células-hijas que origine por su división, las cuales serán menos complejas; éstas, a su vez, distribuirán sus *determinantes* entre sus hijas y así sucesivamente, hasta formarse las células definitivas, cada una con su *determinante* respectivo. La célula 3 será también muy compleja, por contener los *determinantes* del radio, cubito y mano. En su división entregará los *determinantes* a sus dos hijas encargadas respectivamente de la formación del radio y del cubito con la correspondiente parte de la mano. En cada división resultarán células menos complejas, hasta llegar también a la formación definitiva de las células óseas, cada una con su *determinante* y ejército de *bióforos*.

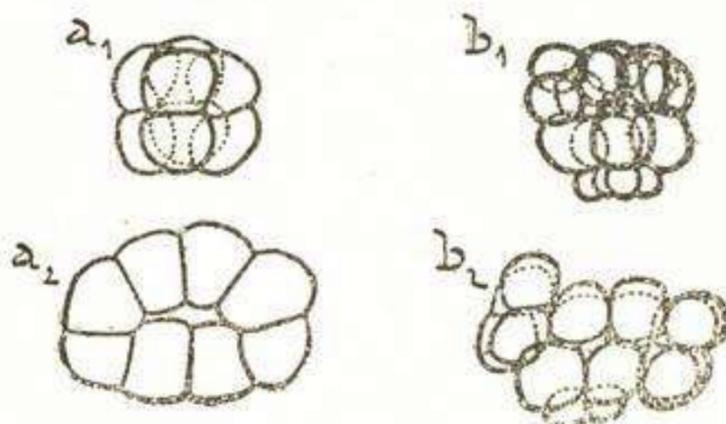
ceso de segmentación del huevo, se iría desarrollando la arquitectura preestablecida, distribuyéndose paulatinamente y con arreglo al plan arquitectónico aquel ejército de partículas o unidades biológicas (*bióforos*, *determinantes*, etc.) a manera de un ejército que ejecuta sus movimientos de expansión.

**11. Crítica de estas teorías.**—Ante todo, hay que acentuar que estas teorías se mueven en el terreno preformista: conciben la vida y sus manifestaciones de un modo demasiado material y grosero, si es que con ellas se quiere o se pretenda explicar realmente la vida o la actividad del sér que evoluciona.

Contra ellas militan argumentos, teóricos y experimentales, que las hacen insostenibles en el terreno filosófico-científico. Desde luego presuponen, particularmente la del *mosáico* y la del *plasma germinal*, una infinita multitud de partículas, *admirablemente* ordenadas, guar-



**Fig. 3.** Esquema representando fenómenos de auto-regulación observados por Driesch; a, gástrula de erizo de mar procedente de todo el huevo; a<sub>1</sub>, media gástrula que debería resultar de la mitad del huevo, respectivamente de uno de los dos primeros blastómeros, si fuese cierta la teoría de Weismann; b, larva pluteus que procede de un huevo entero; b<sub>1</sub>, media larva pluteus que debería resultar de la mitad del huevo, de ser verdad la teoría Weismann; a<sub>2</sub>, gástrula entera (pero la mitad menor), que de hecho resulta de la mitad del huevo (respectivamente de uno solo de los dos primeros blastómeros); b<sub>2</sub>, larva pluteus entera (pero la mitad menor) resultado de la evolución de uno sólo de los dos primeros blastómeros.



**Fig. 4.** Esquema representando fenómenos de auto-regulación, observados por Driesch en el erizo de mar. a<sub>1</sub>, estadio normal de ocho blastómeros; a<sub>2</sub>, el mismo estadio anterior, desfigurado por el desplazamiento de los blastómeros, mediante su compresión entre dos láminas de vidrio; b<sub>1</sub>, estadio normal de dieciseis blastómeros; b<sub>2</sub>, el mismo estadio deformado por la compresión de dos láminas de vidrio. A pesar de todas estas deformaciones, se desarrolló una larva normal.

dando en sus movimientos de desenvolvimiento tal armonía, que nuestro entendimiento no concibe posible puedan aquéllas conservar, abandonadas a sí mismas: sino que se impone la necesidad de algo que establezca, primero, y conserve después y encauce el ejército de unidades en el intrincado y caprichoso laberinto de estadios evolutivos, por que pasa el huevo en su desarrollo. Y si allí hay algo (1) que ordena y dirige, huelga completamente todo el fantástico edificio que han levantado esos teorizantes, para explicar los fenómenos evolutivos: aquel *algo* que *ordena* y *dirige*, llevará al cabo, sin esas partí-

(1) Ese algo lo reconocen todos de un modo velado, cuando nos hablan de *causas desconocidas* y *propiedades vitales*.

culas, la evolución y constitución del sér viviente, como no le falten las condiciones generales de existencia y materia que elaborar y subordinar a sus fines. En otros términos: desde el punto de vista filosófico, esas teorías no *bastan* ni son *necesarias* para explicar la *ontogénesis*.

Pero tampoco son admisibles en el terreno científico. Primeramente, ellas presuponen una constante división celular *heterogénea*, desdoblándose cada vez más el idioplasma, para diferenciar las partes del ejemplar arquitectónico que se desarrolla, esto es, del organismo en formación. Ahora bien; toda división celular es, como dice O. Hertwig, una reproducción celular, comunicando la madre a sus hijas sus propiedades hereditarias como en toda reproducción. Luego la división no es *heterogénea*, sino *homogénea*, distribuyéndose en partes iguales a las dos hijas, lo que la célula tiene, esto es, su plasma hereditario. La observación de la cariocinesis apoya perfectamente esto.

No salen mejor libradas esas teorías en el terreno experimental. Los célebres experimentos de Driesch, llevados a cabo en el huevo del erizo de mar (*Echinus microtubercatus*), los de O. Hertwig en el de la rana y los de E. B. Wilson en el de los anélidos, han refutado plenamente así la teoría de W. Roux, como la del biólogo de Friburgo, demostrando el poder de *auto-regulación* que caracteriza la materia viva.

Estos experimentos consistieron, unas veces, en aislar (fig. 3); otras, en desplazar (fig. 4) por compresión entre láminas de vidrio, los blastómeros de dichos huevos, durante los estadios de segmentación. Ahora bien; a pesar de la reducción de substancia del huevo, respectivamente de los blastómeros, a la mitad, a un cuarto, a un octavo; o de haber cambiado forzosamente la relación arquitectónica de las partes, si la había: se desarrolló y formó una larva normal, bien que más pequeña, cuando provenía de la mitad, de un cuarto o de un octavo del huevo. Y aunque, según el descubrimiento de Chun, confirmado después por T. H. Morgan y H. Driesch (1895), el huevo de los *ctenóforos* (1) no desarrolla sino medio embrión, si se le separa uno de los dos primeros blastómeros; todavía pudieron observar los dos últimos investigadores que el mismo efecto se producía, si en lugar de separar uno de los blastómeros, cortaban lateralmente parte del protoplasma del huevo, antes de su segmentación, sin interesar poco ni mucho en el traumatismo el núcleo. Este resultado parece demostrar que no sólo el núcleo es el elemento morfogénico, sino también el protoplasma, contra la hipótesis de Weismann y Roux.

---

(1) Los huevos de *ctenóforos*, *moluscos*, etc., que, mutilados, dan origen a formas imperfectas o monstruosas, se han llamado huevos de *mosaico*, por ver en ellos un fundamento para la teoría de este nombre; fundamento, que apoyaría también la concepción de Weismann. O. Hertwig, en su *Allgemeine Biologie* pp. 512-513, da de estos fenómenos una explicación muy racional, que desvirtúa o destruye dicho fundamento.

**12. Biogénesis de O. Hertwig.**—Hay otros autores que buscan la explicación de los fenómenos ontogénicos, tomando una dirección opuesta a las teorías *preformistas*, inclinándose a la *epigénesis*. Así Spencer, Nägeli, O. Hertwig, Driesch y otros. Expondremos brevemente la de Hertwig, remitiendo al lector, para las otras, a la obra de este autor: *Allgemeine Biologie*, y para el vitalismo de Driesch a nuestras conferencias de Valencia, ya citadas (1).

La teoría biogenética de O. Hertwig está, como las demás, relacionada con el problema de la *herencia*. El *idioplasma* o masa *hereditaria*, portadora de los caracteres morfológicos, residiría, según el biólogo de Berlín, en el núcleo de la célula germinal o huevo fecundado, con la circunstancia de que en ella se fusionarían perfectamente las propiedades o caracteres hereditarios del padre y de la madre, contra lo que suponen las teorías de Weismann. En cada segmentación del huevo y, en general, en cada división celular, el *idioplasma*, que O. Hertwig identifica con los *cromosomas*, se dividiría y distribuiría en partes iguales entre las células-hijas, pudiendo la cariocinesis ser, a la vez, expresión y prueba de ello. De aquí resultaría que todas las células del organismo estarían igualmente dotadas de *plasma hereditario* y podrían, en absoluto, reproducir todo el organismo. Y si de hecho no lo reproducen o no lo pueden reproducir, reservándose este papel a células privilegiadas; si hay, por otra parte, tanta diversidad morfológica de células, siendo así que, en el fondo, poseen todas idéntico plasma; es porque la *división del trabajo* lo ha exigido e impuesto, adaptando cada elemento a una función o papel fisiológico particular; y una vez introducida esa diversidad de elementos, no es ya fácil, quizás hasta imposible, la obtención de las debidas condiciones que requiere la reproducción de todo el sér. Según esto, no es la impotencia, sino la falta de alguna condición, la razón de que sólo aquellas células, que en la división del trabajo les ha cabido en suerte el papel reproductor, sean de hecho capaces de reproducirlo.

El *idioplasma* sería, según esto, plástico y como moldeable y adaptable para dar a cada célula la forma y función que le imponen la multitud de factores que provocan la irritabilidad de la materia viva. Estos factores o estímulos son de dos clases: *externos* unos, y otros *internos*. Externos son, v. g., la *luz*, la *electricidad*, el *calor*, etc.; internos, la mutua acción que ejercen entre sí los elementos que en los distintos estadios evolutivos componen el organismo. Estos últimos estímulos son internos respecto del mismo organismo; pero externos respecto de cada elemento o célula del organismo que afecta; pues la acción de un elemento sobre su vecino es evidentemente cosa externa respecto de éste. De aquí que, además de estos estímulos, internos sólo respecto del organismo en general y externos respecto del elemento

(1) La Vida y su evolución filogenética p. 124.

en particular que excitan, hay que admitir, como observa Hertwig, factores internos respecto de los mismos elementos o células. Estos estímulos los llamaremos nosotros *íntimos*, para evitar confusión.

**13. Juicio de esta teoría.** — Brevemente diremos respecto de la teoría biogenética de O. Hertwig, que si por factores *íntimos*, según nuestra nomenclatura, se entiende algún *principio vital* que sea como el alma, el director de la evolución, valiéndose de las fuerzas del mundo físico como de brazos para moldear la materia conforme al tipo hereditario; nos parece muy plausible y racional: sin esto, no acabamos de comprender que los agentes físicos ni todos los demás agentes distintos de la misma vida puedan combinarse para llevar a cabo una obra tan estupenda como es un organismo.

### III. Problemas

**14. La vida.** — Los loables esfuerzos que han hecho y hacen los biólogos para explicar los fenómenos ontogénicos, excogitando, a este fin, tantas teorías; no han logrado aún resolver los muchos problemas que encierran los fenómenos de la vida. Hoy como ayer, andan a ciegas todos los que han pensado en resolver los misterios de la vida, contando sólo con los datos de la ciencia positiva. Todos, voluntaria o involuntariamente, lo confiesan, cuando en medio de sus disquisiciones y teorías, nos hablan de *causas desconocidas*: frase que en su boca no significará probablemente, sino la impotencia de los medios o métodos científicos para investigarlas, pero no incompetencia de la ciencia positiva o positivista para resolver los problemas; ni mucho menos desesperación de alcanzar con el tiempo lo que para ellos es por ahora un enigma.

Nosotros alabamos y admiramos la fecundidad de muchos biólogos y les felicitamos por el noble empeño de idear nuevas teorías para explicar, en lo posible, los fenómenos de la vida; y, lo que es más, admitimos esas mismas teorías en todo lo que nos parece racional. Pues entendemos que en ellas hay algo de verdad, pero no toda la verdad. Creemos, en efecto, que, si estas teorías no nos explican la última causa natural de la vida, dado que esto no pertenece al dominio de la ciencia positiva, sino a la Filosofía y Metafísica; todavía nos ayudan poderosamente para formarnos idea del modo *cómo* obra o puede obrar y dirigir aquella causa que se escapa a las miradas de los científicos modernos, o, por mejor decir, a sus métodos de investigación. La vida, pues, sigue siendo hoy como ayer, un problema insoluble al positivista, y sólo soluble *a su modo* al filósofo: el cual, aunque con cierta vaguedad y analogía de conceptos, puede dar una explicación suficiente para aquietar nuestro espíritu; cosa que, por

lo demás, acaece en casi todas las demás cuestiones y problemas; puesto caso que ni de la substancialidad de nuestra propia alma nos es dado, en esta vida, tener concepto propio; y sería muy estúpido el que por esta causa quisiese desconfiar de su capacidad intelectual y menospreciar las leyes de su entendimiento, para echarse en brazos de un desesperante escepticismo.

**15. La partenogénesis.** — Otra cuestión que permanece por ahora envuelta en el manto del misterio, es el problema de la *partenogénesis*. ¿Por qué, se pregunta uno, en los animales superiores (vertebrados) se requiere de toda necesidad natural para la reproducción el concurso de dos elementos, el uno masculino y femenino el otro, siendo así que en otros animales (abejas, afídidos, etc.), puede el óvulo (huevo) por sí solo desarrollarse y constituir el nuevo sér, fenómeno conocido con el nombre de *partenogénesis*? ¿Es que el óvulo que se desarrolla partenogénicamente, es más perfecto, o al revés, la mayor perfección del óvulo de animales superiores crea en él especiales necesidades? La ciencia positiva no conoce acerca del particular más que un dato (y aun nos permitimos dudar de su universalidad) y es que, así como en el óvulo que ha de ser fecundado, se forman, en el *período meiótico* o de maduración (n. 30), dos corpúsculos o células *polares*; así en el que se desarrolla partenogénicamente, sólo se forma uno. Tenemos, pues, otro problema biológico.

**16. La determinación del sexo.** — Otra cuestión de alto interés biológico y que de antiguo ha tenido en cierta tensión de ánimo a los biólogos, es la averiguación de la causa de la determinación del sexo. En la especie humana, las estadísticas acusan un promedio de 100 niñas por 106 niños (1). Las teorías que han aparecido y desaparecido para explicar la determinación del sexo, se cuentan por centenares y cada día va aumentando el número de esos cadáveres, engendros del entendimiento humano. Ultimamente se ha pensado en que la *presencia o ausencia del cromosoma X* (2) sería la causa de que unos individuos fuesen masculinos y otros femeninos.

Para mejor orientarnos acerca de esta teoría, defendida con calor sobre todo por investigadores norteamericanos, recordemos que el *cromosoma X*, según dijimos en nuestro discurso de entrada en la Real Academia de Medicina de Barcelona, observado en la *espermatogénesis* de varios insectos y en la de representantes de varios órdenes de mamíferos, no se divide al tiempo de la maduración de los elementos ontogénicos, llamado período *meiótico*, más que una vez; y, por consiguiente, sólo puede hallarse en dos de los cuatro esperma-

(1) Conf. O. Hertwig Die Elemente der Entwicklungslehre etc.

(2) Conf. nuestra Citología, parte teórica n. 147, p. 206.

tozoides que origina el espermatocito de I orden; los otros dos carecerían de él. En cambio, el óvulo tendría siempre cromosoma X, en el llamado tipo A. De donde resultaría que, al fusionarse los dos elementos ontogénicos, ocurrieran dos posibilidades: que se fusionaran con el óvulo, o un espermatozoide con cromosoma X, o un espermatozoide sin cromosoma X. Y como quiera que en este primer tipo, el óvulo siempre posee cromosoma X, el huevo fecundado tendría, en el primer caso, dos cromosomas X, y daría origen, según la teoría, a una hembra; y sólo un cromosoma X, en el segundo caso, produciendo un macho.

Existe otro tipo llamado B, en el cual no es el espermatozoide el elemento dimórfico, sino el óvulo, esto es, habría óvulos con cromosoma X, y óvulos sin cromosoma X. Al fusionarse, el resultado sería como en el tipo A. Así discurren los norteamericanos y otros.

Esta teoría, lo confieso, al principio me sonrió mucho, pareciéndome respondía bien a los hechos; y desde luego la conceptuaba muy apta para explicar por qué en la sociedad humana nacen, según las estadísticas, próximamente tantos varones como hembras. Según la teoría de las probabilidades, no podría ser otra cosa, a ser cierto que el cromosoma X es el determinante del sexo. Más tarde, fijándome mejor, comencé a enfriarme; y actualmente me parece insostenible. Porque, aun dando de balde, que no ocurre error ni autosugestión en interpretar lo que llaman *cromosoma X*, cosa que se me hace muy difícil de creer, y que de hecho se hubiese encontrado en la generalidad de los organismos (lo cual es necesario para poder sacar de los hechos una ley general): todavía encuentro un hecho que, a mi juicio, reduce a menudo polvo toda esta teoría: es el hecho del *hermafroditismo verdadero*, del que se registran varios casos en mamíferos y en el mismo hombre, sobre todo el muy notable de Augusta Persdotter en la clínica de Estokolmo, 1899, cuyo estudio histológico de la glándula genital no deja la menor duda sobre el verdadero hermafroditismo en este caso, como expone Pick (1914). El verdadero *hermafroditismo*, cosa normal en gran número de vegetales y animales, es sin duda una de las grandes dificultades con que tropieza la concepción, que criticamos. Pero también el *pseudo-hermafroditismo* crea *indirectamente* dificultades a esta teoría del cromosoma X, si es verdad, como tienden a probar las recientes experiencias de Steinnach y sus discípulos, según indica Mühsam (1920), transplantando testículos o fragmentos de él, que los caracteres sexuales *secundarios* dependen de la actividad endocrina de los tejidos intersticiales del testículo y del ovario. Pues es claro que, a ser esto así, la presencia de caracteres secundarios, propios del otro sexo, en que ponemos la esencia del *pseudo-hermafroditismo*, argüiría claramente algo del tejido intersticial *heterogéneo*.

Verdad es que se hacen supremos esfuerzos para explicar tam-

bién los casos de hermafroditismo dentro de la teoría, ayudándose de suposiciones en el dominio de la endocrinología principalmente, como hace R. Goldschmidt en su reciente obra: "Mechanismus und Physiologie der Geschlechtsbestimmung"; pero así y todo se llega a cierto punto o a ciertos fenómenos en que el mismo confiesa que la teoría no lo ha vencido todo.

E. S. Russell (1915), en el juicio crítico que hace de la obra de Maurice Caullery: "Les problèmes de la sexualité", ataca bajo otro concepto esta teoría, pareciéndole increíble que la sexualidad, que afecta a todo el individuo, dependa de una piedrecita del edificio. Por lo demás, Russell admite que la determinación del sexo se halla en la fecundación y por ventura esté relacionada con los cromosomas.

**17. Plan de esta obra.** — Dejando a un lado los problemas biológicos, aquí brevemente indicados, y otros muchos que podríamos indicar, reservándolos para su lugar en nuestra obra biológica, según dijimos; dedicaremos este tratado a los hechos embriológicos. Dividiremos la materia en dos partes: en la primera, trataremos de los elementos ontogénicos, de su fusión y de los primeros estadios evolutivos del huevo, hasta la formación de un cuerpo embrionario con sus dependencias, constituyendo todo esto la materia del primer tomo; y en la segunda, de la *organogénesis*, esto es, del origen, desarrollo y diferenciación de los diversos órganos, recorriendo los estadios evolutivos, por que pasa cada uno de ellos o, al menos, cada grupo de ellos: esta será la materia del segundo tomo. Al fin de cada parte, se pondrá un capítulo sobre la técnica, que oriente lo suficiente acerca del modo de proceder en los estudios prácticos o de laboratorio. Estos dos capítulos de técnica presupondrán naturalmente el conocimiento de la técnica general que expusimos en la Citología, parte práctica, como hicimos ya en el tomo de la Histología, Embriología y Anatomía microscópica vegetales, y haremos, con el favor de Dios, en los demás tomos, de carácter teórico-práctico. Pero antes de entrar en la importante materia de este tratado, conviene nos orientemos suficientemente sobre los animales, de cuya ontogénesis nos hemos de ocupar en él.

#### IV. Indicaciones sistemáticas sobre los grupos de animales, cuya embriología estudiamos aquí

**18. Orientación.** — La ontogénesis de un organismo es siempre un estudio muy atractivo y de grande interés científico-filosófico, sea cual fuere el sitio que en la escala biológica ocupe el organismo que se estudia. Pudimos convencernos de ello en el tomo precedente sobre Histología, Embriología y Anatomía microscópica

vegetales, a pesar de que la embriología de los vegetales reviste siempre mucho mayor simplicidad que la de los animales, dado que la organización de aquéllos está muy por debajo de la de éstos. Mucho sería de desear que en el presente tratado pudiésemos estudiar la ontogénesis de todos los grupos de animales; pero, aunque esto no carecería de utilidad e interés para los naturalistas y los filósofos; todavía prestaría menos servicio a la clase de personas, a las cuales se dirige particularísimamente esta obra, que son los médicos y los estudiantes de Medicina. A éstos lo que principalmente les atrae e interesa es lo que se relaciona *directa* o *indirectamente* con el hombre, que por lo demás es, aun desde el punto de vista de su cuerpo, el sér de más

perfecta y complicada organización y en quien concurre toda la perfección derramada en los demás organismos.

Por esto y para no acrecentar una obra que aun así resulta más que regular, hemos de ceñir nuestro estudio al tipo de organismos, a que pertenece el hombre, que es el de los *vertebrados*: lo cual tampoco quiere decir que olvidemos en absoluto los *invertebrados* y no acudamos a ellos, siempre que nos convenga, para ilustrar algún punto; ya que al fin y al cabo muchos fenómenos y muchas leyes embriológicas son fundamentales y por lo mismo comunes a entrambos tipos, *vertebrados* e *invertebrados*.

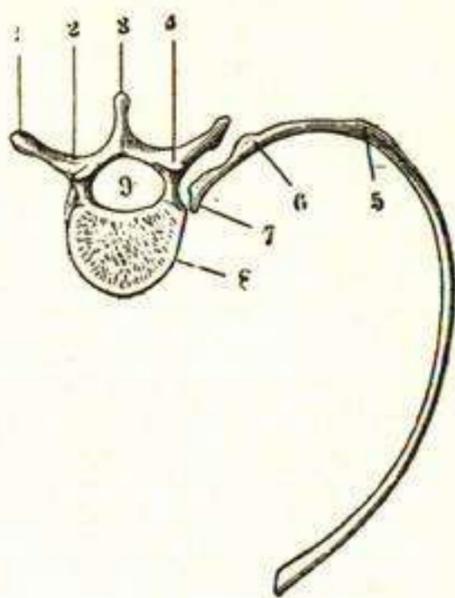


Fig. 5. Vértebra torácica del hombre con su costilla. 1, apófisis; 2, arco vertebral superior; 3, apófisis espinosa; 4, apófisis articular; 5, costilla; 6 y 7 puntos de unión de la vértebra y la costilla; 8, cuerpo de la vértebra; 9, canal medular. (Del libro de Leunis-Ludwig: Synopsis der Thierkunde).

**19. Grupos de vertebrados.** — No es nuestro ánimo ni de este lugar exponer aquí con la extensión que suelen los sistemáticos, los grupos de animales que en la Historia Natural se

comprenden en el tipo de *vertebrados*, que son, digámoslo desde ahora, los animales superiores; sino sólo recordar lo suficiente para orientarnos debidamente y al momento podernos hacer presentes los animales a que nos referiremos, cuando hablemos de su ontogénesis. Y por lo mismo, los caracteres que haremos resaltar, serán los que, a nuestro juicio, mejor puedan contribuir a eso.

Común a todos los vertebrados es la presencia de una columna *dorsal*, compuesta por *vértebras*, que son piezas esqueléticas articuladas entre sí; y cuyo conjunto representa el verdadero eje del organismo; eje, en el que directa o indirectamente encuentran sostén y apoyo todos los órganos de la economía. Cada vértebra consta de un cuerpo (fig. 5) y dos arcos: uno *dorsal* que abraza el sistema nervioso,

y otro *ventral*, que se continúa con las costillas, por cuyo medio abraza las vísceras. En algunos vertebrados las costillas son muy numerosas, como en peces y muchos reptiles; en otros se circunscriben sólo a la región torácica. Los animales que no posean vértebras, o sea, *columna dorsal*, se llaman invertebrados. Por tanto, son invertebrados: los *tunicados*, v. g., las *salpas* y las *ascidias*; porque, aunque en algunos de sus embriones aparezca un eje esquelético, análogo a la *cuerda dorsal* de los vertebrados, no es persistente. Son asimismo *invertebrados* los *moluscos*, v. g., los *caracoles*; los *artrópodos*, v. g., los *crustáceos* e *insectos*; los *gusanos*, tanto los *anélidos* (*anillados*), por ej., la *lombriz de tierra* y la *sanguijuela*, como los planos, llamados *platelmintos* (ej., las *tenias*), y los *cilíndricos*, por otro nombre *nematodos* (ej., las *lombrices intestinales*); los *equinodermos* (*erizos* y *estrellas de mar*, etc.); los *celenterados* (*pólipos*, *medusas*, etc.); y, finalmente,

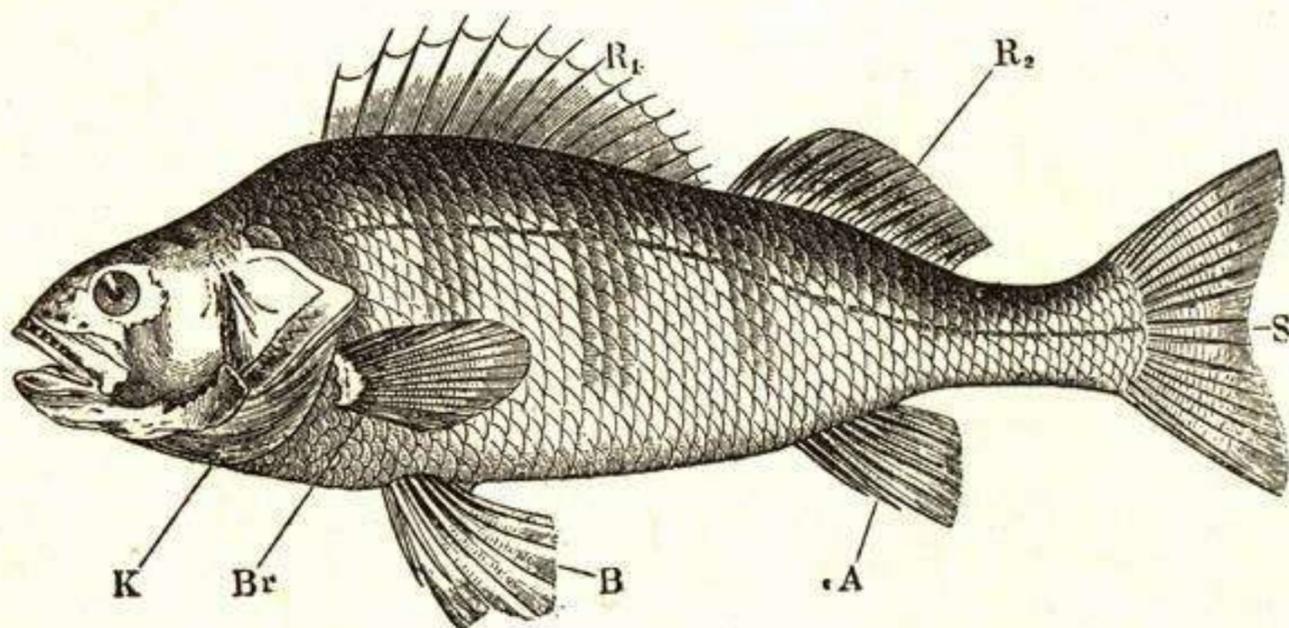


Fig. 6. *Perca de río* (*Perca fluviatilis*). A, aleta anal; B, aleta ventral; Br, aleta torácica; K, branquias; R<sub>1</sub>, aleta dorsal anterior; R<sub>2</sub>, aleta dorsal posterior; S, cola. (Del libro de Leunis-Ludwig: *Synopsis der Thierkunde*).

todos los microorganismos (*infusorios*, *flagelados*, *amibas*, *foraminíferos*, etc.).

Con los *vertebrados* se pueden formar cómodamente varios grupos o secciones bastante bien limitadas, en mayor o menor número, según los sistemáticos y el modo de agruparlos. Aquí nos bastará, atendido el fin que perseguimos, establecer con los alemanes Leunis-Ludwig, los cinco grupos siguientes: *peces*, *anfibios*, *reptiles*, *aves* y *mamíferos*.

**20. Peces.** — Son los peces vertebrados acuáticos, de cuerpo generalmente alargado y cubierto de escamas. Sus extremidades, cuando existen, son en forma de *aletas* (fig. 6). Por razón de su modo de vivir, sumergidos dentro del agua, respiran por *branquias*, colocadas a los lados de la región faríngea. Su aparato circulatorio describe

una sola curva cerrada: su corazón está compuesto sólo por una aurícula y un ventrículo (fig. 7, AA, V): la situación del corazón es mucho más cefálica. En muchos

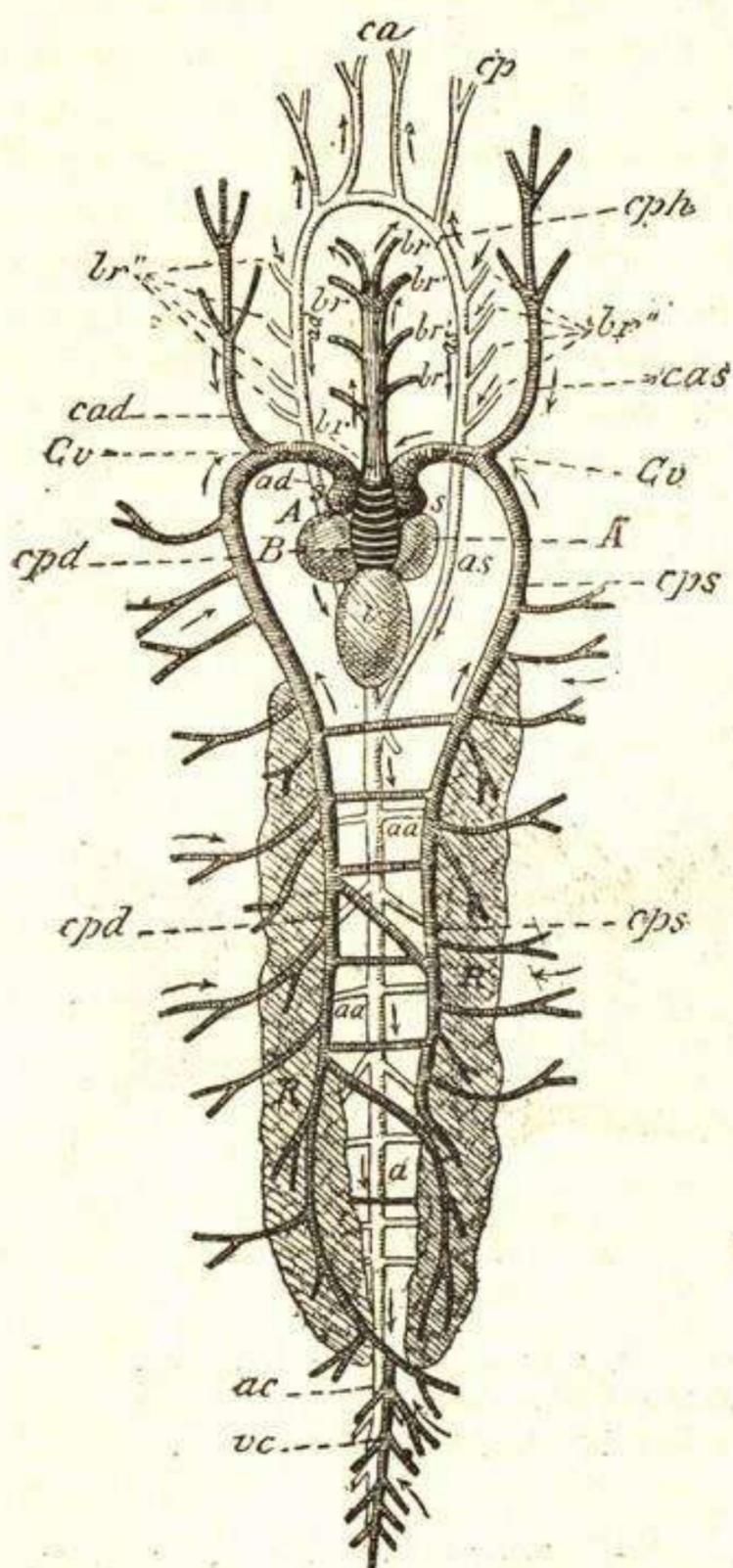


Fig. 7. Diagrama medio-esquemático de la circulación de los peces. V, ventrículo; A A, aurícula; S, seno venenoso; B, bulbo arterial; br', br'', ramas que este bulbo envía a las branquias; br'', venas branquiales que se reúnen para formar la raíz de la aorta; ad, as, las dos raíces aórticas que hacia atrás forman la aorta a; y hacia delante el círculo cefálico cph; ac, arteria caudal; R-R, riñones; vc, vena caudal; cpd, vena cardinal posterior derecha; cps, vena cardinal posterior izquierda; cad, vena cardinal anterior derecha; cas, vena cardinal anterior izquierda; Cv-Cv, conductos de Cuvier. (Según Nuhn. Del *Traité de Zoologie de Claus*).

de ellos existe, como aparato hidrostático, la vejiga natatoria. Son vertebrados unisexuales: sólo por excepción se cita alguno que otro hermafrodita (*Serranus*, *Chryso-phrys*, etc.). Las hembras abandonan sus huevos en las aguas (sobre las piedras, plantas sumergidas, etc.); y los machos los fecundan, abandonando asimismo al agua los elementos fecundantes. Hay excepciones como en selacios, muchos de los cuales son ovovivíparos, v. g., *Mustelus laevis* (fig. 8), y donde los machos poseen órganos copuladores.

La clase peces, abarca varios subgrupos, que llaman subclases (Leunis-Ludwig); que son en orden inverso del que siguen estos autores, los siguientes:

1.º *Acranios* o *leptocardios*, representados por un solo género y especie que es el llamado *pez lanceta* (*Lanzettenfisch* de los alemanes), *Amphioxus lanceolatus*, de cuerpo alargado, exteriormente sin cabeza (fig. 9) y terminado caudalmente en forma de lanceta. Carece de extremidades. La carencia de cabeza le ha valido el nombre de acráneo (1). Los autores más modernos prefieren excluir de los peces y aun de

(1) De  $\alpha$  primitiva = no, sin; y *craneum*, cráneo.

los vertebrados al *Amphioxus*, al que dan el sinónimo de *Branchiostoma* (1) *lanceolatum*, y formar con él una nueva clase o un subtipo

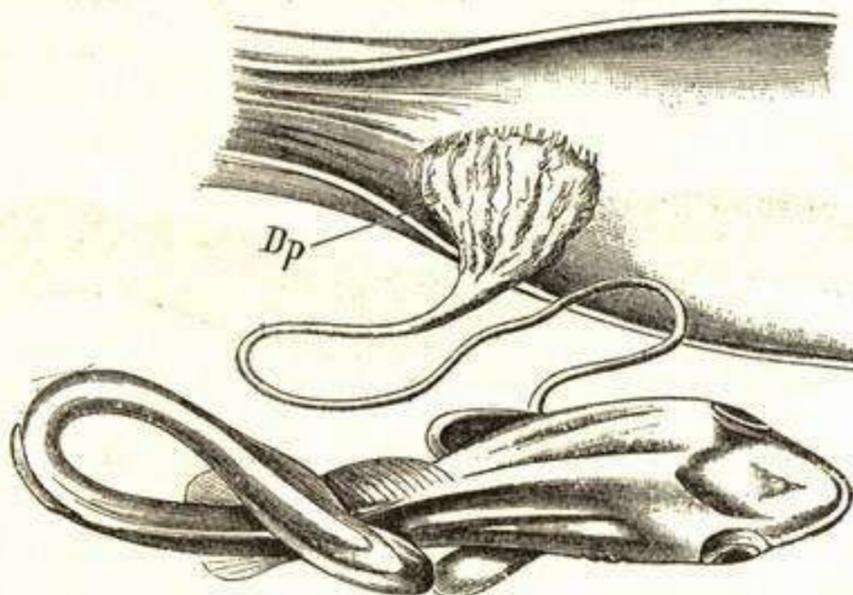


Fig. 8 *Mustelus laevis* (gato de mar): Embrión unido con el útero mediante la placenta del saco vitelino. (Según J. Müller. Del Lehrbuch der Zoologie de Claus-Grobber).

(no hay uniformidad ni aun en el orden de emplazamiento), la clase o el subtipo de los *acranios* (2).

2.º *Ciclóstomos*. Peces de cuerpo muy alargado (fig. 10), a ma-

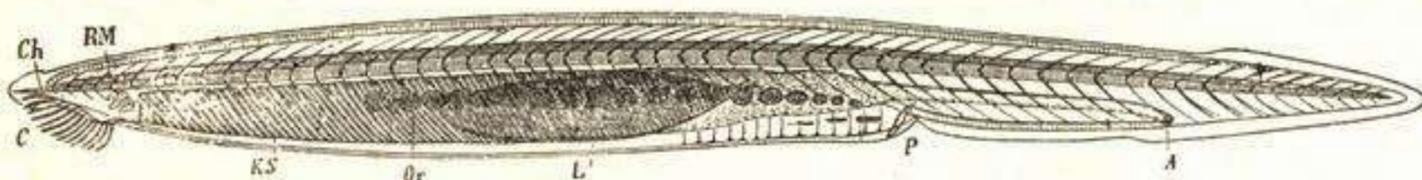


Fig. 9. *Amphioxus lanceolatus* o *Branchiostoma lanceolatum* (pez lanceta). CM, cirros bucales; KS, hendiduras branquiales; L, hígado; A, ano; P, poro del saco peribranchial; ov, ovario; ch, cuerda dorsal; RM, médula nerviosa. (Según Claus. Del Lehrbuch der Zoologie de Claus-Grobber).

nera de anguila, sin extremidades o aletas *pares*, bien que no carecen de aleta dorso-caudo-anal. Boca redonda y a estilo de chupador. A la

(1) De βράγχιον, branquia, y στόμα, boca; porque desde la boca hacia atrás posee gran número de branquias.

(2) Nosotros, con todo, en atención a que en Embriología se le considera como *vertebrado* (Conf. O. Hertwig, Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere, 1906; ítem, Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere, 1907; A. Opper, Embryologisches Praktikum, 1914); y *siempre* con el *único* nombre de *Amphioxus*, como puede verse, además de las obras citadas, en F. Tournoux, Précis d'Embryologie humaine, 1909; Gurwitsch-Pou Orfila, Atlas Manual de Embriología, 1908; A. Prenant, Notions d'Embryologie en la obra de P. Poirier-A. Charpy, 1911; tampoco en el Traité de Zoologie de Edmond Perrier ni en la Zoologie de Rémy Perrier (1918) leemos otro nombre que *Amphioxus lanceolatus*;

primera circunstancia alude el nombre de ciclóstomos (1). Poseen de 6 a 7 orificios branquiales: esqueleto cartilagíneo. Ej., las *lampreas* (*Petromyzon*).

3.º *Selacios* (2). Llamados también *condropterigios* (3) *elasmobranquios* (4). Peces de esqueleto cartilagíneo, de 6 a 8 orificios bran-

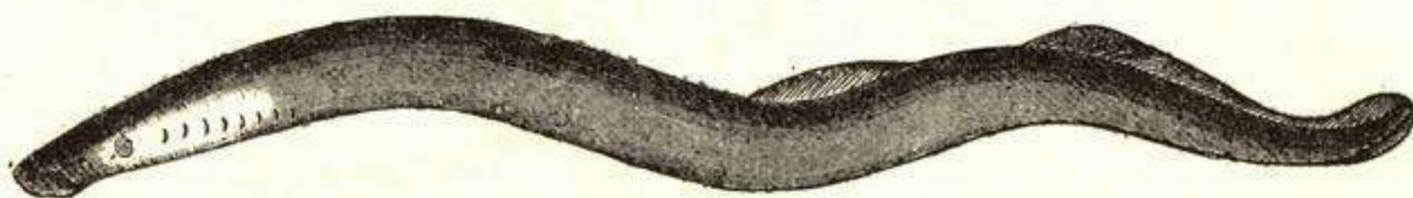


Fig. 10. *Petromyzon fluviatilis* (lamprea de río). (Según Haeckel Kner. Del *Traité de Zoologie de Claus*).

quiales sin opérculo (fig. 8); piel con dientes. Boca transversal debajo del hocico: intestino con válvulas en espiral. Ej., el *tiburón* (*Charcarias*), *gato de mar* (*Mustelus*), etc.

4.º *Dipnoideos*. El carácter principal que distingue a estos peces y les vale el nombre de *dipnoideos* (5), es que respiran no sólo por

---

en atención, además, a que su evolución se toma como punto de referencia para la de los (demás) *vertebrados*; nos vemos como embriólogos en la precisión de no innovar por ahora nada en esta parte; sólo que al lado del nombre de *Amphioxus* pondremos también, cuando nos parezca, como sinónimo el de *Branchiostoma*. Cuando este último nombre se haya generalizado, será llegada la hora de cambiar definitivamente.

Por lo demás, es cosa más clara que la luz, que no es la Embriología la que ha de seguir a la Sistemática, sino ésta a aquélla, como a más profunda conocedora de la naturaleza de los seres vivientes. ¡Cuántos errores de Sistemática ha tenido que corregir la Embriología!

Con esto creemos haber contestado suficientemente sobre el particular a un sistemático que tropezó en nuestro discurso de entrada en la Real Academia de Medicina y Cirugía, llegando a estampar que se nos habían deslizado errores (de Sistemática). Conf. *Ibérica*, n.º 396, 8 de Octubre de 1921.

Recientemente (1921) ha publicado A. Brachet su *Traité d'Embryologie des vertébrés*, en el cual incluye también el *Amphioxus* (no se lee otro nombre); pero advierte que de suyo sale del cuadro, ya que no es un vertebrado. Así y todo, tiene título para entrar en las descripciones de los vertebrados, no sólo porque su desarrollo es muy explícito y claro, al menos en las primeras fases, sino porque representa verdaderamente el primer eslabón de la serie de complicaciones que se encuentran en los vertebrados.

Esta es la razón que nos mueve a nosotros a considerarlo, desde el punto de vista embriológico, con el biólogo de Berlín, O. Hertwig, como el vertebrado más bajo: y por esto hemos adoptado en esta obra la clasificación de los alemanes Leunis y Ludwig, que lo incluyen en los vertebrados y hacen de él el orden de peces más bajo.

- (1) De κύκλος, círculo; y στομα, boca
- (2) De σέλαχος, tiburón, pez cartilagíneo, según Aristóteles
- (3) De χόνδρος, cartilago; y πτέρυξ, atleta
- (4) De ελασμός, lámina; y βράγχια, branquia
- (5) De δίπνοος, de doble respiración.

branquias, como los demás peces, sino también por pulmones, representados por la vejiga natatoria, provista de canal aéreo. Ej., el *pez barroso* (*Protopterus annectens*) (fig. 11).

5.º *Ganoideos*. La piel de estos peces suele ser brillante, por razón de serlo sus escamas y placas óseas, dispuestas éstas últimas en 5 series: de aquí el nombre de *ganoideos* (1). Ej., el *esturión* (fig. 12), cuyo nombre sistemático es: *Accipenser sturio*.

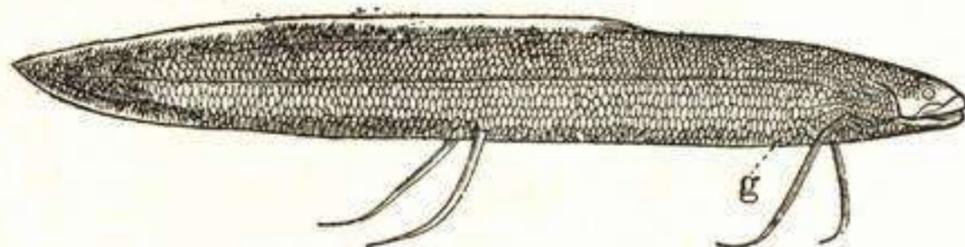


Fig. 11. *Protopterus annectens*. g, apéndices filiformes externos de las branquias. (Del Synopsis der Thierkunde de Leunis-Ludwig).

6.º *Teleósteos*. Es el grupo más numeroso y rico en formas. El carácter principal nos lo da su mismo nombre de *teleósteos* (2), que quiere decir, de esqueleto perfectamente óseo. Ej., casi todos los peces de río, v. g., la *perca* (*Perca fluviatilis*) (fig. 6), y la mayor parte de los de mar: v. g., el *salmón*, del género *Salmo*.

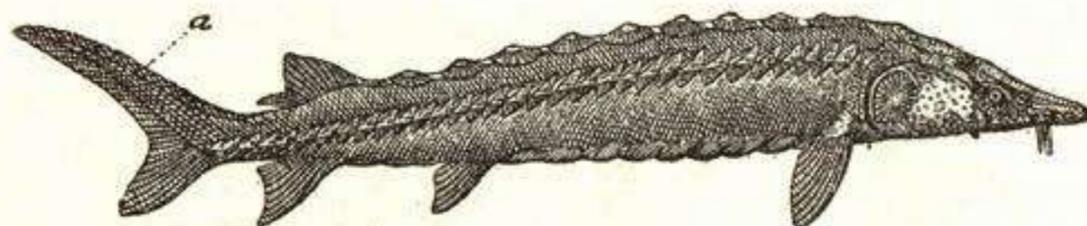


Fig. 12. *Accipenser sturio* (esturión). a, cola heterocerca. (Del Synopsis der Thierkunde de Leunis-Ludwig).

**21. Anfibios.** — El segundo gran grupo o la segunda clase de los vertebrados la componen los *anfibios*, llamados así por razón de su manera de vivir dentro y fuera del agua, al menos en cierto período de su vida (estado de perfecto desarrollo). En relación, sin duda, con esta manera de vivir está el que al principio respiren por branquias, después por pulmones. La piel es sin escamas. Su circulación es doble e incompleta, a causa de que el órgano central de ella, el corazón, no posee aún más que un ventrículo; las aurículas, por el contrario, son dos: derecha e izquierda. La reproducción es ovípara como en los peces: no existe en ellos, propiamente hablando, cópula; bien que el macho sujeta la hembra al tiempo de poner los huevos y los va fecun-

(1) De γάνος, resplandor.

(2) De τέλειος, perfectamente; y ὀστέον, hueso.

dando a medida que salen. Muchos de los anfibios sufren metamorfosis muy notables, pasando, primero, por estado de larva o pisciforme (renacuajos) (fig. 13, a-d) y luego al estado adulto (fig. 13, e). Los anfibios también se subdividen en varios grupos u órdenes, que son:

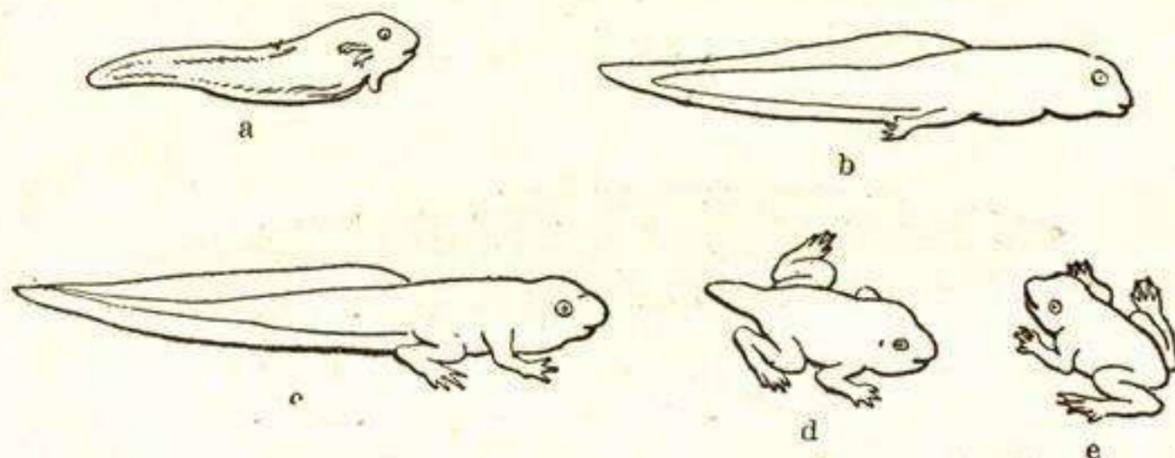


Fig. 13. Estadios principales de la metamorfosis de la rana. a, estadio con branquias externas; b, rompen exteriormente las extremidades posteriores; c, estadio con extremidades también anteriores; d, reducción de la cola; e, rana perfecta. (Del Synopsis der Thierkunde de Leunis-Ludwig).

- 1.º *Estegocéfalos* (1), son fósiles, por lo cual poco nos interesan aquí.
- 2.º *Gimnofiones* o *ápodos*, parecidos a gusanos (fig. 14) sin ex-

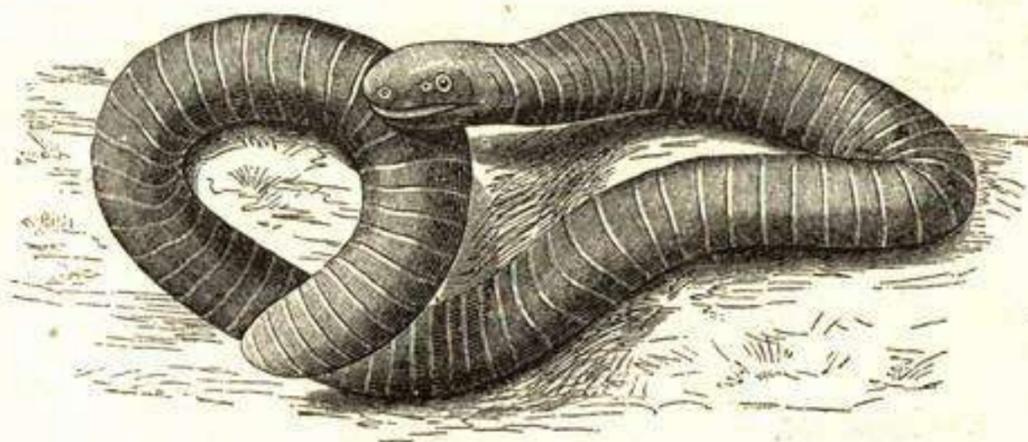


Fig. 14. *Siphonops annulatus*. (Según Grobben. Del Lehrbuch der Zoologie de Claus-Grobben).

tremidades y con piel lisa: de aquí el nombre de *ápodos* (2) y *gimnofiones* (3).

3.º *Urodelos* (4), cuyo carácter macroscópico es el de estar dotados de cola, durante toda la vida; circunstancia a que alude su nombre, y, además, poseer desde un principio extremidades. Pertene-

- 
- (1) De στέγη, cubierta, techo; y κεφαλή, cabeza.
  - (2) De ἄπους, sin pié.
  - (3) De γύμνος, desnudo; y ὄφιων, animal fabuloso de forma de culebra.
  - (4) De οὐρά, cola, δῆλος, manifiesto.

cen aquí las *salamandras* (*Salamandra*) (fig. 15), *tritones* (*Triton*) y *gallipatos* (*Pleurodeles*).

4.º *Anuros* (1), anfibios muy comunes y más conocidos de todos, cuyo carácter más saliente a primera vista es la carencia de cola en su estado adulto (fig. 13, e); la poseen, en cambio, durante la vida de larva (fig. 13, a-d) llamándose entonces renacuajos. Al pasar al estado adulto, se reabsorbe la cola y aparecen extremidades. Forma este grupo principalmente las *ranas* y *sapos* que en unión de los urodelos son conocidos también con el nombre genérico de batracios.

**22. Reptiles** (2).—La gente vulgar fácilmente puede confundir ciertos anfibios con reptiles, siendo así que éstos son realmente



Fig. 15. *Salamandra maculosa* (salamandra). Tamaño algo reducido. (De la obra: La vida de los animales de Brehm).

tan distintos de aquéllos que forman clase aparte. Exteriormente puede servir de distintivo en los reptiles el estar la piel cubierta de escamas córneas u óseas. La respiración es toda la vida pulmonar; el corazón posee ya cuatro cavidades, dos *aurículas* y dos *ventrículos*. Los dos ventrículos, con todo, se comunican mediante un orificio más o menos abierto en el tabique interventricular, excepto en los cocodrilos. La reproducción es, por regla general, *ovípara*: ponen huevos y los incuban. Por excepción se dan *ovovivíparos*.

Los órdenes o grupos principales de los reptiles, dejando a un lado el orden de los *enaliosauros* (3), todos fósiles y de gigantescas proporciones muchos de ellos como el *Ichthyosaurus* y *Plesiosaurus*, son:

1.º *Ofidios* (4), el orden de las culebras, de cuerpo alargado y sin extremidades en general, con disimetría en varios órganos inter-

(1) De  $\alpha$  primitiva = no, sin; y  $\sigma\upsilon\rho\acute{\alpha}$ , cola.

(2) De latín *reperere*, andar arrastrando.

(3) De  $\epsilon\nu\acute{\alpha}\lambda\iota\omicron\varsigma$ , en el mar ( $\acute{\alpha}\lambda\omicron\varsigma$ , mar); y  $\sigma\alpha\upsilon\rho\omicron\varsigma$ , lagarto.

(4) De  $\omicron\phi\iota\varsigma$ , serpiente.

nos: ano transversal sin párpados. Ej.: la *culebra común*, *Tropidonotus natrix*; la *víbora* o *serpiente del coral*, *Elaps corallinus* (fig. 16).

2.º *Saurios* (1), reptiles de cuerpo alargado con extremidades ordinariamente y párpados en los ojos: ano transversal. Son de aquí los lagartos, lagartijas y salamanquesas (dragones que llaman algunos).

3.º *Emidosauros* (2): abraza este orden los *cocodrilos* y *caimanes*: animales de regular tamaño, y singular velocidad, con la espalda cubierta de escudetes óseos, muy duros y resistentes.

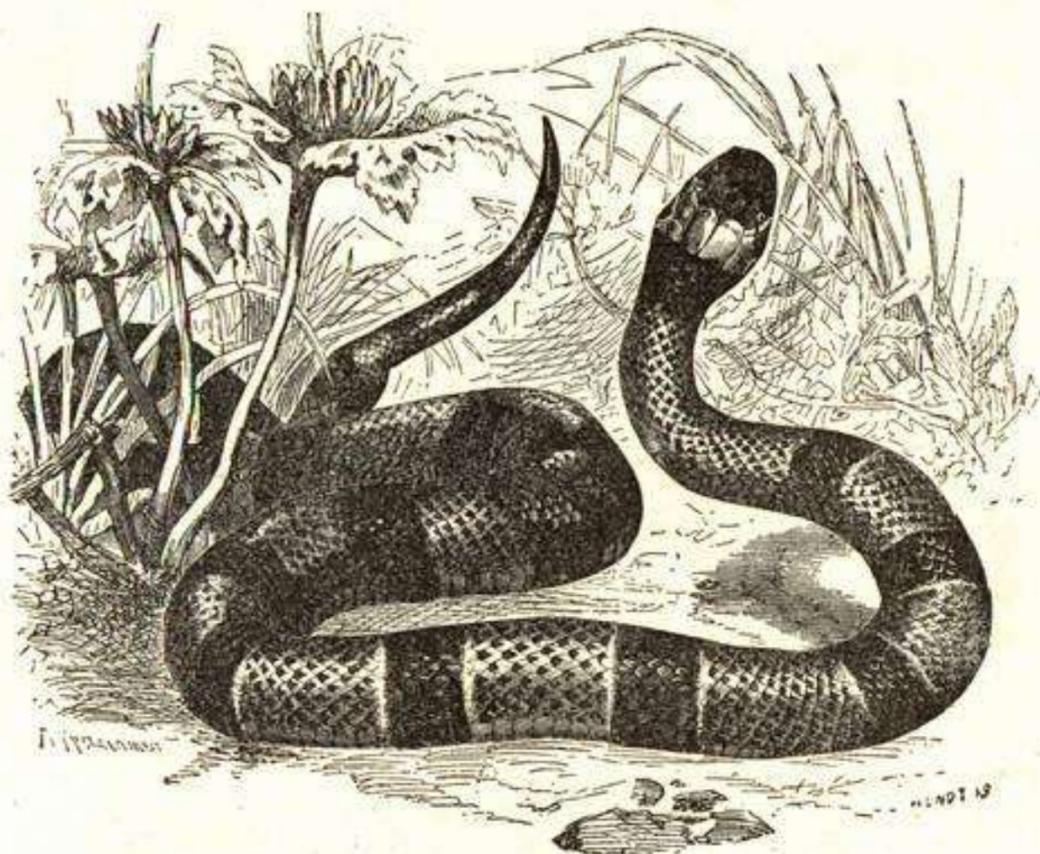


Fig. 16. *Elaps corallinus* (la víbora del coral). Tamaño cerca de  $\frac{1}{3}$  del natural (La vida de los animales de Brehm).

4.º *Quelonios* (3) o tortugas, de cuerpo corto y protegido por una recia cápsula dérmato-esquelética, compuesta por el *espaldar* y el *peto*: aquél les protege por la espalda a manera de tejado; y el *peto*, por debajo como una coraza. Ej. La *tortuga* ordinaria de nuestro país, llamada *Testudo graeca*.

**23. Aves.** — Las aves son vertebrados de caracteres bien definidos y al alcance de todos; y así no tenemos que insistir demasiado en ellos. Las plumas, que cubren su cuerpo y constituyen en gran parte su dérmato-esqueleto; las extremidades anteriores convertidas en alas, y la especial constitución de sus huesos en gran parte huecos, son peculiares disposiciones anatómicas de estos animales para el vuelo, que es en ellos el más sobresaliente carácter fisiológico. La

- 
- (1) De σαῦρος, lagarto.  
 (2) De εμύς, escudo; y σαῦρος, lagarto.  
 (3) De χελώνη; tortuga.

boca con pico córneo. Todas las aves sin excepción son ovíparas: ponen huevos y los incuban. El desarrollo del huevo en embrión es tan semejante al de los reptiles que los embriólogos hacen con ellos, desde este punto de vista, un grupo común, llamado de los *sauróp-sidos*

Los sistemáticos dividen esta clase en varios órdenes: cada autor sigue su agrupación. Para orientarnos lo suficiente respecto de este punto, prescindiendo de las aves fósiles, cuyo estudio evolutivo no está en nuestra mano fijar ni comprobar, podemos establecer los grupos siguientes:



Fig. 17. *Casuarius galeatus* (casuario). Del Synopsis der Tierkunde de Leunis-Ludwig.)

1.º *Corredoras* o *cursoras*: aves muy grandes, sin vuelo. Ejemplos: *avestruces* y *casuarios* (fig. 17).

2.º *Conirrostras* o pájaros; pico cónico y duro. Ej.: *canarios*, *gorriones*, etc.

3.º *Trepadoras*: dichas así, porque trepan por los árboles, ayudándose para ello de la cola. Ej: *pico carpintero*.

4.º *Prensoras*: son de aquí los loros, las cotorras, las cacatúas.

5.º *Rapaces*: las aves, así llamadas, pueden ser *diurnas*, como el águila, el alcón, el gavián, etc.; o *nocturnas*, v. g. el gran duque, el muchuelo, la lechuza, etc.

6.º *Palomas*: orden de aves que abraza, además de las *palomas* (fig. 18), de todos conocidas, las *tórtolas* y las *palomas torcaces*.

7.º *Gallinas*: grupo, donde se comprenden, aparte las gallinas con su infinita multitud de razas y variedades, los *faisanes*, *pavos de India*, *pavos reales*, *perdices* y *codornices*.

8.º *Zancudas*: las aves de este orden son conocidas asimismo con el nombre de *aves de ribera*, por sus largas patas. Ej: los *flamencos*, las *garzas*, *cigüeñas*, *grullas*, etc.

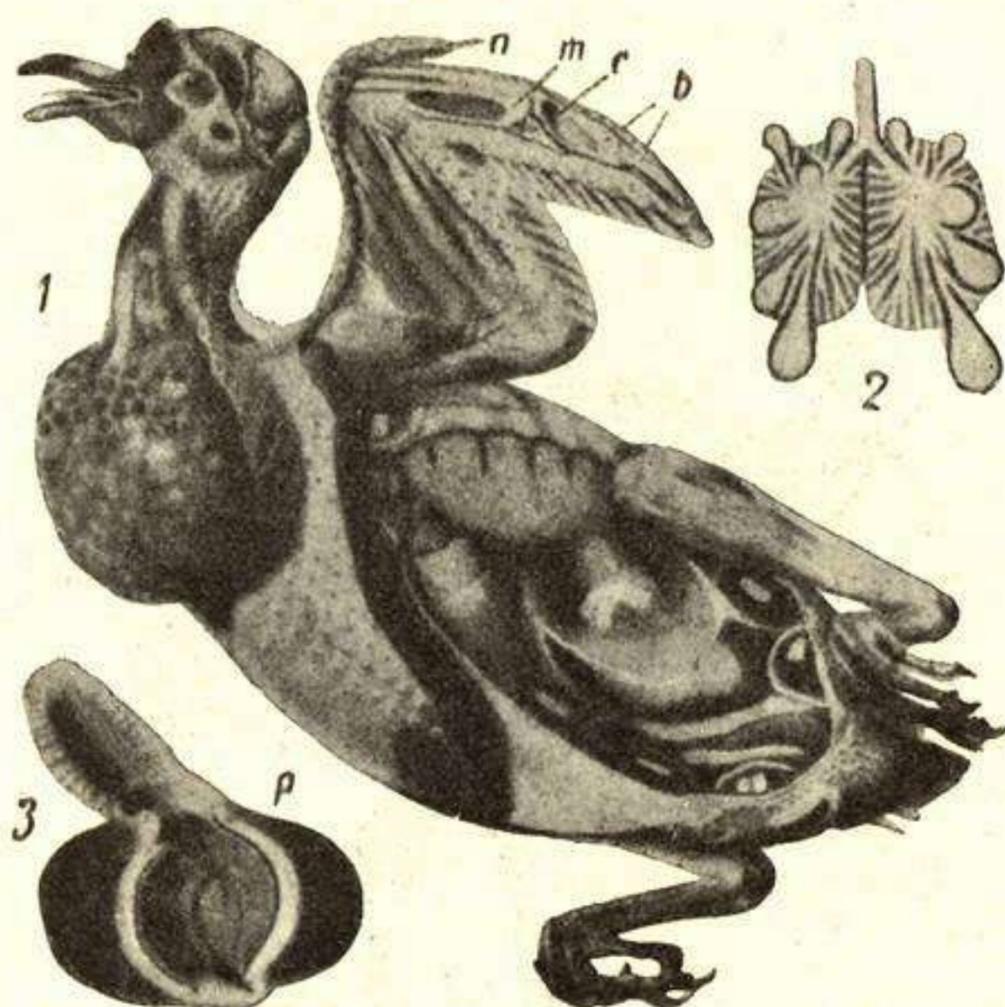


Fig. 18. *Columba domestica* (palomo). 1, vista general con la situación de las víceras: a, dedo pulgar; m, metacarpo; b, índice compuesto por dos falanges; c, dedo medio de una sola falange; 2, pulmones con los sacos aéreos; 3, molleja, con sus pliegues y el píloro (p). (Según Pfurtscheller. Lámina mural publicada por A. Pichlers Witwe & Sohn. Viena).

9.º *Palmípedas*: caracterizadas por su membrana interdigital de los pies, y por ser buenas nadadoras muchas de ellas. Ej: los *patos*, (*ánades*), *gansos*, *cisnes*, *pájaros bobos* de *Patagonia* y *Tierra de fuego*.

**24. Mamíferos.**—La última clase de los vertebrados la componen los mamíferos, llamados así por la presencia de mamas o de órganos secretores de leche, con que se alimentan los pequeñuelos durante su primera etapa de la vida *extraovular* o *extrauterina*. El carácter principal de su dermatoesqueleto es la presencia de pelo que puede tener diversa consistencia, desde el delicado lanugo que

da el aspecto finamente aterciopelado de la piel (mejillas) de tiernos niños y niñas, hasta las púas del erizo y del puerco espín. Reproducción vivípara con raras excepciones, desarrollándose el huevo (embrión, feto) en el útero (matriz) de la hembra.

Suelen dividir a los mamíferos primero en *placentarios* e *implacentarios*, según que el embrión o feto necesite o no, para su evolución completa durante la vida intrauterina, desarrollar en sí y

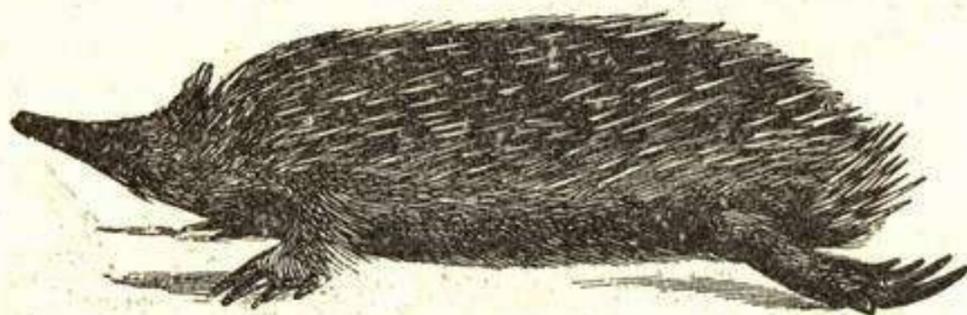


Fig. 19. *Echidna histrix*. (Del *Traité de Zoologie de Claus*).

provocar en la matriz la formación de un órgano o aparato de nutrición que los embriólogos y obstétricos llaman *placenta* y cuyo estudio nos ocupará bastante en su respectivo lugar.

A.—*Implacentarios*. Se conceptúan como tales los llamados *monotremas* (1) y los *marsupiales* (2). Los primeros son mamíferos raros, propios de la Australia, Tasmania y Nueva Guinea; poseen cloaca

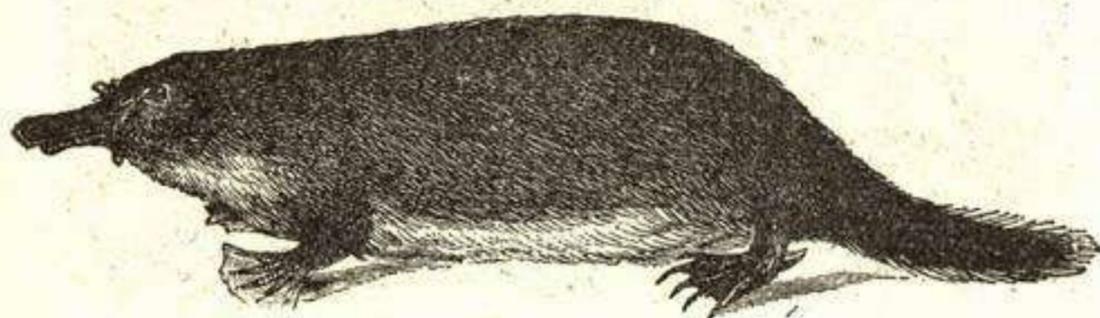


Fig. 20. *Ornithorhynchus paradoxus*. (Del *traité de Zoologie de Claus*).

como las aves, y como éstas, ponen huevos y los incuban. Apesar de ello son contados entre los mamíferos; porque, aparte el carácter del dermatoesqueleto, que es, a todas luces, de mamífero, existen en ellos glándulas mamarias, las cuales se parecen bastante a las sudoríparas, y desembocan en un limitado campo circular, hundido en forma de bolsa en *Echidna*, que lamen los pequeñuelos, al salir del huevo. Los únicos *monotremas* conocidos son el *Echidna* (fig. 19) y el *Ornithorhynchus* (fig. 20).

(1) De *μόνος*, uno; y *τρήμα*, orificio  
(2) Del latín *marsupium*, bolsa.

Los *marsupiales* desarrollan sus huevos, como los restantes mamíferos, en la matriz: bien que salen de ella en estado prematuro respecto de los demás mamíferos; pero la madre los coloca en la marsupia, esto es, en la bolsa que lleva en el bajovientre, sostenida por dos huesos subpubianos (fig. 21), donde encuentran abundante alimento, por estar situados allí los pezoncillos de las glándulas mamarias, y donde ellos acaban su desarrollo embrional-fetal. Son marsupiales los *canguros* y las *sarigüeyas*; aquéllos viven en Australia y Tierra de Van Diemen; y éstas, en la América del Sur.

B.—Los *placentarios* constituyen el grupo más numeroso de los



Fig. 21. *Didelphis marsupialis* (sarigüeya). (De la Historia Natural de E. Riberá).

mamíferos y se hallan diseminados en general por las cinco partes del mundo. Su carácter distintivo es, más que todo, embriológico, y consiste en la formación de la placenta que asegure, como está dicho, el sustento durante todo el período de la gestación o de la vida intrauterina. Hay muchos grados en la forma y desarrollo de la placenta y en la manera de adherencia entre el embrión y la madre, como veremos en su lugar.

Los mamíferos *placentarios* se subdividen en órdenes que indicaremos brevísimamente.

1.º *Desdentados*. Se llaman así, porque o carecen en absoluto de dientes o, por lo menos, de los incisivos: son, además, *monofiodon-*

tes, que quiere decir que sus dientes no están sujetos a un cambio. Algunos desdentados son fósiles, como los *megaterios* y los *armadillos* del género *Glyptodon*. Desdentados vivos son otros *armadillos* (fig. 22), los *osos hormigueros* y los *monos perezosos*.

2.º *Cetáceos*. Los mamíferos de este orden son de enormes di-

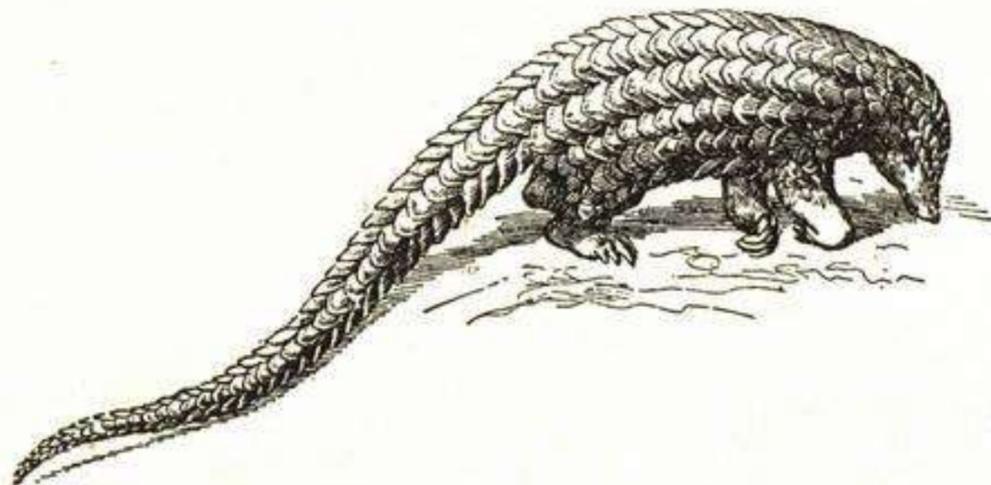


Fig. 22. *Manis longicaudatus* (*pangolin*) (Del Synopsys der Thierkunde de Leunis-Ludwig).

mensiones: unos son carnívoros y viven en el mar; otros, herbívoros y viven en grandes ríos. Aunque verdaderos mamíferos, y mamíferos placentarios, tienen su organización suficientemente modificada y adaptada al modo de vivir en las aguas y su configuración

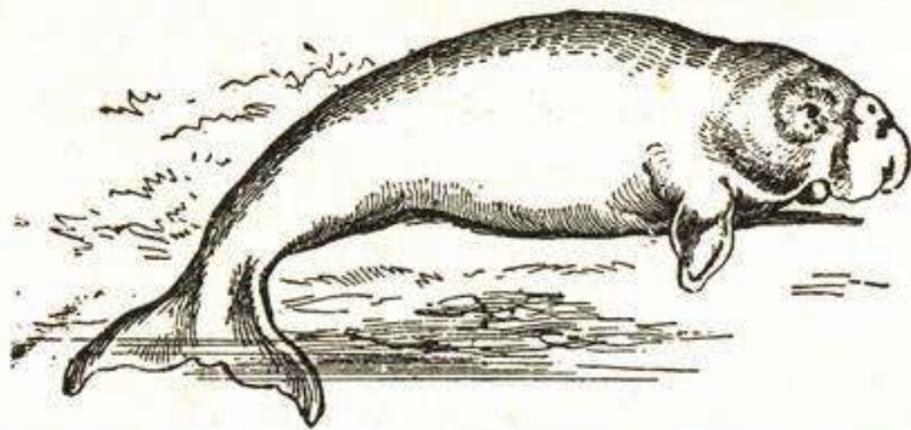


Fig. 23. *Halicornes dugong* (*dugong*):  $\frac{1}{30}$  del tamaño natural. (Del Synopsys der Thierkunde de Leunis-Ludwig).

externa es muy parecida a la de los peces. Ejemplo de cetáceos *carnívoros* son las *ballenas* y *delfines*; y de *herbívoros*, los *manatís* y *dugongs* (fig. 23).

3.º *Perisodáctilos* (1). Son de aquí los animales de pezuña con número impar de dedos, como el *caballo*, el *asno*, la *cebra* (fig. 24). Son también de aquí los *rinocerontes* y los *tapiros*. El régimen ali-

(1) De περισσός, impar; y δάκτυλος, dedo.

menticio de los perisodáctilos es, generalmente hablando, herbívoro o granívoro.

4.º *Artiodáctilos* (1). El carácter más saliente y común a todos los animales de este riquísimo orden es que, como dice su mismo nombre, poseen pezuña con número par de dedos. El régimen alimenticio es herbívoro y granívoro. La multitud y variedad de animales que este orden comprende es grande, y obliga desde luego a subdividirle en otros dos grupos o subgrupos, que son: el de los *paquidermos* y el de los *rumiantes*.

a) *Paquidermos* (2). Este subgrupo (suborden) abarca animales cuya piel alcanza notable grosor, como en los *cerdos* (*suidos*) y en el *hipopótamo*.



Fig. 24. *Equus zebra* (cebra). (De la Historia Natural de E. Ribera).

b) *Rumiantes*. Los animales de este suborden son *artiodáctilos* de suma utilidad al hombre bajo múltiples conceptos, por la alimentación que le prestan, por los productos industriales que le rinden, por el trabajo que hacen, ya que muchos de ellos son muy resistentes, etc. Poseen un estómago complicado con cuatro cavidades, denominadas *panza*, *retículo*, *libro* y *cuajar* (fig. 25). Carecen generalmente de caninos e incisivos en la mandíbula superior. Pertenecen a los rumiantes:

α) Los *tragúlidos* (*almizcleros* del oeste de Africa y de las islas de Sudán y Java).

β) Los *tilópodos* (*camellos*, *dromedarios* y *llamas*).

γ) Los *cérvidos* (*ciervos*, *corzos*, *gamos*, *alces*, etc.).

δ) Los *cavicornidos* (*toros*, *ovejas*, *cabras*, *bisontes*, *búfalos*).

(1) De ἄρτιος, par; y δάκτυλος, dedo.

(2) De παχύς, grueso, recio; y δέρμα, piel.

5.º *Proboscídeos* (1). Es el orden de los elefantes, tanto de los hoy vivientes como de los fósiles, cuyo carácter principal es la presencia de una trompa a que alude su nombre, y la de las dos largas defensas que son los dientes (incisivos), ya que corresponden al intermaxilar superior. Ej., el *elefante africano* y el *asiático*, hoy vivientes, y los *mastodontes* y *dinoterios* fósiles.

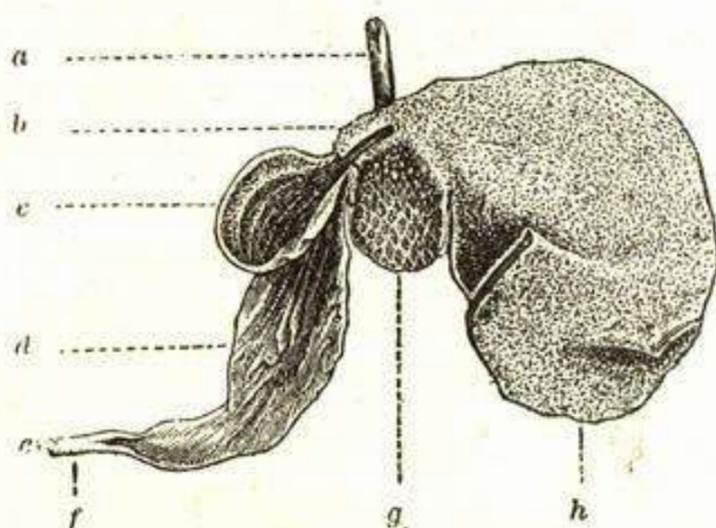


Fig. 25. Estómago de rumiante, visto por dentro. a, esófago; b, comunicación del esófago con la panza; c, libro; d, cuajar; e, duodeno; g, retículo; h, panza (De la Historia Natural de E. Ribera).

6.º *Roedores* (*Rodentia*). Uno de los caracteres principales de este grupo se toma de la dentición, dispuesta para roer mediante los dos solos incisivos, cortados en bisel en ambas mandíbulas. Son roedores las *liebres*, los *conejos*, y *conejillos de Indias*, las *ratas* y *ratones*, el *castor* y la *ardilla*, y el *topo roedor* (*Arvicola arvalis*).

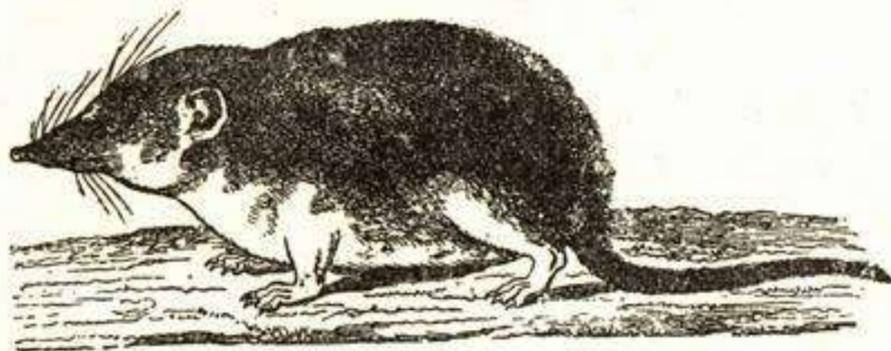


Fig. 26. *Sorex araneus* (musaraña). (De la Historia Natural de Pereda y Martínez).

7.º *Insectívoros*. Son mamíferos, en general, de pequeño tamaño, con régimen alimenticio *animal*, según indica su nombre: sus molares poseen salientes cónicos para triturar los insectos. Los principales insectívoros son los *erizos de tierra* (*Erinaceus*), las *musarañas* (fig. 26), que son los mamíferos de menor tamaño que se conocen, muy por debajo del de los *ratoncitos*, y el *topo* propiamente tal (*Talpa europaea*).

(1) De *προβοσκίς*, trompa.

8.º *Pinnípedos*. Son mamíferos marinos con extremidades terminadas en aletas, circunstancia que ocasiona su nombre (de *pinna aleta*). Comprende este orden las *focas* o los *lobos marinos* y las *morsas* (fig. 27).

9.º *Carnívoros (fieras)*. Orden muy notable por la multitud de animales carnívoros que abarca, con su dentadura dispuesta para este régimen alimenticio: caninos muy desarrollados para hacer presa, y los primeros molares cortantes y afilados para desgarrar las víctimas: fuerza muscular grande y, en muchos de ellos, uñas retráctiles. Los principales grupos de fieras son: las llamadas vulgarmente *alimañas*, como la *comadreja*, *hurón*, la *marta*, la *nutria*, el *tejón*, etc.; las *félidas*: *león*, *tigre*, *pantera*, *leopardo*, *gato*; la *hiena*; y las *cánidas*, como el *perro*, *lobo* y *zorra*.

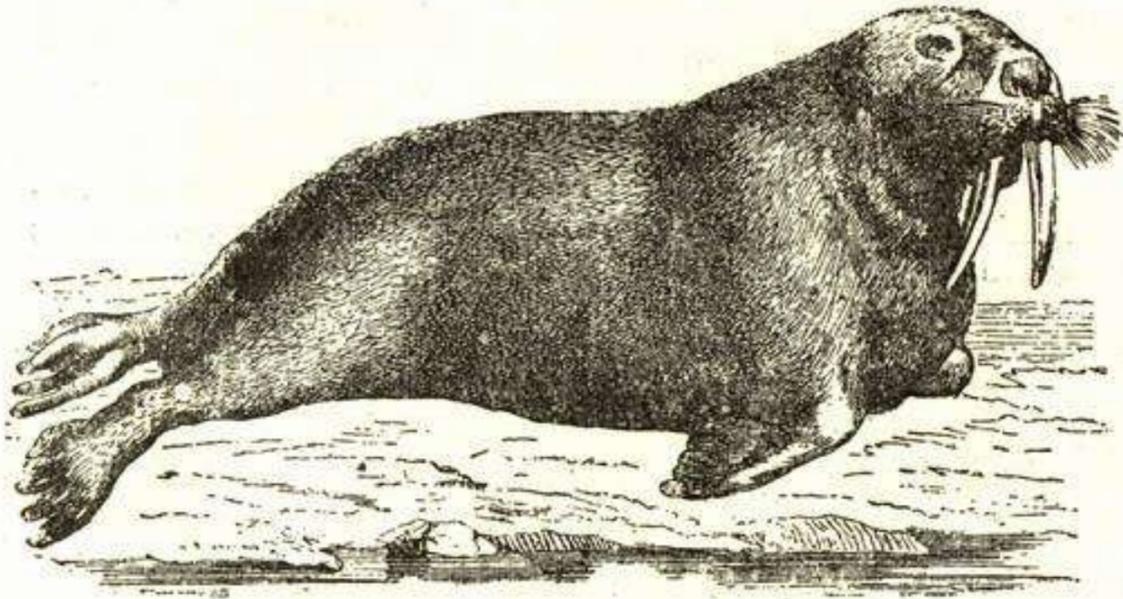


Fig. 27. *Trichechus rosmarus* (*morsa*): de 3-6 metros de longitud. (De la Historia Natural de Pereda y Martínez).

10.º *Quirópteros* (1). Es el orden de los *murciélagos*, mamíferos bien distinguibles por razón de sus alas membranosas, en que están transformadas o modificadas sus manos o extremidades anteriores: cuerpo parecido al de una rata, pero sin la larga cola de éstas; dentadura completa; su perfección orgánica es muy notable, aproximándose a la de los simios y a la del hombre, salvo naturalmente su tamaño. Vuelan a la hora del crepúsculo para coger los insectos del aire. Son estos animales muy útiles y harto conocidos de todos para entretenernos en particularidades.

11.º *Prosimios*. Los *prosimios*, llamados también *semi-monos* (*Halbaffen*), poseen, en general, dentadura completa (en *Chiromys* faltan los caninos) y cuatro manos con uñas planas, excepto en el segundo dedo de las manos posteriores que la lleva aguda. Las extremidades anteriores son más cortas que las posteriores: en lo cual se

(1) De *χείρ*, mano; y *πτερόν*, ala.

aproximan más al hombre que los simios; en cambio, se separan más de él que éstos por la citada uña aguda. Son de este grupo los *lemúridos*, como el *Tarsius spectrum* (*tarsio espectro*) (fig. 28) y los *quiromíidos*, como el *Galeopithecus volans*.

12.º *Simios*. Son los animales en general más parecidos al hombre cuanto a la organización; porque es natural que, si existe escala zoológica, por necesidad ha de haber en ella animales que se aproximen (se asemejen) más al hombre que otros. Así y todo, querer defender entre ellos y el hombre algún parentesco por remoto que sea, sería desconocer en absoluto la naturaleza de las cosas: las profundas dife-



Fig. 28. *Tarsius spectrum* (*tarsio espectro*):  $\frac{1}{2}$  del tamaño natural.  
(De la obra: La vida de los animales por Brehm).

rencias orgánicas que separan al hombre de esos animales y sobre todo su psiquismo que está en una esfera esencialmente más elevada y distinta de la de todos los animales, hace quimérica la suposición (1). Entre los caracteres anatómicos se deben poner de relieve principalmente los que se refieren a la cabeza: *toda de bestia* en los monos, y de un sér de miras muy levantadas en el hombre. La cara de los monos de mayor perfección, esto es, de los *antropomorfos*, viene a representar  $\frac{3}{4}$  partes de la cabeza, con escasa masa encefálica; al paso que en el hombre sólo una  $\frac{1}{4}$  parte, reservándose lo restante al cráneo que aloja en su interior la gran masa encefálica, que le caracteriza.

Los monos de mayor corpulencia (y en esta parte, no en absoluto,

(1) Véase nuestras Conferencias: La vida y su evolución filogenética, 1915.

más semejantes al hombre), son: el *gibbon*, el *orangután*, el *chimpancé* y el *gorila* (1).

Estos simios, parte por su tamaño y parte por carecer de cola, tienen, en general, aspecto más o menos humano. De aquí el nombre de *Antropomorfos* (2) que se les ha dado. Pero poseen pies prehensiles, esto es, son cuadrumanos: las extremidades anteriores o brazos son enormemente largos, llegando hasta las rodillas; la dentadura no es sólo para comer, sino que constituye sus verdaderas armas de defensa contra sus enemigos, como demuestra el desarrollo de sus colmillos, músculos de la masticación y lo macizo de los huesos de su calavera, los cuales ofrecen ancha base de inserción a aquéllos: todo lo cual es propio de la bestia. Lo contrario sucede en el hombre, el cual muestra en su misma organización el *mínimum* de animalidad y el *máximum* de disposición orgánica para el ejercicio de una vida y facultades superiores.

**25. El hombre.** — El hombre constituye la corona de la creación: para él existe todo lo visible. Dotado de inteligencia y facultades superiores, es como el sacerdote que, contemplando todo lo visible y reconociendo en sí como en un *microcosmos* todas las perfecciones de las demás criaturas que le rodean, eleve sus ojos a lo alto, reconozca la fuente y origen de todo bien, y dé al autor de la Naturaleza la gloria que no le pueden dar *formalmente* las restantes criaturas sensibles. El constituye, pues, el principal objeto de la creación y lo debe constituir también de nuestro estudio; y por tanto, el conocimiento embriológico de los demás animales nos ha de servir para mejor entender o rastrear lo que pasa en el hombre.

---

(1) El *Pithecanthropus erectus* de Dubois que tanto ruido metió como si fuese el lazo de unión entre los simios y el hombre, enmendada por el Dr. Brass la reconstrucción de Dubois, ha resultado, al fin, un indio. Véanse nuestras conferencias citadas.

(2) De *ἄνθρωπος*, hombre; y *μορφή*, figura, forma, aspecto.

# PRIMERA PARTE

DE LOS ELEMENTOS ONTOGÉNICOS (CÉLULAS SEXUALES)  
HASTA LA CONSTITUCIÓN DE UN CUERPO EMBRIONARIO  
CON SUS DEPENDENCIAS

---

## CAPÍTULO I

### LOS ELEMENTOS ONTOGÉNICOS

#### I. El Óvulo

**26. Orientación general.** — Si prescindimos de la reproducción asexual o puramente vegetativa, todo organismo *pluricelular* animal trae su origen de una célula, llamada *huevo*; pero el huevo, excepto el caso de partenogénesis de que nos ocuparemos más adelante, es el resultado de la fusión de dos células o gametos: del gameto femenino u *óvulo* (1), y del masculino o *espermatozoide*. Los dos gametos constituyen, pues, los elementos ontogénicos; y su unión, el huevo o principio natural y completo de un nuevo organismo. La reproducción del sér viviente por este proceso natural, recibe el nombre de *gamogénesis* (2).

**27. Óvulo o gameto femenino.** — De los dos elementos ontogénicos, el óvulo es el más voluminoso, como que es, de ley ordinaria, la mayor célula del organismo. Su estudio embriológico es anterior a la teoría celular: razón por la cual los nombres, con que significaron los embriólogos sus distintas partes o formaciones, son

---

(1) Llamaremos *óvulo* al elemento femenino, antes de la fecundación; y *huevo*, al mismo, después de fecundado.

(2) El que se interese por la reproducción asexual o agamogénesis y sus modalidades, le remitimos a nuestro tratado de Embriología vegetal: aquí no juzgamos necesario repetir conceptos, evitando con esto el que esta obra resulte excesivamente voluminosa.

diversos de los que después les dieran los citólogos. Pero, al fin, el óvulo no es más que una célula, como lo demuestra así su estudio morfológico, como el de su origen u ovogénesis, según veremos más adelante. En él se distinguen las partes siguientes: una membrana envolvente u *oolema*, llamada *membrana vitelina*: en mamíferos no hay que confundirla con una zona más periférica y clara, que llaman *zona pelúcida* (fig. 29): la membrana vitelina no es sino la *membrana celular*; una masa interna, denominada *vitelo*: es en términos generales el protoplasma de la célula. En la masa del *vitelo* se halla constantemente un corpúsculo diferenciado en forma de vesícula, bastante

Mancha germinativa

Zona pelúcida con la membrana vitelina o celular.

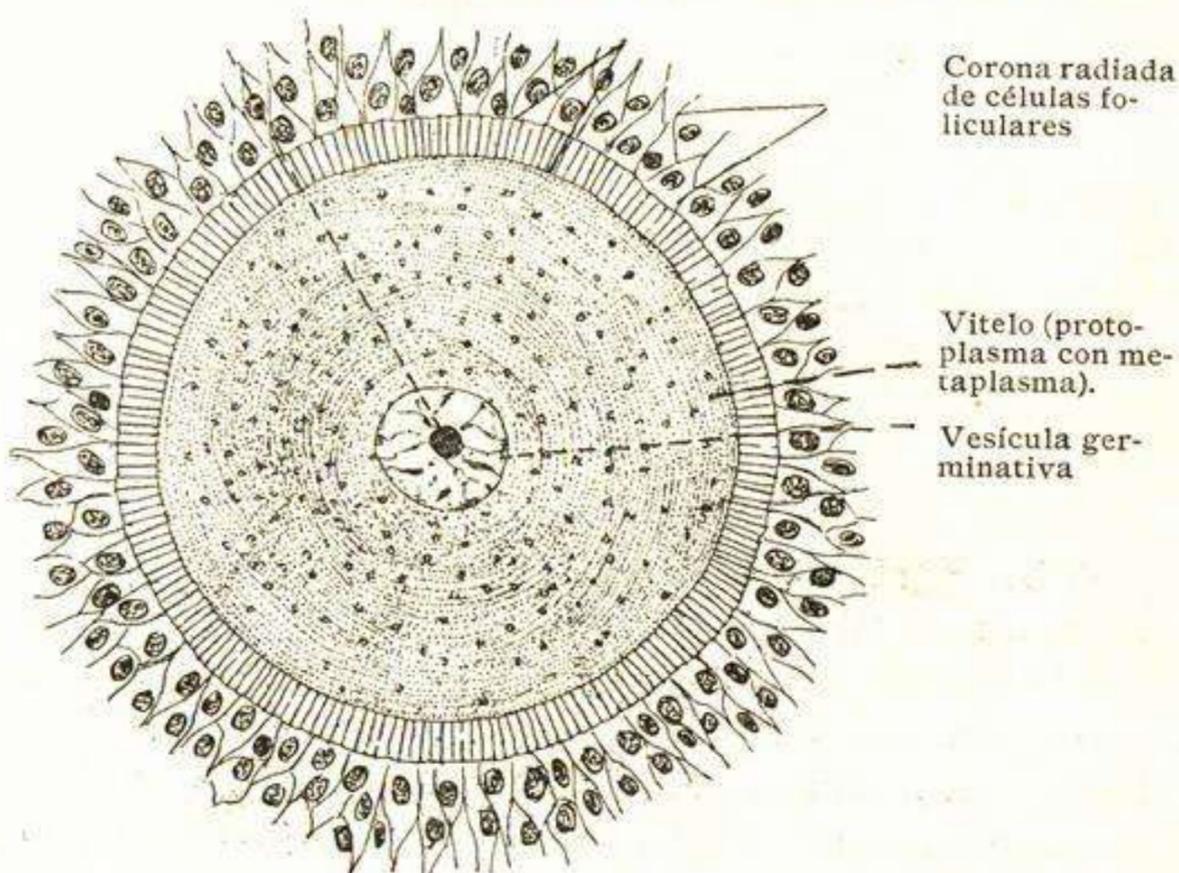


Fig. 29. Óvulo de mamíferos en esquema imitando el natural. Las estrías o radios de la zona pelúcida están algo exagerados, a fin de que el discípulo entienda luego de qué se trata. (Original).

voluminosa, conocida con el nombre embriológico de *vesícula germinativa de Purkinje*, y dentro de ella otro u otros corpúsculos, consignados con el de *manchas germinativas de Wagner*. La vesícula germinativa es, en términos citológicos, el *núcleo* de la célula, y la mancha o manchas *germinativas*, su *necléolo* o sus *nucléolos*.

Acerca del vitelo conviene hacer notar que en su masa distinguen con mucha razón los embriólogos dos substancias de muy diferente valor morfológico, pero sobre todo, biológico. Porque una parte de dicha masa, de estructura más fina y delicada, se considera como parte verdaderamente *viva y activa*; y la otra, por el contrario, de aspecto más basto y en forma de esferas, discos o placas, como pa-

siva o como reserva orgánica. Con mucha propiedad llamó Reichert a la primera *vitelo formativo* (*vitellus formativus*) y *vitelo nutritivo* a la otra; porque el *vitelo formativo* corresponde al protoplasma propiamente tal, esto es, a la parte viva de la célula; y el vitelo nutritivo, al *metaplasma*. Para este último se han creado otros nombres: así en oposición al protoplasma, se le ha llamado *deutoplasma* (Van Beneden); Kupffer le llamó *paraplasma*, esto es, plasma accesorio o plasma

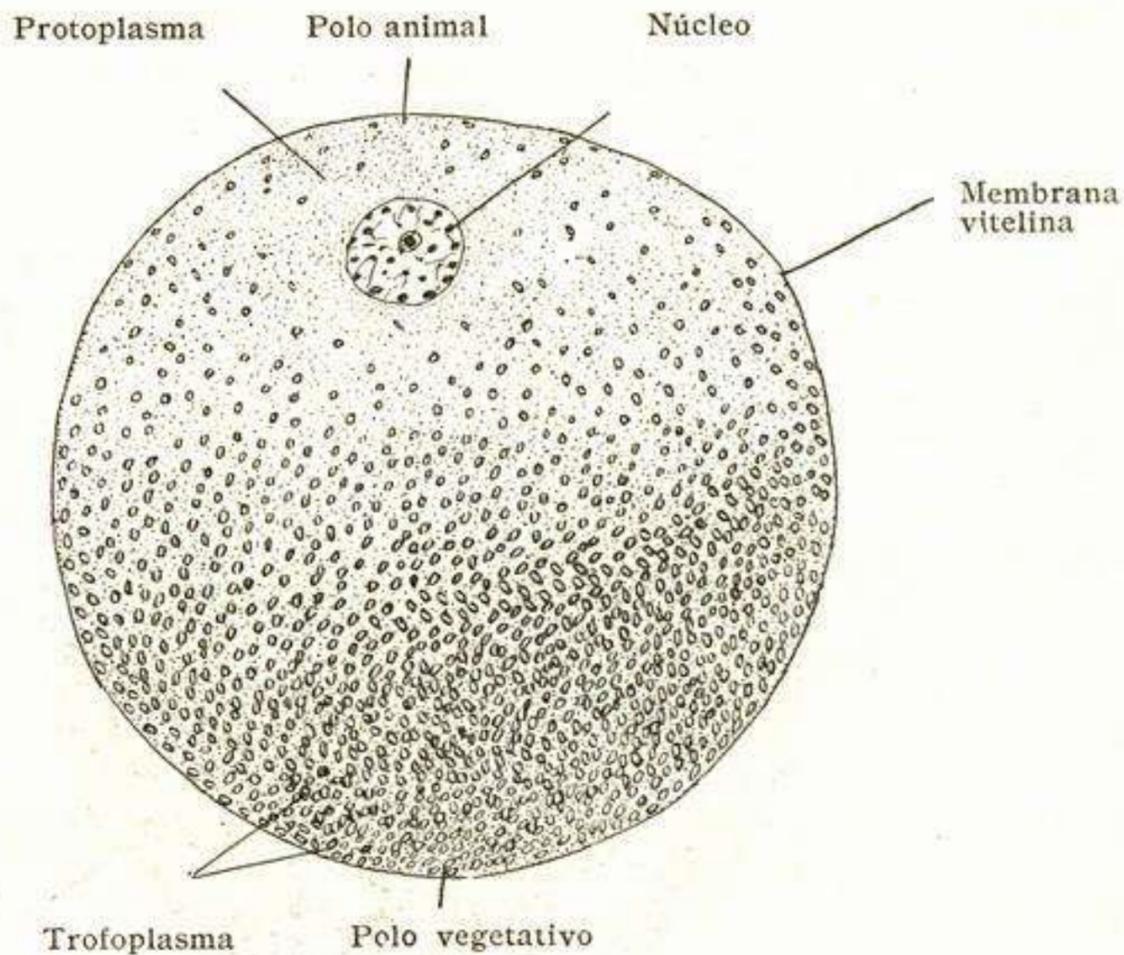


Fig. 30. Óvulo telolecito con menos perfecta polarización.  
(Esquema original)

secundario. Por razón de sus propiedades nutritivas, se le denominó también *trofoplasma* o plasma nutritivo (1).

Las partes del óvulo, aquí consignadas, son sin duda las que podríamos llamar esenciales y por lo mismo comunes; pero pueden existir otras de carácter más particular o accesorio, y más adelante, al hablar de la *oogénesis* (n. 29), tocaremos alguna.

**28. Variedades de óvulos.** — Hemos dicho que el óvulo era la célula más grande del organismo. Su cuerpo voluminoso se debe

(1) A. Brachet, en su reciente *Traité d'Embryologie des vertébrés* (1921) da el nombre genérico de protoplasma al contenido del óvulo (huevo) y en él distingue el citoplasma (nuestro protoplasma) y el deutoplasma (nuestro trofoplasma que también llamamos deutoplasma). Nuestra nomenclatura nos parece bastante clara y admitida para que tengamos que modificarla, máxime siendo la seguida en nuestras obras precedentes.

principalmente a la presencia del *trofoplasma*: huevos con poca cantidad de trofoplasma son pequeños, y muy grandes los que lo poseen en gran cantidad. Además, la relación topográfica entre el protoplasma y trofoplasma puede ser muy diversa. De aquí que, fundándonos en la diversa proporción y localización de estas dos sustancias dentro de los óvulos, podamos establecer una división entre ellos.

a) *Óvulos isolecitos*. Hay óvulos con escasa cantidad de *trofoplasma*, teniéndolo, además, repartido por igual (fig. 29). Estos son los llamados óvulos *isolecitos* por razón de la igual repartición de su *trofoplasma* y también *alecitos* u *oligolecitos* por la escasa cantidad de esta sustancia. Los *equinodermos* entre los invertebrados, el *Amphio-*

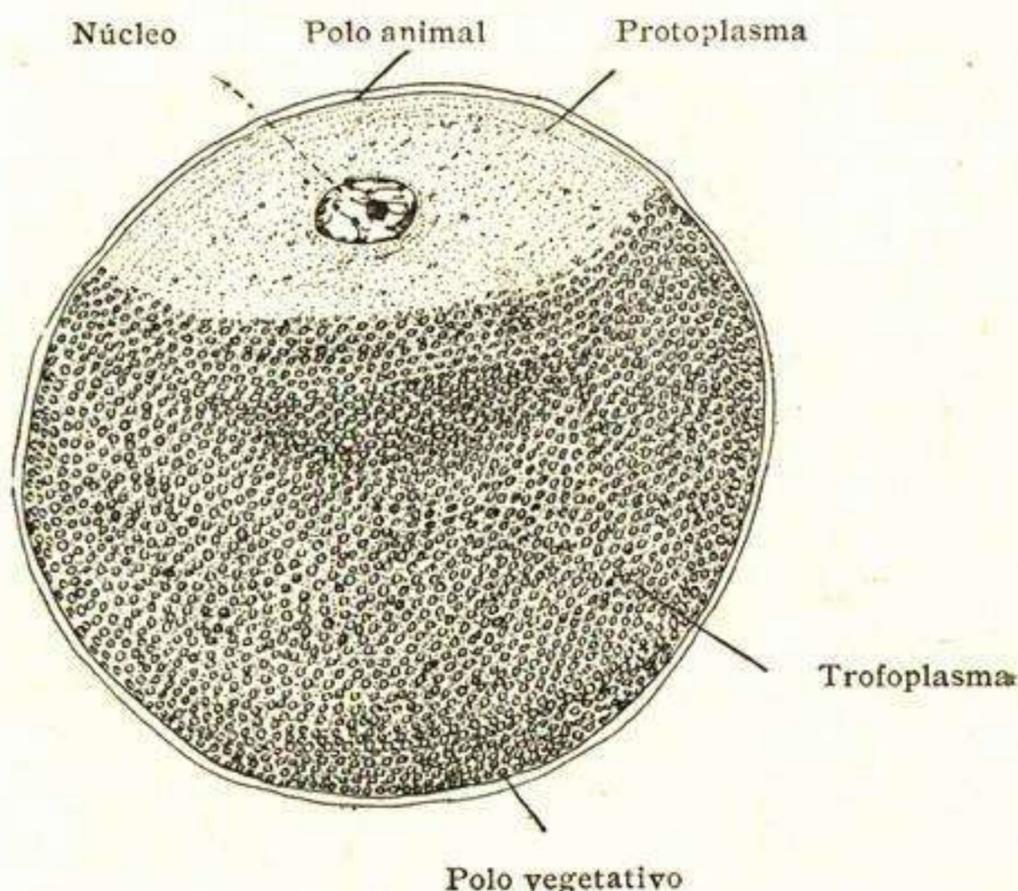


Fig. 31. Óvulo telolecito bien polarizado. (Esquema original).

*xus*, los *mamíferos* y el *hombre* entre los vertebrados poseen óvulos de esta clase, los cuales son sumamente pequeños, ya que, según dijimos, la mayor o menor cantidad de *trofoplasma* es el principal determinante de la magnitud del óvulo. El humano tiene 0,170 mm.; y si en algún escrito se habla de 5 mm., se ha de entender eso no del óvulo propiamente dicho, descubierto por C. E. van Baer en 1827, sino del folículo de Graaf descubierto mucho antes.

b) *Óvulos telolecitos*. Llámense óvulos *telolecitos* los que poseen abundante *trofoplasma* y repartido de modo que se acumule de preferencia en un polo o hemisferio del óvulo. Esta distribución se comprende, si se tiene en cuenta que el *trofoplasma* es más pesado que el *protoplasma*; por tanto, dejando en reposo el óvulo, en virtud de la gravedad, las esferas o plaquetas de trofoplasma se irán natural-

mente a ocupar la parte físicamente inferior, y flotará en la superior la masa del protoplasma. De aquí la denominación de óvulos *telolecitos* (1), esto es, *polarizados*. Pero esta polarización de las dos sustancias, *protoplasma* y *trofoplasma*, puede ser más o menos pronunciada; de suerte que, aun entre los óvulos *telolecitos*, se distinguen dos modalidades: la una con *imperfecta* polarización y con *perfecta* polarización la otra.

α) *Óvulos con imperfecta polarización*. En estos óvulos el trofoplasma no es excesivamente abundante y está distribuido de modo

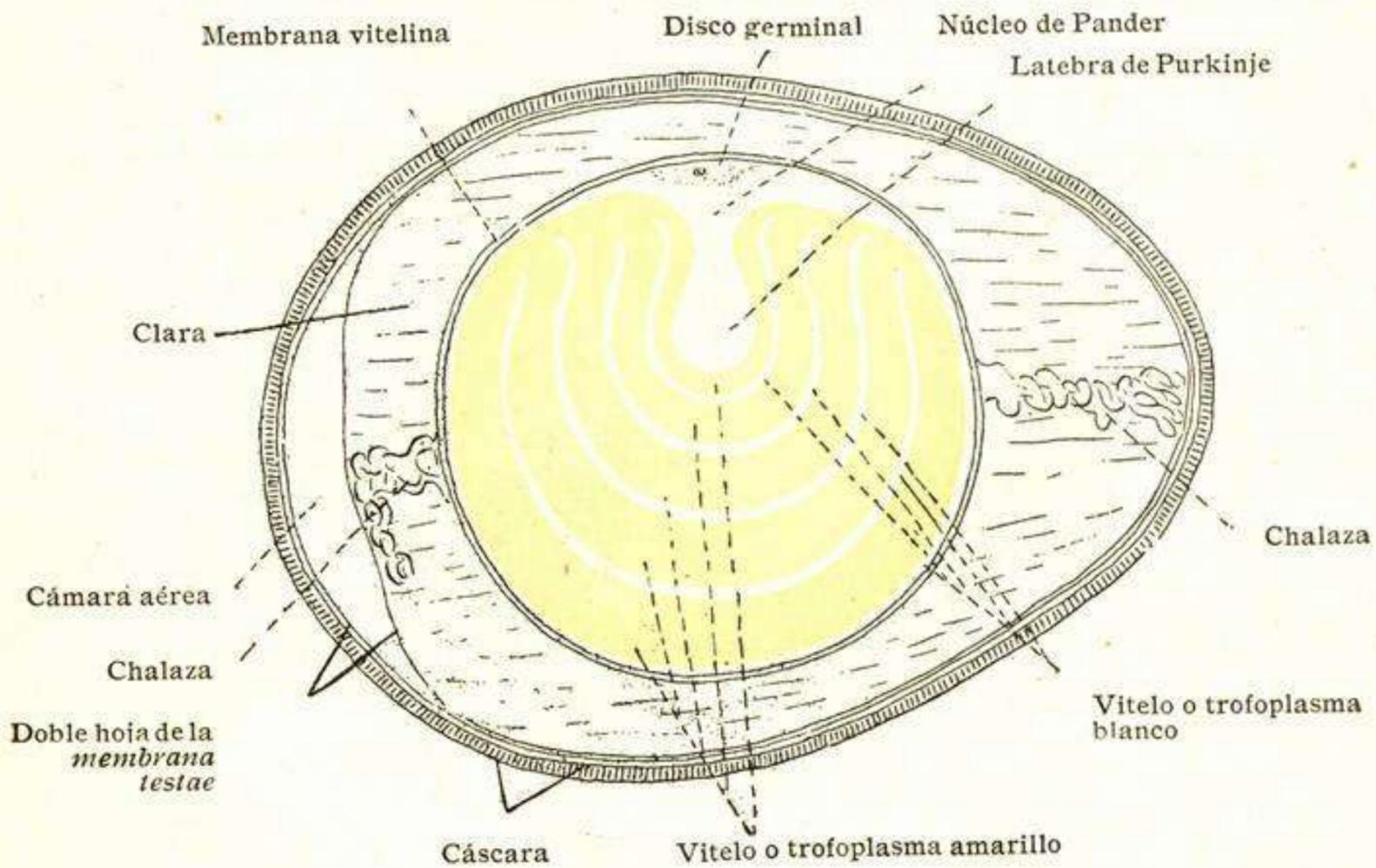


Fig. 32. Huevo de gallina. (Imitación original).

que, aunque abunda mucho más en un polo, llamado por esta causa *vegetativo*, con todo, no falta tampoco en el polo opuesto, el cual por ser más rico en *protoplasma* se llama *polo animal* (fig. 30). Tales son los óvulos de los *anfibios* y *ciclóstomos*.

β) *Óvulos con perfecta polarización*. Son notables por su magnitud, a veces enorme, como en el huevo de gallina, avestruz, etc. Poseen un trofoplasma abundante por extremo que ocupa la totalidad del óvulo, excepción hecha del pequeño espacio que aloja el protoplasma y constituye el *polo animal* (fig. 31). Esta modalidad de óvulos *telolecitos* es propia de peces *selacios* y *teleósteos*, de *reptiles* y de *aves*.

(1) De τέλος, extremo; y λέξιθος, vitelo.

Por lo clásico del objeto, y por la luz que da sobre el particular, merece ser estudiado aquí con algún detalle el huevo de gallina. Ante todo, conviene tener presente que el huevo, tal como lo pone la gallina, suele estar fecundado y lo protegen varias envolturas: es, pues, un *huevo* propiamente tal. El *óvulo* lo constituye sólo la yema, ántes de la fecundación, o sea, cuando salta del ovario y es recogido por el oviducto. Este conducto consta de cuatro partes o tramos: el primero o el más próximo al ovario está revestido de epitelio vibrátil y aquí es donde tiene lugar el encuentro con los espermatozoides, y la fecundación. El segundo tramo del conducto posee repliegues longitudinales y numerosas glándulas que segregan la albúmina o clara de huevo, la cual forma la envoltura más gruesa y semilíquida; en el tercer tramo se encuentran vellosidades y glándulas calcáreas, cuya secreción produce la cáscara; el cuarto tramo es corto y estrecho y lo recorre rápidamente el huevo sin experimentar cambio particular, cuando lo pone la gallina.

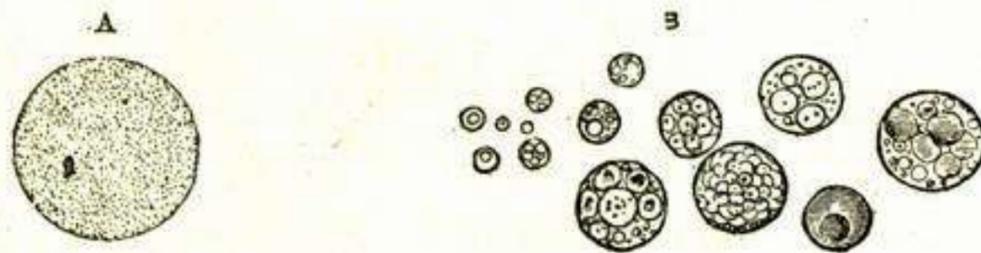


Fig. 33. A. esfera de vitelo (trofoplasma) amarillo.—B, esfera de vitelo blanco. (Según Balfour. Del libro: Die Elemente der Entwicklungslehre de O. Hertwig).

Para mejor estudiar todas estas formaciones, se puede endurecer un huevo y cortarlo por un plano medio que pase por los polos (fig. 32). En el centro hallaremos la yema que es el *huevo*, propiamente dicho, en el supuesto que está fecundado; si no lo estuviera, sería *óvulo* todavía, según la nomenclatura que adoptamos. En ella distinguimos una membrana envolvente que la separa de la clara: es la *membrana vitelina*. En la masa envuelta, el protoplasma o vitelo formador ocupa la parte superior de la yema, constituyendo un disco (*discus proli-gerus*), conteniendo el núcleo (fig. 32): lo restante de la yema lo compone principalmente el *trofoplasma* o *vitelo nutritivo*, el cual es de dos clases, *amarillo* y *blanco*. Este último forma al disco prolífero una especie de pabellón, denominado *núcleo de Pander*, y se introduce luego en una cavidad botelliforme, conocida con el nombre de *látebra de Purkinje*: además, envuelve en delgada capa al vitelo amarillo y le divide interiormente en gruesas capas concéntricas. Esta doble modalidad del *vitelo nutritivo*, *amarillo* y *blanco*, tiene diversa constitución microscópica; porque el amarillo consta de esferas vitelinas

generalmente mayores, llenas de pequeñísimas granulaciones; y el blanco, de esferas más pequeñas, pero con inclusiones de tamaño mayor (fig. 33).

Cuanto a la clara del huevo, haremos notar que forma una capa más densa inmediatamente alrededor de la yema, y se transforma en los polos en un grueso cordón como trenzado, que recibe el nombre de *chalaza*. La composición química de la clara es: 86 % de agua; 12 % de albúmina; 1,5 % de grasa y sustancias extractivas; y, finalmente, 0,5 % de sales (cloruros de sodio y potasio, sulfatos y fosfatos).

La clara está limitada hacia fuera por la doble telita (*membrana testae*), que se desdobra en el polo obtuso del huevo, dando lugar a la formación de la *cámara aérea*.

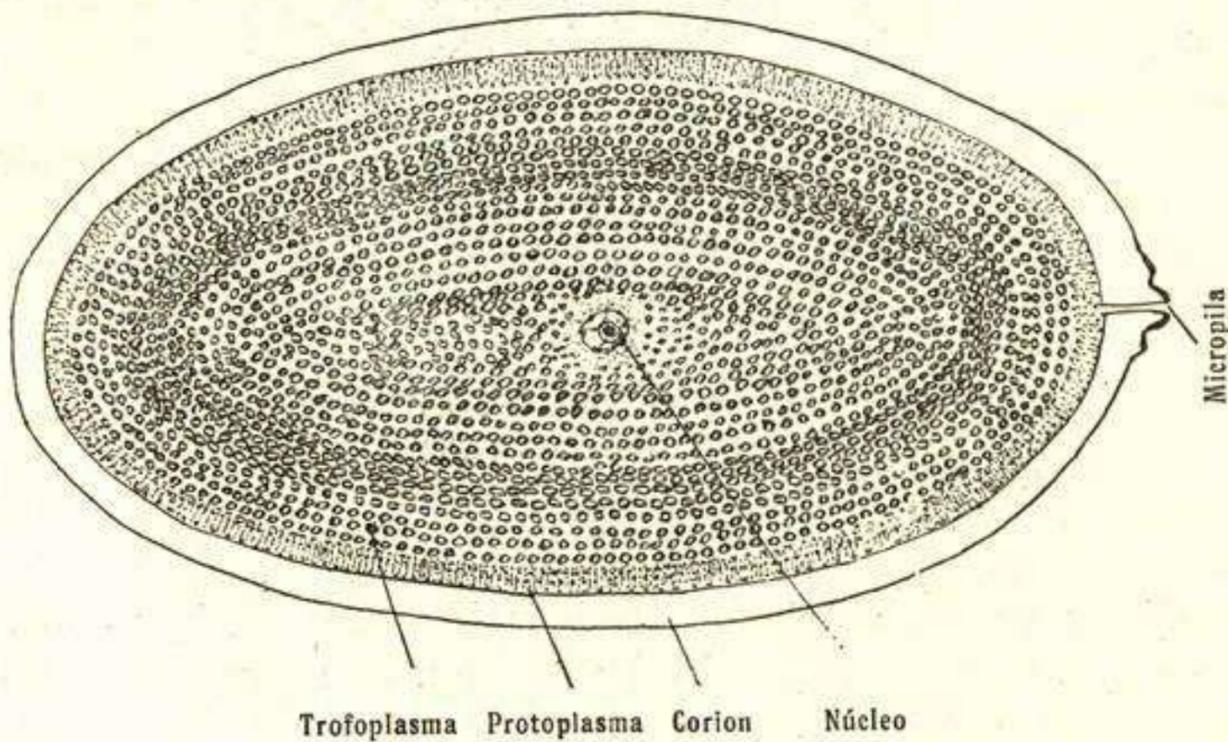


Fig. 34. Óvulo centrolecito. (Esquema original).

En fin, la última membrana es la cáscara, constituida casi exclusivamente por sales calcáreas, 98 %; y sólo de una pequeña cantidad de sustancias orgánicas, 2 % (1).

c) *Óvulos centrolecitos*. Todavía se concibe en los óvulos otra distribución y relación entre *protoplasma* y *trofoplasma*, y es aquella, en que el trofoplasma ocupe el centro del óvulo y el protoplasma, la parte periférica (fig. 34). Este tipo hallamos realizado en los huevos de muchos artrópodos, v. g., en los insectos. Estos son los llamados *óvulos centrolecitos*. El núcleo se halla en el centro, rodeado de una pequeña porción de protoplasma: la gran masa de éste envuelve al *vitelo nutritivo*.

(1) Véase O. Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und des Wirbeltiere, p. 8-9 (1907)

Esta división de los óvulos no hay que tomarla absolutamente o con rigor matemático; por lo menos, muchos de los óvulos que se incluyen de hecho en la primera división, como el de los *Amphioxus* y de

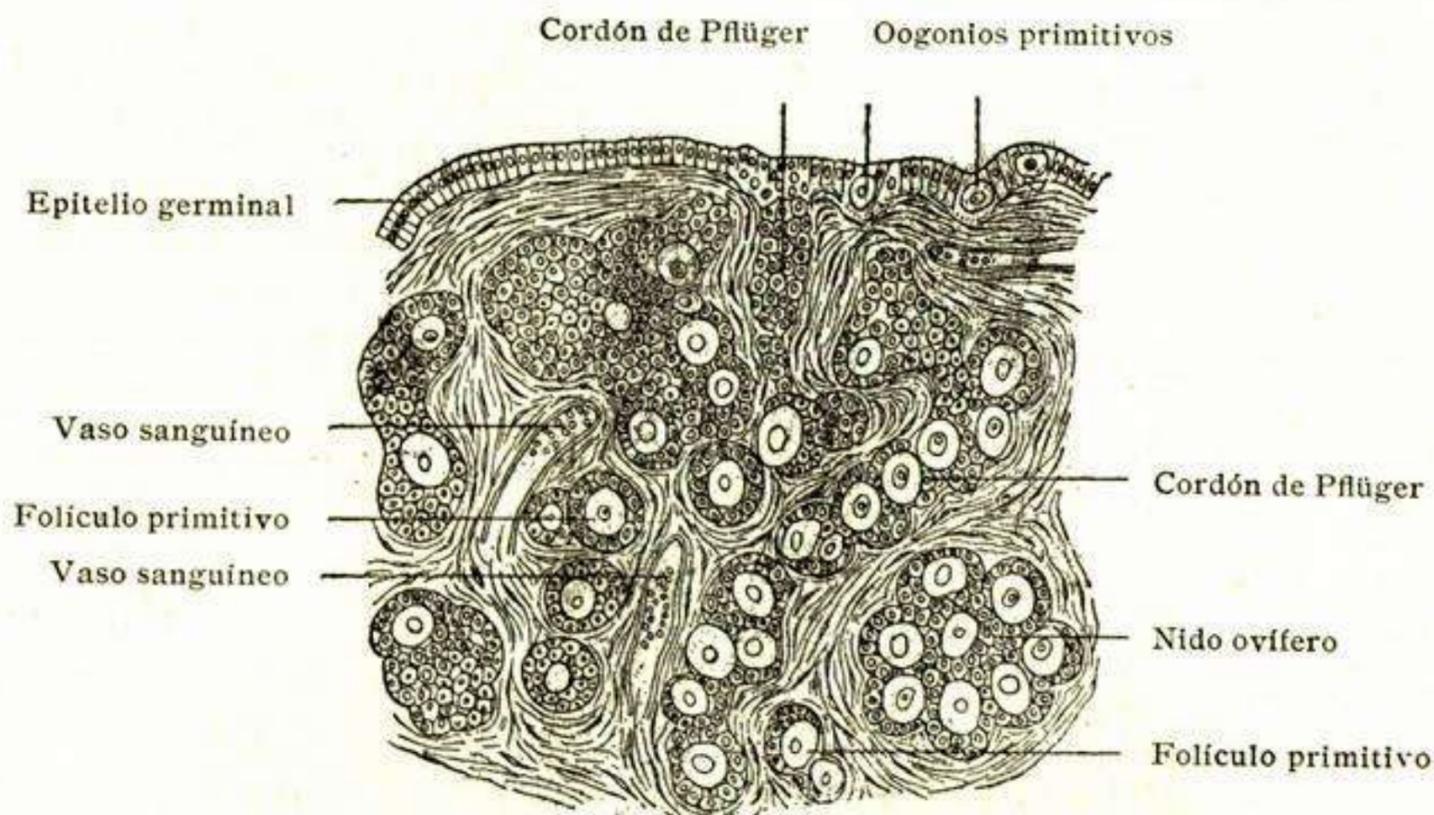


Fig. 35. Fragmento de ovario de una niña recién nacida. (Según Waldeyer. Del Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere de O. Hertwig).

*mamíferos*, no son absolutamente *isolecitos*, sino que hay también en ellos su polo vegetativo y animal, por razón de la presencia de mayor cantidad de vitelo nutritivo en aquél.

## II. Oogénesis (1)

**29. Origen del óvulo.** — Tenemos una idea general del gameto femenino, de su estructura celular y de sus diversas clases, fundadas principalmente en la diferente proporción y relación entre el *protoplasma* y el *trofoplasma*; pero no conocemos aún ni su origen ni los cambios que ha de sufrir para llegar a su destino, que es constituir, en unión de otro gameto, el principio completo de un nuevo

(1) Es más corriente quizás decir *ovogénesis*; pero como esta palabra es híbrida, preferimos usar *oogénesis*, (del griego *ὄόν*, huevo; y *γονόω*, yo engendro) que es la palabra genuina y propia, y se lee ya en recientes libros de Embriología. Por la misma razón diremos *oocito*, *oogonio* etc., en vez de *ovocito*, *ovogonio* y así de otras palabras semejantemente derivadas

sér. El conjunto de procesos que le dan origen y le disponen inmediatamente al cumplimiento de su misión, podríamos comprender bajo el nombre de *oogénesis*. Y aunque en la 2.<sup>a</sup> parte nos hemos de ocupar de esto, todavía conviene tocar brevemente aquí algo sobre el particular, para estar mejor orientados. Y como en lo substancial el origen del óvulo es el mismo en todos los animales, nos fijaremos ahora en la *oogénesis* de los mamíferos y del hombre. Los óvulos traen su origen del epitelio germinal del ovario. Efectivamente; el ovario es un órgano más o menos abultado, revestido al principio de un

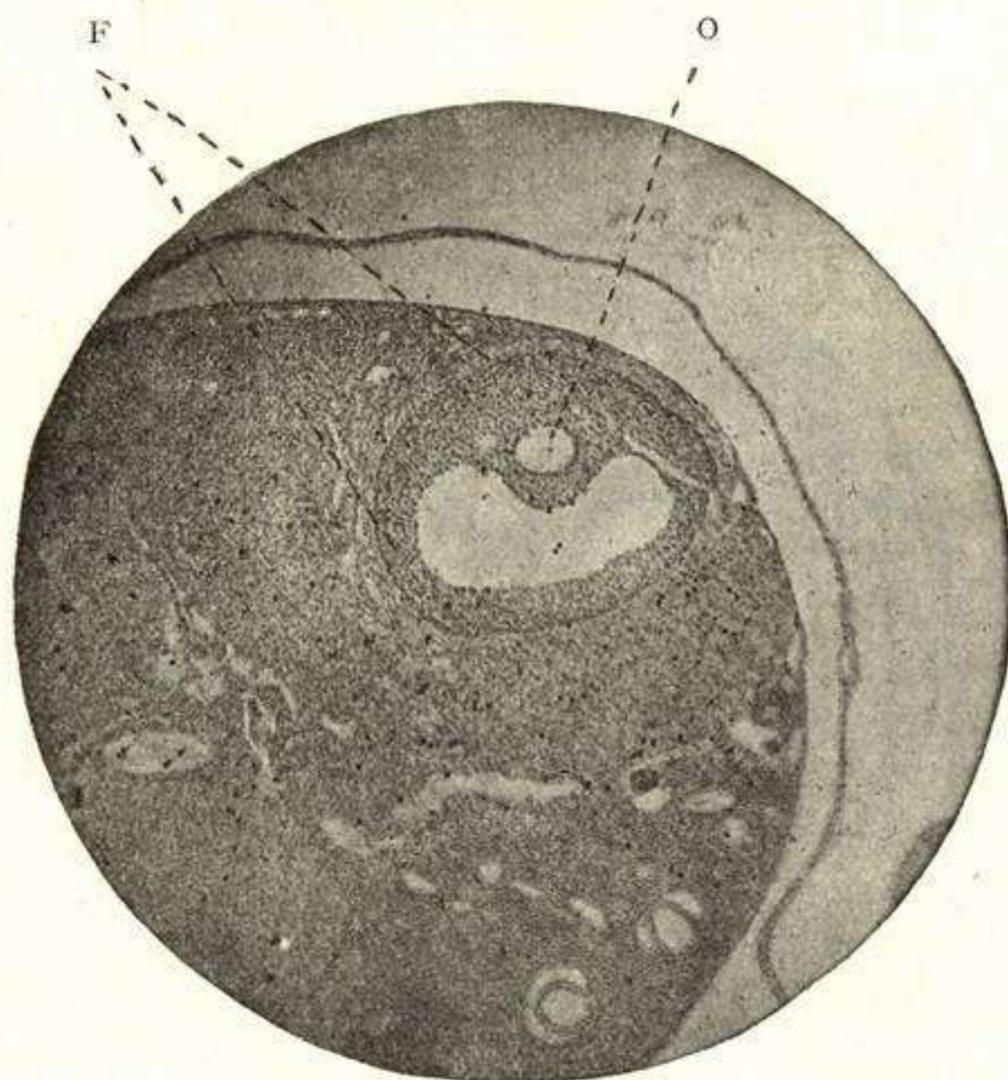


Fig. 36. Fragmento de ovario de *ratón*. (*M. musculus*). F, folículo de Graaf; O, óvulo. (Microfotog. del Lab. Biol. de Sarriá).

epitelio, en el cual bien pronto se distinguen dos clases de células: unas son notables por su magnitud, riqueza protoplásmica y núcleo grande y redondo; y otras ordinarias: aquéllas son *oogonios*, los cuales, multiplicándose y hundiéndose dentro del estroma del ovario, originan los nidos y tiras de estos elementos ontogénicos llamados *cordones de Pflüger* (fig. 35). Esos nidos y cordones de *oogonios* están envueltos por células epiteliales, provenientes de las células epiteliales ordinarias del mismo *epitelio germinal*. Esta es por lo menos lo opinión más general, como veremos en la segunda parte de esta obra sobre la organogénesis; aunque no faltan autores hasta recientes en

contra. En estadios más adelantados, los oogonios no se dividen ya, se aíslan unos de otros dentro del estroma y se rodean cada uno de ellos de una capa de células, constituyendo el *folículo primitivo* (fig. 35). El oogonio ha pasado a ser ovocito u óvulo joven, aunque se suele reservar el nombre de oocito, para cuando el oogonio ha crecido mucho y ofrece ya la zona pelúcida; y las células que lo envuelven, forman el epitelio folicular. El oocito joven, pues, u oogonio, crece notablemente, hasta el punto de que si al principio tiene un tamaño como 10, al llegar al de oocito de primer orden puede alcanzar, según Graf Spee, hasta 200 y aun 230, aunque después puede decrecer, y de hecho decrece en el período meiótico o de maduración (n. 30)

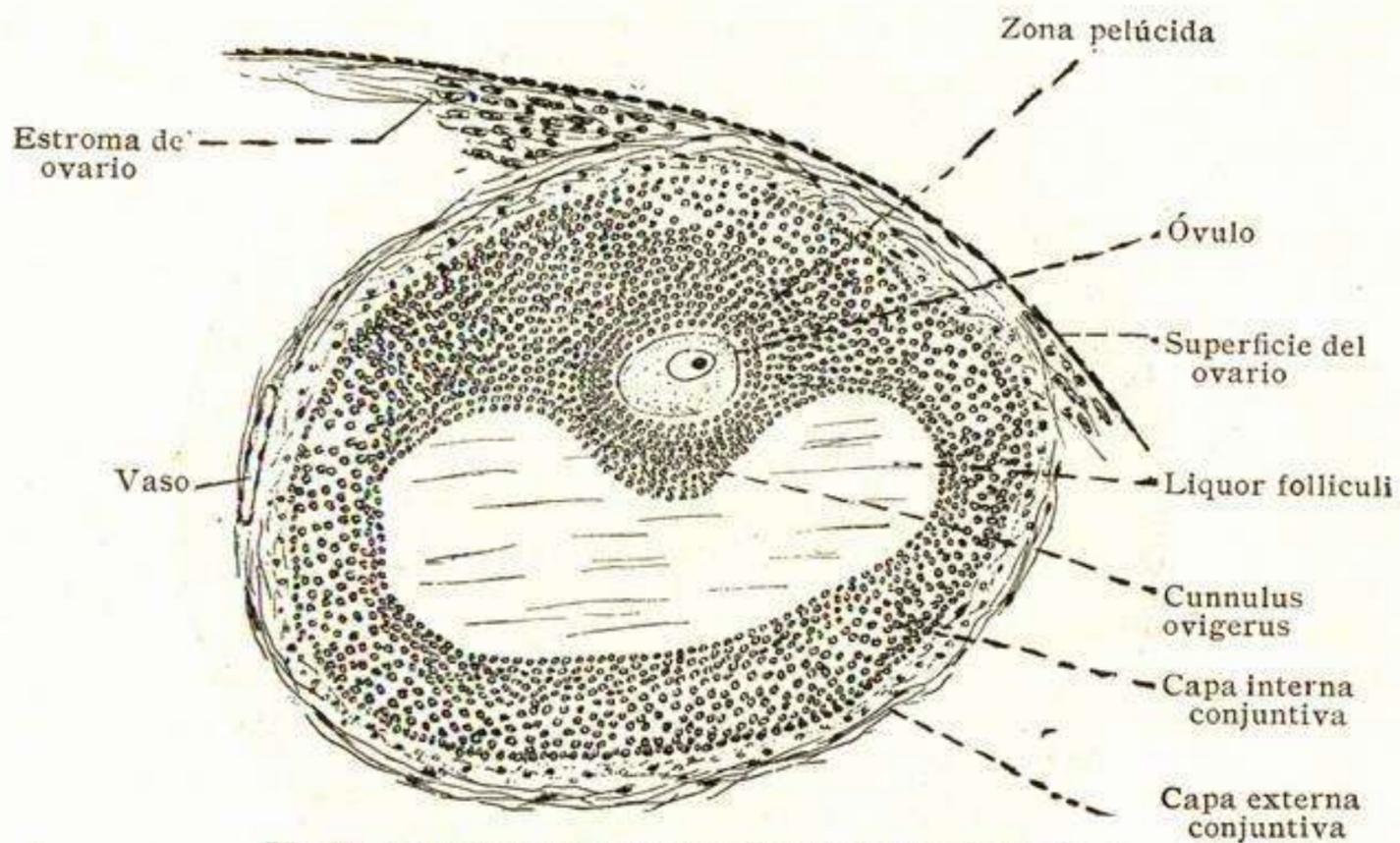


Fig. 37. Parte del ovario de la figura anterior conteniendo un folículo de Graaf, muy aumentado. Las capas conjuntivas externas del folículo constituyen la llamada *theca* (cápsula). (Original).

al expulsar los *corpúsculos polares*: al paso que las células del epitelio folicular se multiplican, aumentando el número de capas; con lo cual el folículo se convierte en un cuerpo, cada vez más voluminoso. En su interior se produce una excavación que se llena de líquido, conocido con el nombre de *liquor folliculi*. En esta cavidad hace prominencia el *oocito*, envuelto siempre por algunas capas de células epiteliales (fig. 36). La prominencia es conocida en embriología con el nombre de *cumulus oophorus* o *discus proligerus*. La descripción general del óvulo, que hemos hecho más arriba, se refiere al óvulo en este estadio. Si le examinamos *in situ* (fig. 37), veremos que entre el epitelio folicular y el mismo óvulo existe una zona clara o hialina: es la *zona pelúcida*. Esta zona, según unos, sería un producto del epitelio folicular; según otros, ovular. Lo cierto es que se

halla atravesada por canalitos radiales, conceptuados como medios de transmisión de sustancias para el crecimiento del óvulo por parte de las células foliculares. Por razón de esos canalitos que la atraviesan, se denomina también la zona que nos ocupa, *zona radiada*. A la zona radiada seguiría hacia dentro, en el óvulo humano, según Nagel y van der Stricht, la membrana vitelina: a ésta, una delgada zona de citoplasma (vitelo formador), claro, sin granulaciones y más condensado: más adentro se hallaría otra zona más granugienta, conteniendo los mitocondrios; y en la región central, la parte más rica en deutoplasma. (Véase Graf Spee: Anatomie und Physiologie des Schwangerschaft en el Handbuch der Geburtshilfe de Döderlein, P. 51. 1915).

Nótese que en el oogonio que va a convertirse en oocito por haber terminado ya sus divisiones goniales, se encuentra el llamado núcleo vitelino (Balbiani), esto es, una masa granugienta y condensada. Se compara al idiozoma de los espermatidos (n. 34). Su existencia es pasajera y se le atribuye la elaboración del trofoplasma (deutoplasma).

Cuando el folículo está maduro, se halla en la periferia del ovario, y se abre por una especie de deshiscencia, saltando a la cavidad somática el óvulo, envuelto aún por algunas capas de células foliculares (fig. 29), a las que se ha dado el nombre de *corona radiada*.

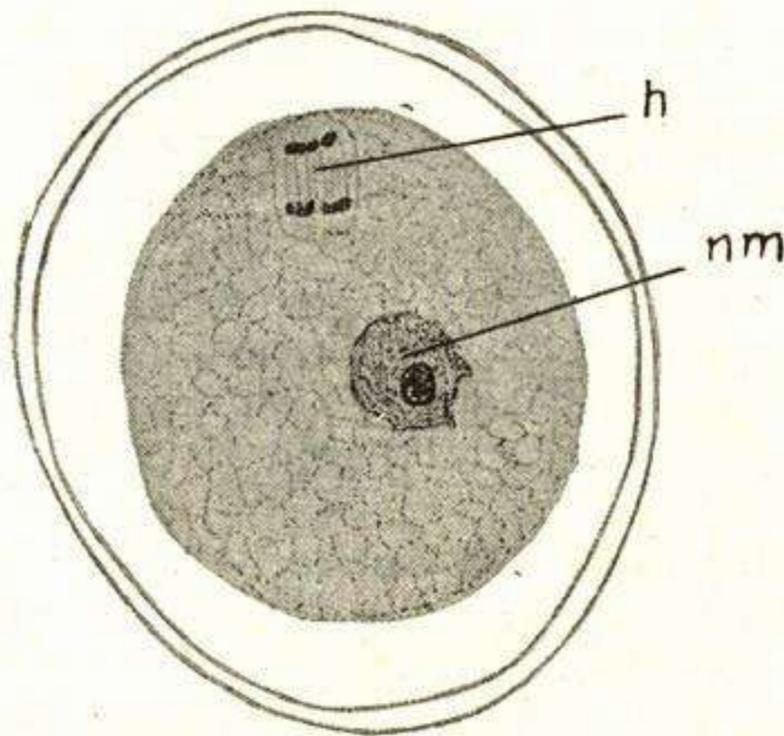
**30. Maduración del óvulo.**— El óvulo tal como se encuentra dentro del folículo, ántes de la deshiscencia, no es aún apto para la fecundación. Para ello ha de despojarse, primero, de la mitad de su cromatina, verificando, al efecto, dos divisiones consecutivas que se han llamado *estadios de maduración*. El fenómeno parece común a todos los óvulos que han de originar un nuevo sér por fecundación, aunque no en todos es tan fácil observarlo. Como quiera que el óvulo de la lombriz intestinal del caballo, *Ascaris megalcephala*, se presta especialmente para la demostración del fenómeno, en él lo expondremos.

Ante todo, llamaremos la atención sobre la circunstancia de que en el óvulo del mencionado parásito, los estadios de maduración tienen lugar, después de haber penetrado en él el espermatozoide. Otras veces, no es así.

Los estadios de maduración se inician por una emigración del núcleo hacia la periferia, donde se forma un huso *cariocinético* (fig. 38, h). El óvulo origina luego una especie de hernia o montículo, donde se introduce aquél. Dividido luego el núcleo, se estrangula la hernia y se desprende, llevándose la mitad de los cromosomas o de la cromatina. La otra mitad de los cromosomas se queda en el óvulo. La porción desprendida se llama *primer corpúsculo de dirección* o *primer corpúsculo polar* o *primera célula polar*. El óvulo así desintegrado se llama *oocito de segundo orden*, así como se llama

*oocito de primer orden* (1) el óvulo antes de su merma. El fenómeno se repite por segunda vez con el núcleo y cromatina que quedó dentro del óvulo (fig. 39), desprendiéndose el segundo corpúsculo de dirección. Lo que resta del núcleo dentro del *óvulo*, después de la segunda merma, tomando la forma de vesícula, recibe el nombre de *pronúcleo femenino* (van Beneden).

Una pequeña reflexión nos hará caer en la cuenta de que mediante esta doble división que sufre el óvulo, la cromatina de su núcleo queda reducida a la mitad. En efecto, todo el mundo sabe que en la división *cariocinética*, los cromosomas se dividen por la



**Fig 38.** Oocito de primer orden de *Ascaris megalcephala* (*lombriz intestinal del caballo*) en la primera división del período meiótico. h, huso de la primera división; nm, núcleo (pronúcleo) masculino. (Original).

mitad, resultando al principio doble número de ellos. De este doble número de cromosomas, se va durante la anafase la mitad a un polo y otra mitad a otro polo, quedando luego cada célula-hija con el número normal y ordinario de cromosomas que tenía antes de dividirse cada cromosoma en dos mitades. Pero como en nuestro caso, después de la primera división de cromosomas, viene en seguida otra; las células-hijas de esta segunda división, no podrán tener sino la mitad de los cromosomas ordinarios. Por esta causa, estas divisiones se llaman también de *reducción* o del período *meiótico*.

En nuestra *Citología* (2) se explican los fenómenos del período meiótico. Aquí no haremos más que apuntar que en la profase de la

(1) Se escribe también oocito I, oocito II, para significar el oocito de primer o segundo orden.

(2) *Citología*, parte práctica, n. 265 y sigs

primera división, los cromosomas aparecen formando grupos de a cuatro que llaman *tétradas*. Cada *tétrada* o grupo de a cuatro, resulta de la asociación de dos cromosomas, cada uno de los cuales presenta una división en dos mitades: en definitiva la *tétrada* está constituida por 4 cromosomas-mitades. En la primera división de las dos del período meiótico, cada *tétrada* envía su mitad, o sea, una *diada* a cada polo; y en la siguiente división, la mitad de cada *diada* restante. Al fin de cuentas, la *tétrada* ha distribuido sus cuatro partes entre cuatro células, al menos en el caso de que el primer corpúsculo de división se haya dividido también, como sucede algunas veces.

Los fenómenos de maduración se cumplen en los óvulos de los

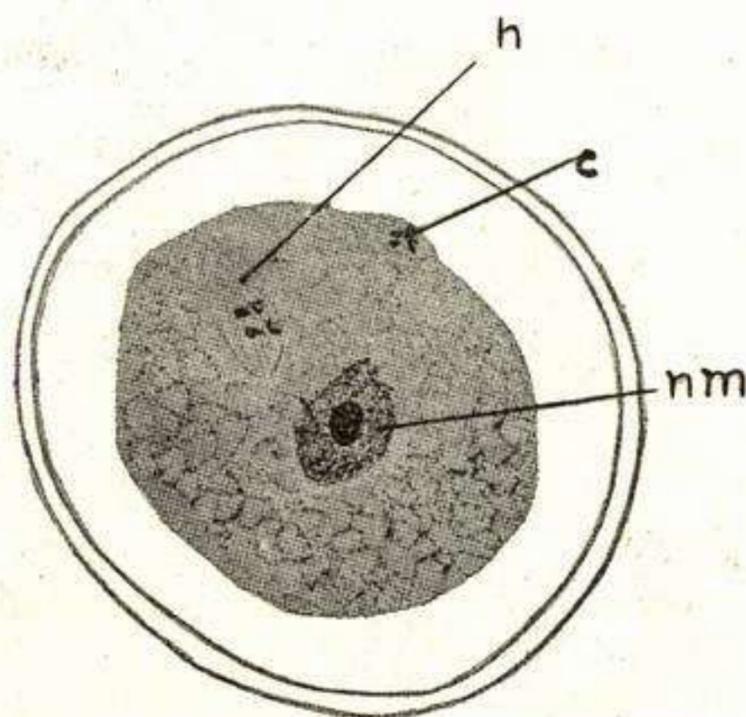


Fig. 39. Oocito de segundo orden de *Ascaris megalocephala*. h, huso de la segunda división; c, primer corpúsculo de dirección, (primer corpúsculo o primera célula polar); nm, núcleo (pronúcleo) masculino. (Original).

demás animales, tanto inferiores como superiores. Como ejemplo podemos poner los óvulos de rata (fig. 40).

Resumiendo la oogénesis, tenemos que en el epitelio germinal aparecen elementos celulares que específicándose reciben el nombre de *oogonios*; los cuales por división celular cariocinética y *típica* se van multiplicando. Viene un período para cada línea oogonial, en que los oogonios no se dividen más, sino que cada uno comienza a crecer notablemente. Llegado a su máximo de crecimiento, sufre dos divisiones consecutivas que son cariocinesis *atípicas*, una *homeotípica*, por asemejarse mucho a la cariocinesis típica, y otra *heterotípica*, por ser más divergente; las dos juntas señalan el *período de maduración*. Tratándose, además, del gameto femenino u óvulo, las dos divisiones maturativas fragmentan en partes desiguales la célula (fig. 41).

Si se preguntase cuál de las dos divisiones atípicas del período meiótico es la primera, la *homeotípica* o la *heterotípica*, en vertebrados parece que ésta es la primera, separándose, por consiguiente, en ella los cromosomas que en la complicada profase se habían juntado. Si el oocito posee cromosoma X, por la misma razón pasa dicho cromosoma en la primera división íntegro a una de las células hijas u oocitos de segundo orden y sólo se divide en la segunda división.

Hablando de la fecundación, dice Graf Spee que la penetración

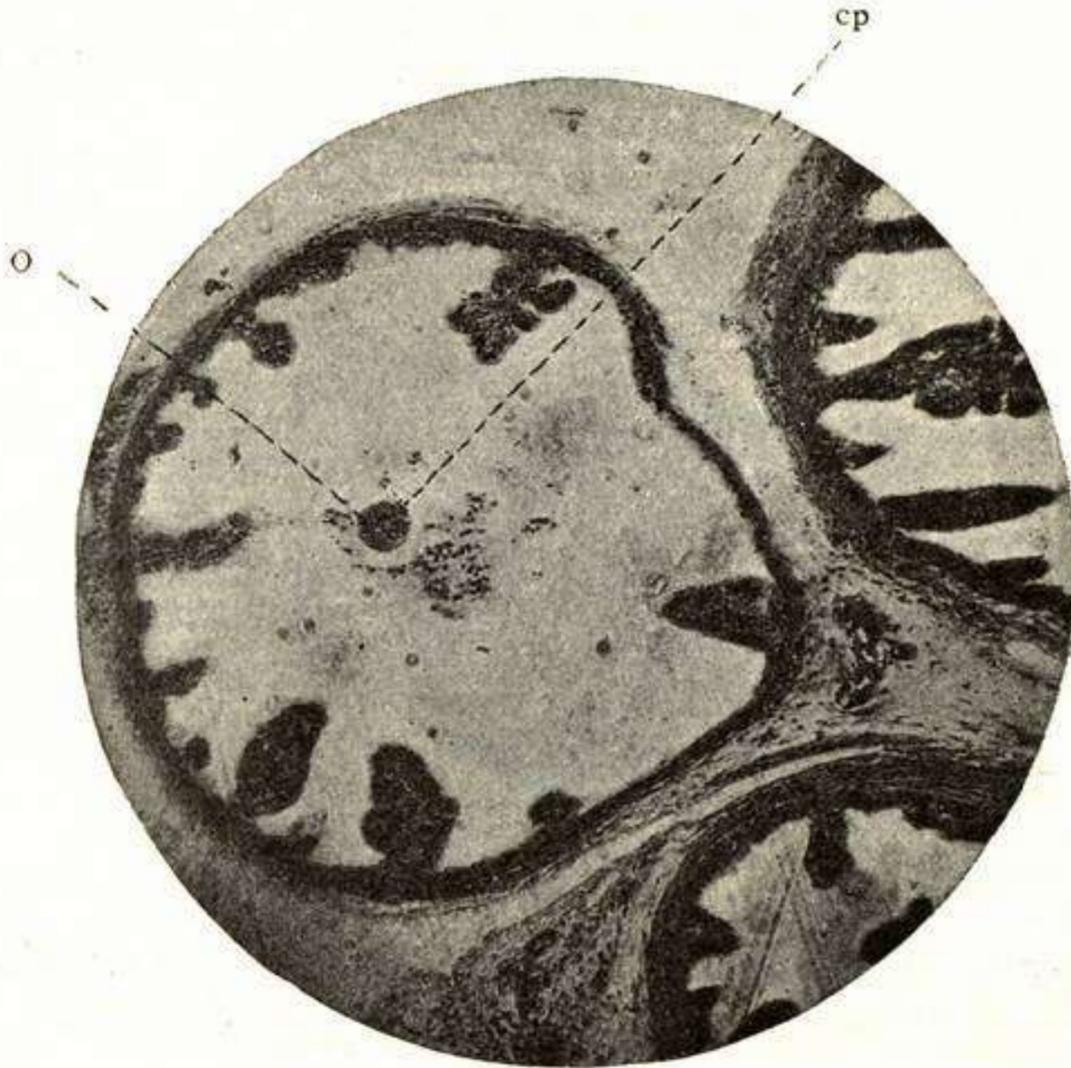


Fig. 40. Corte transversal de la trompa de Falopio de la *rata* (*Mus rattus*), conteniendo en su interior el óvulo, expulsando un corpúsculo polar. O, óvulo; cp., corpúsculo polar. (Original).

del espermatozoide en el huevo (se trata de mamíferos) tiene lugar lo más ordinariamente (meist), ántes que el óvulo haya expelido el segundo corpúsculo polar (1). Brachet (1921) parece dar esto como regla, cuando dice que al tiempo de penetrar el espermatozoide al óvulo, éste no ha acabado aún, por regla general, la segunda mitosis de maduración.

Dejamos la cuestión del cuerpo amarillo que se forma en el ovario, al expulsar el óvulo, para la segunda parte u organogénesis; allí estudiaremos desde un principio la formación y la actividad de las lla-

(1) Conf. Graf Spee: Anatomie und Physiologie der Schwangerschaft en el Handbuch der Geburtshilfe von Döderlein p. 39. 1915.

madras glándulas genitales, tanto masculinas como femeninas. Aquí nos basta comenzar por el producto de estas glándulas que son el principio del nuevo organismo.

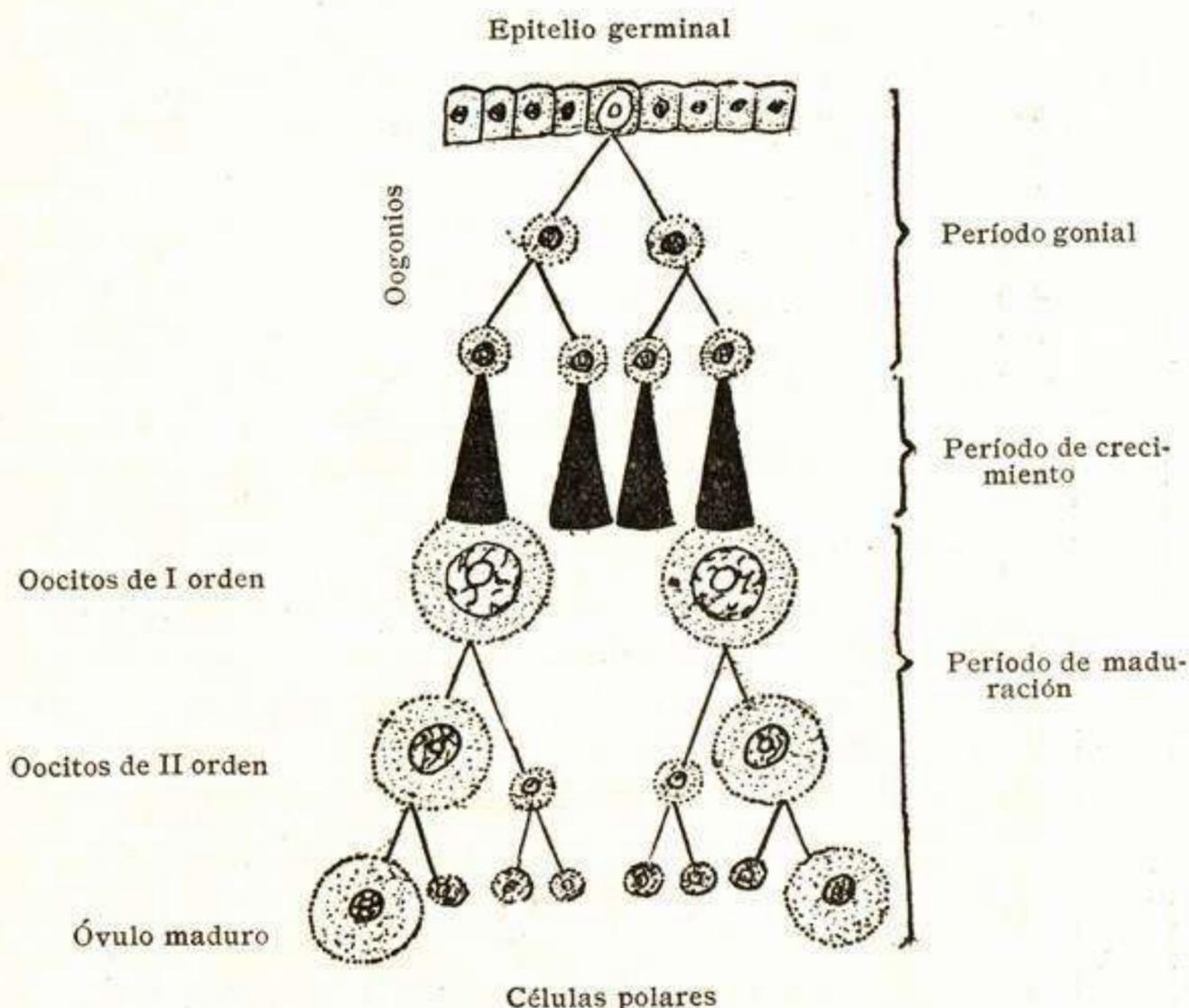
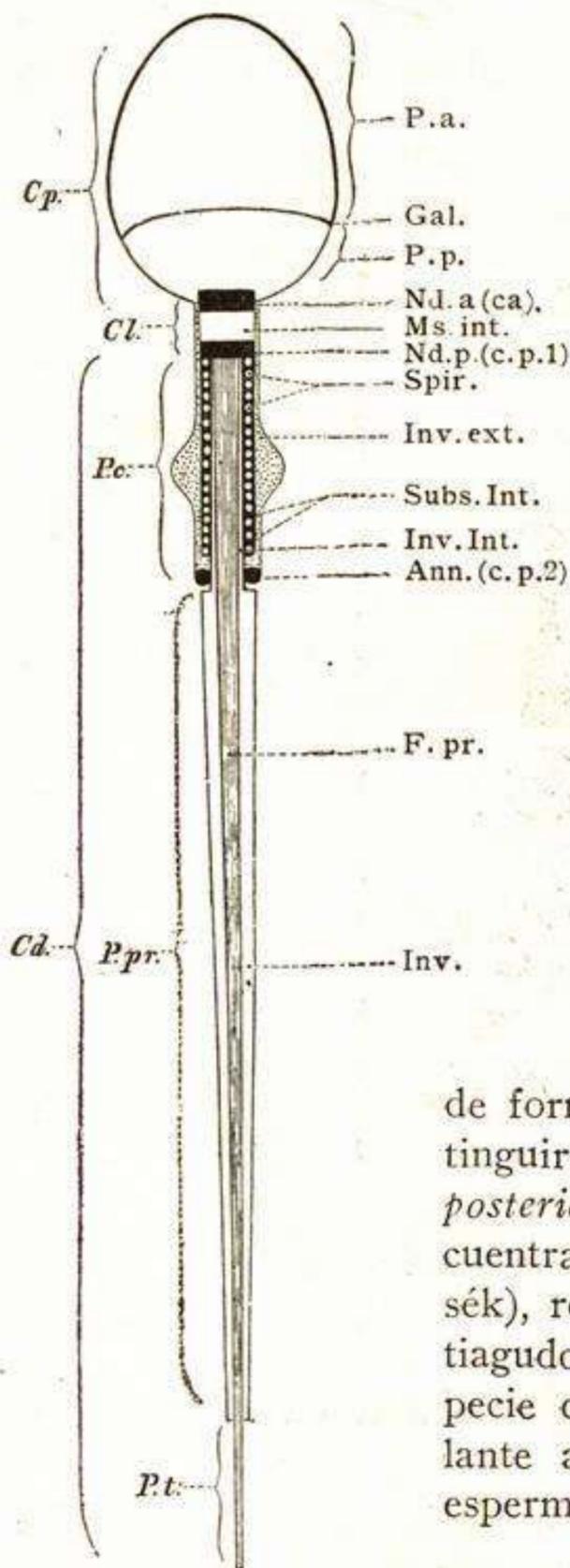


Fig. 41. Esquema resumiendo la oogénesis. (Original).

### III. El espermatozoide o gameto masculino

**31. Orientación.** — Así como el óvulo o *gameto femenino* es la célula más grande del organismo, así, por el contrario, el *espermatozoide* o *gameto masculino* suele ser la célula más pequeña del mismo; en términos que, comparando los dos gametos entre sí, el *espermatozoide* podrá ser más de un millón de veces más pequeño que el *óvulo*, como en la gallina o en el avestruz, según dijimos (n. 7).

La forma más general y ordinaria del *espermatozoide* es la alargada, con un cuerpo o cabeza que contiene el idioplasma o substancia hereditaria del padre, y un largo apéndice o cola, órgano del movimiento. Esta forma recuerda al momento la de los *flagelados*, microorganismos unicelulares que viven y se mueven en medios líquidos. Por la forma, pues, se ve que el gameto está adaptado al movimiento: lo cual en unión de la pequeñez de su tamaño, pone delante, muy bien realizado, el principio de la división del trabajo, según expusimos ya más arriba (n. 7).



**Fig. 42.** Esquema de un espermatozoide del cobayo (*Cavia cobaya*), Cp., cabeza; Cl., cuello; Cd., cola.—P.a., parte anterior de la cabeza, cuya parte extrema constituye el *perforatorio* o *acrosoma*; Gal., *gálea*, esto es, límite de una especie de funda o cofia. P.p., parte posterior de la cabeza, donde se aloja la cromatina.—Nd.a (ca), nódulos anteriores o centrosoma anterior. Ms.int., masa intermedia.—P.c., Pieza de unión; Nd. p. (c. p. 1), nódulos posteriores o primer centrosoma posterior; Spir., hilo espiral; Inv. ext., invólucro (vaina) externo; Subst. int., substancia intermedia; Inv. int., invólucro (vaina) interno; Ann. (c.p. 2), anillo o segundo centrosoma posterior; P.pr., parte principal de la cola; F.pr., filamento principal; Inv., invólucro o vaina; P.t., parte terminal. (Según Meves. Del Handbuch der Entwicklungslehre de O. Hertwig).

### 32. Estructura del espermatozoide.

— Queda ya indicada la forma general, con que se presenta el *espermatozoide*. Ahora hemos de dar un paso más y hacernos cargo de su estructura. Claro es que la estructura del espermatozoide varía mucho de unos organismos a otros en la serie animal; pero ayuda poderosamente, para comprender esa misma variedad, el tomar primero como punto de vista un esquema, donde se sinteticen las principales formaciones de los gametos que nos ocupan, aunque no todos lo contengan todo o en la misma forma y disposición.

*W. Waldeyer* (1) distingue en el espermatozoide tres partes: *cabeza*, *cuello* y *cola* (fig. 42).

a) *Cabeza*. La cabeza constituye la parte anterior del espermatozoide (fig. 42, Cp.), la cual puede gozar de forma muy variada; en ella se puede distinguir desde luego una región *anterior* y otra *posterior*. En la anterior (fig. 42, P. a.) se encuentra el *perforatorio* (*acrosoma* de Lenhosék), representado por el borde anterior puntiagudo o cortante, y el *capacete* o *gálea*, especie de forro que recubre la cabeza de delante atrás hasta su tercio posterior en los espermatozoides de mamíferos (fig. 42, Gal.).

Otras formaciones o estructuras de esta región anterior, quizás son más bien ilusiones ópticas. La región posterior es más obscura (P. p.) y contiene principalmente el núcleo.

b) *Cuello*. En el cuello, que se ofrece algunas veces en forma de surco, se esconden

(1) Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd I, Teil. I, p. 103.

los centrosomas, el *anterior* o nódulos anteriores (fig. 42, Nd. a. [c. a.]) y el *posterior* (fig. 42, Nd. p. [c. p. 1]) o nódulos posteriores, primer centrosoma posterior; pues pueden estar representados por varias bolitas. Entre uno y otro se extiende la llamada *masa intermedia*.

c) *Cola*. La cola se deja dividir en tres regiones: región *conjuntiva* o pieza de unión, región *principal* y región *terminal*. La de estructura más complicada es sin duda la primera; se llama *conjun-*

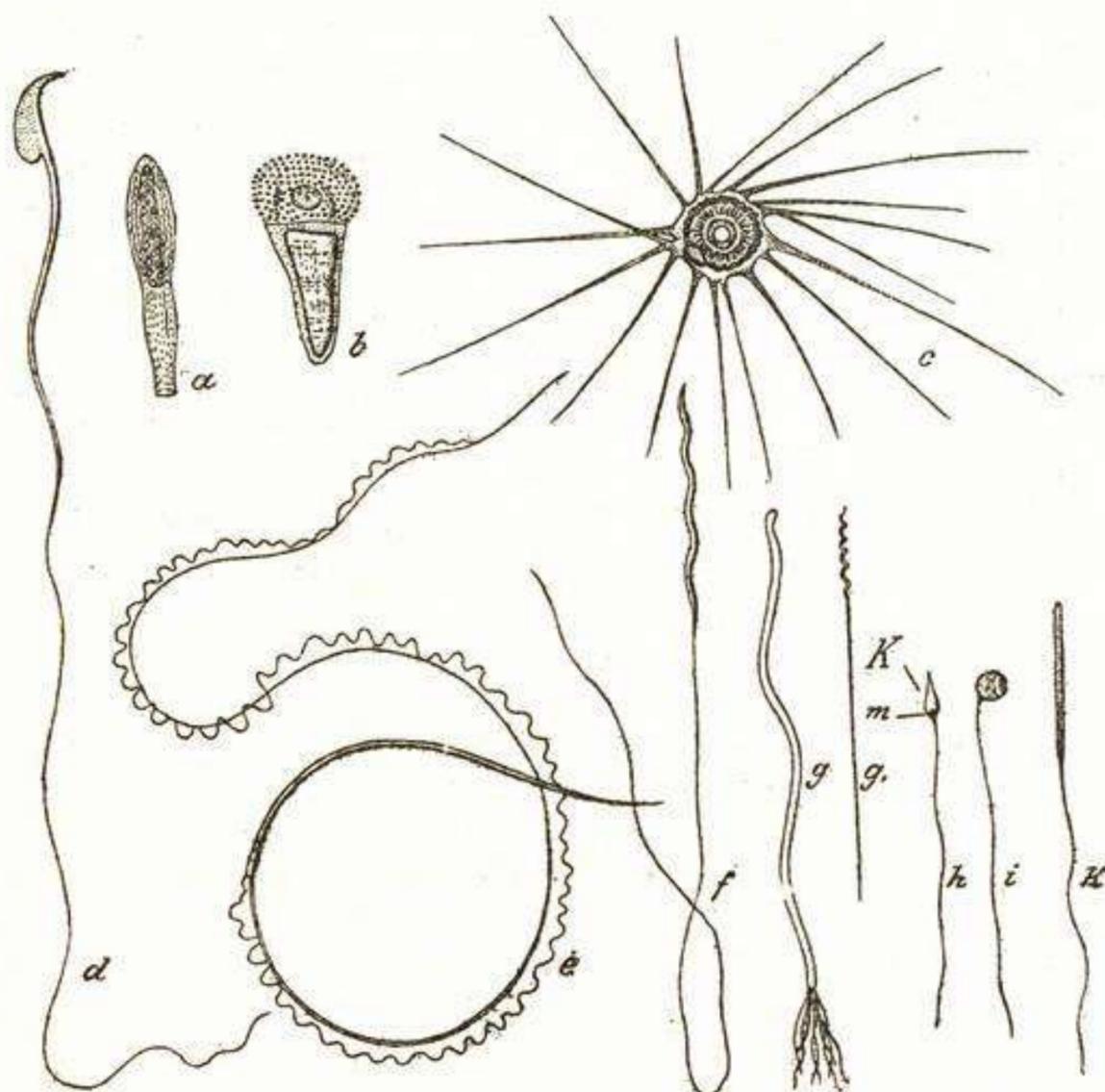


Fig. 43. Grupo de espermatozoides de diversos animales. a, del ácaro, *Gamasus crassipes* (según Winkler); b, de la lombriz intestinal del caballo, *Ascaris megalocephala* (según Ed. v. Beneden); c, del cangrejo de río, *Astacus fluviatilis* (según Groben); d, de la rata, *Mus rattus* (según Ecker); e, de la salamandra, *Salamandra maculosa*: nótese la membrana undulante (según Duvernoy); f, de la tremeilga, *Torpedo*; g, espermatozoide vermiforme del molusco, *Paludina vivipara*; g', espermatozoide filiforme del mismo animal ambos según Brunn); h, de una medusa; (K, cabeza; m, pieza de conjunción); i, del sifonóforo, *Forskalia* (según Claus); k, de una rana (según Ecker). (De la Zoología de Claus-Grobben).

*tiva* o de unión, por enlazar el cuello con lo restante del cuerpo del espermatozoide y está limitada por las dos partes del centrosoma posterior, las cuales integran la región. En ella se halla el filamento principal que ocupa el eje; envolviendo al filamento principal se halla primero una envoltura inmediata que se llama *invólucro interno* y sobre éste la *substancia intermedia*, y, empotrada dentro de ésta, el *filamento espiral* (fig. 42, Spir.). Formando vaina a todo lo dicho y por

arriba al mismo  *cuello*, se halla otra substancia, conocida con el nombre de  *invólucro externo*, en oposición al  *interno*. El  *invólucro* externo puede presentar un abultamiento en su región media (fig. 42, Ind. ext.).

La  *parte principal* de la cola (fig. 42, P. pr.) es más sencilla: consta del  *filamento principal* y de una envoltura que es la continuación del  *invólucro interno* de la  *parte conjuntiva*. Alguna vez, sin embargo, se complica bastante esta  *parte principal* de la cola con la presencia de una  *membrana ondulante*, como en los espermatozoides de  *Salamandra maculosa* (fig. 43, e), y aun puede existir hacia atrás otra membrana accesoria, llamada  *membrana timonera*. La  *membrana ondulante* suele estar bordeada por otro filamento que llaman  *marginal*: con el filamento principal y el marginal pueden coexistir, al parecer dentro de la membrana, filamentos  *accesorios*. En este caso el espermatozoide posee una estructura muy parecida a la de un  *tripanosoma* (1).

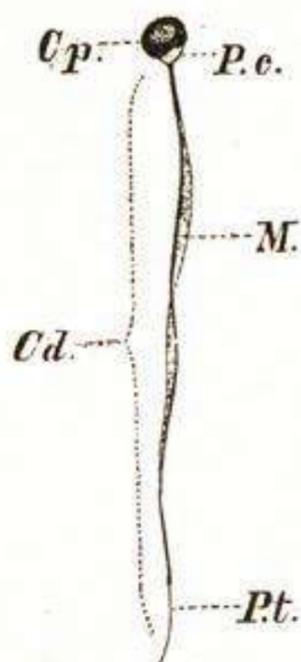


Fig. 44. Espermatozoide de la  *perca de río* ( *Perca fluviatilis*). Cp., cabeza; Cd., cola; P.c., pieza conjuntiva o de unión; P.t., pieza terminal de la cola; M., margen. (Según Ballowitz. Del Handbuch der Entwicklungslehre de O. Hertwig).

Finalmente, viene la  *parte terminal* de la  *cola*, constituida sólo por el  *filamento principal*, aunque no le falte por ventura su vainita. Por un proceso de maceración, la parte terminal se deja deshacer en fibrillas: lo cual arguye su composición.

**33. Variedades de forma.** — El tipo que acabamos de describir, si bien sintetiza las formaciones más ordinarias de los  *espermatozoides*, es, con todo, un tipo ideal. En la serie animal hay mucha variedad de formas, no sólo en clases muy distanciadas, sino también dentro de una misma clase, que no ha de desconocer el embriólogo. Y por esto, tocaremos aquí algunas.

*Ascaris megalocephala*. En  *Ascaris megalocephala*, que es la lombriz intestinal del caballo, el espermatozoide se parece a una bellota (fig. 43, b). En la base, mucho más voluminosa y algo accidentada, existe el núcleo; la parte restante y cónica es lisa y más clara por contener una substancia grasienta brillante o lustrosa. Los accidentes de la base son sin duda  *pseudo-podios*, cuyo fin será el fijar por su medio el  *espermatozoide* al  *óvulo*.

Los espermatozoides de  *Astacus fluviatilis*,  *cangrejo de agua dulce*, se parecen a erizos de mar (fig. 43, c), con cuerpo central, donde se halla el núcleo y multitud de apéndices espinosos.

(1) Conf. Citología, p. teórica n. 190 (1914); p. práctica, n. 334 (1918).

Los de *Paludina vivipara* (molusco) semejan gusanos con un extremo terminado en un ramillete de apéndices (fig. 43, g).

Entre los vertebrados, los de los peces unas veces tienen cabeza más o menos esférica (fig. 44), como en la *perca* (*Perca fluviatilis*); otras, en forma de gusano espiroideo (fig. 43, f), como en la *tremielga* (*Torpedo marmorata*); en los de anfibios, ora es la cabeza cilíndrica, como en la rana, v. g., *Rana esculenta*, ora larga y puntiaguda (fig. 43, e), como en

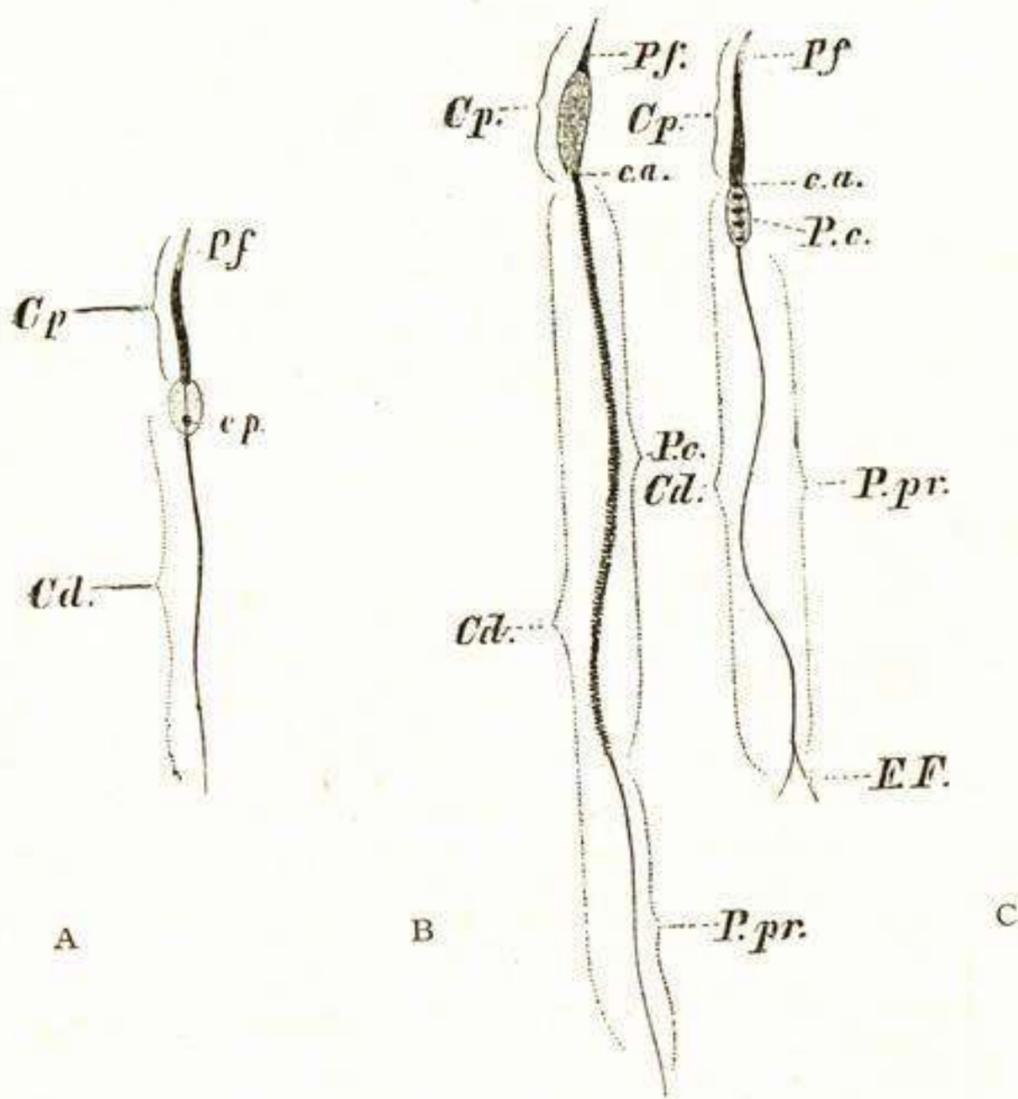
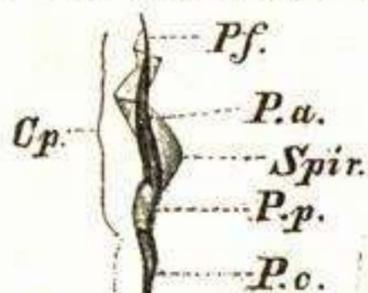


Fig. 45. A. espermatozoide de un lagarto (*Lacerta agilis*): Cp., cabeza; Cd., cola; Pf., perforatorio; c.p., centrosoma posterior, del cual parte hacia la cabeza un delicado hilo, envueltas ambas formaciones por la vaina hinchada.—B., espermatozoide de la culebra ordinaria de agua (*Tropidonotus natrix*). Cp., cabeza; Cd., cola; Pf., perforatorio; c.a., centrosoma anterior; P.c., pieza conjuntiva; P.pr., parte principal de la cola.—C., espermatozoide de una tortuga (*Testudo mauritanica*). La misma nomenclatura que en B. Además, F.F., dos fibrillas, en que se descompone la parte terminal de la cola. Aumento por cada mm. del dibujo = 0,0009 mm. (Según Ballowitz. Del Handbuch der Entwicklungslehre de O. Hertwig).

las salamandras (*Salamandra maculosa*). En reptiles ocurren también formas muy variadas, como se ve en la fig. 45, donde se representan los de lagarto, *Lacerta agilis* (fig. 45, A), de culebra, *Tropidonotus natrix* (fig. 45, B), y de tortuga, *Testudo mauritanica* (fig. 45, C). Variadas son asimismo las formas de espermatozoides en las aves: compárese sino el del pinzón, *Fringilla caelebs* (fig. 46), con el del palomo, *Columba domestica* (fig. 47), con el de chota-cabras, *Caprimulgus euro-*

*paeus* (fig. 48), y con el del *ave-fría*, *Vanellus cristatus* (fig. 49). Fi-



nalmente, las de los mamíferos son de igual modo variadas: la cabeza del de la rata se parece a una hacha puntiaguda (fig. 43, d); la del conejito de Indias, a una pala; la del espermatozoide humano, visto de frente es como un disco, visto de perfil, como una pera (fig. 50).

Hagamos también aquí mención del dimorfismo que puede ocurrir en los espermatozoides de una misma especie: los hay, a veces, muy grandes, *espermatozoides gigantes* (fig. 51, spe'), siendo otros ordinarios o pequeños, *espermatozoides enanos* (fig. 51 [1]). Así, por ejemplo, en *Paludina vivipara*; en *Scolopendra cingulata*; y alguna vez también en el hombre. En éste distingue Bromann (2) espermatozoides normales y anormales, gigantes y enanos: la diferencia entre estas dos últimas clases consiste principalmente en la cabeza; pues mientras ésta alcanza en los gigantes hasta 10  $\mu$ , en los enanos sólo 2,4  $\mu$ , siendo la cola igual y normal. En *Paludina vivipara* llamó Meves *eupirenos* (fig. 51, spe, spe') a los que poseían mucha cromatina, y *oligopirenos* (spo, spo') a los que son pobres en esta substancia: denominación que se podría extender a todos, según M. P. Bouin..

#### IV. Espermatogénesis

##### 34. Espermatogénesis. — Por *espermatogénesis*,

Fig. 46. Espermatozoide del pinzón (*Fringilla caelebs*). Cp., cabeza; Cd., cola; P.f., perforatorio; P.a., parte anterior de la cabeza; Spir., margen en espiral de dicha parte anterior; P.p., parte posterior de la cabeza; P.c., pieza de conjunción; P.pr., parte principal de la cola, algo acortada para dar lugar al dibujo de la parte terminal; P.t., parte terminal de la cola. A: como en la fig. 45, excepto en la cola acortada. (Según Ballowitz. Del Handbuch der Entwicklungslehre de O. Hertwig).

entendemos nosotros el conjunto de fenómenos que tienen por objeto la formación del *espermatozoide*. Bajo este concepto, abarca la *espermatogénesis* no sólo el primer origen de las células que se transforman luego en espermatozoides, sino también la misma transforma-

(1) Los haces de espermatozoides con la cabeza pequeña.

(2) Conf. Graf Spee: Anatomie und Physiologie der Schwangerschaft en el Handbuch der Geburtshilfe von Döderlein p. 47, 1915

ción que otros llaman *histogénesis* de los *espermatozoides*. A nos-

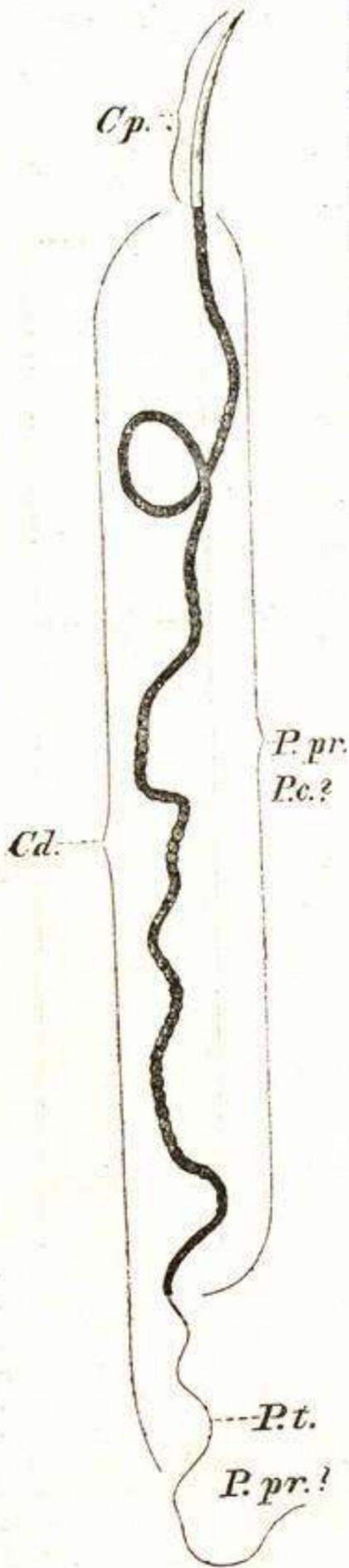


Fig. 47. Espermatozoide del palomo (*Columba domestica*). Cp., cabeza; Cd., cola; P.pr., parte principal de la cola; P.t., parte terminal de la misma, según Ballowitz; Waldeyer, con todo, pone P.c.?, y P.pr.?, por si la parte notada por Ballowitz con P.pr., es más bien la pieza de unión o unión; y la P.t., es más bien la parte principal de la cola. (Según Ballowitz. Del Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere de O. Hertwig).

otros nos parece que la significación de la palabra *espermatogénesis* se extiende a todo lo que hemos puesto en nuestra definición; sobre todo que la elección de la palabra *histogénesis*, para significar la transformación de la célula, que llamaremos *espermático*, en *espermatozoide* o *espermio*, nos parece poco feliz. Porque, si hemos de hablar con propiedad y sin confundir las cosas, el espermatozoide tendrá su morfología, su estructura; pero siempre será un elemento, una célula; y no puede ser objeto directo de la histología que se considera como una unidad de orden superior a la citología en orden a la complicación orgánica.

1.<sup>a</sup> Fase. Los espermatozoides se originan en el testículo. Dejando para su lugar el origen de este órgano, nos basta saber ahora, que está constituido en lo substancial por tubos o cavidades seminíferas. El epitelio que reviste interiormente estas cavidades, es el epitelio germinal. En él se pueden distinguir con el tiempo dos suertes de células: unas verdaderamente germinales, caracterizadas por la riqueza cromática de sus núcleos, llamadas *espermatogonios*; y las otras nutritivas. Los espermatogonios se dividen durante un tiempo, produciendo nuevos *espermatogo-*

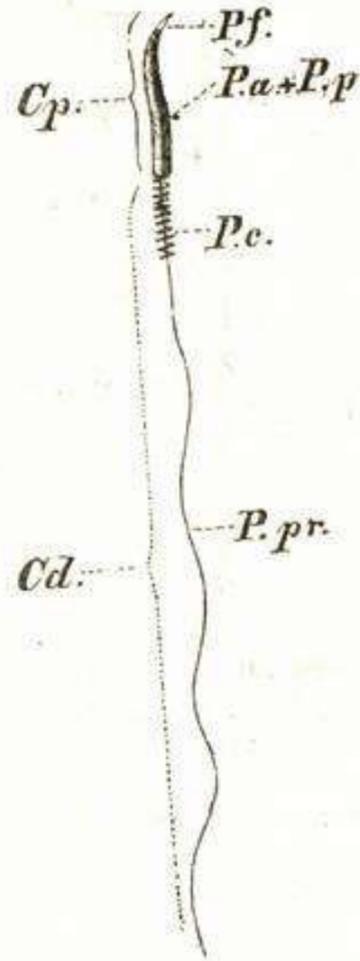


Fig. 48. Espermatozoide del chota-cabras (*Caprimulgus europaeus*). Cp., cabeza; Cd., cola; P.f., perforatorio; P.a.+P.p., la parte anterior y la parte posterior de la cabeza unidas; P.c., pieza de unión; P.pr., parte principal de la cola. (Según Ballowitz. Del Handbuch der Entwicklungslehre de O. Hertwig).

nios. Cuando cesan de dividirse, comienzan el período de crecimiento, terminado el cual se consideran como *espermatoцитos de primer orden*,

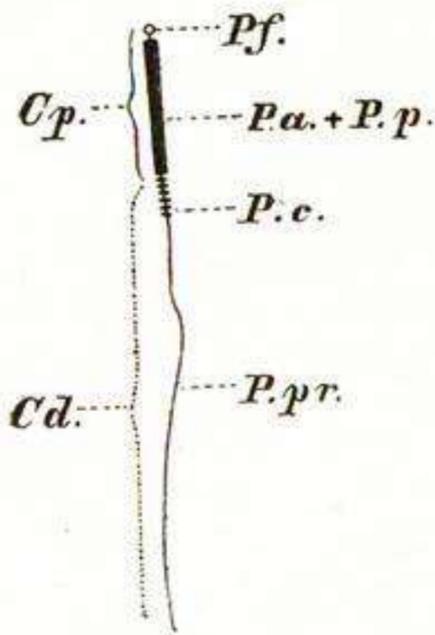


Fig. 49. Espermatozoide del ave-fria (*Vanellus cristatus*). La misma nomenclatura que en la fig. anterior. (Según Ballo-witz. Del Handbuch der Ent-wicklungslehre de O. Herwig).

se llaman *espermatoцитos de segundo orden*; entrando luego también éstos en división, origina cada uno dos células. Al fin, pues, de las dos divisiones, tenemos cuatro elementos que llamamos *espermátidos* (1). Los cuatro *espermátidos* son iguales (fig. 52, spt); y esta es la diferencia que conviene poner de relieve entre el resultado del período meiótico del *oocito* y el del *espermatoцитo*; allí las tres o cuatro células resultantes son muy desiguales: el óvulo, muy grande, y los corpúsculos de dirección, pequeños; aquí los cuatro *espermátidos* son iguales (fig. 53).

Este fenómeno que podría sorprendernos, se explica fácilmente, si tenemos en cuenta que el óvulo, según expusimos más arriba (n. 7), es el encargado de acaparar los materiales nutritivos, para la construcción del nuevo sér hasta cierto estadio de desarrollo: por lo cual conviene que en el período meiótico, cuyo fin es, como indica la misma palabra, reducir a la mitad la cromatina del núcleo, las dos divisiones consecutivas se ha-

y han de verificar los estadios de maduración, lo mismo que los *oocitos de primer orden*, según vimos (n. 30).

2.<sup>a</sup> Fase. Por lo que atañe al período meiótico o de maduración, sólo indicaremos que los fenómenos citológicos son muy parecidos a los estudiados en el óvulo: el espermatoцитo de primer orden experimenta dos divisiones consecutivas. Después de la primera división resultan dos células que

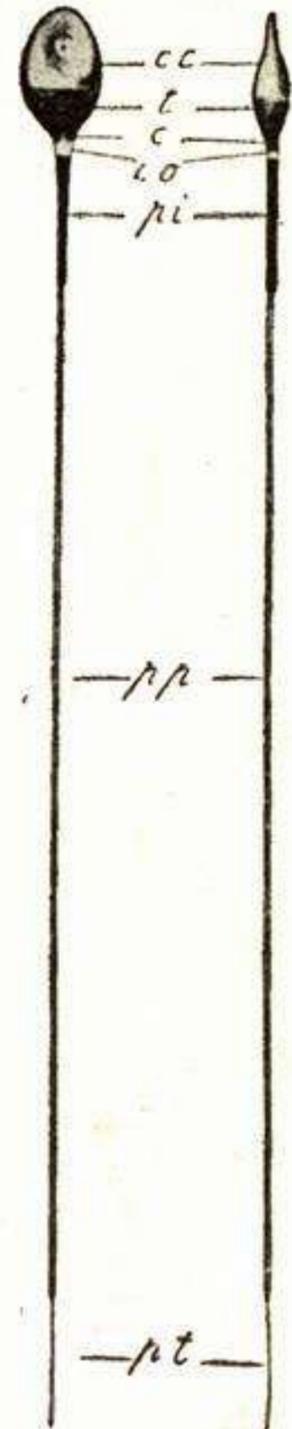


Fig. 50. Espermatozoide humano. A la izquierda (del que mira), visto de frente; a la derecha, visto de perfil. cc, cabeza (parte anterior con su perforatorio); t, parte posterior de la misma; c, centrosoma; co, cuello; pi, pieza de unión; pp, parte principal de la cola; pt, parte terminal de la misma. (Según Retzius. De la Cytologie de Pregnant etc).

(1) Los *espermatoцитos II* (de segundo orden) se llaman también *proespermios* o *proespermátidos*, como sus homólogos, los *oocitos II* (de segundo orden) *proóvulos* o *prooidos*. No vemos la necesidad de tanto nombre; pero los hemos de mencionar para que los lectores sepan de qué se trata, cuando tropiecen con estos nombres en los libros científicos.

gan de modo que quede una célula con toda la cantidad posible de *trofoplasma*: y esto se consigue merced a la desigualdad de células, re-

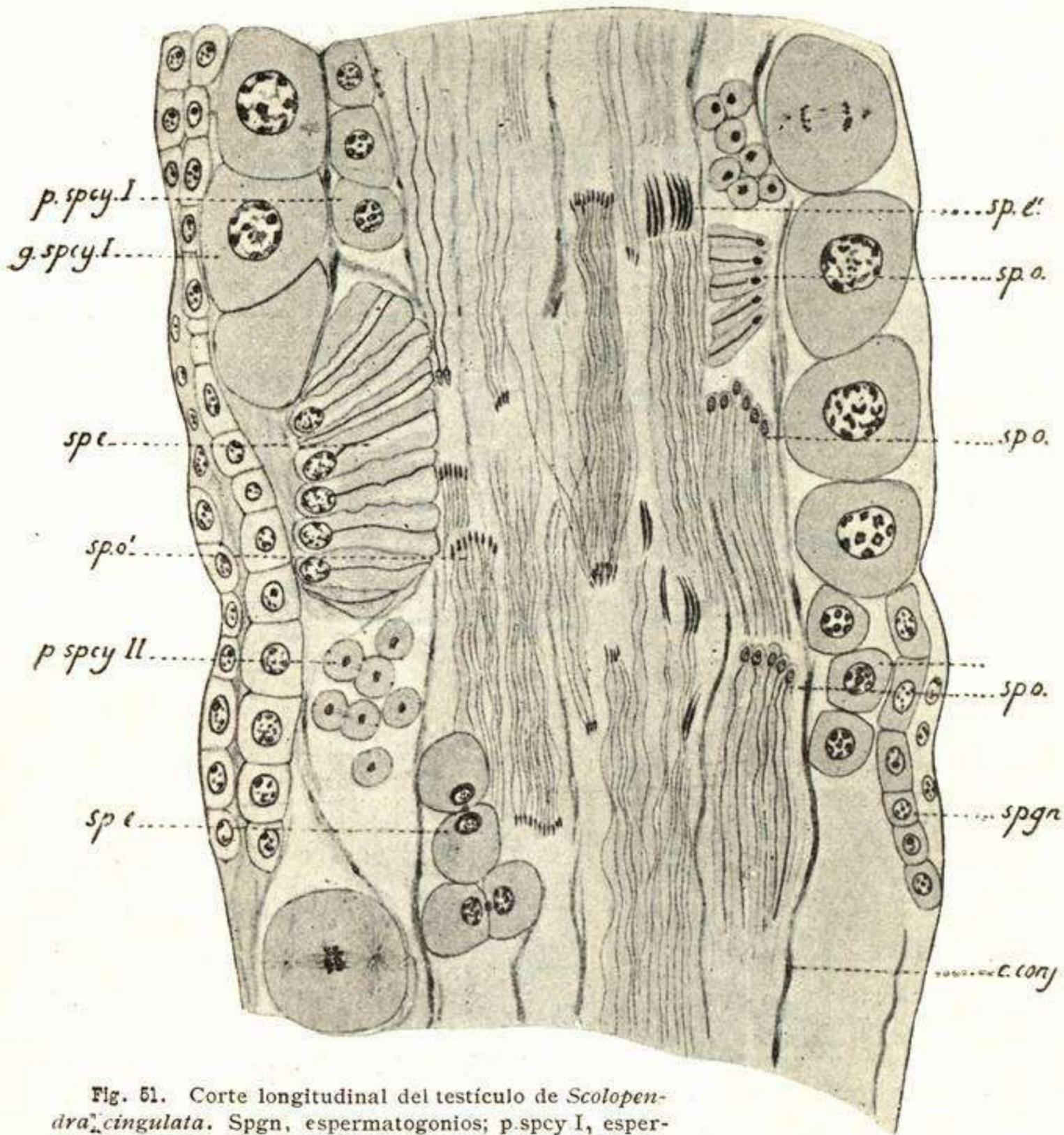
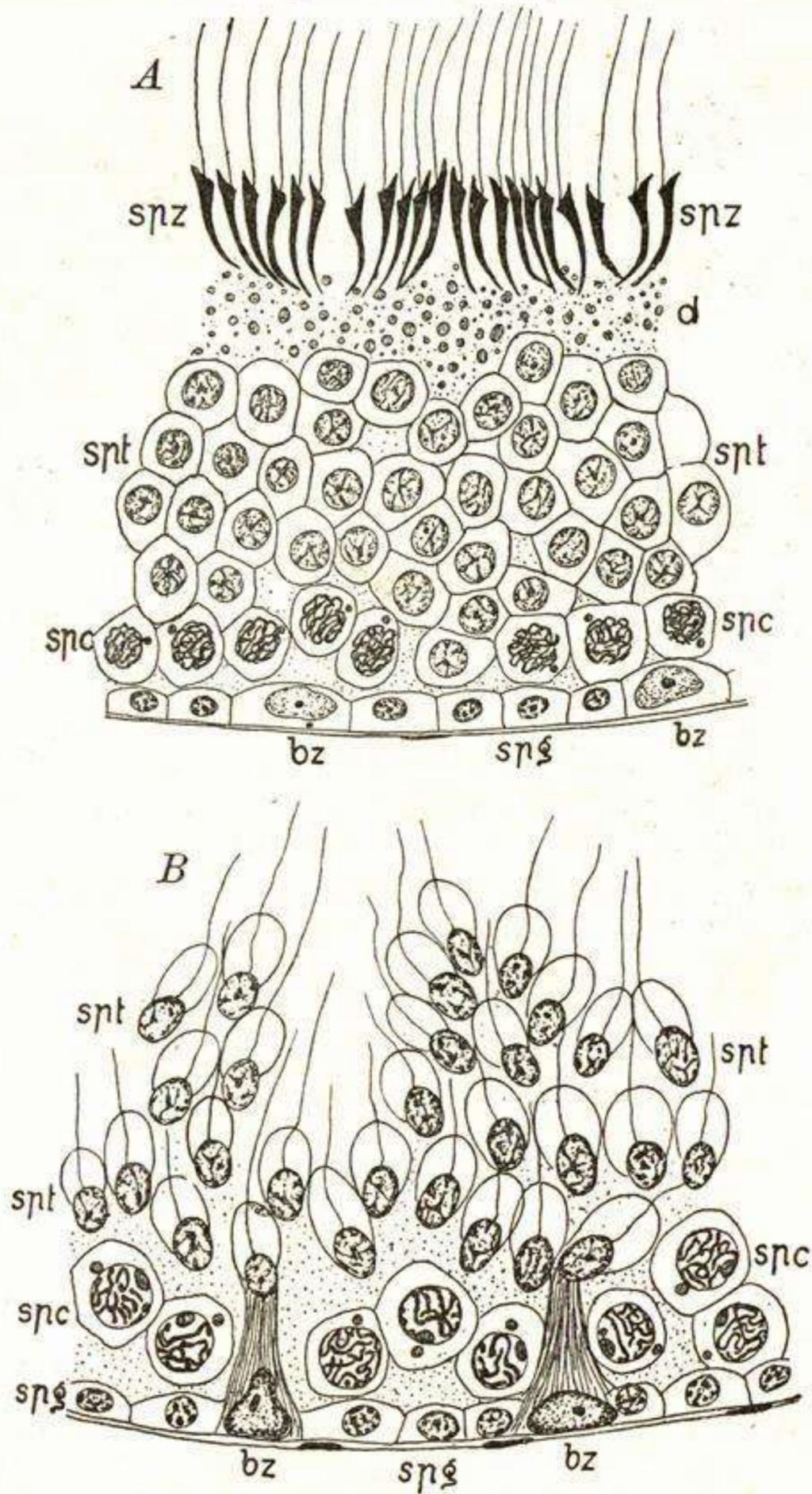


Fig. 51. Corte longitudinal del testículo de *Scolopendra cingulata*. Spgn, espermatogonios; p.spcy I, espermatocitos de primer orden de la variedad *pequeña*; g.spcy.I, espermatocitos de primer orden de la variedad *grande*; p.spcy.II, espermatocitos de segundo orden de la variedad *pequeña*; spe, espermátidos eupirenos en diversos estadios de transformación; spe', espermatozoides eupirenos (variedad *grande*); spo, espermátidos oligopirenos en diversos estadios de transformación; spo', espermatozoides oligopirenos; c.conj, tabique conjuntivo que separa los lóbulos (cavidades) testiculares. A. 250. Según M. P. Bouin. Cytologie de Prenant etc.).

nunciando, por decirlo así, las células polares al dote de la substancia nutritiva en favor de una célula, la célula-óvulo, única destinada a la fecundación y formación del nuevo sér (1).

(1) Por excepción pueden resultar en el periodo *meiótico* células más iguales y fecundarse también algún corpúsculo polar: de aquí pueden provenir *gemelos*, aunque no es este el único medio. (Véase el último párrafo del n. 39).

3.ª Fase. La última fase de la *espermatogénesis*, según nosotros, es la transformación del espermátido en espermatozoide, modificando



**Fig. 52.** Dos estadios de la espermatogénesis de la rata, según v. Lenhossék. — A. spg, espermatogonios aun en el epitelio germinal; bz, células basales (nutritivas) integrando el epitelio germinal; spc, espermatocitos; spt, espermátidos resultantes de la segunda división maturativa, esto es, del espermatocito de segundo orden (II); spz, espermatozoides (espermios); d, capa de detritus (residuos nutritivos?). — B. la misma significación de letras que en A, sólo que los espermátidos (spt) se hallan en vía de transformación en espermatozoides (espermios). Nótese que los espermatocitos, sobre todo en B, contienen, además del núcleo y fuera de éste, un corpúsculo redondo que es el *idiazoma* destinado a formar el perforatorio del espermatozoide definitivo. (Del libro de Korschelt y Heider: *Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte de Wirbellosen Thiere*).

su forma y adquiriendo la característica que presentan los espermatozoides, según la especie a que pertenezcan. Se ha estudiado esa

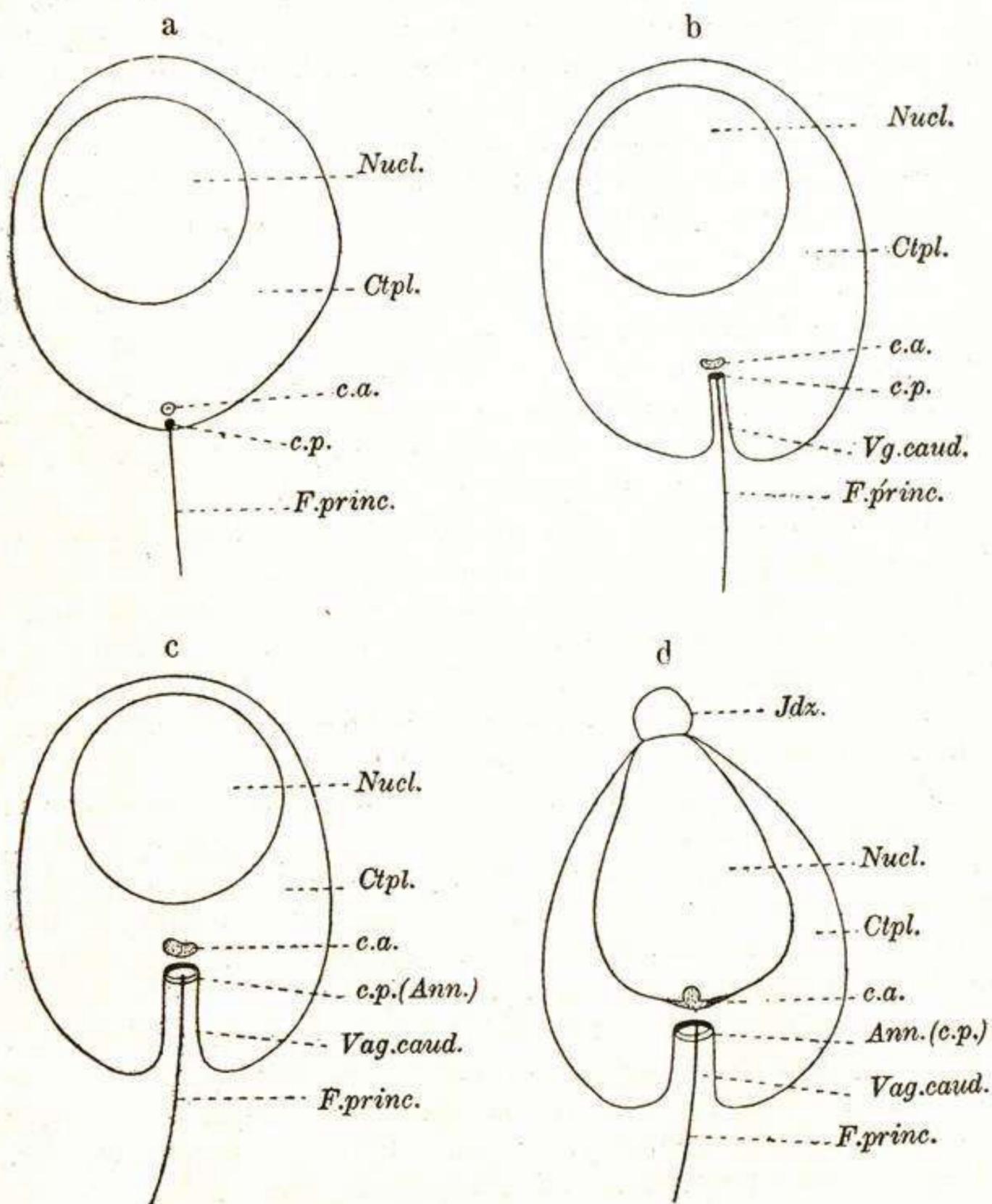


Fig. 53. Esquema de Meves para dar una idea de la transformación del espermatoide de la *salamandra* (*Salamandra maculosa*) en espermatozoide.

a, Primer estadio: Nucl., núcleo; Ctpl., citoplasma (protoplasma); c.a., centrosoma anterior; c.p., centrosoma posterior; F.princ., filamento principal.

b, Segundo estadio: Vag.caud., vaina caudal; lo demás como en a.

c, Tercer estadio: c.p. (Ann.), centrosoma posterior en forma de anillo; lo demás como en b.

d, Cuarto estadio: Idz., idiozoma; cuerpo intraplásmico que se encuentra en los espermátidos y se convierte en el perforatorio. Lo demás como en c. (Del Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere de O. Hertwig).

transformación en varios animales, sobre todo en el ratoncito, *Mus musculus* (Benda); en la salamandra, *Salamandra maculosa*; en el

conejo de Indias, *Cavia Cobaya*, y en el hombre (Meves). En general, se puede establecer, que el núcleo del espermatido se convierte en la principal parte de la cabeza, al menos en su segmento posterior; el *idiazoma*, en el *perforatorio*; el centrosoma dividido pasa a ocupar el cuello del espermatozoide; el protoplasma da origen al filamento principal, a los mitocondrios y a las vainas.

Para formarnos una idea acerca del modo de esta transformación, pondremos aquí los pasos principales, descritos por Meves en *Salamandra maculosa*, y representados en cuatro figuras esquemáticas (fig. 53).

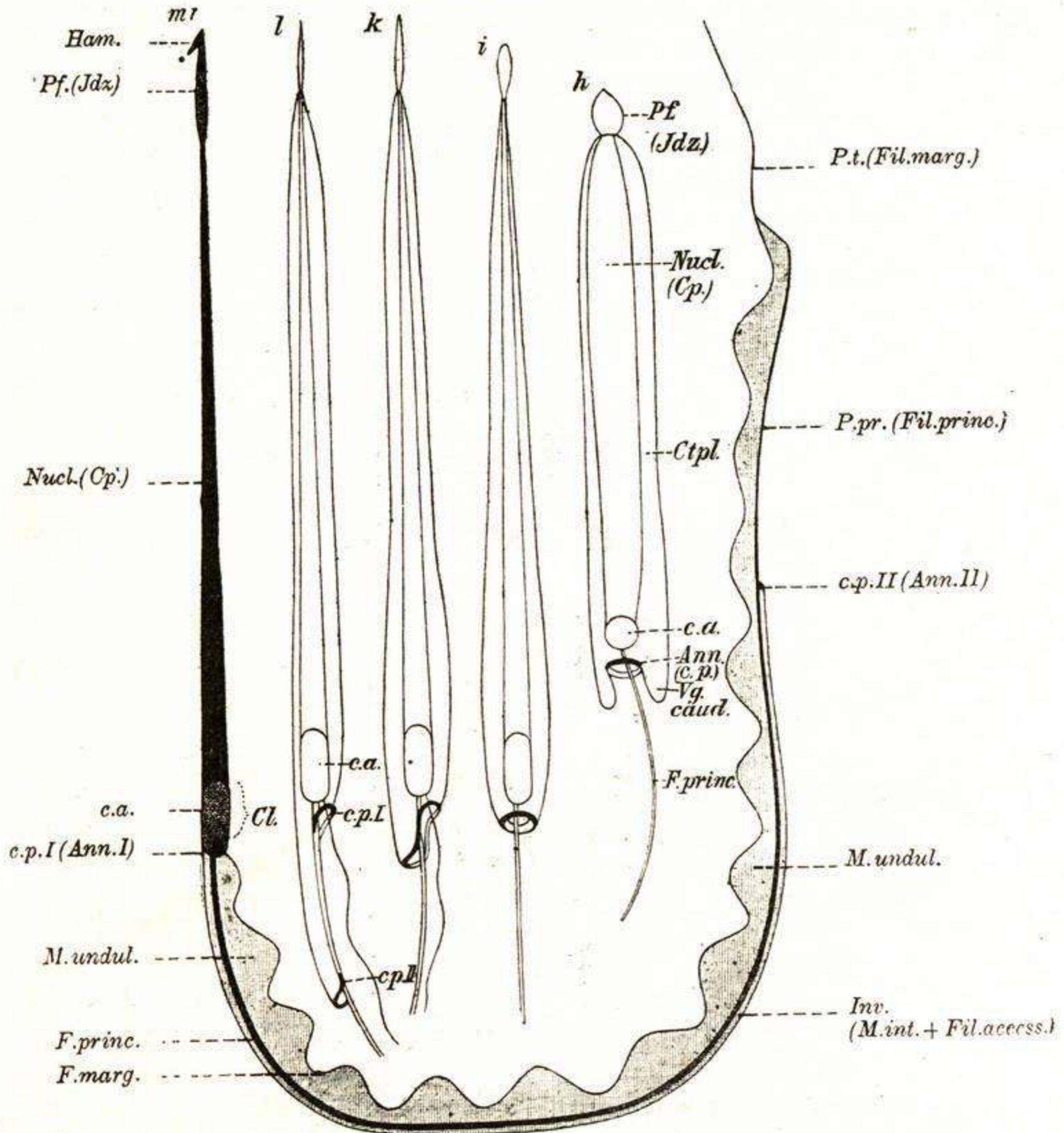
1.º En un primer estadio, el núcleo aparece desviado hacia el polo anterior de la célula; en el polo opuesto, se ven los dos centrosomas: el distal o posterior (c. p.) en el límite de la célula; partiendo de él o, al menos, estando unido con él, aparece hacia fuera un apéndice que es el filamento principal (fig. 53, F. princ.); el proximal o anterior (c. a.) algo separado y más adentro de la célula.

2.º En un segundo estadio, en la parte posterior de la célula, se forma un tubo atravesado por el filamento principal, hundido dentro del cuerpo celular por invaginación, producida sin duda por movimiento de ascenso del centrosoma con el filamento principal. El resultado sería el mismo, si la pared celular se evaginase alrededor del aparato centrosomático y del extremo proximal del filamento principal, como punto fijo e inmóvil (fig. 53, Vg. caud.).

3.º Sigue el tercer estadio, que se distingue del anterior por la forma de anillo que ha tomado el centrosoma posterior. Esto se podría explicar, como parece opinar Waldeyer y el mismo Meves, admitiendo que ha desaparecido el centro del disco que formaba el centrosoma posterior en el precedente estadio, y donde estaba fijada la extremidad proximal del filamento (fig. 53, c. p. [Ann.]).

4.º El cuarto estadio se caracteriza por el esbozo del perforatorio, originado por el *idiazoma* (fig. 53, d, Idz) o ceñidor especial del centrosoma en células sexuales, el cual después de desprender o poner en libertad los centrosomas, pasaría a ocupar el polo celular anterior. El centrosoma anterior se ha unido a la parte posterior del núcleo en forma de botón hacia dentro y ensanchando la parte posterior. En este cuarto estadio ya se deja prever la forma del espermatozoide en estadios próximos al definitivo, cuales son los representados en la figura 54 de Meves (h, i, k, l): el anillo se ha dividido en dos mitades (k, l), que, separadas primero y completándose después, darán origen a los dos anillos de la *parte conjuntiva*.

Resumiendo ahora en breves palabras lo expuesto sobre la *espermátogénesis*, como hicimos con la *oogénesis*, tenemos que en el epitelio, llamado *germinal*, se diferencian células peculiares con destino a la reproducción, que llamamos *espermátogonios* (fig. 55). Los espermátogonios pueden dividirse mitótica o cariocinéticamente para originar



**Fig. 54.** Cinco estadios esquemáticos, según Meves, para explicar la ulterior transformación del espermatido en espermatozoide de la salamandra (*Salamandra maculosa*).—h, Estadio que con relativa facilidad se deja derivar del estadio de la figura anterior; *Pf*, perforatorio; (*Jdz*) indica que el perforatorio proviene del *idiosoma*; *Nucl.(Cp)*, núcleo, futura cabeza; *Ctpl.*, citoplasma (cuerpo celular); *c.a.*, centrosoma anterior; *Ann.(cp)*, anillo (centrosoma posterior); *Vg.caud.*, vaina caudal; *F.princ.*, filamento principal.—i, Estadio más avanzado.—k, Estadio más avanzado que i.—l, Estadio todavía más avanzado; *c.a.*, centrosoma anterior; *c.p.I.*, centrosoma posterior primero; *c.p.II.*, centrosoma posterior segundo.—ml, Estadio definitivo; *Ham.*, anzuelo (*hamulus*); *Pf.(Jdz)*, perforatorio, derivado del *idiosoma*; *Nucl.(cp')*, núcleo (cabeza); *c.a.*, centrosoma anterior; *c.p.I(Ann.I)*, centrosoma posterior primero (anillo primero); *M.undul.*, membrana undulante; *F.princ.*, filamento principal; *F.marg.*, filamento marginal; *Inv.(M.int.+Fil.access.)*, invólucro del que se desarrolla la membrana interna (*M.int.*), así como el filamento accesorio, cuando existe; *c.p.II(Ann.II)*, centrosoma posterior segundo (segundo anillo); *P.pr.(Fil.princ.)*, parte principal de la cola con la continuación del filamento principal; *P.t.(Fil.marg.)*, parte terminal con la continuación del filamento marginal. (Del *Handbuch der Entwicklungslehre* de O. Hertwig).

nuevas generaciones. Las divisiones constituyen el período *gonial* (fig. 55). Los últimos productos del período gonial son los llamados *espermatoцитos*. Los espermatoцитos sufren dos divisiones consecutivas, propias del período *meiótico* o de *maduración* (fig. 55). Antes de la primera división los espermatoцитos se llaman de *primer orden* (I) (fig. 55); después de la primera división y, antes de la segunda, espermatoцитos de *segundo orden* (II) (fig. 55). Después de la segunda división, reciben el nombre de *espermátidos* (fig. 55); y, finalmente, después de la transformación de los espermátidos, tenemos los *espermatozoides* o *espermios* definitivos (fig. 55).

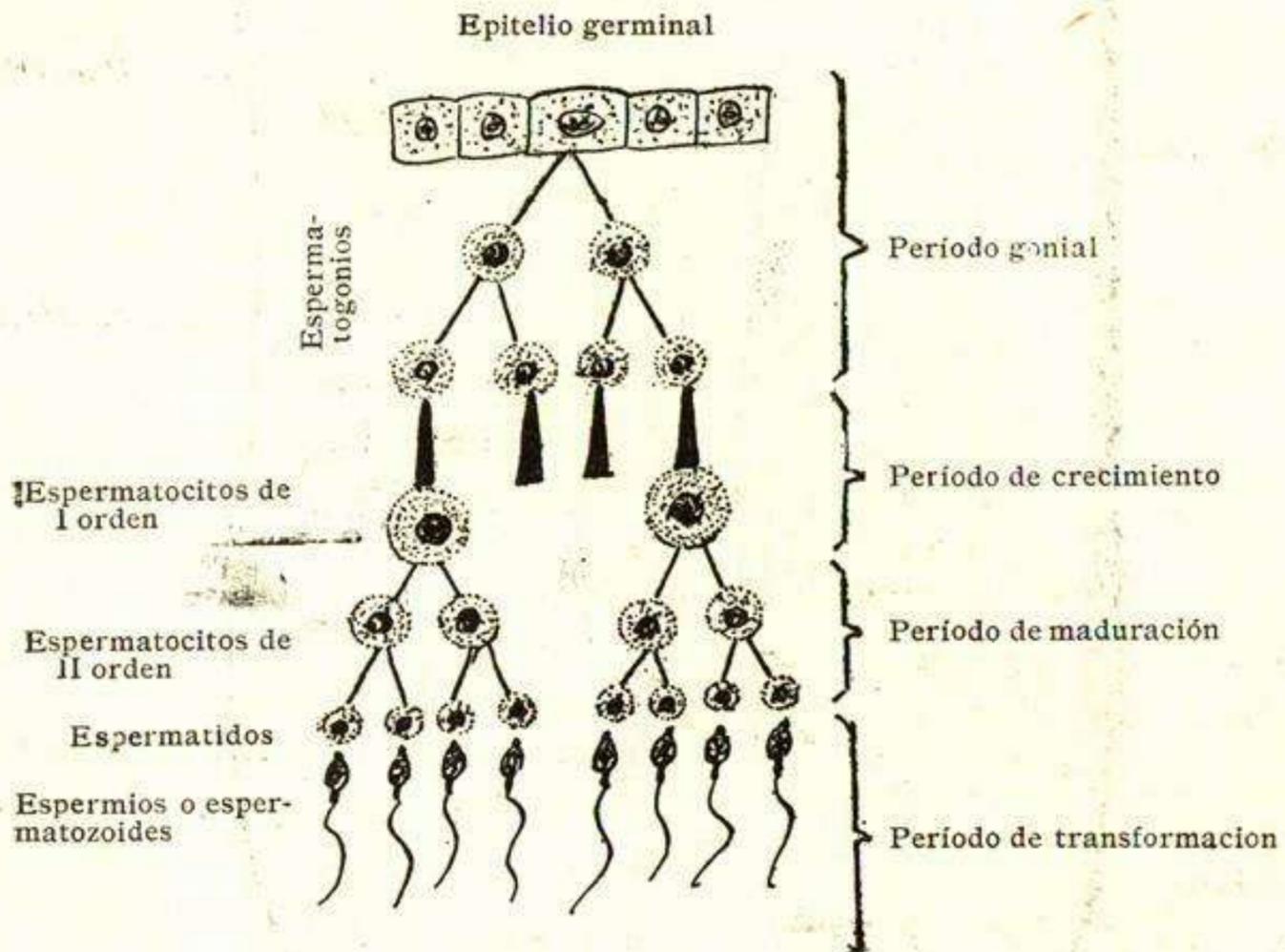


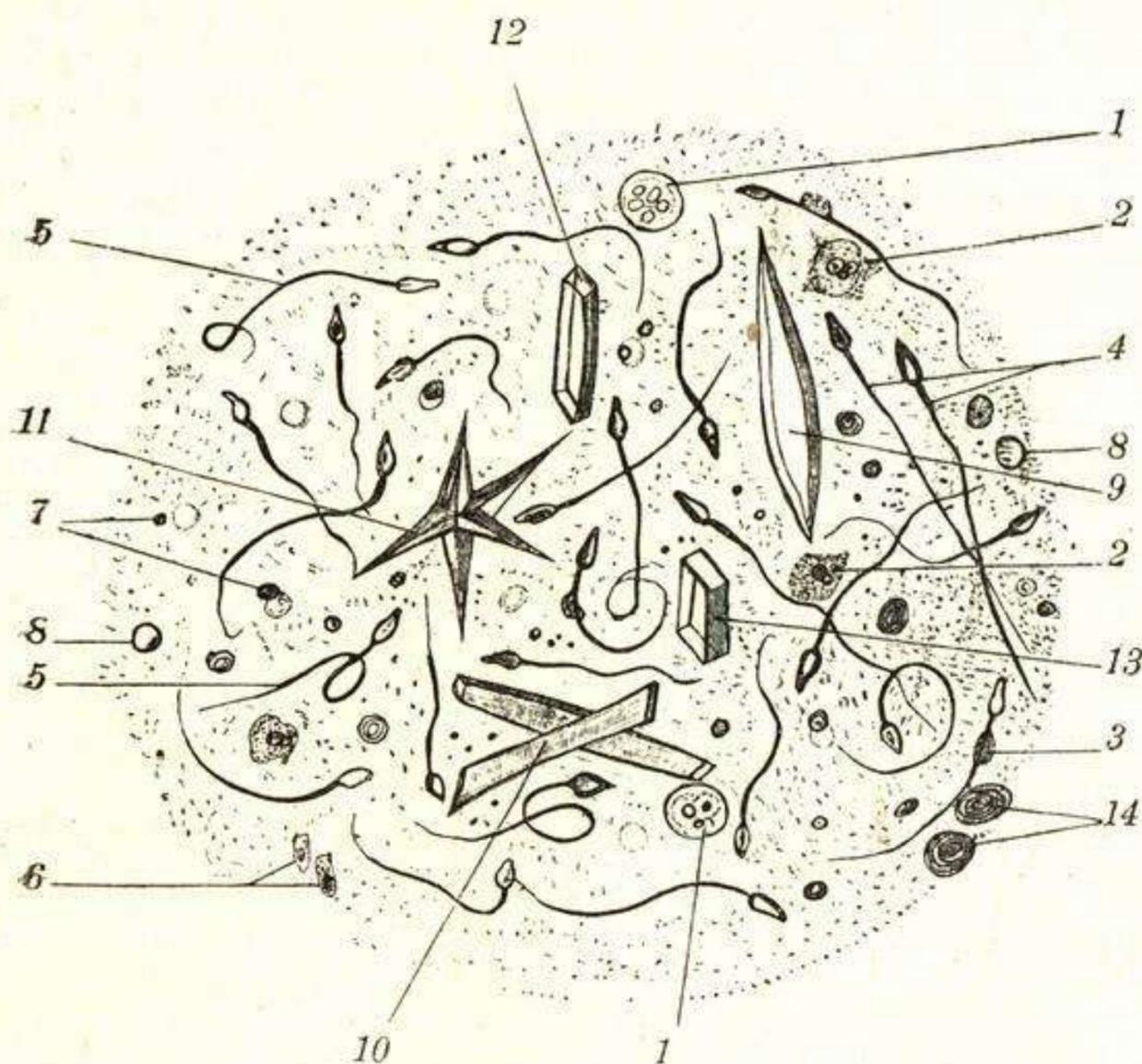
Fig. 55. Esquema resumiendo la espermatogénesis. (Original).

**35. Células nutritivas.** — Hemos dicho más arriba que en el epitelio de los tubos seminíferos existían, además de las células germinales, las células nutritivas (fig. 52, bz): estas células nutritivas son las conocidas en mamíferos y en el hombre con el apelativo de *células de Sertoli*. Su núcleo es poco rico en cromatina; en cambio, su masa protoplásmica es abundante. Suelen formar *sincicio*, esto es, un conjunto de células sin límites o, lo que es lo mismo, una masa protoplásmica, sembrada de núcleos. Dentro de la masa protoplásmica hunden sus cabezas los *espermátidos* (fig. 52, B. bz), al transformarse en *espermatozoides*: fenómeno que ha recibido el nombre de *copulación*. Apenas se puede dudar de que esta copulación no tiene otro fin que el de nutrir los elementos ontogénicos en sus últimas fases.

Por lo demás, las células nutritivas del epitelio germinal son muy variadas y se ofrecen en diferente disposición en la serie animal.

En una obra elemental como la presente no se puede sino orientar sobre estas cuestiones.

Quien se interese especialmente por estudios profundos citológicos sobre la espermatogénesis y oogénesis tiene que acudir a memorias



**Fig. 56.** Imagen semiesquemática de semen humano vista con el microscopio. 1, 1, células llamadas testiculares; 2, 2, linfocitos; 3, 4, 5, espermatozoides; en 3, queda adherido al espermatozoide un resto de protoplasma; 6, células cilíndricas (prismáticas), una de las cuales posee pigmento; 7, cuerpos de lecitina procedentes de la próstata; 8, 8, cuerpos hialinos, acaso células degeneradas; 9-13, cristales espermáticos; 14, cuerpos amiloides de la próstata. (Según Waldeyer. Del Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere de O. Hertwig).

especiales. En la célebre revista *La Cellule* encontrará trabajos de primera clase, tales como “Étude comparée de la spermatogénèse chez les arthropodes”, por G. Gilson (T. I y II de la citada revista); “La Cytodiérèse de l’œuf: La vesicule germinative et les globules polaires de *Ascaris megalocephala*”, por J. B. Carnoy (T. II); “Les cellules de la lignée mâle chez le *Notonecta glauca* L.”, por J. Pantel et R. de Sinety (T. XXIII).

**36. El semen.** — Los espermatozoides están adaptados para moverse en un medio líquido o semilíquido, como nos lo dice claramente su forma *flagelada*. El líquido, donde ellos se mueven, se lo suministran diversos órganos secretores: hablando de mamíferos y del hombre, el epidídimo, la vesícula seminal, la próstata, las glándulas de Cowper y las uretrales. Todo el conjunto es lo que constituye el semen. El semen es, pues, un líquido complejo (fig. 56); lo esencial en él son naturalmente los espermatozoides; pero se hallan en él, además, multitud de otros corpúsculos: desde luego las células llamadas *testiculares*, aunque probablemente no provengan del testículo. Son células grandes y redondas, unas con núcleo y pequeñas inclusiones, y otras sin núcleo. Asimismo se encuentran linfocitos; otras células prismáticas, con o sin pigmento: además, corpúsculos hialinos, y los cuerpos lecitíniferos y los amiloideos, procedentes de la próstata. Finalmente, cristales de espermina, de forma variada, y una multitud de granulaciones grasientas, albuminoides y pigmentarias. El contenido de agua es de 90 %.

Muy difícil sería, aunque de gran interés, señalar a cada parte o substancia de las que componen el semen, el papel fisiológico que le compete en orden a la fecundación; pues apenas se puede dudar de que cada una se encamine a un objeto particular desde este punto de vista. En la rata o ratón y en el conejito de Indias, el líquido prostático contiene algún fermento que hace coagular el líquido de la vesícula seminal, como demostró experimentalmente delante de nosotros, sus discípulos, M. Pézard. El coágulo resultante sirve al macho para formar, al fin del cóito, el tapón, con que cierra al exterior el tracto genital de la hembra, sin duda con el fin de impedir la salida o retroceso de los espermatozoides.

---

## CAPÍTULO II

### FECUNDACIÓN

#### I. La fecundación en general

**37. Preliminares.** — Hemos estudiado en el capítulo precedente los elementos ontogénicos, su origen, morfogénesis y su maduración. Estudiemos ahora su unión para constituir el principio completo del nuevo sér y los procesos que la preceden. Esto es lo que en conjunto entendemos por fecundación. Es de notar desde luego que los elementos ontogénicos, si no efectúan esta unión, a la corta o a la larga mueren y se deshacen, debiendo ser reabsorbidos por el organismo productor o eliminados bajo alguna forma. En esta parte tiene mucho menos resistencia el óvulo que los espermatozoides. Éstos gozan de una vitalidad sorprendente: pueden pasar, después de maduros y desprendidos del epitelio, meses y meses vivos, ya en el mismo testículo, ya en el conducto deferente, sin perder el poder fecundante. Y no sólo dentro del mismo organismo productor conservan largo tiempo ese poder, sino también trasladados a los conductos genitales de la hembra. En la especie humana pueden perseverar aquí quizás varias semanas, ántes de la fecundación. Es verdad que Graf Spee (1) se inclina a darles a los espermatozoides humanos en el tracto genital de la hembra una duración relativamente corta, de 24-36 horas solamente; pero los argumentos en que apoya su opinión, distan mucho de ser demostrativos. Que en la rata haya observado Sobotta que los espermatozoides eran pasto de la fagocitosis a las 24-36 horas en la trompa o en el útero, de ningún modo se saca que haya de ser lo mismo en el hombre; pues lo observado en el ratón puede ser un caso aislado, quizás patológico y aun por ventura mal interpretado, o que obedece a especiales circunstancias, propias de este roedor. Que por otro lado, la fecundación se verifique en el hombre dentro de este tiempo, es cosa que no se puede fundar más que en conjeturas. Nadie ha visto en el hombre la ovulación, nadie

---

(1) Conf. Graf Spee: Anatomie und Physiologie der Schwangerschaft en el Handbuch der Geburtshilfe van Döderlein p. 39. 1915.

el período meiótico, nadie, finalmente, la fecundación. En los murciélagos es conocido el hecho, verdaderamente notable, de persistir vivos los espermatozoides en la matriz de la hembra durante todo el invierno, para fecundar los óvulos en la primavera siguiente. Las gallinas ponen huevos fecundados aun 18 días después de separadas del gallo.

Los agentes externos destruyen con facilidad los *óvulos*; no así los *espermatozoides*: a éstos se les puede llevar hasta la congelación y volverlos luego por el calor al movimiento. Muchas sales no obran sobre ellos de un modo perjudicial, a no ser que se las aplique concentradas; los narcóticos, aun muy concentrados, si bien les hacen perder el movimiento, no les quitan de momento la vida; puesto caso que, si se quita a tiempo el agente inmovilizante, tornan ellos al movimiento. Alcalis muy diluïdos avivan su movimiento; los ácidos, por el contrario, aun diluïdos los extinguen.

**38. Lo esencial del semen.** — Que el contacto del semen con el óvulo es necesario para la fecundación, es cosa conocida de muy antiguo; pero el saber qué parte del semen es la propiamente fecundante, es conquista científica de fecha relativamente reciente. Los experimentos de Spallanzani, filtrando semen o esperma de peces, demostraron desde luego que el poder fecundante no residía en el líquido que pasaba a través del filtro, sino en el residuo que quedaba sobre él. Los espermatozoides, pues, eran sin duda los agentes fecundantes. Y, efectivamente, fué fácil observar la multitud de espermatozoides que rodeaban el óvulo. Pero ¿cómo fecundaban? ¿por mero contacto, provocando, v. g., la formación de algún fermento que determinara el movimiento evolutivo y desarrollo del huevo? Parece que Martín Barry fué el primero que observó la penetración del espermatozoide dentro del huevo de coneja. O. Hertwig dice que perfecta claridad sobre los fenómenos de la fecundación no se alcanzó, hasta que en 1875 cayó en sus manos un objeto muy favorable para este estudio, que fueron los óvulos de equinodermos. En estos huevos, que son pequeños y bastante hialinos o claros, se puede perseguir con el microscopio la serie de fenómenos de la fecundación, efectuándola artificialmente: lo cual se hace con relativa facilidad, poniendo en contacto sobre un porta-objetos óvulos maduros, y una pequeña cantidad de semen, y observando con el microscopio lo que pasa.

**39. La fecundación en los óvulos de equinodermos.** — Por este medio vió O. Hertwig, y lo puede ver cualquier experimentador, que alrededor del óvulo hormigean los espermatozoides (fig. 57, A), que parecen alfileres, sin duda atraídos por alguna substancia segregada por el óvulo. Bien pronto se forma en él un saliente a guisa de montículo cónico (fig. 57, C), que ha recibido

el nombre de *montículo de concepción*. El *montículo de concepción*, llamado también *cono de atracción* o *de impregnación*, se produce, probablemente, merced a la acción del contacto del espermatozoide privilegiado que llega primero, o quizás a la de alguna sustancia química segregada por dicho espermatozoide; contacto o sustancia química que irritaría el protoplasma del óvulo, obligándole a formar la puerta de entrada para el gameto masculino, pues por dicho montículo entra realmente en el óvulo el espermatozoide. El *montículo* en cuestión se podría conceptuar acaso como un *pseudo-podio* del óvulo, para

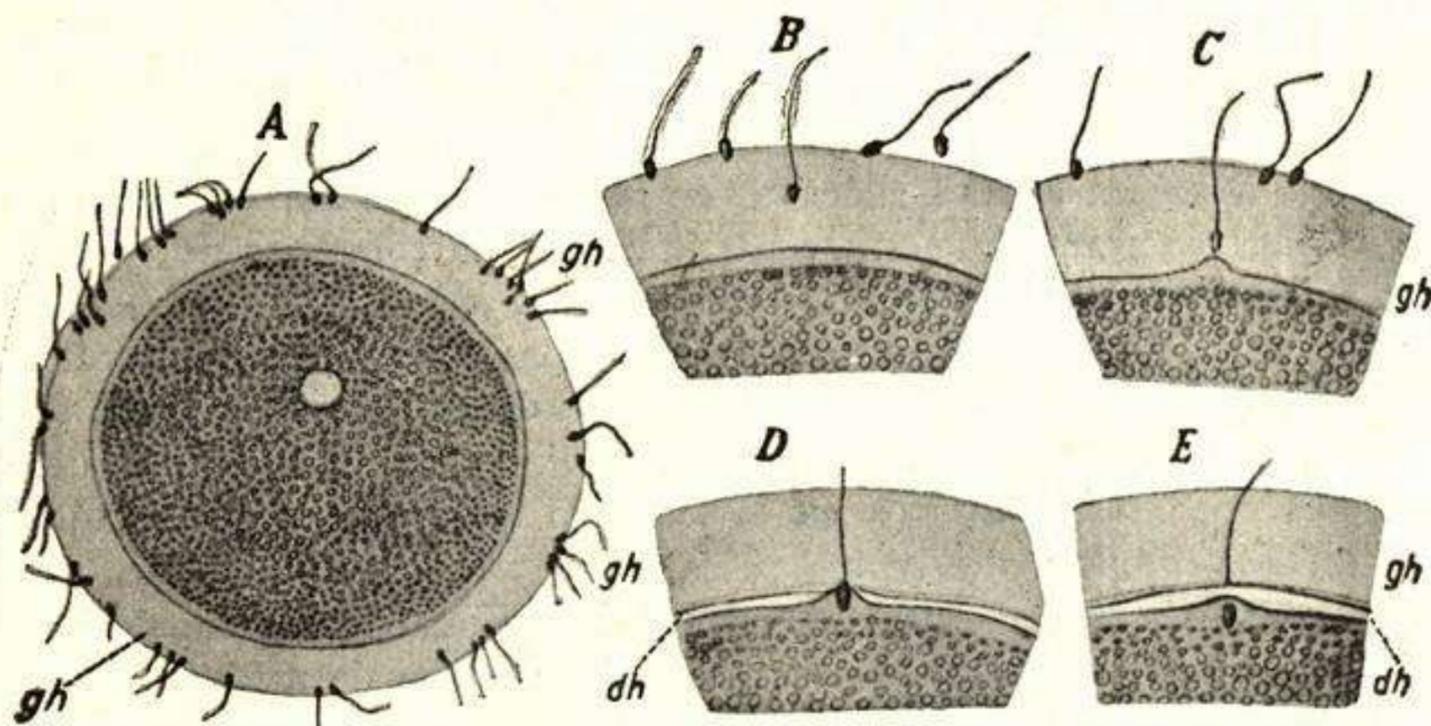


Fig. 57. Primeros estadios de la fecundación de un óvulo de equinodermo (*asteroideo*) —A, óvulo rodeado de espermatozoides tal como se ve con el microscopio —B, un espermatozoide atravesando la envoltura gelatinosa del óvulo.—C, el óvulo ha formado el montículo para recibir el espermatozoide.—D, entrada del espermatozoide dentro del óvulo por el montículo de concepción, y formación de una membrana vitelina (dh). —E, la cabeza del espermatozoide está ya dentro del huevo, la cola parece quedar separada por la membrana vitelina (dh), que es ya más pronunciada, quedando aquélla fuera. (Según H. Fol y E. B. Wilson. Del Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte de wirbellosen Thiere von Korschelt und Heider.

recibir e introducir dentro el elemento fecundante. Al penetrar el espermatozoide se origina alrededor del óvulo una recia o ancha membrana hialina (fig. 57, D. E. dh), comenzando por el *montículo de concepción*. La formación de esta membrana se atribuye al jugo celular, exprimido hacia fuera, al concentrarse el protoplasma. En todo caso, el fin de la membrana es impedir la entrada de nuevos espermatozoides, que ya no podrían sino estorbar la marcha regular y normal de los fenómenos evolutivos.

Si por fecundación se entiende la fusión de dos células, lo hasta aquí descrito en un equinodermo no es más que la unión o copulación externa. A ésta se sigue la *copulación interna*, que es la *esencial*. Una

vez dentro del óvulo el espermatozoide, o todo él (1); o al menos su cabeza, que para el caso es lo principal, la *cabeza* toma la forma de núcleo, precedido de una irradiación protoplásmica (fig. 58, D, E, F), denominada *áster*, que arguye la presencia del *centrosoma* (*esperma-centro*), alojado ántes en el cuello del *espermatozoide*; y si ahora precede a la cabeza, se explica esto porque el espermatozoide ha dado media vuelta dentro del óvulo. Así poco a poco va adelantando el nuevo núcleo, llamado también *pronúcleo masculino*, hacia el centro del *óvulo*, donde está el de éste, conocido también con el nombre de *pronúcleo femenino* (van Beneden), una vez reducida su cromatina. Puestos frente a frente el uno del otro, cautiva las miradas del observador, dice Hertwig, el fenómeno que se produce, moviéndose el uno hacia el otro, adelantándose el pronúcleo masculino y marchando con mayor rapidez hasta ponerse en mutuo contacto en medio del óvulo. Pronto aparecen los dos rodeados en común de una aureola de protoplasma sin granulaciones y, a partir de esta aureola hacia fuera, de una irradiación protoplásmica (*aureola de Foll*). En el decurso de unos veinte minutos, se unen y fusionan las sustancias de los dos *pronúcleos*, resultando de ello la formación de un solo núcleo, que se llama el núcleo de *segmentación*; por iniciar él la *segmentación* del *huevo*, que así llamaremos en lo sucesivo al *óvulo*, ya fecundado. Esta es la *copulación interna*.

Acabamos de decir que los pronúcleos fusionan, en la copulación interna, sus sustancias. Esto no se ha de entender de modo como si forzosamente todas las sustancias o formaciones de cada pronúcleo hubiesen de perder su individualidad. Antes se admite, no sin fundamento, que los cromosomas de cada pronúcleo conservan su individualidad, no sólo ahora, sino también en las divisiones cariocinéticas que se sucederán incesantemente, a partir de la primera segmentación, según pone de manifiesto la adjunta lámina (fig. 59), debida a Boveri, que resume a la vez todo el proceso de la fecundación.

La entrada del espermatozoide en el óvulo, aparte el papel principal

(1) Probablemente entra en algunos casos dentro del óvulo todo el espermatozoide, incluso la cola. Lams y Doorme lo han observado en el óvulo del ratón blanco y del murciélago (Conf. Graf Spee, Anatomie und Physiologie der Schwangerschaft en el Handbuch der Geburtshilfe von Döderlein p. 57, 1915).Cuál sea la ulterior suerte de la cola dentro del huevo, no consta: quizás tenga el valor de mera sustancia nutritiva; pero no vemos por qué no pueda tener un papel de más alta significación, v. g., para el problema de la herencia, aunque las teorías modernas colocan generalmente en el núcleo o, mejor, en sus cromosomas el *idioplasma hereditario*, según vimos al principio. Dado que la cola del espermatozoide se ha encontrado alguna vez intacta en una de las dos células, en que se divide el huevo, llamadas blastómeros, como luego veremos, Henneguy y van der Stricht han pensado, si por su medio eran traspasados los mitocondrios del espermatozoide a aquella célula, de la cual se derivarían las células del cuerpo embrionario; al paso que la otra célula, su hermana, que no contiene la cola del espermatozoide, estaría llamada a originar el trofoblasto (véase más adelante). Pero, como muy bien dice Graf Spee, quizás sea al revés. En otros términos, todas estas son meras especulaciones. (Ibidem, p. 58).

que tiene, de fecundar el óvulo, determina sin duda en éste, como estímulo, varios otros fenómenos. Uno de ellos sería la formación del líquido perivitelino, uno de cuyos fines supusimos sería impedir la entrada de otros espermatozoides. Este fenómeno de la formación del líquido perivitelino se ha llamado *deutoplasmólisis* (O. van der Stricht, Lams), por atribuirse a una resolución de parte del ducto-

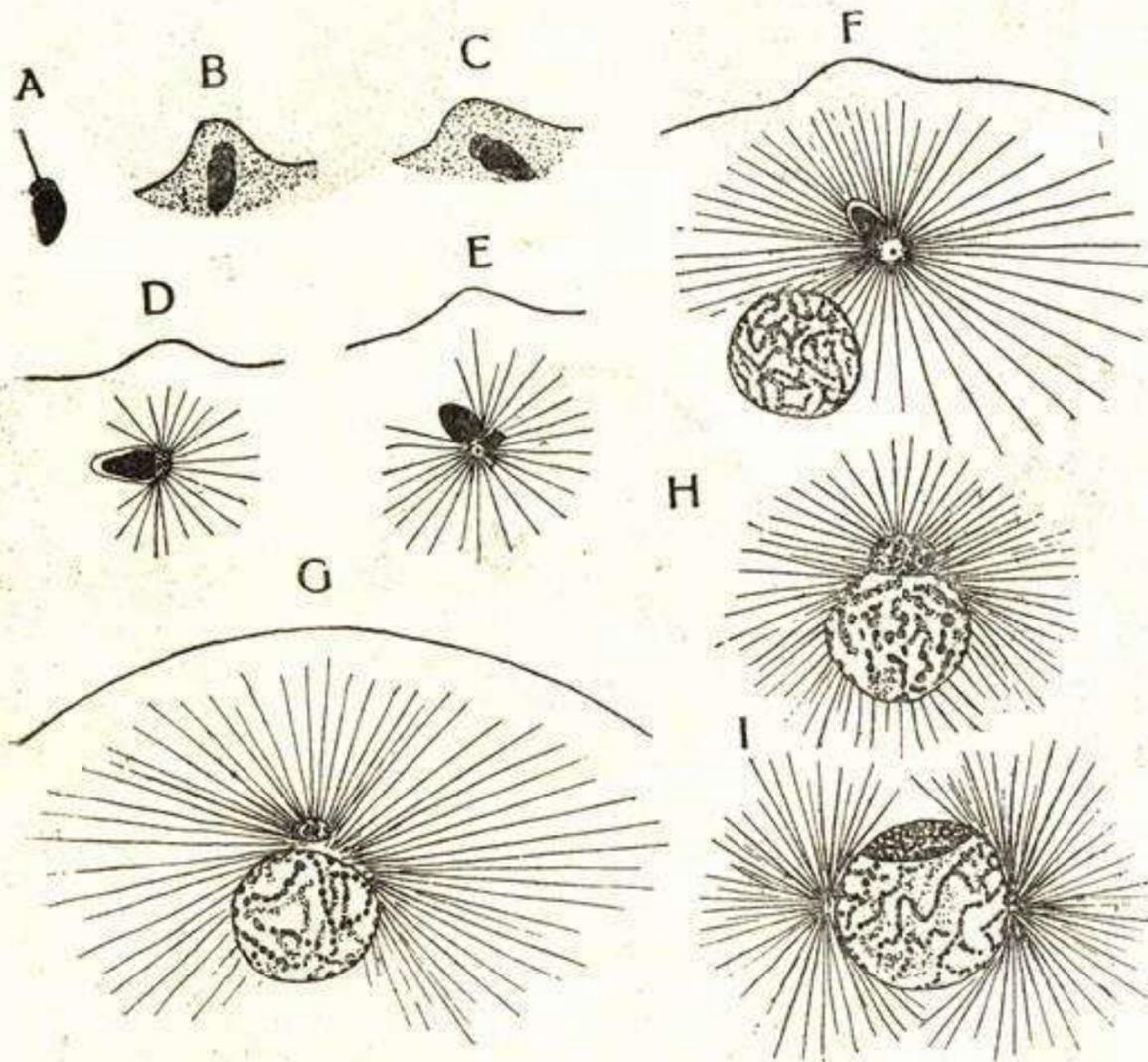
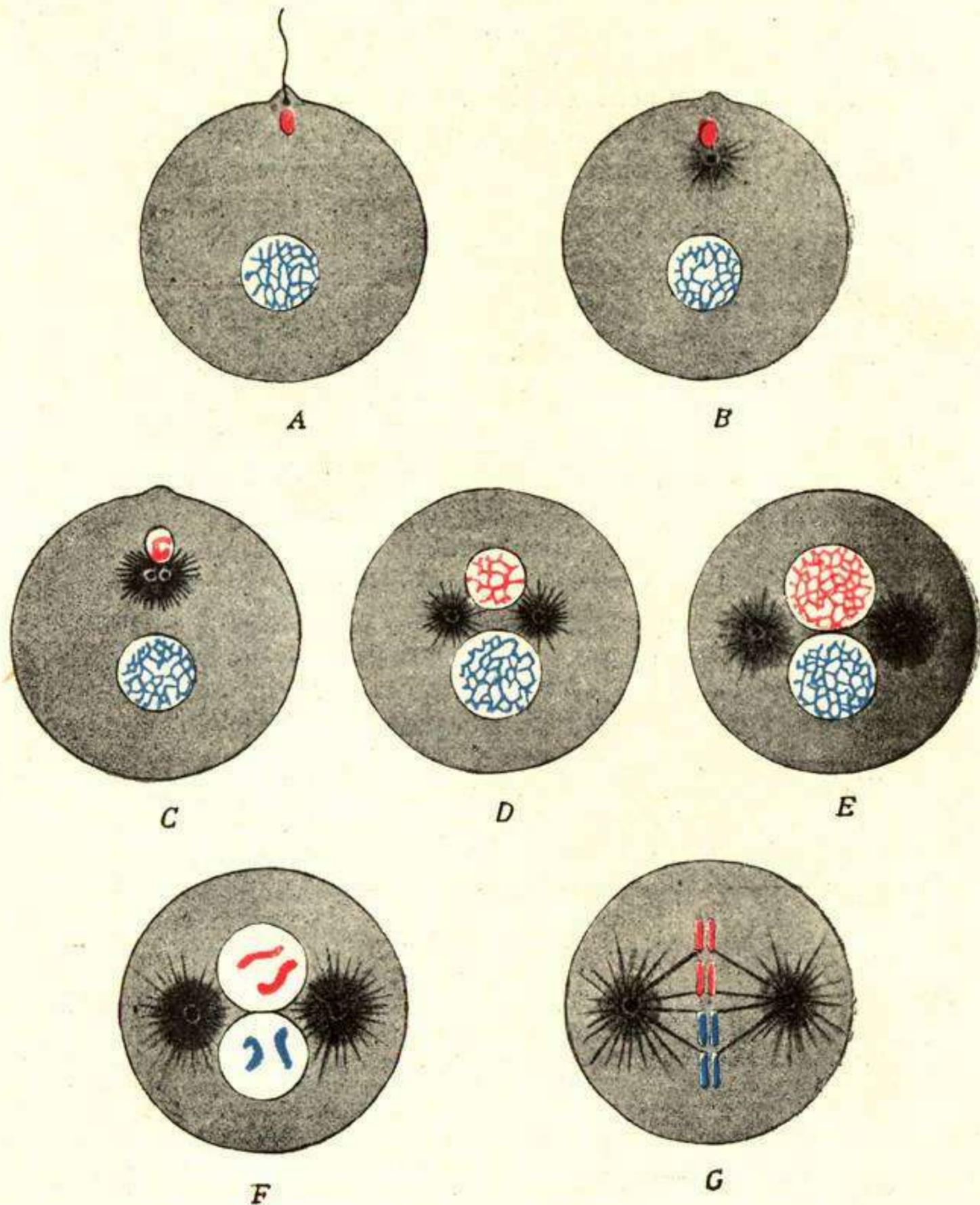


Fig. 58. Copulación interna en el óvulo de un erizo de mar (*Toxopneustes*).—A, espermatozoide algo hinchado y transformado.—B, espermatozoide dentro del montículo de concepción y sin cola.—C, espermatozoide más adentro y girando sobre sí mismo para dar media vuelta.—D, el espermatozoide forma el áster centrosómico.—E, el áster más desarrollado y desprendimiento del centrosoma para ocupar el centro del áster.—F, el espermatozoide rodeado por todas partes de las irradiaciones del áster; el centrosoma con su centriolo en medio de un limbo claro; junto al áster el pronúcleo femenino.—G, el espermatozoide, transformado en pronúcleo masculino, ocupa el centro del áster.—H, el pronúcleo masculino se hincha pegado al femenino.—I, fusión (copulación) de ambos pronúcleos para originar el núcleo de segmentación o del huevo (esto es, del óvulo fecundado). (Según Wilson y Mathews. Del Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere von Korschelt und Heider).

plasma (trofoplasma). El líquido perivitelino puede tener, además, otro objeto, quizás de no menos importancia embriológica, y es el permitir que la masa interior del huevo pueda moverse y girar sin dificultad y sin peligro de sufrir roces con la membrana vitelina o cubiertas de protección, algo duras y resistentes: algo así como la clara del huevo permite moverse dentro la yema, de modo que en



**Fig. 59.** (Lámina) Representación esquemática de los procesos de la fecundación y primera división segmentar.—A, entrada del espermatozoide en el óvulo por el montículo de concepción.—B, el espermatozoide sin cola y precedido del áster con su centrosoma por haber dado media vuelta.—C, el centrosoma se ha dividido en dos, ambos dentro del mismo áster.—D, los dos centrosomas se han separado, cada uno con su áster para colocarse en los polos; el cuerpo del espermatozoide se ha hinchado y tomado la forma de *pronúcleo masculino*.—E, ambos pronúcleos, el masculino (rojo) y el femenino (azul) son del mismo tamaño.—F, los centrosomas ocupan los polos; en el ecuador los dos pronúcleos han modificado su cromatina, tomando ésta la forma de cromosomas.—G, los dos pronúcleos, ya fusionados, han desaparecido como tales: sus cromosomas, sin haberse fusionado los masculinos (rojos) con los femeninos (azules), se han puesto en el ecuador y cada uno de ellos se ha dividido cariocinéticamente en dos, iniciándose la primera división del huevo, llamada de segmentación: aquí, pues, se supone que los cromosomas conservan su individualidad. (Según Boveri. De la Citología de Prenant etc.).

cualquier posición flote siempre sobre la masa vitelina el protoplasma con su núcleo. Otro fenómeno, provocado por la entrada del espermatozoide y al que da A. Brachet (1921) mucha importancia y con razón, es que por su medio se determinaría en unos casos y en otros se fijaría o se pronunciaría más, la simetría bilateral del huevo; simetría que estaría íntimamente relacionada primero con los planos de segmentación y después con la simetría definitiva del organismo.

Es cierto que la simetría del animal en un tiempo u otro ha de ser determinada, y que su determinación ha de obedecer también, al menos como concausa, a alguna circunstancia anatómica o fisiológica, predeterminada o predispuesta. Pero donde hay peligro de errar, es en señalar prácticamente esta circunstancia. El poder de auto-regulación que posee la sustancia viva (célula, organismo), de que hicimos mérito en la introducción (n. II), ha de hacernos cautos en esta parte y no concibir demasiado mecánicamente los procesos embriológicos.

Lo ordinario parece ser, hablando de mamíferos, que éntre un solo espermatozoide dentro del óvulo; o si por ventura entran más de uno (polispermia), sólo uno de ellos se fusiona con el pronúcleo femenino: los demás quizás pueden desempeñar un papel puramente vegetativo, v. g., ayudando a deshacer o digerir el vitelo nutritivo. En todo caso, parece que a la corta o a la larga son reabsorbidos. Tampoco es de suponer que en el caso de poliembrionía (presencia de varios embriones, hasta 8 en un mismo huevo), observado como cosa normal y específica en armadillos (1) entren en el óvulo, con destino a la fecundación, tantos espermatozoides cuantos son los embriones.

La diferenciación de estos embriones en los armadillos tiene lugar en un período relativamente tarde, es a saber, después de diferenciarse las hojas blastodérmicas o germinales (véase más adelante Cap. IV): de manera que en un mismo disco germinal común se forman varios escudos embrionarios, colocados radialmente al rededor de un polo del huevo. Fuera de este caso, que se considera normal, se han observado varios embriones dentro del huevo de gallina: lo cual también se puede explicar, admitiendo que los primeros blastómeros han evolucionado cada uno por sí, de un modo parecido al de los experimentos de Driesch y otros (n. II). En el hombre, los gemelos son, generalmente hablando, debidos a dos o varios óvulos que se han desprendido y fecundado a un mismo tiempo, como lo atestigua la presencia de igual número de cuerpos amarillos en el ovario, exactamente como se encuentran también en los animales, que dan varios hijos en cada parto, tantos cuerpos amarillos como embrio-

---

(1) Conf. Miguel Fernández: Beiträge zur Embryologie der Gürteltiere. I. Zur Keimblattinversion und spezifischen Polyembryonie der «Mulita» (*Tatusia hybrida*). Morphologisches Jahrbuch. Bd. 39. H. 2. 1909 Cita de Graf Spee en el Handbuch per Geburtshilfe von Döderlein, p. 32, 1915.

nes. Mencionemos, finalmente, aquí la posibilidad (se han observado casos reales) de que se fecunde algún *corpúsculo polar* y evolucione en un embrión, siendo ésta otra fuente de gemelos (Véase n. 34, nota, y n. 117).

## II. La fecundación en diversos grupos de animales

**40. Fecundación externa e interna.** — Los fenómenos que hemos descrito en el número anterior, constituyen la fecundación en sentido estricto; y, aunque con pequeñas variantes, hemos de suponer que se verifican en toda reproducción gamogenética. Y digo que hemos de suponer; porque su observación es en la mayoría

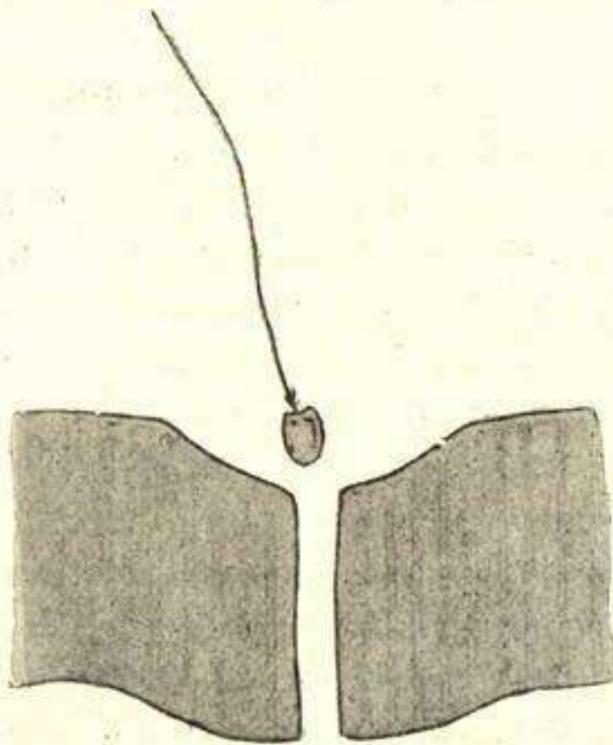


Fig. 60. Micropila del salmón (*Salmo salar*) con un espermatozoide de la misma especie, que la atraviesa. (Según His. Del Handbuch der Entwicklungslehre de O. Hertwig).

de los casos muy difícil: unas veces, porque los óvulos son grandes y opacos por razón de la gran cantidad de deutoplasma y, por ende, impermeables a la luz del microscopio; y otras veces, porque aunque sean pequeños y hialinos o diáfanos, su fecundación tiene lugar dentro del cuerpo de la hembra, siendo imposible ensayarla sobre la platina del microscopio. En este último caso, hablamos de *fecundación interna*; al paso que cuando los elementos ontogénicos, abandonados a sí mismo en las aguas, se fecundan fuera del cuerpo de la madre, tenemos la llamada *fecundación externa*. Una y otra difieren por el lugar, donde se verifica; y no por algo esencial.

a) *Invertebrados*. En *equinodermos*, la fecundación es *externa*, aunque para soltar los productos sexuales, se reúnen los machos y las

hembras, ejerciendo entre sí mutuo estímulo. En otros invertebrados, la fecundación es *interna*, sobre todo en los terrestres como *insectos*, *caracoles*, etc.

b) *Peces*. Entre los vertebrados, además del *Amphioxus lanceolatus*, la mayor parte de los peces, desde luego los *ciclóstomos* y el numeroso orden de los *teleósteos*, tienen fecundación externa: los machos y las hembras abandonan los productos sexuales en las aguas, en donde los espermatozoides, solicitados probablemente por algún qui-

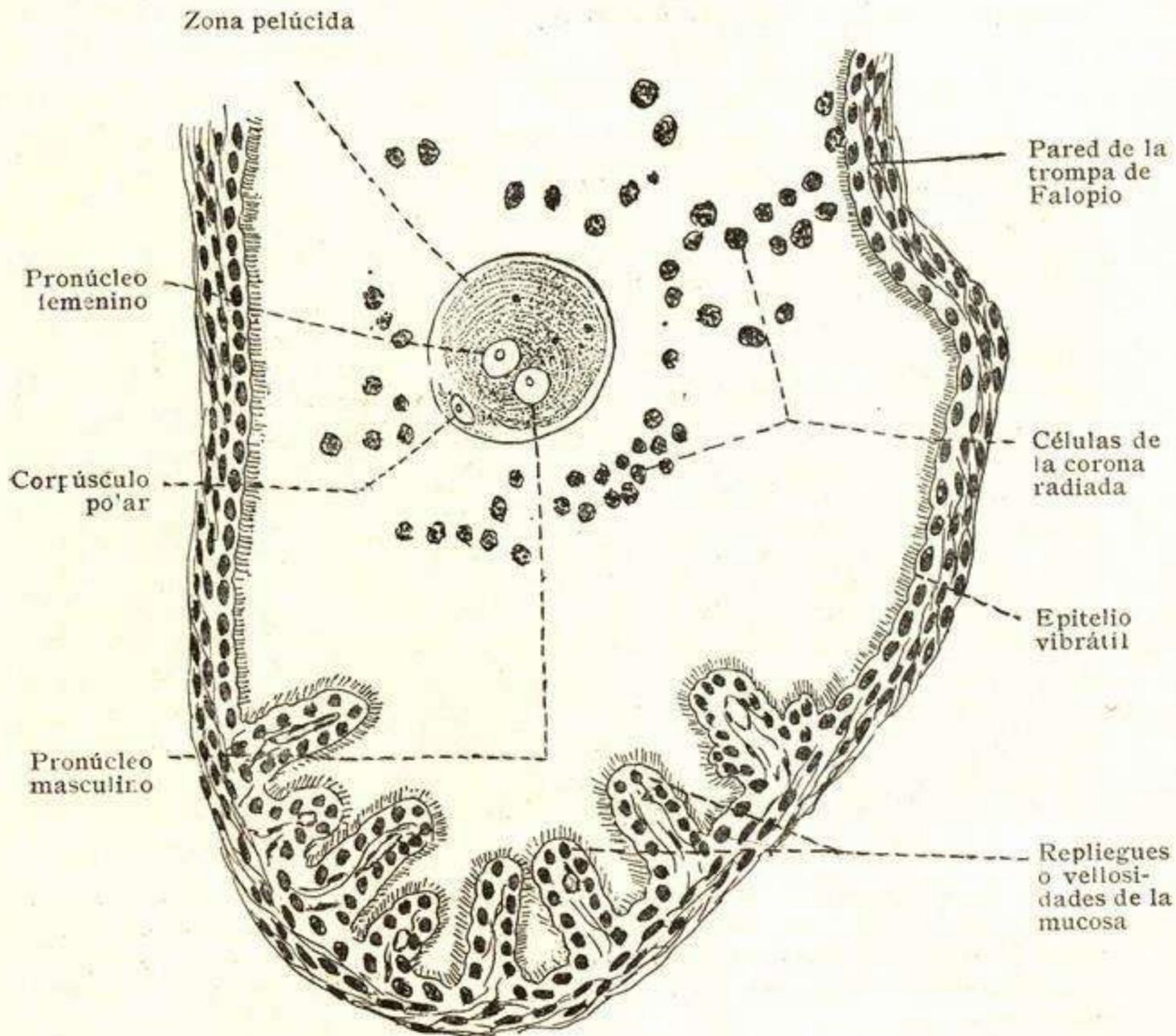


Fig. 61. Corte algo al sesgo de la trompa de Falopio de *rata* o *ratón* (*Mus sp.*) con el óvulo en fecundación. (Original: dibujo algo esquemático de una preparación del Inst. Embriológico de Viena).

miotactismo, fecundan los óvulos; éstos, una vez fecundados, se segmentan y desarrollan ordinariamente sin ningún cuidado por parte de los padres. De esta manera de fecundarse los productos sexuales de los peces se vale y aprovecha la *piscicultura* para su cría industrial. Al efecto, hacen salir, comprimiendo el cuerpo de los machos y de las hembras, los productos sexuales en los aljibes o aguas destinadas a la cría: allí se fecundan y desarrollan los huevos en perfecta ausencia de los padres: lo cual lleva consigo la ventaja de ponerlos al

abrigo de la voracidad de los machos. Para la penetración del espermatozoide en los óvulos, poseen éstos, como los de *insectos* y *holotúridos*, su *micropila* o canal que atraviesa todas las envolturas del óvulo (fig. 60).

En los peces *selacios* la fecundación es *interna*: los huevos guardan mucha analogía con los de los *reptiles* y *aves*. En algunos casos, no sólo la fecundación es interna, sino también el desarrollo del huevo como en *Mustelus laevis* y otros. El oviducto posee una dilatación que en estos casos sirve de útero (fig. 8). Los selacios que gozan de esta propiedad son *ovovivíparos*.

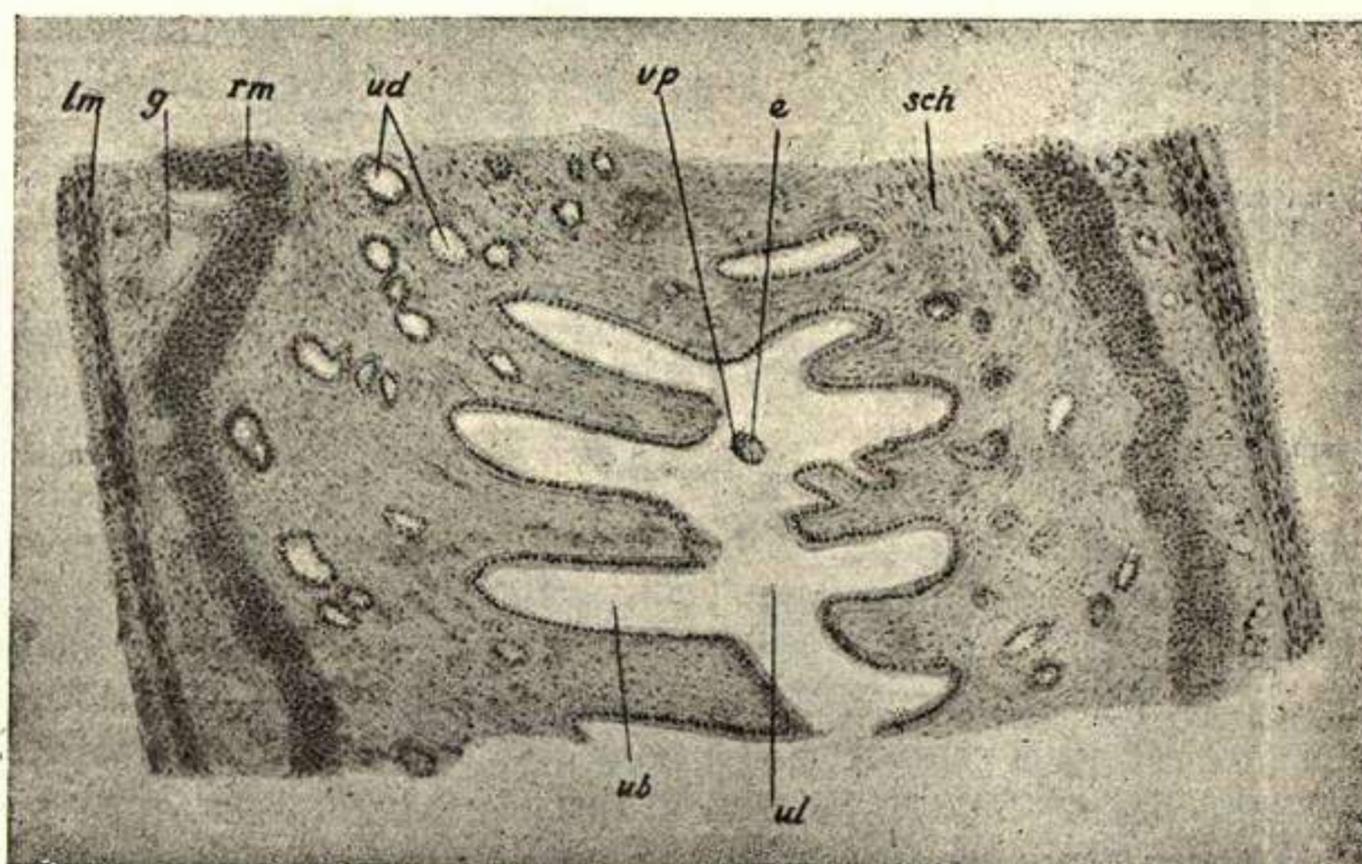


Fig. 62. Fragmento de un corte longitudinal del útero de *rata* (*Mus rattus*). e, huevo en estado de blástula; vp, parte engrosada del huevo; ul, luz o cavidad del útero; ub, senos del útero; ud, glándulas uterinas; sch, mucosa uterina; rm, capa circular muscular; lm, capa muscular longitudinal; g, vasos. (De nuestro trabajo: Die Frage der Riesenzellen).

c) *Anfibios*. En la mayor parte de los anfibios podemos decir que la fecundación sigue siendo externa; pero existe en ellos verdadero apareamiento. El macho no hace más que sujetar la hembra; y a medida que ésta suelta los óvulos, él los va fecundando. Los huevos, envueltos en una substancia gelatinosa, se desarrollan en el agua. Con todo, en la especie *Alytes obstetricans* (sapo comadrón), el macho los lleva sobre las patas posteriores durante el desarrollo.

En los *urodelos* (n. 21, 30), con todo, la fecundación se ha de llamar más bien interna; pues la hembra recibe e introduce en la cloaca la masa espermática que desprende el macho, y la recoge en

los utrículos, que en la pared de la cloaca obran como vesículas seminales. En este caso, el huevo fecundado puede desarrollarse dentro del cuerpo de la hembra hasta cierto estadio evolutivo, v. g., en la *Salamandra maculosa*. Los urodelos, que tienen esta manera de reproducción, son *ovovivíparos*.

d) *Reptiles, aves y mamíferos*. En todos estos grupos de animales, la fecundación es interna, y tiene lugar en el oviducto, representado en mamíferos por la trompa falopiana (fig. 61), y en ésta, según todas las probabilidades, en el extremo peritoneal ensanchado en forma de ampolla de dicha trompa, o quizás en su mismo pabellón. Es cierto que, hablando al menos de mamíferos, el huevo se segmenta en el recorrido de la trompa de Falopio y llega al útero en estado de blástula (fig. 62), como hemos tenido ocasión de comprobar en el huevo de la rata y del conejo.

e) *Hombre*. El *óvulo* humano es equiparable en esta parte al de los mamíferos, bien que nadie hasta el presente haya podido sorprenderlo ni en su salida del ovario (ovulación), ni en su fecundación, ni en el recorrido del oviducto, como más adelante tendremos ocasión de tratar: sólo por analogía con otros huevos podemos hablar de él en estadios tan jóvenes.

---

## CAPÍTULO III

### LA SEGMENTACIÓN

#### I. Segmentación en general

**41. Idea de la segmentación.** — Verificada la fecundación, el huevo suele ser inmediatamente asiento de gran actividad, cuyo fin es la formación del nuevo sér, del que es principio completo. Hay, sin embargo, casos, en que entre la fecundación y el desarrollo embrionario del huevo, pasa un lapso de tiempo muy notable, como v. g., en los huevos (semilla) del *Bombyx (Sericaria) mori*, mariposa del gusano de seda, los cuales fecundados este año se desarrollan en la próxima primavera. Pero esto no es lo ordinario. Lo ordinario es, que el núcleo resultante de la fusión de los dos *pronúcleos*, que ya hemos dicho se llamaba *núcleo de segmentación*, éntre pronto en actividad cariocinética para dividirse. A la división del núcleo sigue la de la masa del huevo. Esta última se revela al exterior por un surco que, observado primeramente por los embriólogos franceses, Prevost y Dumas, a favor de una simple lente, recibió el nombre de segmentación: nombre, que se ha conservado en Embriología, a pesar de que se ha visto después, que se trata allí de formaciones celulares. Después de una división o segmentación viene otra; y después de ésta, otra y así sucesivamente. Los segmentos o células que van resultando se llaman *blastómeros*.

**42. Relaciones de los primeros planos de segmentación.** — En general, se ha observado que, al menos los primeros planos de segmentación en huevos *holoblásticos*, guardaban cierta relación entre sí; y por ventura también con los principales ejes que tendrá el animal ya formado. Efectivamente; al *primer* plano de segmentación que divide en dos partes iguales el huevo (fig. 63, A), sigue un *segundo* que es perfectamente perpendicular al primero (fig. 63, B): a estos dos sigue un *tercero* que lo es a entrambos (fig. 63, C). Si se trata de un huevo *holoblástico esférico*, y llamamos *meridionales* a los dos primeros planos, el tercero será *ecuatorial*. Los siguientes planos de división suelen alternar: unos son *meridionales*; otros, *latitudinales*, según la nomenclatura de Grönroos y Sobot-

ta, esto es, son los paralelos al ecuatorial. Caben también planos de segmentación o división paralelos a la superficie del huevo, que serán los tangenciales.

Buscando la razón del por qué los primeros planos hayan de ser perpendiculares entre sí, se halla en la masa activa del protoplasma o del vitelo *formativo* (n. 26). Se comprende sin cavilaciones que el

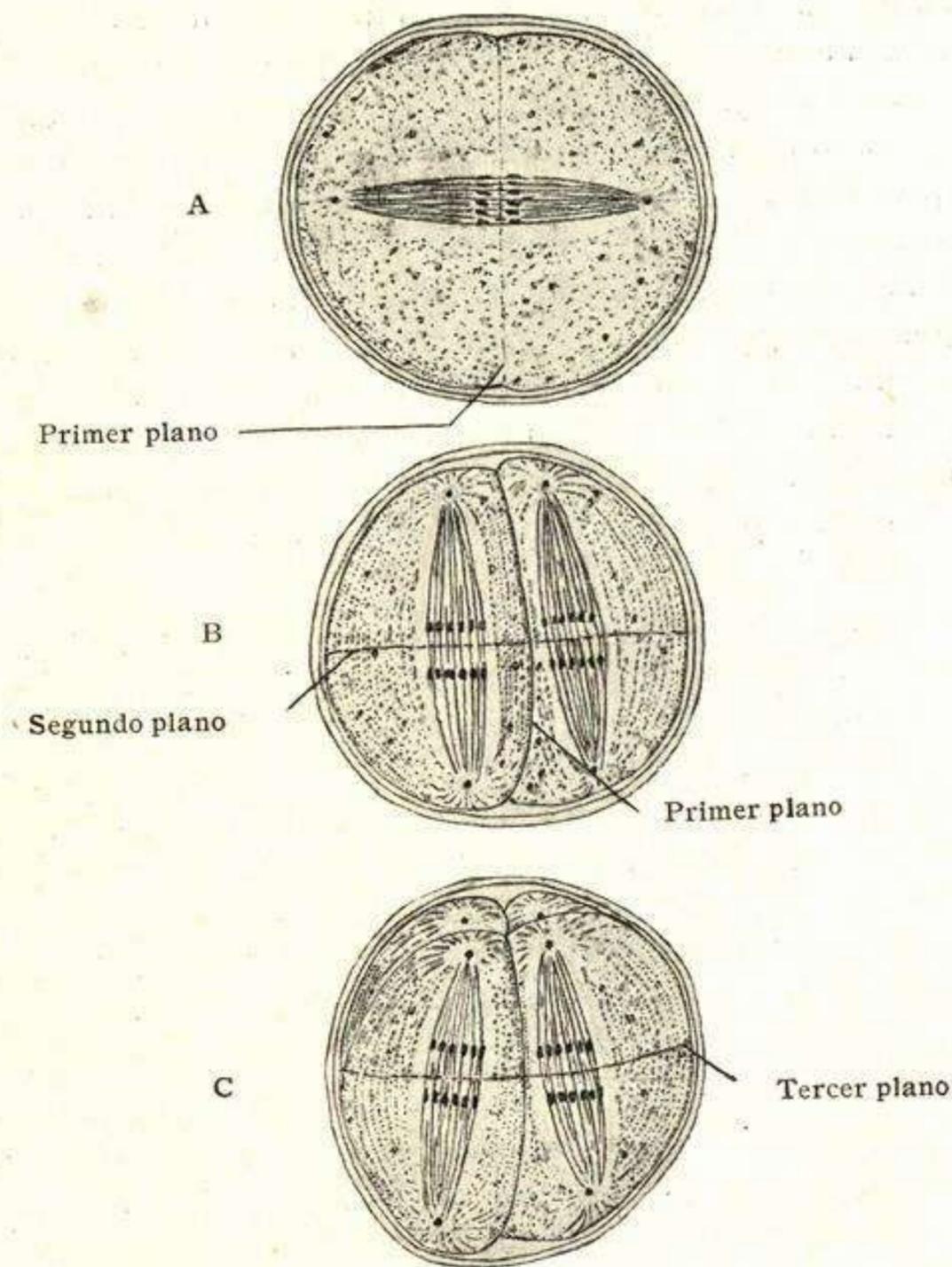


Fig. 63. Esquema de los tres primeros planos de segmentación de un huevo *holoblástico* (véase más adelante). A, primera división del huevo en dos blastómeros; B, segunda división; C, tercera división. (Original).

huso *cariocinético* se oriente siempre según la línea de mayor actividad del protoplasma, y, por consiguiente, se coloque paralelo al eje mayor de la masa *protoplásmica*. Ahora bien; como el plano divisorio es siempre perpendicular al *huso*, y divide a éste en dos partes iguales, dividirá también en el mismo sentido la masa del protoplasma, o sea, la masa del huevo. Esto supuesto, se explica perfectamente

el por qué de la perpendicularidad de los tres primeros planos. Probémoslo. En un huevo *esférico e isolecito* (n. 27), v. g., de erizo de mar, el primer huso *cariocinético* de segmentación se podrá orientar en la dirección de cualquier radio o, mejor, de cualquier diámetro, ya que no se ve razón especial para ser preferida una dirección a otra, dada la homogeneidad y la igual distribución del contenido del huevo, que suponemos. El plano de división lo seccionará en dos mitades iguales, en dos hemisferios: estas dos mitades serán sus dos primeros *blastómeros*. Veamos ahora cuál será la dirección del siguiente plano de segmentación. Fijémonos para ello en uno de los dos *blastómeros*. Cada blastómero es una hemisfera. En esta hemisfera el eje mayor de la masa protoplásmica es evidentemente paralelo al plano de la primera segmentación (fig. 63, compárese A y B): luego el *huso cariocinético* de la segunda segmentación será paralelo al plano de la primera segmentación; y como el plano de la división del huso es siempre, como antes decíamos, perpendicular en su punto medio al mismo huso, lo será forzosamente también al plano de la primera segmentación. Al fin, pues, de la segunda segmentación tendremos el huevo dividido, por dos planos perpendiculares entre sí, en cuatro cuadrantes.

Antes de pasar adelante, a explicar la dirección del tercer plano de segmentación, según la regla dada, quiero llamar la atención sobre un punto que de seguro pasa a muchos inadvertido, y es la coincidencia de los planos que dividen los dos hemisferios del huevo. Es evidente que, según la regla dada, en cada hemisferio podrá el *huso cariocinético* tomar cualquiera dirección, con tal de permanecer paralelo a la base del hemisferio. ¿Cómo es, se pregunta, que coincida en ambos hemisferios la dirección de los planos, como si fuese un solo plano que dividiese una esfera? Desde el punto de vista mecánico, esto se puede explicar en huevos de mamíferos y de *Amphioxus*, teniendo presente lo que dijimos más arriba, a saber, que estos huevos no son absolutamente *isolecitos*, sino que poseen alguna polarización: pues en este caso, si se cumplen las leyes de Balfour y de O. Hertwig, en ambos blastómeros se ha de colocar el huso acromático en la misma dirección. Quizás no se pueda decir otro tanto de los huevos de erizo de mar que consideramos como perfectamente *isolecitos*. Claro que también cabe aquí la hipótesis de que, aunque no lo parezcan, sean asimismo *telolecitos*. Pero a pesar de todas las explicaciones mecánicas, queda siempre en los fenómenos embriológicos un punto que ningún mecanicismo puede por sí explicar, y es el *admirable orden* y constancia con que se encadenan tan armónicamente esas condiciones mecánicas, sucediéndose unas a otras como si algo las tomase como medios para realizar un plan preconcebido.

Vengamos ya al tercer plano de segmentación. Por los planos de división precedentes, ha quedado dividida la masa del huevo en cuatro

cuadrantes. Es fácil adivinar, según la regla arriba propuesta, cuál será la dirección del tercer plano de segmentación. Porque, fijándonos en un cuadrante, el eje mayor de la masa protoplásmica es, a todas luces, paralelo a la intersección de los planos anteriores. Luego el *huso cariocinético* de la tercera segmentación será paralelo a dicha intersección y el nuevo plano divisorio, perpendicular a los dos primeros (fig. 63, C). Por el estilo se podría hacer ver en las demás divisiones el cumplimiento de estas leyes.

**43. Variedad de huevos por razón de su segmentación.** — En la explicación de las relaciones de los primeros planos de segmentación hemos supuesto que todo el huevo se dividía. Cuando esto sucede, el huevo se llama de *segmentación total*, o es, según Remak, *holoblástico*. Pero otras veces, sólo una parte del huevo se segmenta, quedando otra gran parte sin segmentar. Sucede esto en aquellos huevos, donde la masa de vitelo *nutritivo* supera *enormemente* a la del protoplasma; porque, como quiera que aquél represente una resistencia pasiva a la división, se comprende que, cuando su cantidad sea muy crecida, impida la división. Estos huevos se conocen con el nombre de *huevos de segmentación parcial* o con el de *meroblásticos* que les dió Remak.

Tanto los huevos *holoblásticos* como los *meroblásticos* ofrecen modalidades. Porque entre los primeros los hay, cuyos planos de segmentación dividen en partes iguales el huevo: por esta causa se llaman de *segmentación total e igual*; en otros, por el contrario, la división no es siempre igual, sino que unos *blastómeros* son mayores que otros. Estos huevos son los de *segmentación total y desigual*. Asimismo, hay huevos *meroblásticos*, en los que sólo un casquete o disco de un polo se divide, quedando lo restante del huevo sin dividir; son los huevos de *segmentación discoidal*. Otros, finalmente, dividen toda su superficie, dejando la masa central sin dividir, denominándose, por esta causa, huevos de *segmentación superficial*. He aquí un cuadro sinóptico:

Huevos de segmentación total.	{	igual desigual	}	holoblásticos
Huevos de segmentación parcial	{	discoidal superficial	}	meroblásticos

## II. Segmentación total e igual

**44. Huevos de erizo de mar.** — Pasando ahora a cada una de estas clases de segmentación, explicaremos, ante todo, la *segmentación total e igual*. Suelen los embriólogos tomar como ejemplo

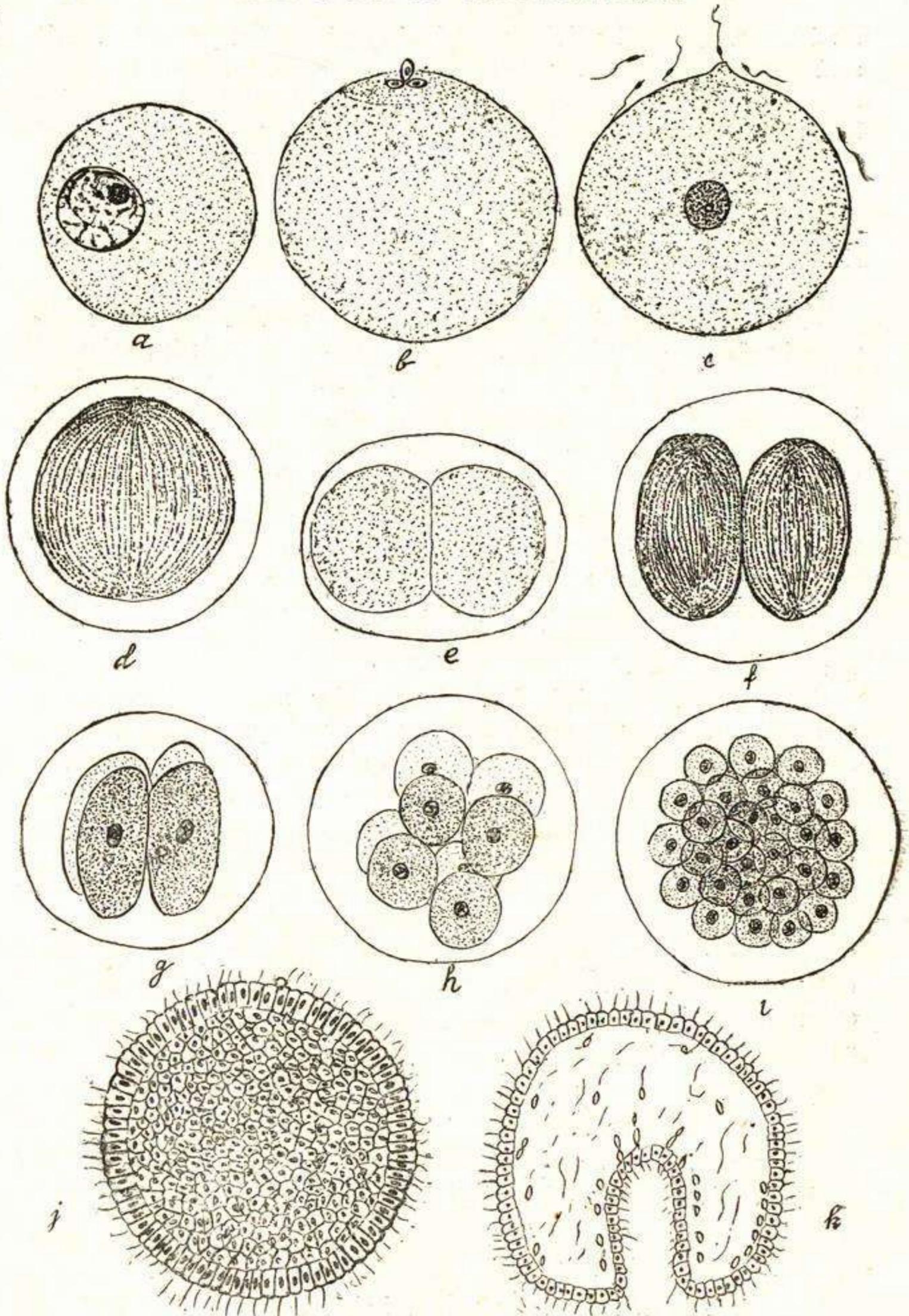


Fig. 64. Maduración, fecundación del óvulo y segmentación del huevo de *erizo de mar* (*Strongylocentrotus lividus*). a, óvulo joven no maduro, distinguible por su gran núcleo; b, óvulo con las células polares; c, óvulo en fecundación, con espermatozoides que le rodean y el montículo de concepción; d, huevo con el protoplasma irradiado, por estar la célula en cariocinesis para la primera segmentación; e, el huevo se acaba de dividir en dos mitades (dos blastómeros); f, los dos blastómeros del estadio anterior (e) se disponen a dividirse también; g, estadio de cuatro blastómeros; h, estadio de ocho blastómeros; i, estadio de mórula; j, estadio de blástula; k, corte óptico de la blástula pasando a gástrula. (Original algo esquematizado).

el huevo de *Amphioxus lanceolatus*, aunque en absoluto no es de segmentación *total e igual* o, cuando menos, no lo es de un modo tan típico como, v. g., el de *erizo de mar* o el de *Ascaris megalocephala*. Tiene, sin embargo, su conveniencia hacerlo así, por razón de que es un objeto fácil de estudiar, y sobre todo porque, tratándose de vertebrados, sirve en los capítulos siguientes de punto de comparación, al que se pueden referir los fenómenos y formaciones de los demás grupos de vertebrados; con lo cual adquiere cierta unidad la doctrina embriológica de los animales superiores. Nosotros expondremos, primero, la segmentación *total e igual* en el huevo de erizo de mar, por ser en él muy típica; y haremos luégo mérito también del huevo de *Amphioxus lanceolatus*, a fin de que no nos falte la base para ulteriores cuestiones.

El ovario de erizo de mar contiene óvulos no maduros (fig. 64, a) y óvulos maduros (fig. 64 b). La fecundación (fig. 64 c) y el desarrollo

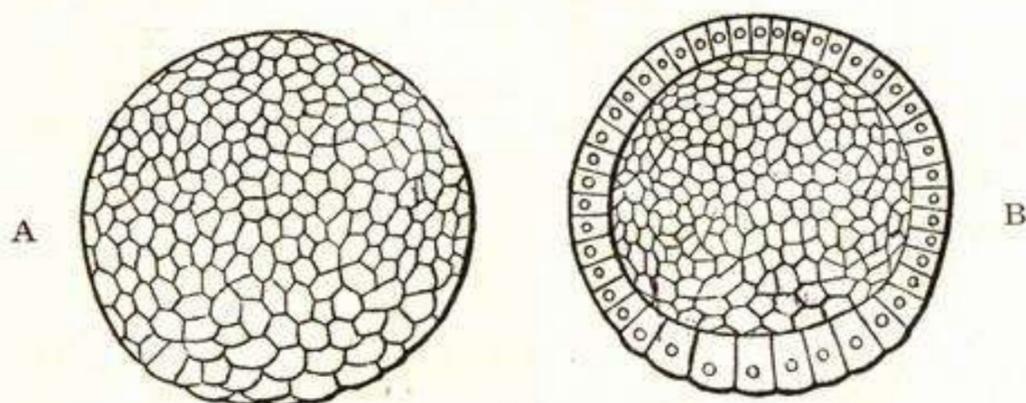


Fig. 65. Término de la segmentación del huevo del *pez-lanceta* (*Amphioxus lanceolatus*). A, blástula vista por encima; B, mitad de la misma vista por dentro. Tanto en A como (y sobre todo) en B se observa que las células inferiores son mucho mayores. Ellas señalan el polo *vegetativo*, siendo el opuesto el *animal*. (Según Hatschek. Embryologisches Praktikum de A. Oppel, quien la toma de Korschelt y Heider).

del huevo se pueden observar con el microscopio, mediante la técnica que se explicará detalladamente en el n. 120. El huevo se divide, una vez fecundado, en dos *blastómeros iguales* (fig. 64, d, e, f). Los fenómenos internos son los propios de una división cariocinética: el centrosoma produce sus irradiaciones protoplásmicas, o ásteres, y entre éstos se instala el huso acromático (fig. 63, A) y siguen los demás fenómenos de la división cariocinética. Bien pronto aparece en la superficie del huevo un surco, cuyo plano es perpendicular al uso en su punto medio. Profundizando cada vez más dicho surco, viene, finalmente, a estrangular el huevo, dividiéndose en dos mitades iguales que son sus dos primeros blastómeros, los cuales, al momento mismo de separarse, vuelven a juntarse, aplanando la superficie de contacto. En seguida estos dos primeros blastómeros se disponen a dividirse también, y sus husos se orientan de modo que el segundo plano de división sea perpendicular al primero (fig. 63, B): tenemos

4 blastómeros (fig. 64, g). A esta división sigue una tercera, cuyo plano es perpendicular a los dos anteriores: el resultado será la formación de 8 blastómeros (fig. 64, h). Estos también se dividirán, resultando 16; de éstos saldrán luego 32; y de los 32, 64, etc. Poco a poco, pues, la masa del huevo aparece dentro de la membrana vitelina, dividida en fragmentos cada vez menores: los cuales están unidos entre sí flojamente, afectando un montón de bolitas, que recuerda el fruto de la zarza-mora: razón, por la cual se ha llamado a este estadio, *mórula* (fig. 64, i).

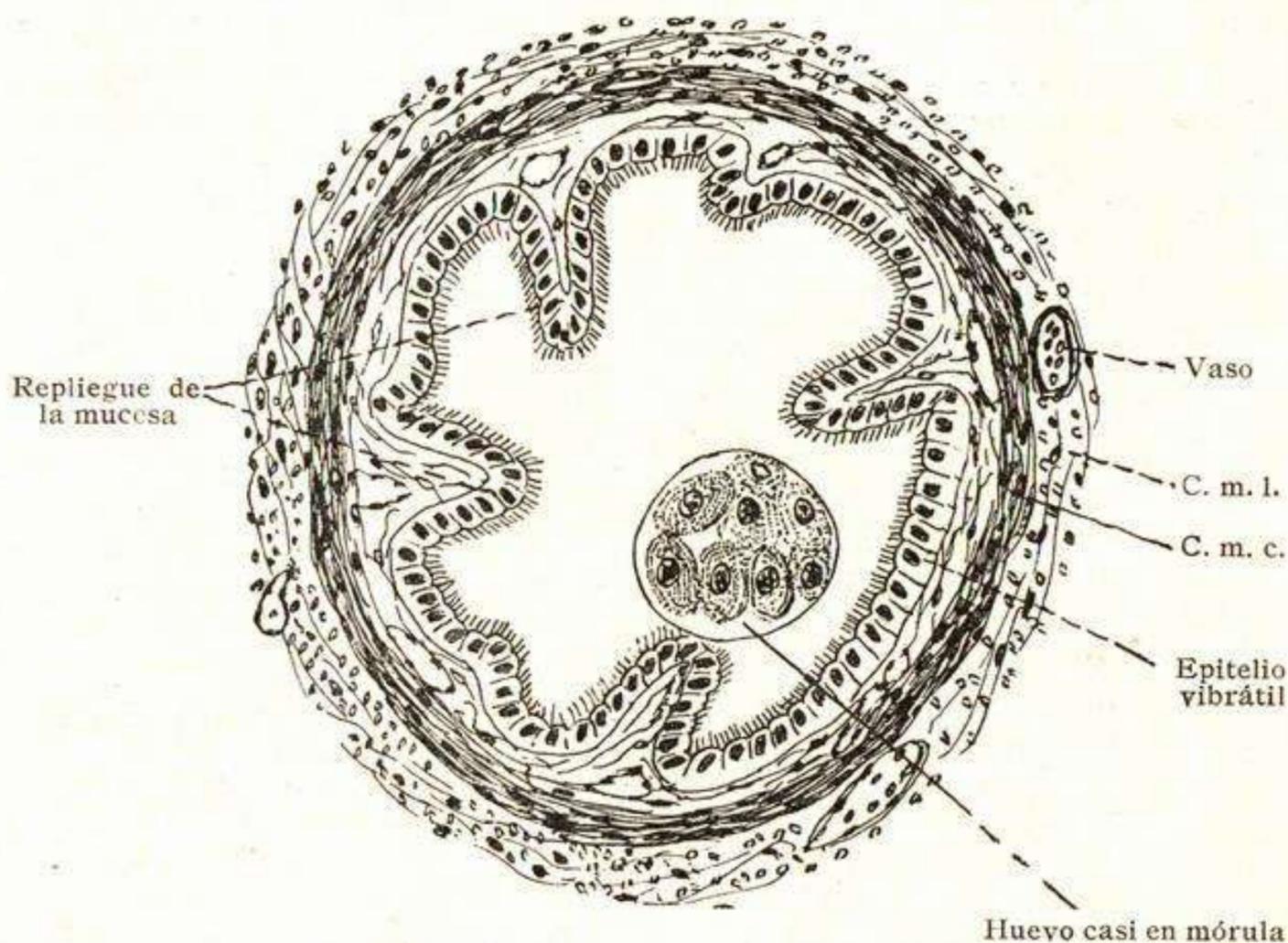
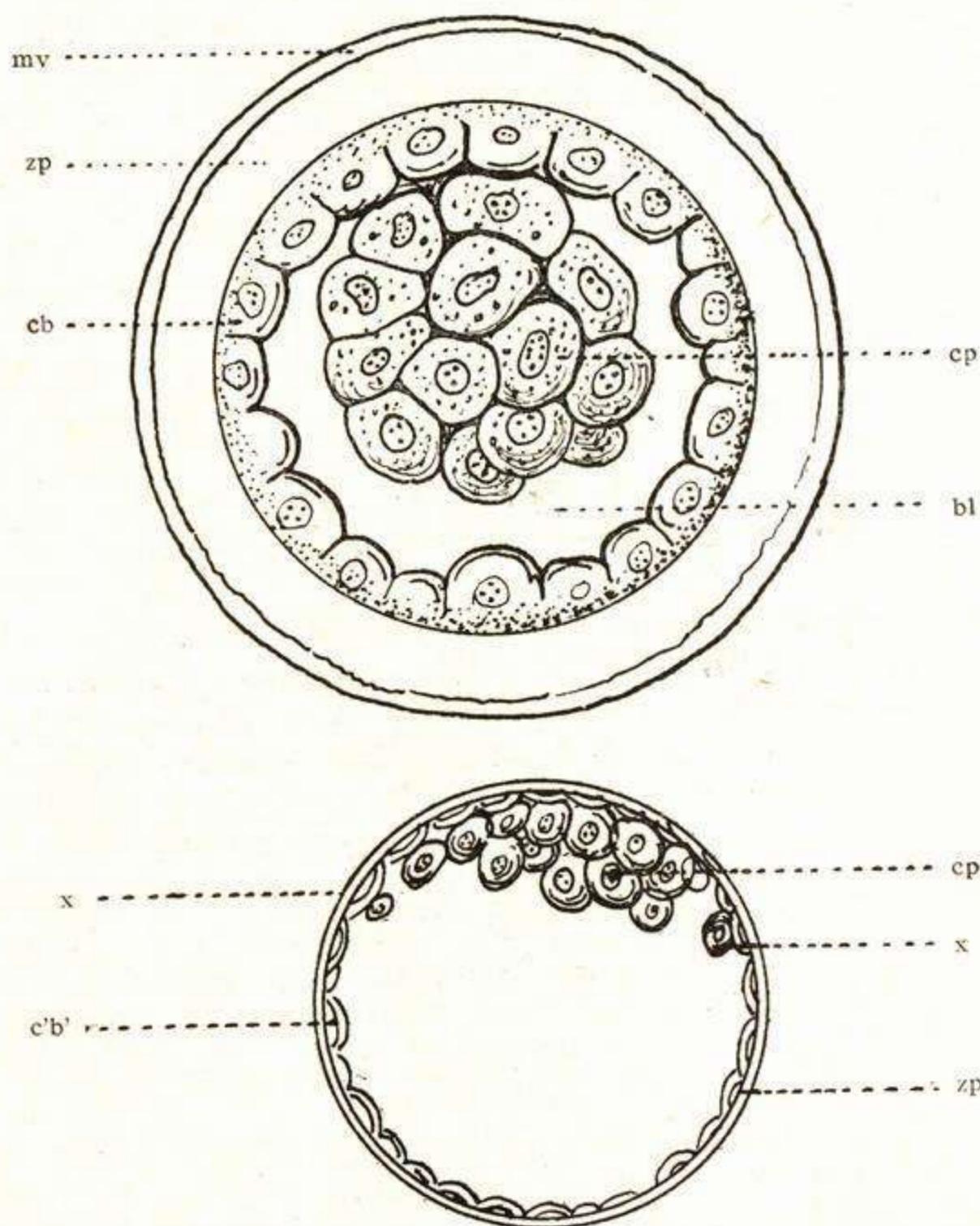


Fig. 66. Corte transversal de la trompa de Falopio de *rata* o *ratón* (*Mus sp.*), con un huevo en segmentación y casi en estado de mórula. C. m. l., capa muscular longitudinal; C. m. c., capa muscular circular. (Original: dibujo algo esquemático de una preparación del Inst. Embr. de Viena).

Es de notar que ya desde las primeras segmentaciones, se forma interiormente entre los *blastómeros* una *cavidad* que se designa con el nombre de *blastocèle* o *cavidad blastular*. Esta cavidad se va pronunciando cada vez más, a medida que los blastómeros se hacen más pequeños. La *mórula* no es el estadio definitivo de la segmentación, sino que los blastómeros que la constituyen, siguen dividiéndose. Cuando las células son muy pequeñas, se unen o traban perfectamente unas con otras, formando en conjunto una superficie lisa y esférica que es la pared envolvente de la cavidad central o *blastocèle*. Entonces tenemos el estadio llamado *blástula* (fig. 65, j), que se puede

considerar como el término de la *segmentación* del huevo. A partir de este estadio, el nuevo sér se irá complicando, no sólo por multiplicación celular, sino también morfológicamente (fig. 64, k).

Desde el punto de vista histológico, el huevo en estado de *blástula*,



**Fig. 67.** Blástula del conejo (*Lepus cuniculus*).—A, blástula oven; mv, membrana vitelina; zp, zona pelúcida; cb, células que forman la pared de la blástula; bl, blastocele o cavidad blastular; cp, montón de células que hace prominencia dentro de la cavidad —B, b'ástula más adelantada; zp, zona pelúcida; c'b', células aplanadas en la pared de la blástula (sin duda aplanadas por la presión del líquido interior que en este tiempo aumenta mucho); cp, montón de células de A, disponiéndose en disco y descansando sobre las células aplanadas de la pared blastular como se ve en x. (Según E. Van Beneden. Copiada del Handbuch der Entwicklungslehre de O. Hertwig).

representa un epitelio, revistiendo el *blastocele*, lleno de líquido segregado por los *blastómeros*. En la ontogénesis, pues, el primer tejido, el primordial y del que forzosamente han de derivarse, de un modo directo o indirecto, *todos* los demás, es el *epitelial*.

**45. La segmentación del huevo de Amphioxus y de mamíferos.** — La segmentación del huevo del *Amphioxus* y los estadios que recorre, son parecidos a los del huevo del erizo de mar; sólo que los blastómeros no son del todo iguales, pudiéndose distinguir en él por esta causa un polo *animal* y otro *vegetativo* (fig. 65).

Cuanto al huevo de mamíferos placentarios que se segmentan por el mismo estilo que el descrito, haremos notar, lo primero, que su segmentación tiene lugar, como ya se indicó, en el recorrido de la trompa de Falopio (fig. 66); y, segundo, que la blástula está también formada por una capa de células, que cubre la cavidad blastular; pero en un punto de ella ofrece por su cara interna un montón de células (fig. 62, vp; fig. 67, cp) que deben atraer poderosamente nuestra atención, por cuanto en él se forma después el embrión; y, por consiguiente, se puede llamar desde ahora *punto embrional*. El embriólogo van Beneden lo llama *blastóforo*.

### III. Segmentación total y desigual

**46. Segmentación del huevo de rana.** — Distinguiamos más arriba (n. 27, b) dos modalidades de óvulos (resp. huevos) *telolecitos*: unos, en que el *trofoplasma* no era tan abundante y la distinción de polos no tan notable. En éstos la segmentación es *total*, pero *desigual*. El huevo de rana es, sin duda, el más indicado, para explicar este género de segmentación, así por la facilidad en recoger el material, como por la observación que se puede efectuar con una simple lente, al menos tocante a su manifestación externa.

El huevo de *Rana esculenta*, de 1-2 mm., deja distinguir, aun a simple vista, dos mitades: una morena o oscura, y otra clara o blanquecina. Lo mismo el huevo de la rana de los bosques, *Hyla arborea*. En la *Rana fusca* no es tan manifiesta la diferencia de partes. En todo caso, el hemisferio moreno-oscuro representa el polo animal; y es oscuro, por razón de su pigmento; el claro, el vegetativo. Como aquí principalmente se acumula el trofoplasma, siempre más pesado que el *protoplasma*, el huevo, abandonado a sí mismo en las aguas se orienta, de modo que el polo vegetativo mira hacia abajo, y hacia arriba el animal.

Pasando ahora a su segmentación, podremos con facilidad adivinar *a priori* la dirección de los tres primeros planos, si tenemos presente la particular distribución de su contenido y la regla de la colocación del huso de segmentación con relación a la masa protoplásmica. Es evidente que, siendo ésta más abundante en el polo (hemisferio) animal que en el vegetativo, la dirección del huso de la primera segmentación no podrá coincidir con la línea que une los dos polos; porque no se halla en esta dirección el eje mayor de la masa proto-

plásmica; sino más bien en sentido perpendicular a aquella línea; por tanto, el huso estará algo corrido por encima del ecuador y paralelo a él

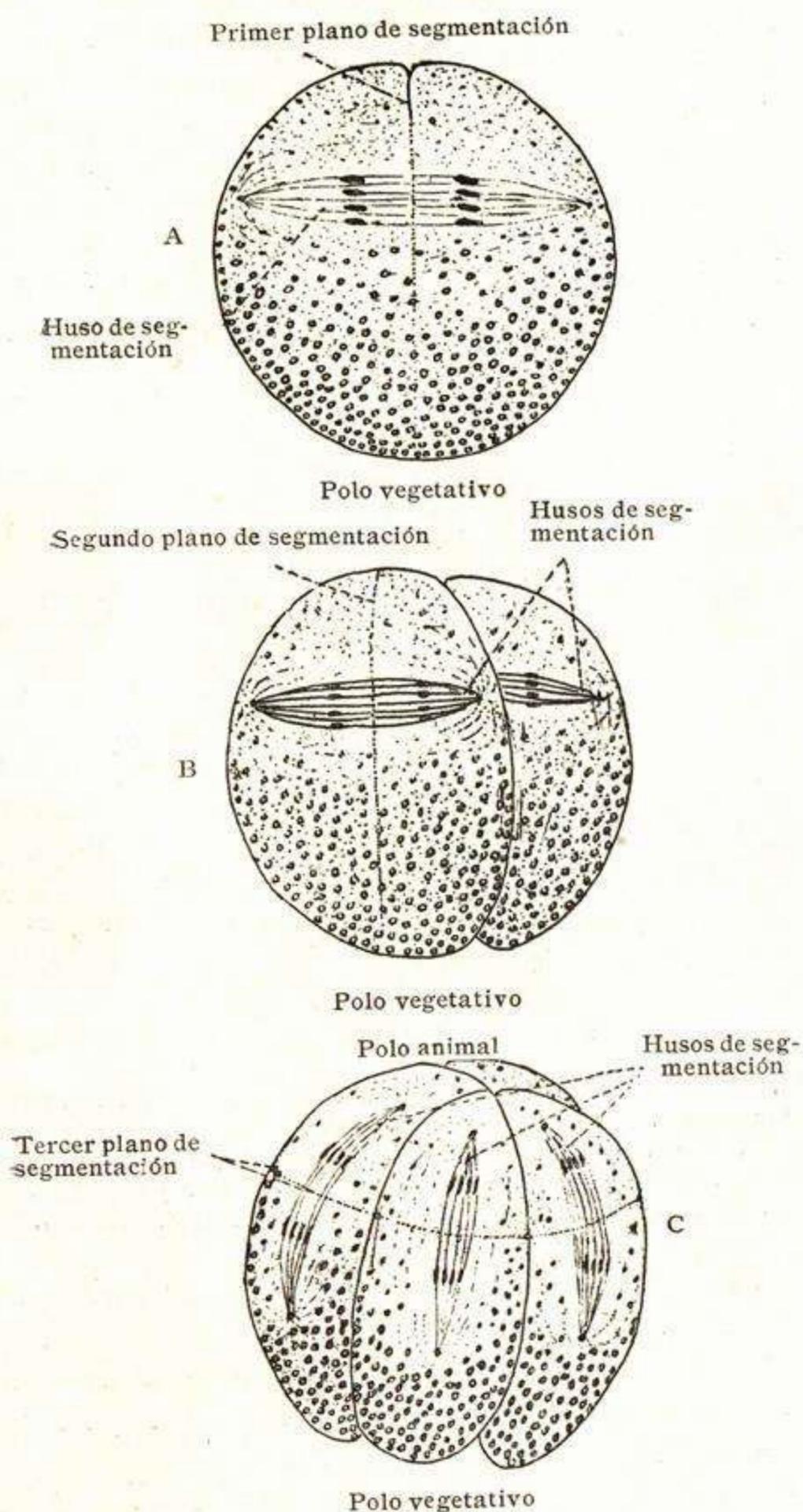


Fig. 68. Esquema para hacer ver la posición del huso de división en las primeras segmentaciones del huevo de anfibios. A, huso de la primera segmentación, algo excéntrico.—B, husos de la segunda segmentación.—C, husos de tercera segmentación. (Original).

(fig. 68, A). El primer plano de segmentación, pues, que es siempre perpendicular al huso en su punto medio, comenzando por el polo

animal y terminando en el vegetativo, hendirá en dos partes iguales (*blastómeros*) todo el huevo. El segundo huso de segmentación se orientará forzosamente paralelo al primer plano de segmentación, ya que en esta dirección se halla el eje mayor de la masa protoplásmica en cada uno de los dos blastómeros, y también algo corrido por encima del ecuador (fig. 68, B). En su consecuencia, el segundo plano de segmentación será perpendicular al primero y hendirá cada uno de los blastómeros en partes iguales. El siguiente huso de segmentación se orientará por precisión en cada uno de los cuatro blastómeros paralelo a los planos anteriores, o sea, en la dirección de la línea que une el polo animal con el vegetativo, bien que algo corrido también

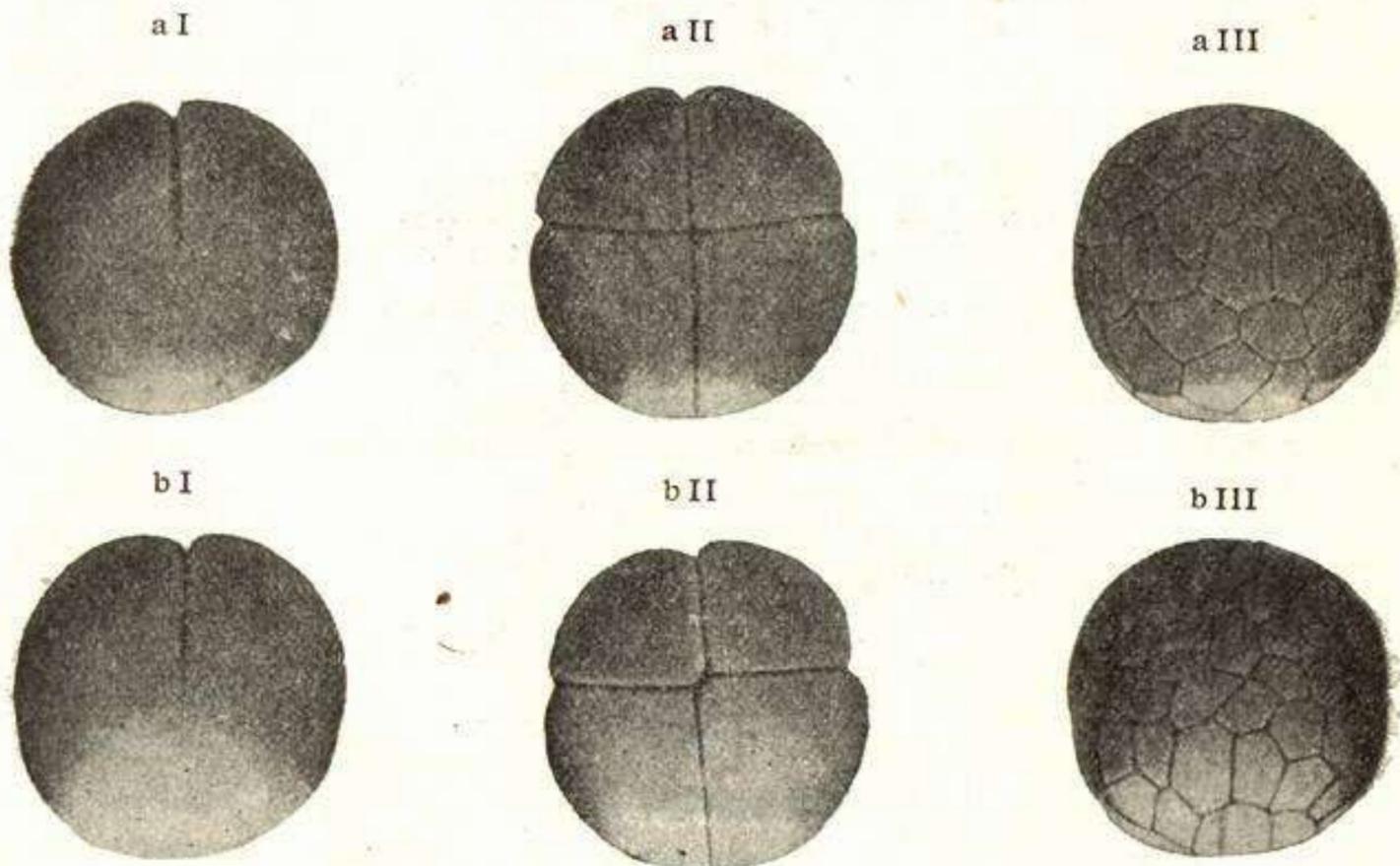


Fig. 69. Algunos estadios de segmentación del huevo de *rana* (*Rana temporaria*). En la serie superior (Ia, IIa, IIIa,) el huevo visto por delante; en la inferior (Ib, IIb, IIIb,) visto por detrás: para demostrar que el campo claro es mayor por detrás que por delante. (Según Schultze. Del Embryologisches Praktikum de A. Oppel, quien a su vez la toma del Handbuch de O. Hertwig).

hacia arriba; de suerte que su punto medio esté por encima del ecuador (fig. 68, C). En su virtud, el tercer plano de segmentación será perpendicular a los dos anteriores, y, además, dividirá cada blastómero en partes desiguales: un cacho menor hacia el polo animal y otro mayor hacia el vegetativo. En suma, tendremos ahora el huevo dividido en 8 blastómeros; cuatro pequeños, que forman el polo animal, y cuatro mayores, que forman el vegetativo.

A estos tres planos siguen otros, alternando los meridionales con los latitudinales; pero se observa que la división de los blastómeros del polo animal precede siempre a la de los blastómeros del polo vegetativo: más aún, a partir del estadio de 64 blastómeros, esto es, del estadio, en que tanto en el polo animal como en el vegetativo hay

32 blastómeros, las divisiones en el polo animal se suceden con tal rapidez respecto a las del polo vegetativo, que, cuando aquél cuenta ya 128 blastómeros, persiste éste aún con sólo sus 32.

La segmentación va adelantando y el huevo pasa por el estadio de *mórula* y termina con la formación de la *blástula*, como vimos en la segmentación de los huevos *isolecitos*. Hay, sin embargo, algunas diferencias entre la blástula de éstos y la de los anfibios: una de ellas es que en la de los anfibios los blastómeros o células que constituyen el polo o hemisferio vegetativo, son notablemente mayores y más ricos en substancia nutritiva que los que componen el polo o hemisferio animal (fig. 69). Otra diferencia consiste en que la cavidad blas-

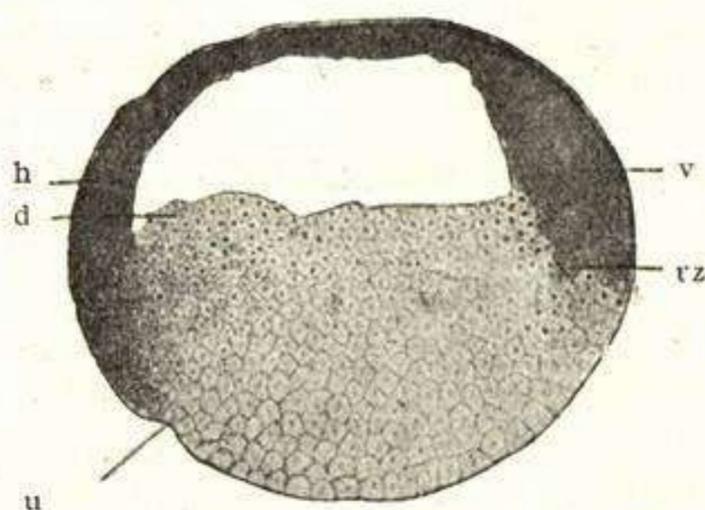


Fig. 70. Corte sagital del huevo de rana, *Rana fusca*?. d, células llenas de vitelo (nutritivo); v, parte anterior; h, parte posterior; rz, zona marginal; u, iniciamiento del blastoporo. (Según Schultze Oscar, Del Handbuch der Entwicklungslehre etc. de O. Hertwig).

tular, que se forma también aquí muy manifiestamente ya en el estadio de 8 blastómeros, es algo excéntrica, esto es, corrida hacia el polo animal (fig. 70). Finalmente, hagamos asimismo notar que la pared blastular suele estar aquí compuesta de varias capas de células.

**47. Indicaciones sobre otros animales.** — Esta segmentación, *total* y *desigual*, se halla en todos los *anfibios*; en *dipnoideos*, *ganoideos* (*esturión*) y *ciclóstomos*; y esto aunque el protoplasma sea muy abundante y bien polarizado, como parece suceder en el *sapo comadrón*, *Alytes obstetricans*, donde *a priori* cualquier embriólogo admitiría una segmentación *parcial*, dada la excesiva cantidad de trofoplasma y el modo de desarrollarse el embrión. Segmentación *parcial* (*discoidal*) le atribuyeron Vogt y De l'Isle (1). Nosotros, al principio nos inclinamos también a esto; pero bien pronto en nuestras preparaciones nos pudimos convencer de lo contrario, esto es, que

(1) Conf. Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. I. Teil I, 1 p. 607.

también en *Alytes* el huevo se segmenta *total y desigualmente*, como el de otros *anfibios* (1); circunstancia que nos debe hacer muy prudentes en conceder a los factores mecánicos demasiada importancia, como hacen muchos modernos, por parecerles esto buen medio para defender sus teorías. Las leyes de la vida dominan la materia y no al revés. Por lo demás, Gasser pudo establecer ya mucho ántes que nosotros la segmentación *total y desigual* del huevo de *Alytes obstetricans*. Lo que pudo engañar en la interpretación, es que los blastómeros son muy grandes y sin demarcación celular; pero la distribución de núcleos fuerza a admitir, por lo menos, la distribución en territorios.

#### IV. Segmentación parcial, discoidal y superficial

**48. Segmentación discoidal** — Parcial y discoidalmente se segmentan los huevos de muchos peces, señaladamente los de *sela-cios y teleósteos*, y los de *reptiles y aves*. Según vimos (n. 27, b. p.), estos huevos son *telolecitos* bien polarizados: el protoplasma forma en el polo animal un disco o chapa que cabalga sobre la enorme masa de *vitelo nutritivo*; el cual, siendo como es, más pesado que aquél, ocupa naturalmente siempre la parte físicamente inferior. Esta disposición ya nos dice harto claro que el huso de segmentación se formará en el disco de protoplasma y la dirección de su eje mayor será horizontal. El plano, pues, de segmentación, que ha de ser perpendicular a aquél, dividirá verticalmente el disco de protoplasma en dos partes iguales que serán sus dos primeros blastómeros. Pero estos dos primeros blastómeros se distinguen de los estudiados en la segmentación *total*, en que no quedan libres, porque el plano de segmentación no ha profundizado hasta el polo opuesto, quedando por ende sin dividir la mole del vitelo nutritivo. Los dos *blastómeros*, por consiguiente, se continúan inferiormente con la masa común del *vitelo nutritivo*.

El segundo huso de segmentación se orientará necesariamente en sentido paralelo al primer plano de segmentación; por ser ésta la única dirección que ofrece el eje mayor de la masa protoplásmica en el disco o polo animal. Así, pues, el segundo plano de segmentación será también vertical y perpendicular al primero (fig. 71, A). Tampoco el segundo plano segmentará el vitelo nutritivo: de aquí es que resulten, después de la segunda segmentación, cuatro blastómeros, unidos todos por su base, que se continúan con la masa del *vitelo nutritivo*.

(1) Conf. nuestro trabajo: Explicació bionòmica d'alguns fets observats en l'ou d'*Alytes obstetricans* Wagl. Treballs de la Societat de Biologia de Barcelona Any sisè 1918, p. 325 i segs.

El tercer plano de segmentación toma en el huevo de gallina, que sirve de base a la descripción, una dirección más bien meridional. El cuarto, en cambio, es latitudinal, esto es, paralelo al ecuador del huevo.

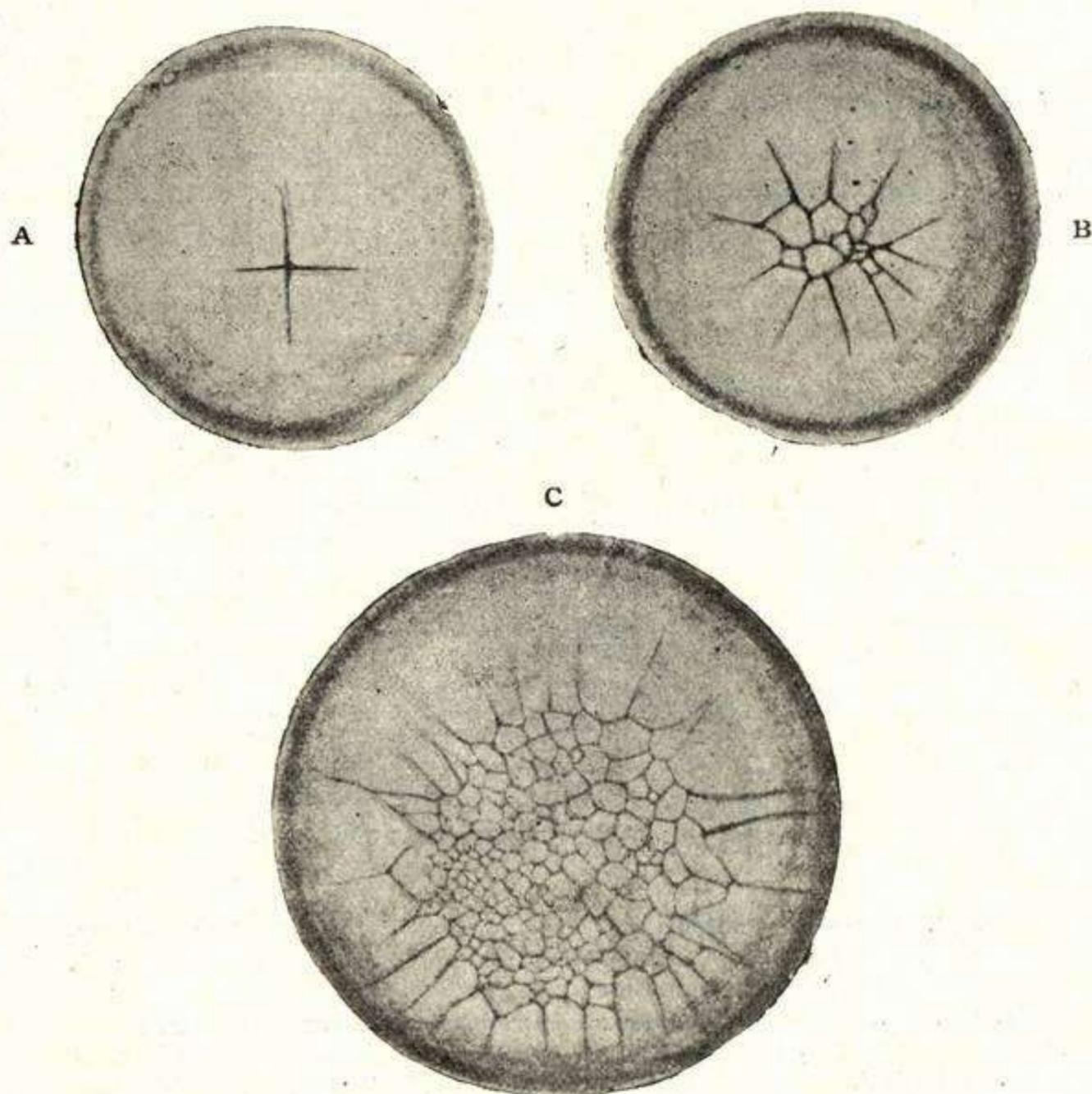


Fig. 71. Segmentación de un huevo de gallina. En A, aparecen dos surcos o dos hendiduras cruzados que son los dos primeros planos de segmentación.—En B, aparecen ya varias porciones separadas lateralmente unas de otras: son los blastómeros centrales; los que se continúan exteriormente con la masa del huevo sin dividir, son los blastómeros marginales.—En C, son ya casi innumerables los blastómeros, unos mayores y otros menores, siendo siempre los centrales los más diminutos; el disco de segmentación ofrece aun grandes blastómeros marginales. Con un poco de buena voluntad se distinguen, ya en este estadio, dos regiones en el disco germinal: una con blastómeros más pequeños (porción inferior izquierda de la figura), y otra con blastómeros mayores (porción opuesta de la figura). Esto se ha tomado como señal de la simetría bilateral del embrión: la región con blastómeros pequeños correspondería a la cabeza; la opuesta, a la cola. (Según Kölliker. Del libro de O. Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre etc).

Visto ahora el disco de segmentación por encima ofrece 16 blastómeros, de los cuales 8 aparecen *exteriormente* aislados y ocupando el centro del disco; los otros 8 son marginales y se continúan, aun *exteriormente*, con la pared del huevo no dividida. Un corte perpendicular

al disco, nos pondría de manifiesto que los 16 *blastómeros* permanecen unidos por su base: ninguno hay interiormente libre o aislado de los otros. Blastómeros del todo aislados no existen sino a partir de este estadio. Por un plano *tangencial*, en efecto, comienzan los blastómeros centrales a separar periféricamente una mitad, dando origen a blastómeros aislados de todos los demás, quedando la otra mitad unida aún por su base a la masa del vitelo nutritivo. Sucediéndose las segmentaciones en los tres sentidos, *meridional*, *latitudinal* y *tangencial*, se va transformando el disco de protoplasma en un campo de blastómeros cada vez más pequeños (fig. 71, B y C). El disco tiene en

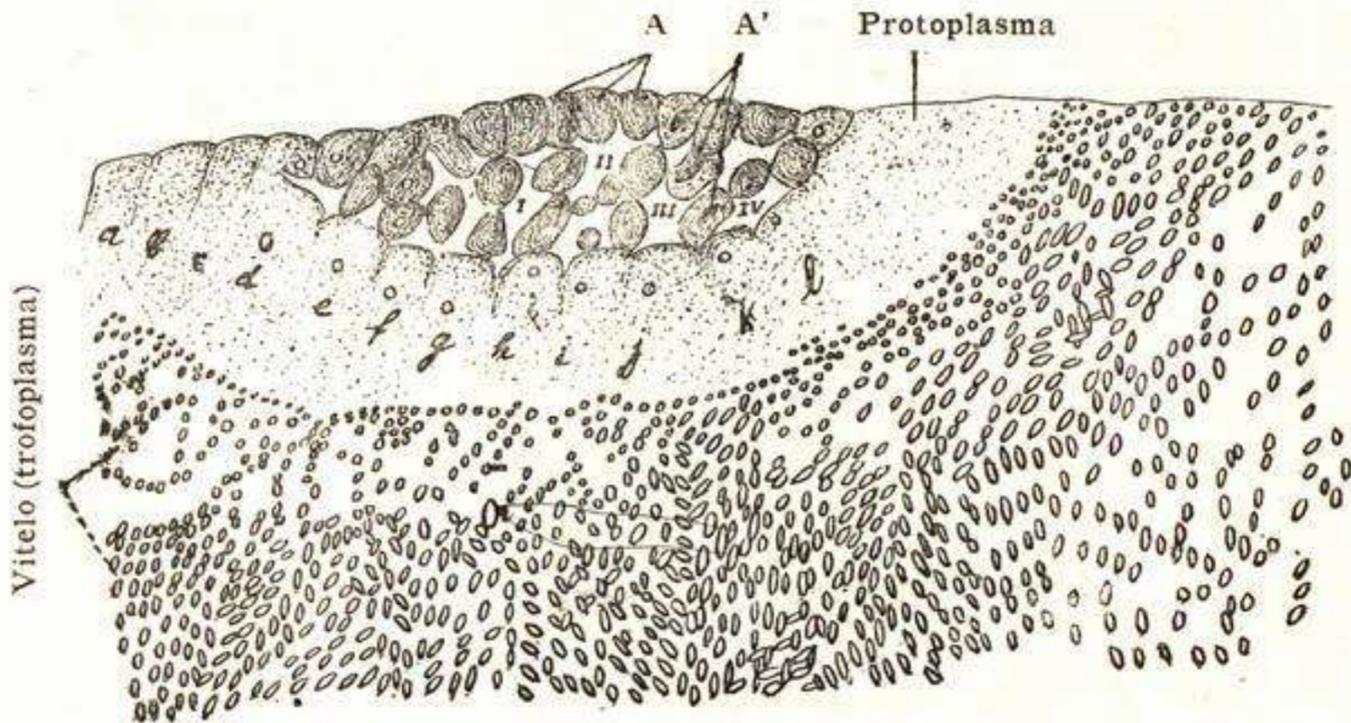


Fig. 72. Corte perpendicular del disco germinal del *selacio*, llamado *perro de mar*, *Scyllium canicula*. A, blastómeros completamente individualizados; A', blastómeros en división cariocinética.

a, b, c, etc., blastómeros no individualizados que se continúan aún con la masa protoplásmica, no dividida.

I. II. III. IV. huecos entre los blastómeros que, fusionándose, originarán el blastocele. (Dibujo original: de una preparación microscópica del Instituto Embriológico de Viena).

el centro varias capas de células (blastómeros), las cuales van disminuyendo hacia la región marginal, donde la última célula o segmento marginal queda unida a la masa nutritiva del vitelo.

Una vez dividido todo el espesor del disco protoplásmico, esto es, agotada la masa protoplásmica, se encuentran, debajo de las capas celulares y encima de la gran masa del vitelo nutritivo, núcleos rodeados de una porción de protoplasma, más abundante en la región central que en la periférica. Estos núcleos forman lo que H. Virchow ha llamado *sincicio vitelino*, distinguiéndose uno *central* y otro *marginal*. El marginal es el *periblasto* de Agassiz y de Whitman.

Notemos aquí que en la segmentación discoidal el disco crece en amplitud y grosor mediante la división e individualización celular de los blastómeros, tanto periféricos como profundos (fig. 72, a, b, c, etc.),

que se continuaban con la masa vitelina: proceso que durará hasta que la masa protoplásmica esté del todo invertida en la formación de células: este proceso, que en realidad de verdad no es sino la continuación del fenómeno, iniciado desde el principio de la segmentación, ha recibido el nombre de *segmentación consiguiente* o *tardía*.

Asímismo no será cosa tan rara el que en la fecundación suceda una *polispermia*, esto es, una entrada en el huevo de varios espermatozoides; pero como una solo se fusiona con el pronúcleo femenino, caen o quedan los otros sobrantes dentro de la masa vitelina, donde pueden continuar más o menos tiempo vegetando y dividiéndose (fig. 73).

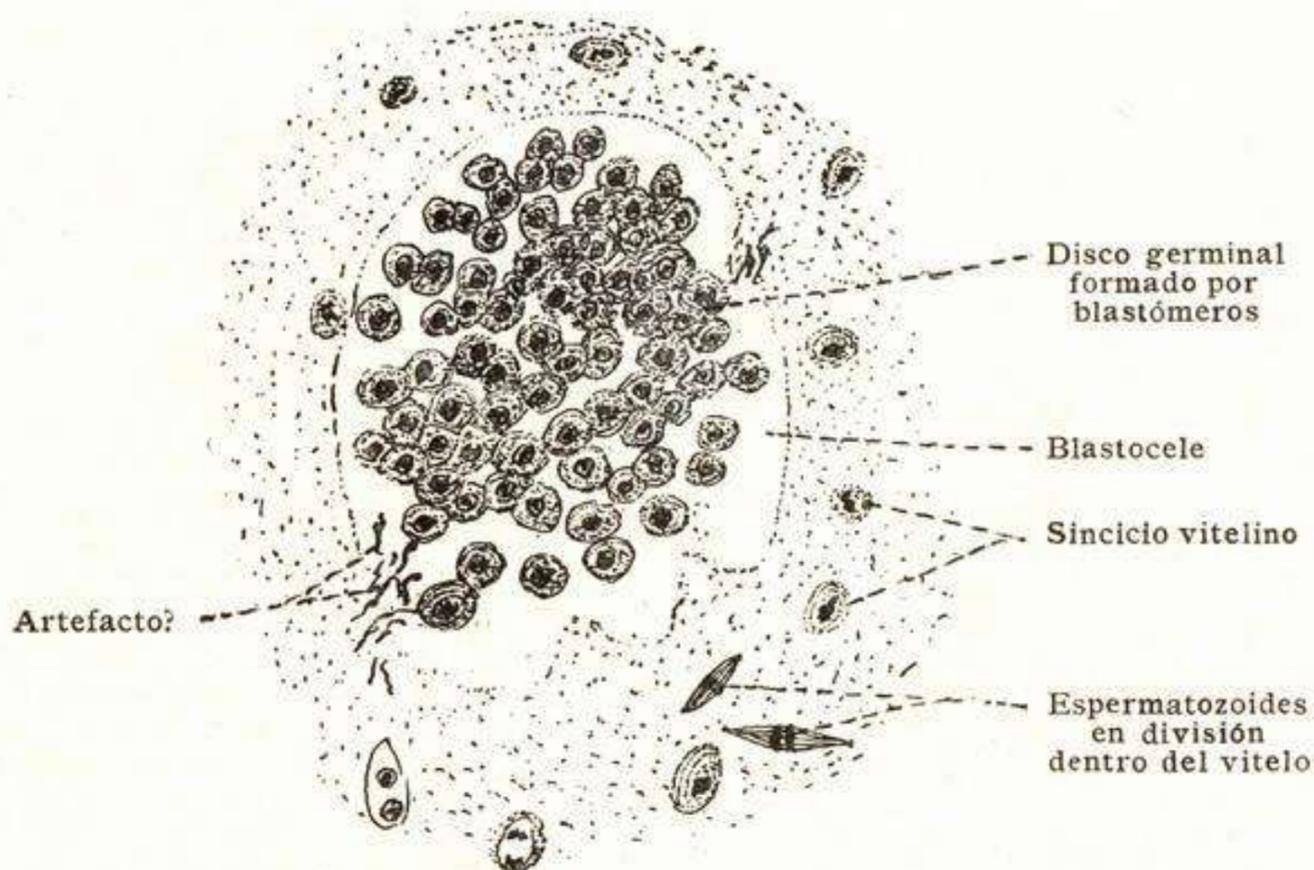


Fig. 73. Disco germinal del huevo de *Pristurus melanostomus*, (selacio) visto por encima o en corte óptico tangencial (superficial). (Dibujo original: de una preparación microscópica del Instituto Embriológico de Viena).

La polispermia es, según varios autores, ordinaria en *urodelos*, *seláceos*, *reptiles* y *aves*. Los espermatozoides supernumerarios sobre o dentro la masa vitelina son lo que Rückert llama *merocitos*, y que constituirían, al menos en gran parte, el *sincicio* de H. Virchow, cuya función sería dirigir el deutoplasma, según se indicó más arriba (n. 37), preparándolo así, para el consumo que han de hacer los blastómeros o células de segmentación y también las que ya constituyen después alguna hoja blastodérmica. Con todo, se puede disputar si todos los núcleos del sincicio (figs. 73, 74, 75) son de procedencia espermatozoidica. No parece improbable que muchos de ellos sean núcleos meroblásticos, esto es, provenientes de cariocinesis de células de segmentación: pues es fácil concebir que, al separarse los núcleos, en la telofase de una cariocinesis, el nuevo núcleo-hijo que mira hacia

la masa vitelina (fig. 75), caiga en ésta y forme parte del sincicio. Así parecen opinar, entre otros, H. Virchow, Samassa y Brachet (1921).

Finalmente, debajo del disco, dividido en elementos celulares (*blastómeros*), suele iniciarse una cavidad (fig. 72, I, II, III, IV; figs. 73, 75) que corresponde a la cavidad blastular o *blastocèle*.

Este es, en substancia, el modo de segmentarse los huevos bien polarizados de aves, reptiles y peces, señaladamente los de los selacios (figs. 72, 73, 74).

Para que el discípulo se forme una idea más cabal de la división del disco y su avance periférico, ayudará no poco el adjunto esquema

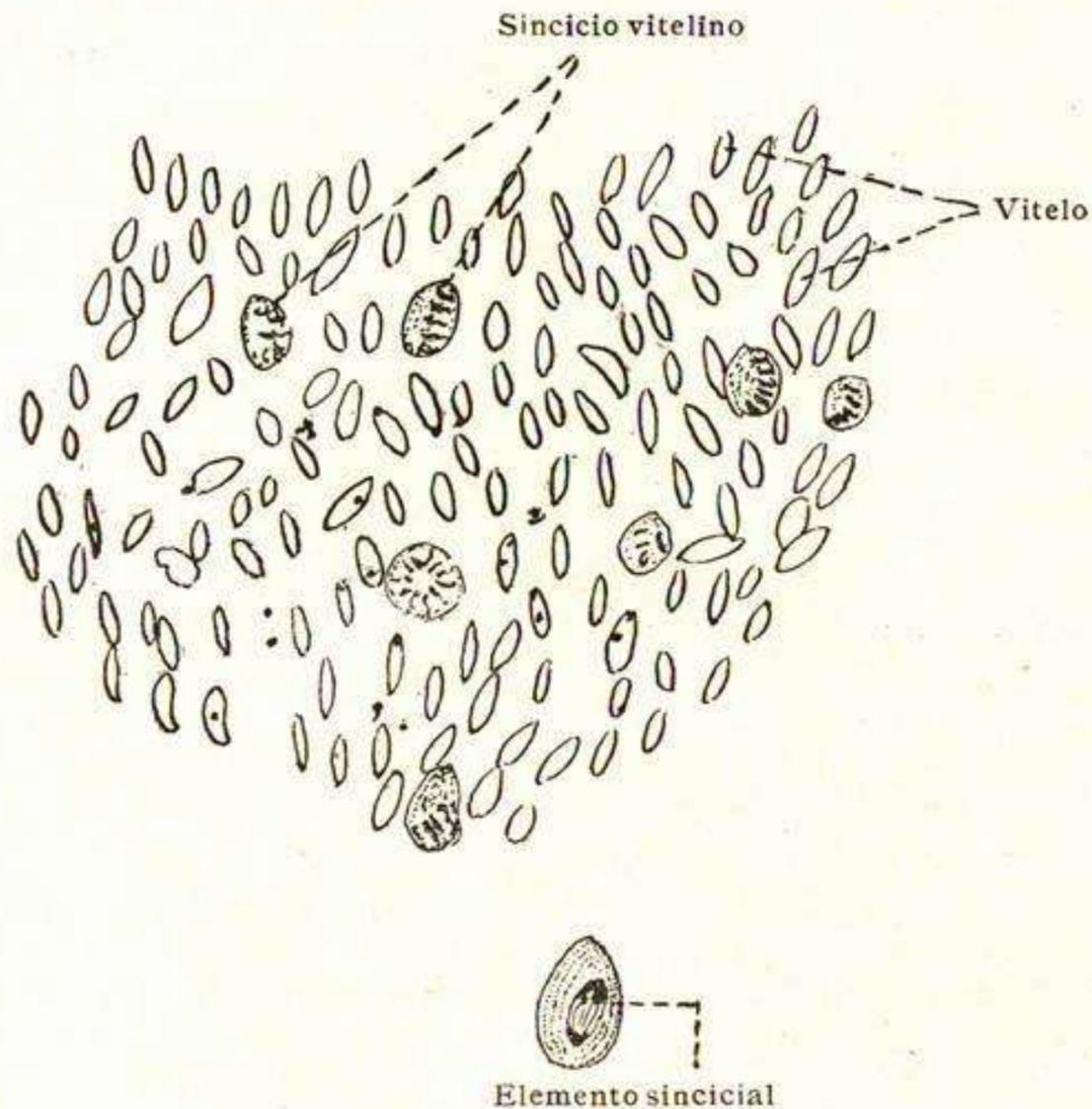
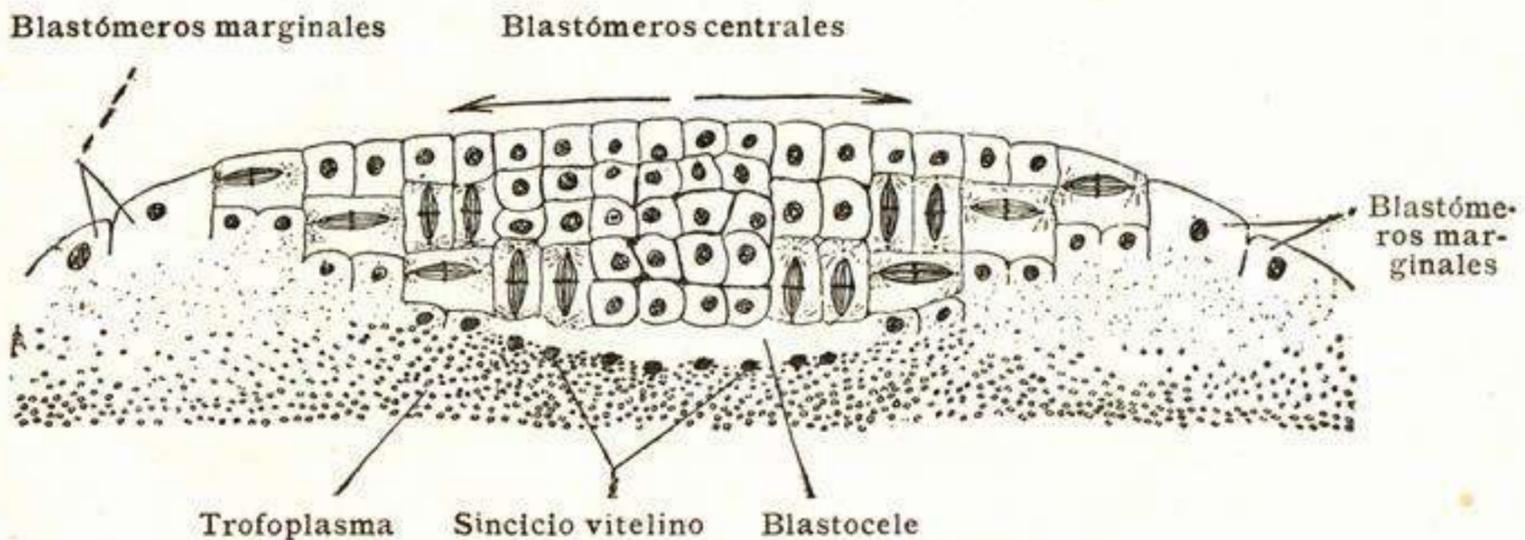


Fig. 74. Porción de vitelo debajo del disco germinal del huevo del perro de mar, *Scyllium canicula* (selacio). (Dibujo original: de una preparación microscópica del Instituto Embriológico de Viena).

(fig. 75), donde se puede ver cómo en el centro existen ya varias capas de células; al paso que hacia fuera o región marginal del disco hallamos todavía segmentos continuos con la masa sin dividir. También se representa en él así la cavidad blastular como el sincicio, sobre todo *central*.

**49. Segmentación superficial.** — Es propia de huevos *centrolecitos* (n. 28, c), cuales son los de muchos *artrópodos*. En ellos, comienza el núcleo, emplazado hacia el centro (fig. 34), a dividirse

una, dos, tres y muchas veces sin que de momento se formen células. Los núcleos que se originan, emigran poco a poco, a través de la gran masa de trofoplasma hacia la periferia, donde abunda el protoplasma (fig. 76, A y B): arribados allí, se alinean para formar un epitelio: al principio, constituyen una especie de *sincicio*; pues no están separados unos de otros por tabiques celulares, bien que guardan una regularidad muy grande. Sólo más tarde se forman casi simultáneamente las paredes celulares, apareciendo como de golpe tantas células epiteliales, cuantos eran los núcleos (fig. 76, C). El epitelio recubre toda la superficie del huevo, quedando con esto constituida la *blástula*.



**Fig. 75.** Esquema para mostrar la marcha de segmentación discoidal de un huevo meroblástico. Las dos saetas indican la dirección en que se propaga la segmentación o formación de blastómeros, esto es, del centro a la periferia y de la superficie hacia lo profundo del huevo. En efecto; en el estadio que representa el esquema, se ve que en el centro los blastómeros o células son más pequeñas y más grandes hacia la periferia: en el margen mismo, las células (blastómeros) iniciadas forman una masa continua con la parte no segmentada del huevo. Así mismo, yendo de arriba abajo, se nota que las células (blastómeros) de la parte inferior son más grandes que las de la parte superior. Hacia la parte periférica y hacia la parte inferior es donde se encuentran más células en cariocinesis: indicio de que van a dividirse para originar blastómeros más pequeños. (Esquema original, imitando y completando el de O. Hertwig en su libro: *Die Elemente der Entwicklungslehre* etc.).

**50. Comparación de blástulas.** — Echando una mirada hacia atrás, tenemos que el término de la segmentación es la formación de una *blástula*. Esta se presenta en huevos isolecitos en forma de vesícula con pared delgada, e igual en toda su extensión, constituida por una sola capa de células o por un epitelio unistratificado. En huevos telolecitos poco diferenciados, tiene aún forma de vesícula, pero se diferencia notablemente de la anterior; porque su cavidad es proporcionalmente menor y excéntrica; y su pared representa un epitelio generalmente pluriestratificado, mucho más recio en el hemisferio vegetativo que en animal: en aquél los elementos son mucho mayores y muy ricos en trofoplasma y su conjunto hace prominencia en la cavidad interna, causando la excentricidad de ésta.

En los huevos *telolecitos*, bien diferenciados, la blástula sólo remotamente se puede comparar a una vesícula. En todo caso, sólo una parte de su pared goza de elementos celulares, al paso que la restante viene representada por el enorme almacén de substancia alimenticia sin elementos histológicos. La cavidad es todavía relativamente más pequeña y enormemente excéntrica. Finalmente, en los huevos *centrolecitos* no existe, propiamente hablando, vesícula; no se prohíbe, con todo, el considerar como tal el epitelio que envuelve la gran masa del trofoplasma; pero en este caso, la vesícula es una especie de saco *lleno*.

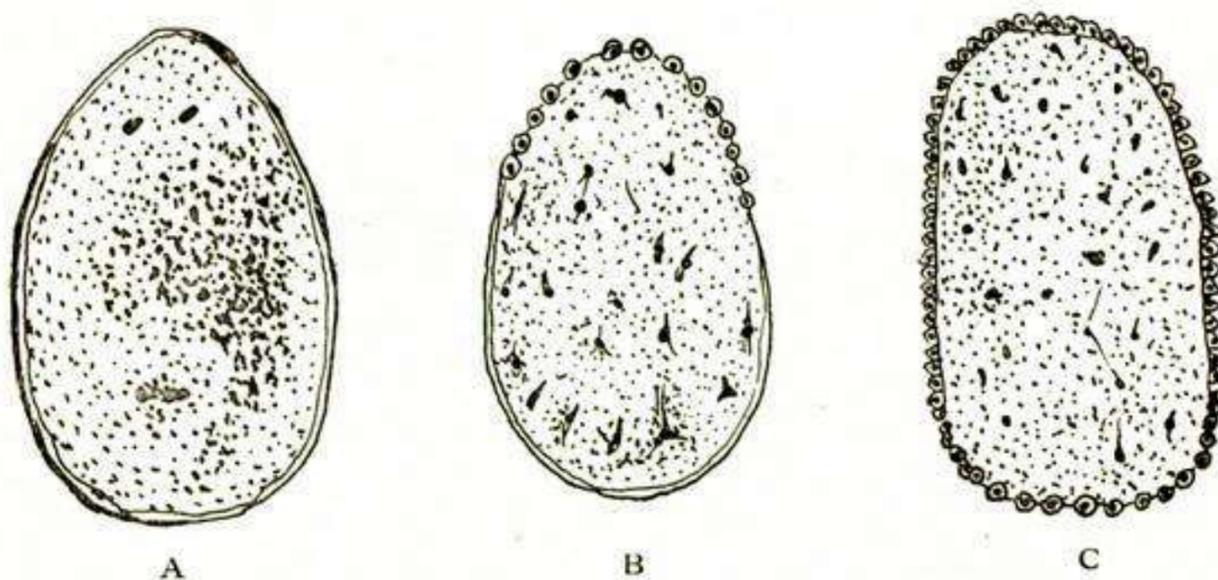


Fig. 76. Segmentación parcial superficial del huevo de la mariposa *Pieris crataegi*. A, división del núcleo de segmentación; B, emigración de los núcleos hacia la región periférica; C, formación simultánea de células y constitución de un epitelio u hoja germinal. (Según Borretzky. Del libro de O. Hertwig: Die elemente der Entwicklungslere etc.).

Las tres primeras *blástulas* se dejan reducir a unidad; y de estas tres, se pueden derivar de la primera las dos postreras. En efecto; si en la blástula de un huevo *isolecito* suponemos que se engruesa una parte de la pared por acumularse allí gran cantidad de trofoplasma, tendremos la segunda blástula, esto es, la de *anfibios*, si la parte engrosada está dividida, o sea, constituida por células; y la tercera blástula, esto es, la de *reptiles* y *aves*, si dicha parte engrosada no está dividida, o sea, constituida por células. No así en los huevos *centrolecitos*, cuyo tipo va por muy distinto camino, demostrando que cada grupo de animales tiene su especial trayectoria embriológica.

## CAPÍTULO IV

### LAS HOJAS BLASTODÉRMICAS O GERMINALES

#### I. Principios generales

**51. Orientación.** — Hemos visto en el capítulo anterior cómo por la segmentación el huevo se ha convertido en una *blástula*, o sea, en una formación más o menos esférica, revestida en todo o en parte de un epitelio y encerrando, lo más ordinariamente, una cavidad, que hemos llamado más arriba (n. 44) *blastocèle*. Pocas transformaciones ha tenido que sufrir el huevo para llegar a este estado: en substancia no ha hecho más que fragmentar total o parcialmente su masa. Pero a partir del estado de *blástula*, se va complicando cada vez más la ontogénesis del nuevo sér; y del primer epitelio que constituye la pared de la *blástula*, se originan hojas llamadas *blastodérmicas* que diversifican su forma, por procesos, tan inaccesibles por un lado a toda explicación mecánica, y de tan clara finalidad por otro, que se necesitaría ser topo para no ver la teleología que preside a la formación del sér viviente.

Los procesos, por donde viene a complicarse la organización, si bien pueden presentar diversos aspectos, se dejan reducir, no obstante, a ciertos principios, que expondremos, antes de estudiar las *hojas blastodérmicas*.

**52. Principio del desigual crecimiento.** — Uno de los procesos que más concurren a la complicación morfológica del sér viviente en su formación y evolución ontogénica, es lo que His llamó *principio del crecimiento desigual*. A cada momento toparemos con él en Embriología. Expongámoslo brevemente, para que mejor se entienda.

Si en la *blástula* de erizo de mar, por ejemplo, todas las células se multiplicasen de igual modo, la forma resultante sería esférica como la misma *blástula*; sólo que, si las células se multiplicasen *anticlinamente*, esto es, por planos perpendiculares a la superficie (fig. 77, A), aumentaría en extensión la pared de la *blástula*, constituida en todas partes por una sola capa de células (fig. 77, B). Si, por el contrario, las células se multiplicasen *periclinamente*, esto es, tangencialmente, (fi-

gura 78, A) la pared de la blástula aumentaría en grosor (fig. 78, B): en uno y otro caso no habría cambio general de forma. Todo lo contrario sucede, cuando existe desigual crecimiento en distintos puntos: entonces todo cambia. En efecto; si suponemos que en un punto o en una limitada porción de superficie de dicha blástula las células se multiplican anticlinamente y no en lo restante, o se multiplican más rápidamente que en lo restante; las nuevas células, no hallando espacio, para expansionarse en el plano de origen, por impedírselo las células que no se multiplican, se saldrán del plano y buscarán su expansión, o hacia fuera de la *blástula* a manera de hernia (fig. 79), o hacia dentro, haciendo hernia en la cavidad blastular (fig. 79). En el primer caso, hablamos, en Embriología, de una *evaginación* o *ecbolía*;

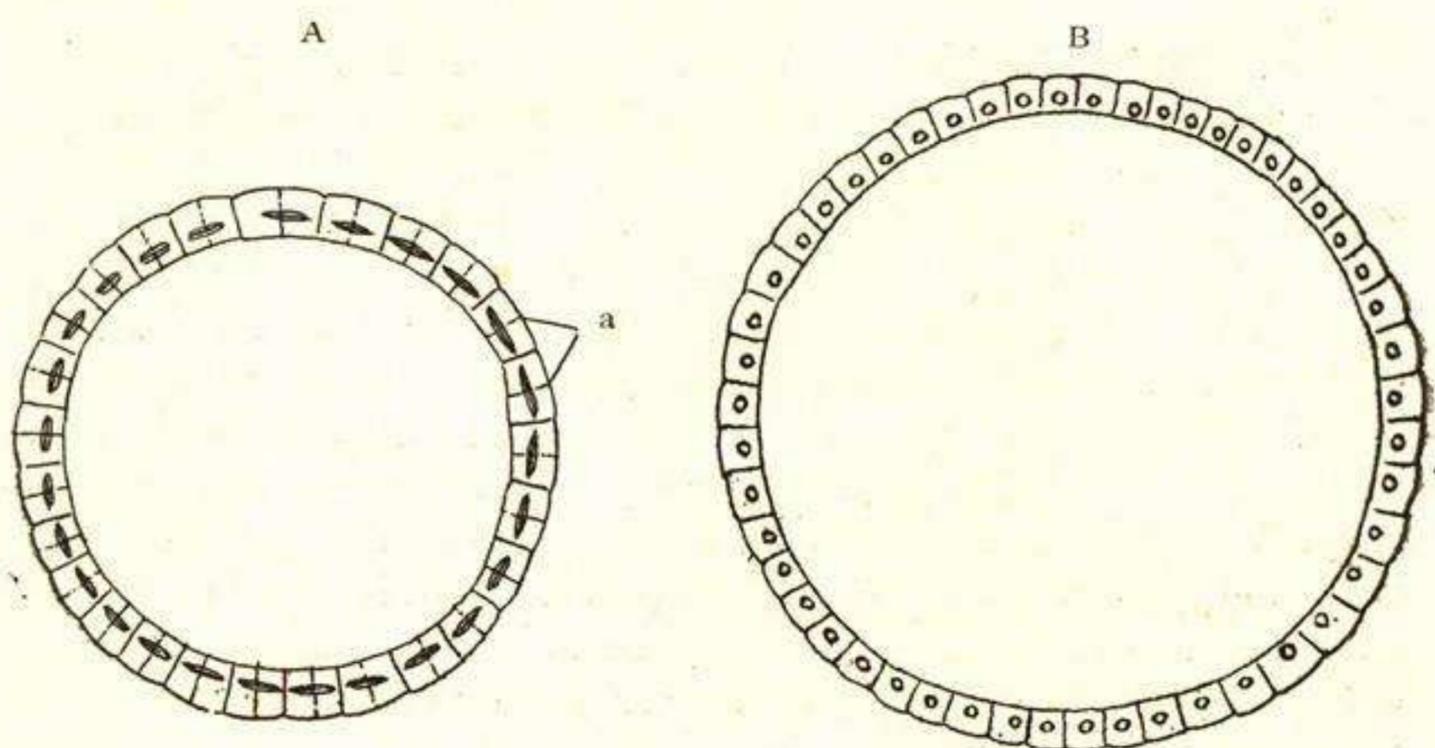


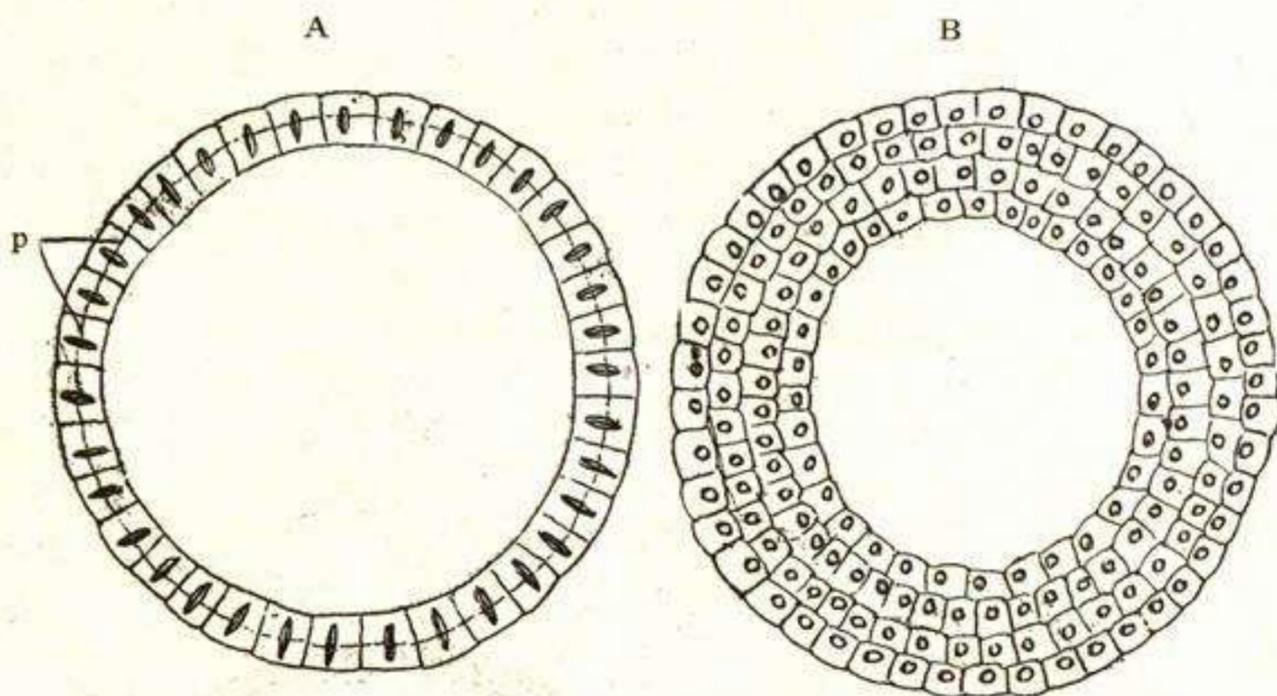
Fig. 77. Esquema para demostrar la forma que tomaría la blástula de un huevo isolecito, como el del erizo de mar, si su crecimiento fuese igual y sus células se dividiesen anticlinamente, esto es, por tabiques (a) perpendiculares a la superficie.—A, estadio de la división celular.—B, crecimiento determinado por la división en el sentido dicho. (Original).

y de una *invaginación* o *embolía*, en el segundo. Por evaginación o invaginación se originan multitud de formaciones, como glándulas, velloidades, etc., ya simples, ya compuestas (fig. 80), tubos, canales, etc. Cuando, v. g., se origine una invaginación, por hundirse o insinuarse la pared a lo largo de una línea, se nos formará una canal.

Este es, sin duda, el principio embriológico más fecundo en orden a producir la complicada forma de un organismo superior. Desde el punto de vista embriológico, podríamos definir un metazoo, diciendo que es un cuerpo formado por láminas epiteliales, las cuales por repetidas invaginaciones y evaginaciones, ejecutadas conforme a un orden y plan preestablecido, y presididas por una admirable teleología, han producido interiormente un complicado sistema de cavidades y exteriormente una superficie muy accidentada.

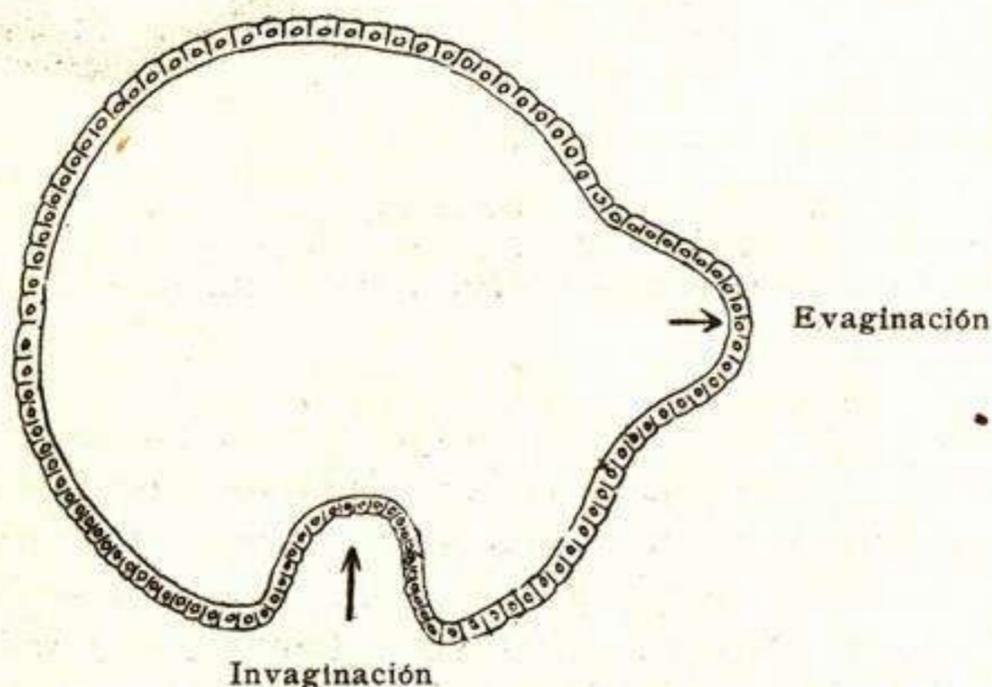
**53. Principio de soldaduras y desprendimientos.**

—Al principio del desigual crecimiento se agregan otros *auxiliares* o de carácter más secundario: tal es el *principio de soldaduras* y el de *desprendimientos*. Dos palabras sobre cada uno de ellos.



**Fig. 78.** Esquema para demostrar la forma que tomaría la blástula de un huevo isolecito, como el del caso anterior, si su crecimiento fuese igual y sus células se divadiesen *periclinamente*, esto es, por tabiques paralelos a la superficie (p).—A, estadio de división.—B, crecimiento por la división en el sentido dicho. (Original).

Si en un punto se forma por invaginación o evaginación un seno o divertículo, podrá ser que el seno o divertículo conserve su comu-



**Fig. 79.** Pared blastular, invaginándose en un punto y evaginándose en otro, a causa del crecimiento desigual. (Original).

nicación con la superficie primitiva: tal sucede en las glándulas de secreción externa; pero también puede suceder que los bordes o dobladuras de la lámina invaginada (fig. 81, a) o evaginada se aproximen poco a poco y lleguen a ponerse en contacto (fig. 81, b y c). En

este caso se sueldan ordinariamente, la hoja externa de una dobladura con la hoja externa de la otra y la interna con la interna (fig. 81, c), quedando la cavidad del divertículo completamente aislada de la superficie de invaginación. Este es el principio de soldaduras. Si el divertículo era esférico, tendremos una vesícula aislada de la cavidad o superficie general; si era a lo largo de una línea, bajo la forma de canal, al cerrarse las dobladuras de la lámina resultará un tubo, también aislado de la superficie general: así veremos formarse glándulas de secreción interna y, sobre todo, el tubo nervioso.

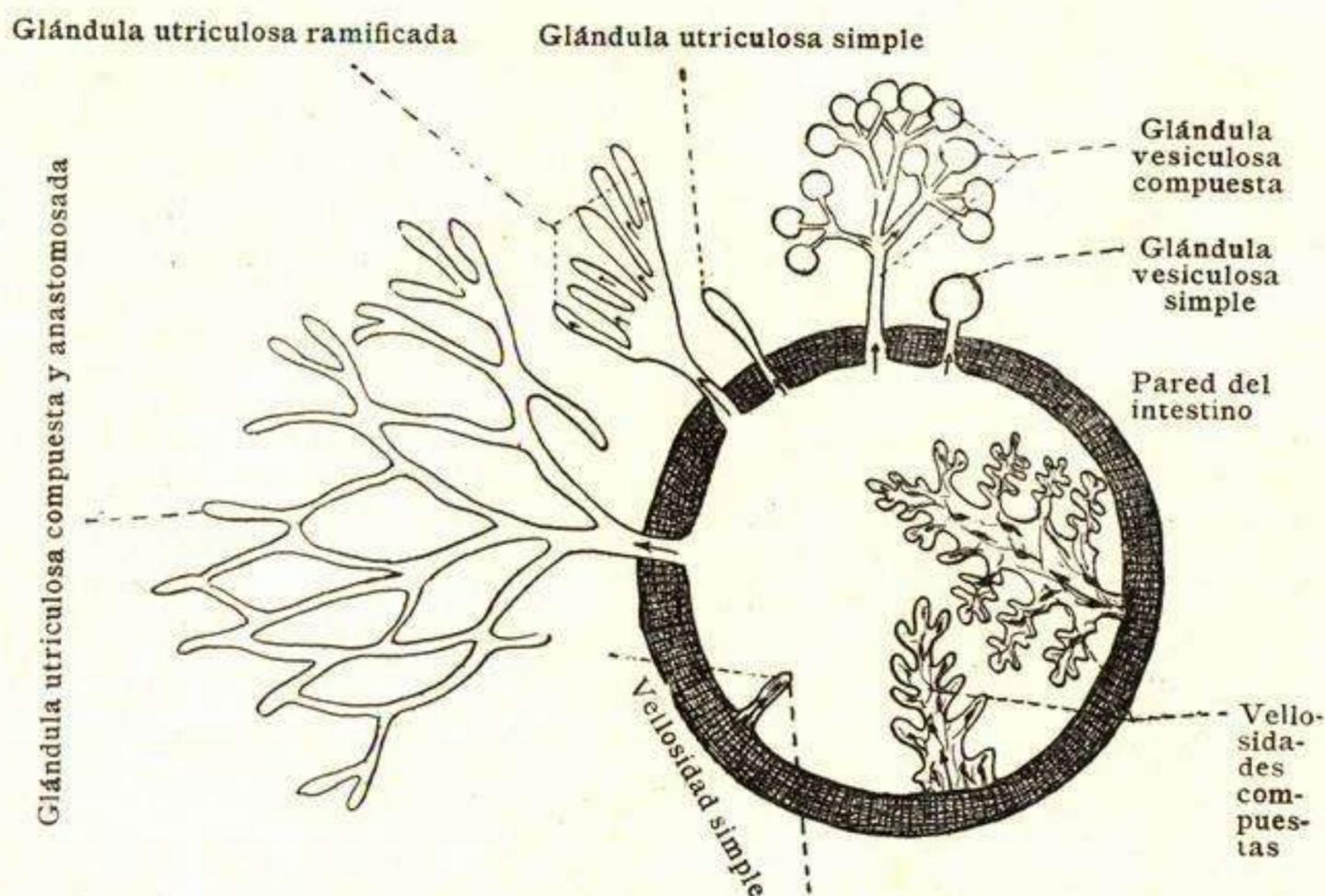


Fig. 80. Esquema para declarar que por evaginación e invaginación pueden originar multitud de formaciones como glándulas y vellosidades. El esquema puede representar, v. g., una sección transversal del intestino. (Original).

Hasta aquí hemos supuesto que, aunque por la soldadura de bordes, la cavidad originada había perdido su comunicación con la cavidad o superficie general, con todo, la vesícula o tubo permanecía unida aún a aquélla histológicamente por la parte soldada (fig. 81, c). Pero de hecho, se pierde muchas veces también esta unión: lo cual no se explica, sino por resolverse el tejido, que a manera de pedúnculo mantenía unida la formación al lugar de origen: con lo cual queda toda ella aislada y empotrada en el tejido que la recibe (fig. 81, d). En este caso se encuentran, v. g., el *timo*, el *cuerpo tiroides*, el *tubo nervioso*, definitivamente formados. Este es en substancia el principio auxiliar del desprendimiento, que también se podría llamar y quizás con más propiedad y más universalmente, principio o proceso de *reso-*

lución o reabsorción de tejidos. Un cordón epitelial sólido introducido por el desigual crecimiento dentro de otro tejido, puede después por resolución de su parte central, originar un tubo, como tendremos ocasión de ver en la formación del hígado y de vías lacrimales.

**54. Principio de la formación de un mesénquima.** — Los principios o procesos embriológicos generales quedarían incompletos, si no se añadiese el de la formación del mesénquima. En efecto, al conjunto de láminas epiteliales y al complicado laberinto de cavidades que por evaginación o invaginación de éstas se forma, y no me-

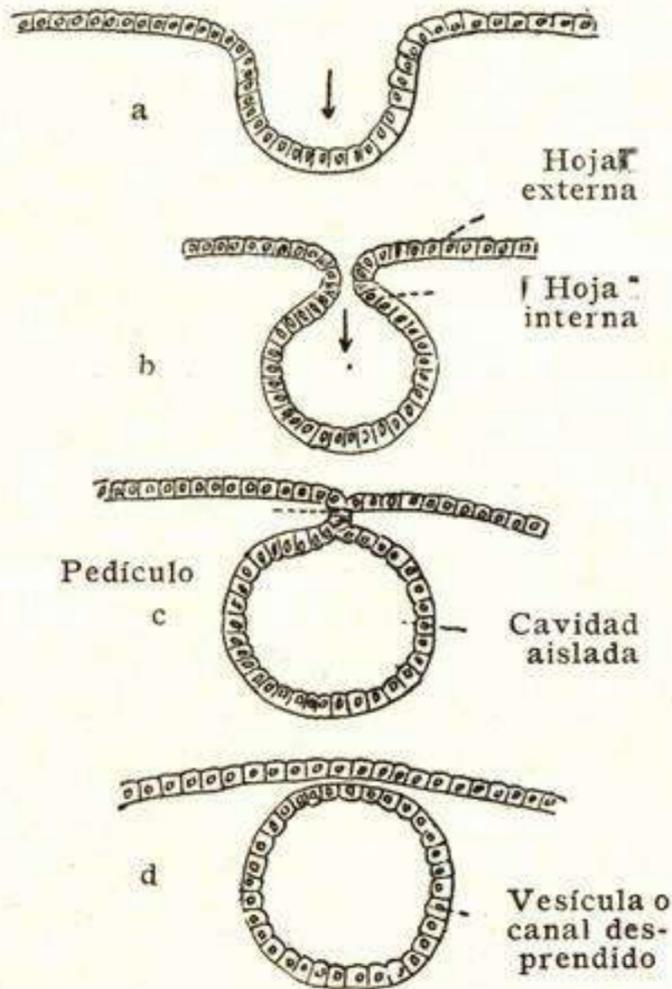


Fig. 81. Esquema para declarar el principio de soldaduras y desprendimientos. a, un epitelio invaginándose según indica la flecha; b, la invaginación, muy adelantada, aproxima las dobladuras de sus hojas; c, las dobladuras se han soldado: la cavidad resultante queda ya aislada pero su vesícula (canal) se mantiene aún unida con el epitelio de origen; d, cavidad y vesícula (canal) aisladas completamente del epitelio de origen. (Original).

entre sí las láminas y recibiese en su masa las formaciones que de aquéllas se desprenden. Este tejido de relleno, tan fecundo en variedad de tejidos que de él se originan, es el llamado *mesénquima* que nos ocupará más tarde (fig. 82).

**55. Principio de la división del trabajo.** — Al lado del principio del crecimiento desigual y de sus auxiliares, el de soldaduras y desprendimientos y el de formación de mesénquima, hay que colocar otro, quizás de no menor importancia, que es el de la *división*

darían incompletos, si no se añadiese el de la formación del mesénquima. En efecto, al conjunto de láminas epiteliales y al complicado laberinto de cavidades que por evaginación o invaginación de éstas se forma, y no me-

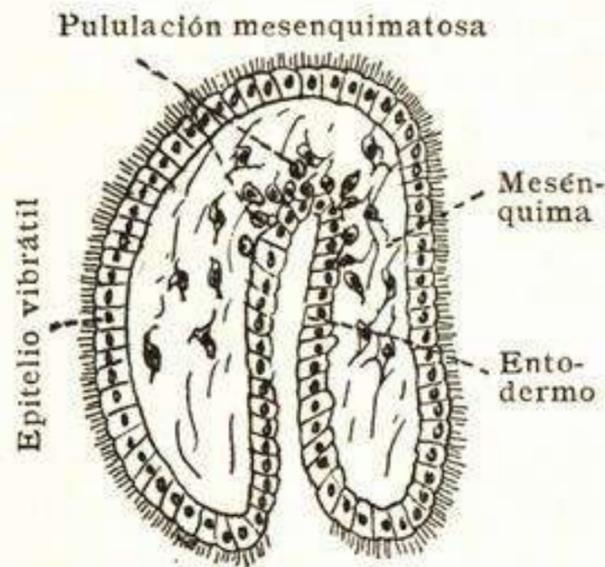


Fig. 82. Gástrula de erizo de mar (*Strongylocentrotus lividus*) formando mesénquima (Original).

nos a la multitud de vesículas y tubos que por soldaduras, primero, y por desprendimiento, después, se aíslan de ellas; les faltaría entre sí la debida trabazón, si no se formase un tejido de relleno, que uniese en-

*del trabajo fisiológico* entre los elementos y su diferenciación histológica, como medio necesario para prestar cada parte su peculiar función.

Para comprender mejor este principio embriológico conviene recordar que un organismo, precisamente por serlo, está constituido por partes heterogéneas, cada una con su peculiar servicio, contribuyendo con él al bien del todo, y, por consiguiente, al bien de las demás partes. Un organismo vivo necesita ingerir y transformar las substancias provechosas que le vienen del mundo externo, y eliminar y abandonar a éste lo inútil y nocivo: este es el *intercambio* de la *nutrición*. Además, ya para buscarse el alimento, ya para librarse de agentes perniciosos, ha de poder moverse o cambiar de posición o sitio. Por otro lado, para poder reaccionar a los estímulos del mundo físico ha de estar dotado de irritabilidad y sensibilidad. Finalmente, es propio de todo organismo el poder de reproducción.

Ahora bien; para que pueda prestar todas estas funciones, el organismo ha de diferenciar convenientemente sus partes o elementos, adaptando cada uno a su fin. Cuando el organismo es unicelular, la única célula, de que consta, ha de prestar todos estos servicios fisiológicos, aunque podemos suponer que también ella los presta mediante diversas partes diferenciadas, bien que no siempre nos permitan distinguirlas nuestros actuales instrumentos de observación. Cuando, empero, el organismo es pluricelular y de categoría superior, muy diferenciados se nos ofrecen los elementos que prestan los diversos servicios: epiteliales, glandulares, musculares, nerviosos, conjuntivos de muy variadas formas y reproductores. Toda esta diversificación de elementos, se opera, como a la luz y bajo la dirección de un principio que parece distribuir el papel fisiológico que ha de desempeñar cada elemento en el organismo formado.

## II. Formación de las hojas blastodérmicas o germinales de Amphioxus

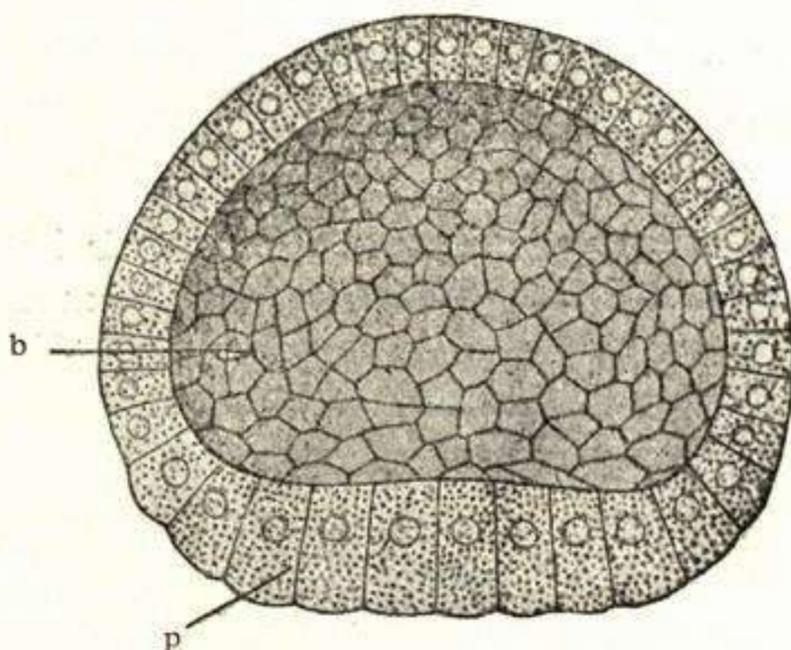
**56. Orientación.** — Sentados los principios precedentes, comencemos ya a ver su aplicación en la evolución de los huevos. Hemos visto cómo el huevo, después de segmentado, es una blástula, que en su forma más típica, es esférica y está constituida por una envoltura epitelial, encerrando una cavidad. La envoltura epitelial es la primera hoja, germinal o el blastodermo. Bien pronto se complica esta hoja, dando origen por invaginación a otra interna que llamaremos *entodermo*; y en oposición a ella, daremos el nombre de *ectodermo* a la externa o al blastodermo no invaginado. Entre las dos hojas, la externa o *ectodermo* y la interna o *entodermo*, pronto

se formarán otras dos, que serán las dos hojas del *mesodermo*, una *parietal* que será la contigua al ectodermo, y otra *visceral* que lo será al entodermo.

En vez de *ectodermo*, *entodermo* y *mesodermo*, se dice también *ectoblasto*, *entoblasto* y *mesoblasto* respectivamente.

Como quiera que en la práctica no siempre aparezcan tan claras todas estas hojas, ni falten controversias y contradicciones entre los embriólogos; acudiremos, para dar una noción clara de ellas y de su originamiento, al *Amphioxus lanceolatus*, donde se presentan con mucha claridad.

**57. Gástrula de *Amphioxus lanceolatus*.**—La blástula de *Amphioxus lanceolatus*, aunque derivada de un huevo consi-



**Fig. 83.** Blástula de *Amphioxus* según Hatschek. b, blastocelo o cavidad blastular; p, polo vegetativo con células mayores y más ricas en vitelo. Este polo comienza ya a aplanarse para iniciar la gástrula. El polo opuesto, con células más pequeñas, es el animal. (Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

derado como isolecito, ofrece, con todo, elementos algo distintos en ambos polos: en el *polo animal* (fig. 83) son más pequeños que en el polo vegetativo (fig. 83), donde no sólo son mayores, sino, además, algo más turbios por razón de la mayor abundancia de *trofoplasma*. Pues bien; en este polo vegetativo es, donde comienza la blástula a transformarse. Se inicia la transformación por un aplanamiento de la pared; aplanamiento que muy luego se convierte en seno (fig. 84) que va creciendo, hundiéndose hacia dentro: en otros términos, el *blastodermo* se *invagina*. Al crecer cada vez más el seno, así como origina una nueva cavidad en comunicación con el exterior (fig. 85), así va reduciendo poco a poco la cavidad primitiva, o sea el blastocelo, acabando por hacerla desaparecer y poniendo en contacto la hoja invaginada con la hoja opuesta (fig. 86).

Parémonos ahora un momento a considerar el resultado de esta *invaginación*. Salta desde luego a la vista que el huevo tiene aspecto caliciforme con doble pared, una externa (fig. 86, e) y otra interna (fig. 86, e'): aquélla es el *ectodermo* o *ectoblasto*, ésta el *entodermo* o *entoblasto*. En los bordes, el ectodermo se continúa con el entodermo

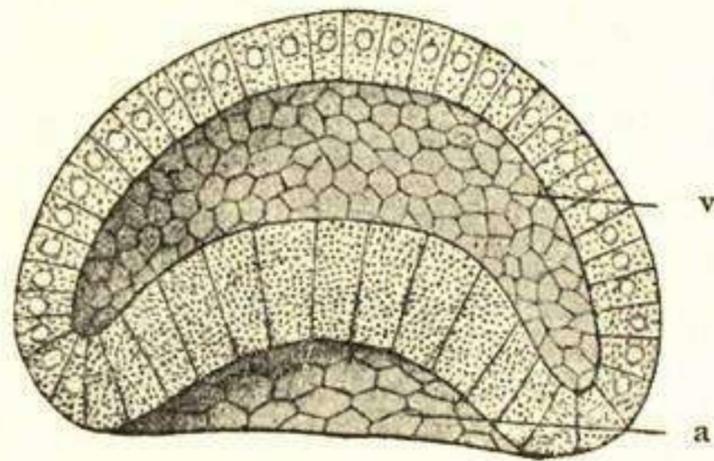


Fig. 84. Gástrula joven de *Amphioxus*, según Hatschek. v, blastocela; a, seno de la invaginación representando el primer esbozo del intestino primitivo o *arquéteron*. (Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

y vice-versa. La cavidad primitiva o el *blastocela* ha desaparecido: en compensación se nos ha formado otra en comunicación con el exterior. Esta nueva cavidad es la del *intestino primitivo*, llamado también *arquéteron*; y la abertura de comunicación con el exterior es el *blastóporo* o *boca primitiva*; pero no hay que confundir ni el

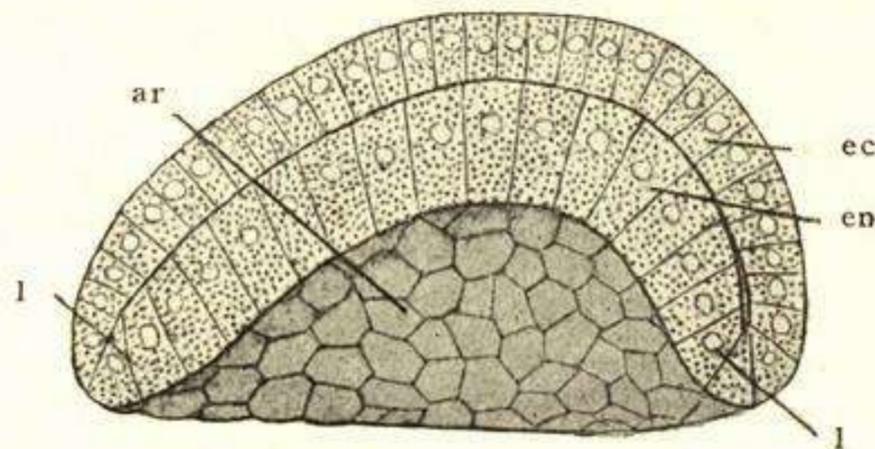


Fig. 85. Estadio platiforme de la gástrula de *Amphioxus*, según Hatschek. La hoja invaginada o entodermo ha hecho desaparecer casi del todo la cavidad blastular; la gástrula, en cambio, se ha hecho mucho mayor. La gran entrada en esta cavidad gastrular es el blastóporo. ar, arquéteron o intestino primitivo; ec, ectodermo; en, entodermo; l-l, labio del blastóporo, en el cual el ectodermo se convierte en entodermo y vice-versa. (Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

*intestino primitivo* con el *definitivo*, ni la *boca primitiva* con la *boca verdadera*. Porque, si bien la hoja *interna* o *entodermo* originará el intestino definitivo con sus glándulas, todavía no se limitará a esto su acción o fecundidad, y de ella se derivará directamente el *mesodermo*, la cavidad somática y la cuerda dorsal: por su lado el blastóporo o

boca primitiva se cerrará o al menos se reducirá (fig. 87), no quedando definitivamente de ella más vestigio que la abertura *anal*. En atención a que el intestino primitivo dará origen al mesodermo con su cavidad somática o celoma, podemos llamar a la cavidad primitiva común *celénteron*, palabra griega que envuelve la idea de ambas cosas.

El huevo en este estado se llama *gástrula* y los procesos que la han originado, se comprenden bajo el nombre de *gastrulación*. En la *gástrula* distinguimos ya órganos primitivos (C. F. v. Baer), como se desprende de lo dicho: porque la hoja interna obra como intestino y la externa como órganos de movimiento. Como de esta hoja externa se formarán después, como veremos, la epidermis de la piel, sus glándulas, pelos, el sistema nervioso central y la parte *específica*

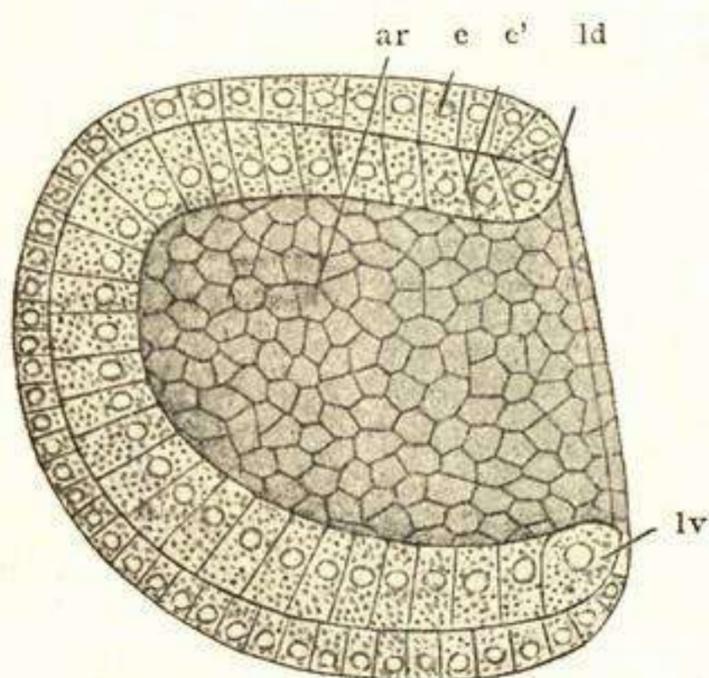


Fig. 86. Estadío caliciforme de la gástrula de *Amphioxus*, según Hatschek. Ha desaparecido del todo la cavidad blastular. La gástrula ha crecido, alargándose. ar, arquenteron; e, ectodermo; e', entodermo; ld, labio dorsal del blastoporo; lv, labio ventral. (Del Handbuch etc. O. Hertwig).

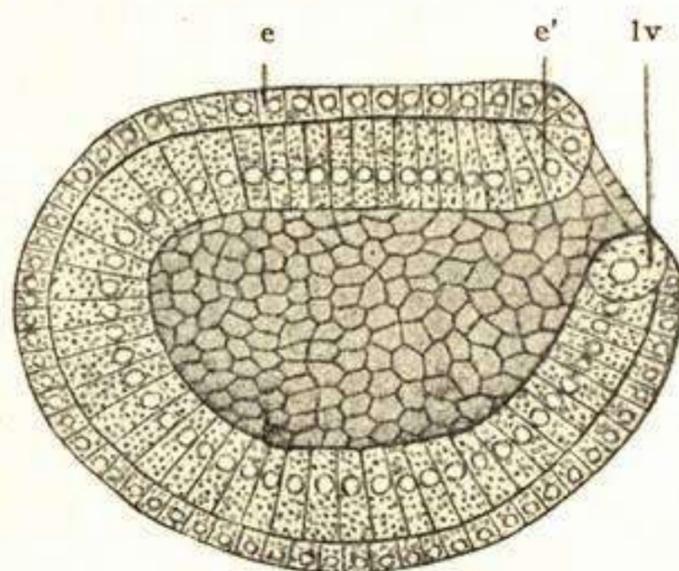


Fig. 87. Gástrula de *Amphioxus*, con el blastoporo muy estrechado, según Hatschek. e, ectodermo; e', entodermo; lv, labio ventral del blastoporo. (Del Handbuch etc. O. Hertwig).

de los sentidos; en atención a su futuro destino, esto es, a los órganos que de ella se derivarán, la llamaron los antiguos embriólogos *hoja tegumentaria sensitiva*.

**58. Cambios de la gástrula.** — La *gástrula* es el estadio de dos hojas germinales: de ella se derivará el estadio de cuatro hojas, así como ella se derivó del de una sola hoja o *blástula*. Ante todo, conviene llamar la atención sobre el modo de cerrarse o reducirse el *blastoporo*.

El *blastoporo* es al principio muy grande, como que forma la boca del cáliz. Pero esta gran abertura se va poco a poco reduciendo, merced, naturalmente, al especial crecimiento y multiplicación celu-

lar de sus bordes. El *blastóporo* de la figura 86 no es ya el *blastóporo* del principio, sino que se ha cerrado algo; y en la figura 87 se presenta muy estrechado. La gástrula, a medida que se cierra el *blastóporo*, se va alargando y sus hojas son pronto asiento de varios cambios.

Cuanto al modo de cerrarse el *blastóporo*, existen dos opiniones: Unos creen que es *céntrico*; otros, que es *excéntrico*. El cierre es *céntrico*, si todos los bordes o labios se aproximan por igual, de modo que la abertura de la boca primitiva vaya disminuyendo de calibre, permaneciendo siempre en el centro de su proyección (fig. 88). Es, por el contrario, *excéntrica*, si a partir de un punto fijo del borde se

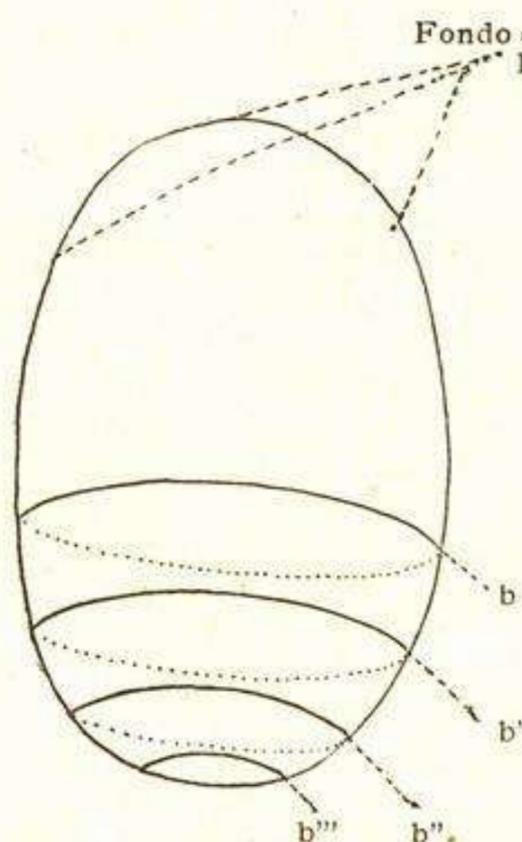


Fig. 88. Esquema de una gástrula con cierre céntrico del blastóporo. b, b', b'', b''', cuatro estadios de blastóporos, cada vez más pequeño. (Original).

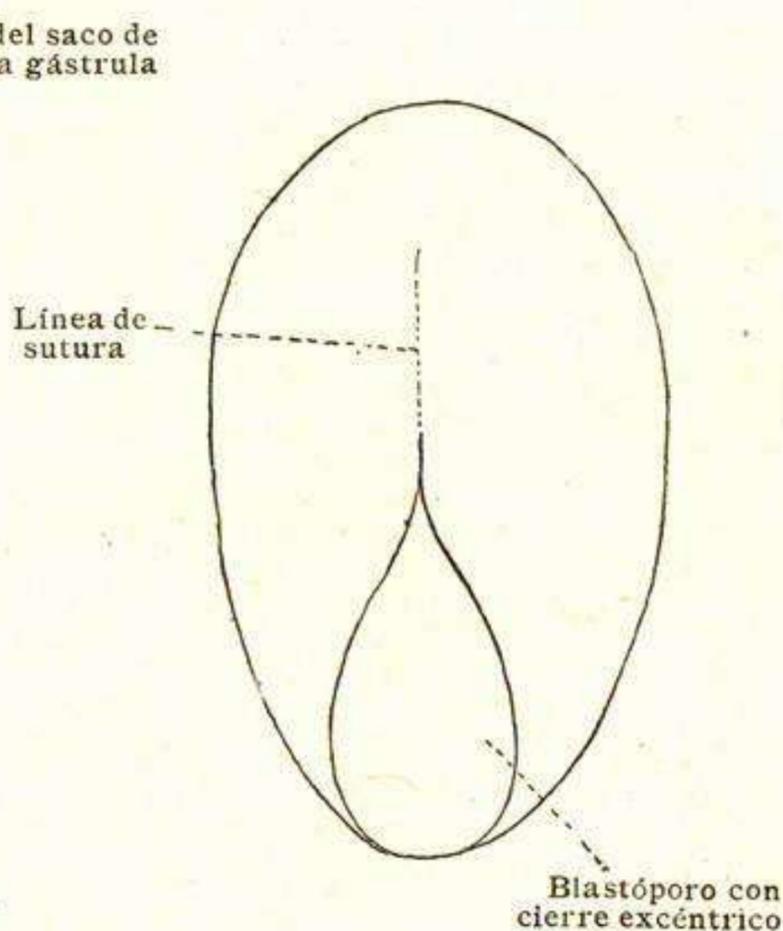


Fig. 89. Esquema de una gástrula con cierre excéntrico de su blastóporo. (Original).

van aproximando a derecha e izquierda los bordes, originándose así una línea de sutura real o ideal (fig. 89). Es claro que no es indiferente el modo de cerrarse el blastóporo respecto de la relación entre el eje longitudinal de la *blástula* y el del futuro organismo; pues, si el cierre es céntrico, coinciden ambos ejes; si es excéntrico, son más bien perpendiculares. En *Amphioxus* no es fácil decidir la cuestión: en otros grupos de vertebrados, sin embargo, todo parece hablar en favor de un cierre *excéntrico*. Pero aun en la *blástula* de *Amphioxus*, si se tiene en cuenta que el aplanamiento, primero, y la invaginación después, para formar la gástrula, no es *céntrica*, esto es, no comienza exactamente en el centro del polo vegetativo, sino más bien hacia un

lado (figs. 85 y 86); fácilmente podremos distinguir en el borde de la invaginación dos labios (regiones), pasándose insensiblemente del uno al otro: uno que podríamos llamar labio *ventral*, cuya hoja interna o entodermo posee elementos mucho mayores, cargados de deutoplasma y de carácter pasivo; y otro *dorso-craneal*, que Brachet llama *craneal*, cuyas hojas poseen elementos más pequeños, más ricos en protoplasma y por lo mismo más activos. El blastóporo, muy grande en un primer principio y mirando bastante *dorsalmente*, se iría reduciendo, principalmente por la actividad proliferante del labio *dorso-craneal*; el cual se aproximaría al *ventral*, reduciendo cada vez más el blastóporo (fig. 87). Con esto tendríamos también en el *Amphioxus* (es lo más pro-

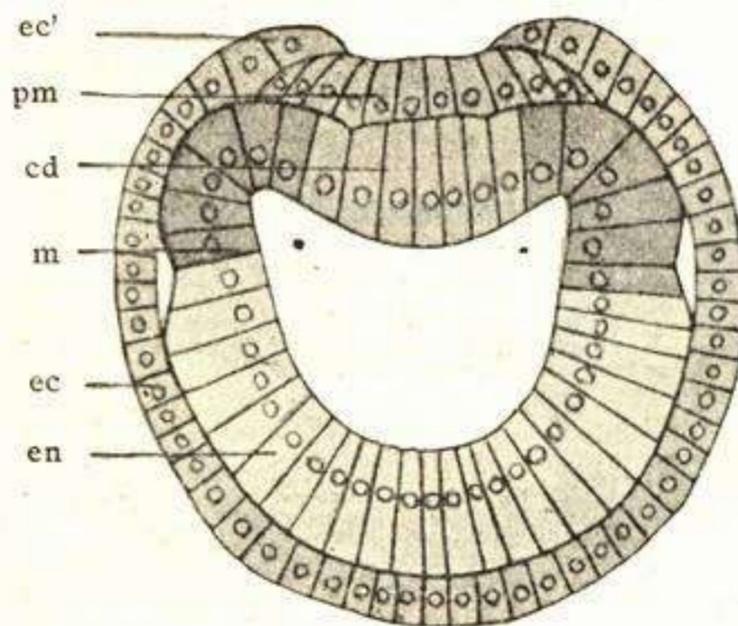


Fig. 90. Corte transversal de un embrión de *Amphioxus*, iniciando los sacos mesodérmicos, respectivamente los segmentos primitivos.— ec, ectodermo; ec', porción de ectodermo denominada por los antiguos *hoja córnea* y que ya se puede llamar *epidermis primitiva* o *epiblasto*, después de diferenciarse la placa o lámina nerviosa; pm, placa o lámina nerviosa; cd, porción de entodermo destinado a formar la cuerda dorsal; m, mesodermo incipiente, derivándose del entodermo bajo la forma de evaginación; en, entodermo es la porción destinada a constituir el intestino definitivo o glandular. Los asteriscos indican la entrada en los senos mesodérmicos y el sitio, donde después se cerrarán. (Según Hatschek. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

bable) un cierre manifiestamente *excéntrico*, con sutura real o ideal: pues el principio del desigual crecimiento, puede explicar el fenómeno sin acudir a suturas. La gástrula del *Amphioxus* poseería ya verdadera simetría bilateral. El cierre del blastóporo va acompañado de otros muchos cambios que sufre la gástrula, originando varios órganos primitivos.

**59. Origen del sistema nervioso.** — En la hoja externa o ectodermo se nota que en la parte dorsal (fig. 90, pm), en la región, que, según Hertwig, corresponde a la línea de sutura de los bordes del blastóporo, las células se hacen cilíndricas, constituyendo

primero la placa nerviosa, y luego, invaginándose, el canal nervioso. Los bordes de dicha placa y canal se continúan con lo restante del ectodermo u *hoja córnea*, y que desde luego podemos llamar *epidermis primitiva* o *epiblasto* y cuyas células son más bajas y contrastan bastante con las del sistema nervioso incipiente. Bien pronto la epidermis crece por encima del canal nervioso y lo recubre. Por su parte, el canal nervioso debajo de la epidermis se va cerrando, en un estadio más avanzado, y se convierte en tubo nervioso, comenzando siempre la transformación por la parte anterior y propagándose hacia atrás. Cuando en la parte posterior o borde del blastóporo, el canal nervioso se convierte en tubo, éste coge debajo de sí y cubre a guisa de tejado, el mismo blastóporo; de suerte que, siguiendo hacia atrás el tubo nervioso, se pasa directamente al tubo digestivo (fig. 91, cn).

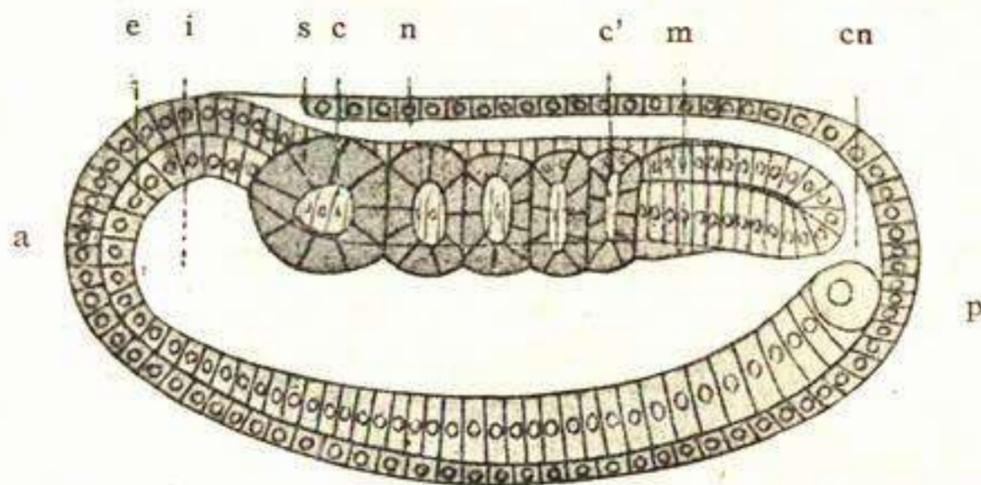


Fig. 91. Corte óptico longitudinal de un embrión de *Amphioxus* con cinco segmentos primitivos.—e, entodermo; i, cavidad intestinal; s, primer segmento primitivo; c, cavidad del segmento primitivo; n, canal nervioso recubierto por el epiblasto; c', cavidad del quinto segmento primitivo; cn, canal neurentérico, esto es, comunicación entre el canal nervioso y el intestino; a, parte anterior del embrión; p, parte posterior. (Segun Hatchesek. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

Esta comunicación de los dos tubos, durante este estadio evolutivo, es lo que en Embriología llamamos *canal neurentérico*, esto es, *nervioso-intestinal*, y lo hallaremos también en otros vertebrados.

Mientras el *ectodermo* sufre estos cambios, originando el sistema nervioso, sufre otros y aun más profundos el *entodermo*. En efecto; comenzando por la región anterior de la gástrula, se forman dos evaginaciones o senos simétricos, dorso-laterales, esto es, a uno y otro lado del techo; senos que van creciendo e introduciéndose por entre el *ectodermo* y *entodermo*. Estos senos son el primer esbozo de la cavidad somática o *celoma*, y las paredes que lo limitan, el *mesodermo* (figs. 90\*\*, 92 y 93, m). En este estadio, la cavidad del *entodermo* deja distinguir tres regiones bien limitadas (fig. 92): región superior o techo, circunscrito por los bordes superiores de los senos mesodér-

micos; además, estos mismos senos, abiertos aún en la cavidad entodérmica general; y finalmente, lo restante del entodermo que por ahora es su parte mayor, y que ocupa la parte ventral principalmente. Cada una de estas tres regiones está destinada a constituir distintos órganos: la superior se transformará en la *cuerda dorsal* (*notocordio*); los senos, en los *sacos mesodérmicos*; y lo restante, en el *tubo digestivo* definitivo o glandular. Veamos los primeros pasos.

a) *Mesodermo*. Cada seno mesodérmico, a medida que va creciendo por entre las dos hojas, el ectodermo y el entodermo, aproxima los dos bordes que lo unen, superiormente con el techo o región de la cuerda dorsal, e inferiormente con el futuro intestino definitivo: puestos en contacto, se sueldan dichos bordes y el saco resul-

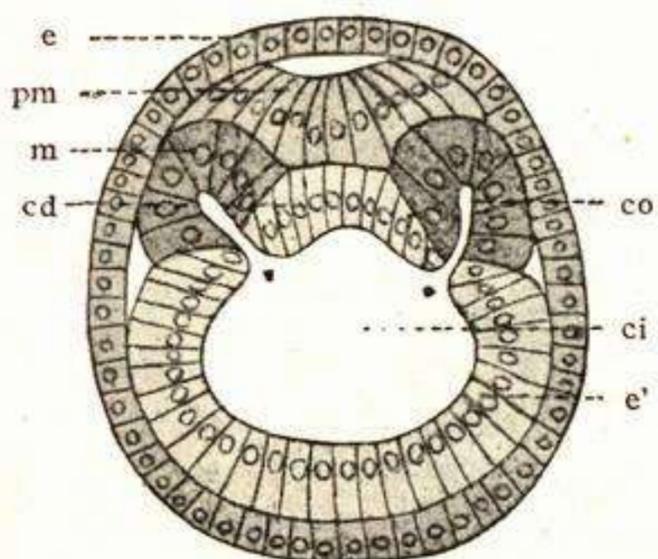


Fig. 92. Corte transversal del embrión de *Amphioxus* en el estadio de la formación del quinto segmento primitivo. — e, ectodermo (epiblasto); e', entodermo; co, celoma (cavidad somática); ci, cavidad intestinal; pm, placa medular; m, mesodermo; cd, cuerda dorsal. Los asteriscos indican el punto de cierre de los sacos mesodérmicos. (Según Hatschek. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

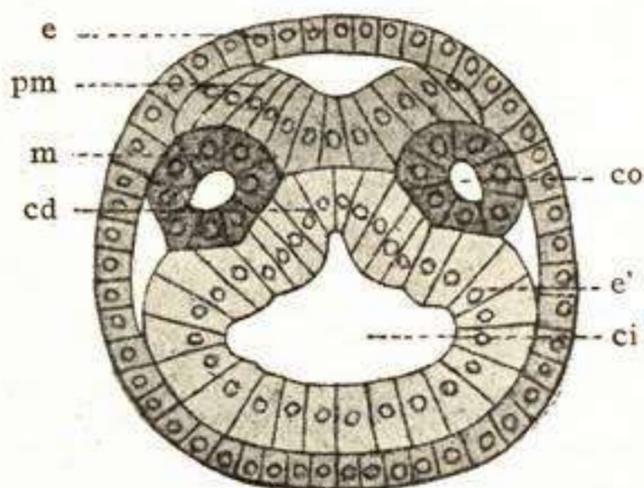


Fig. 93. Corte transversal de la región media del cuerpo de un embrión de *Amphioxus* en el estadio de 11 segmentos primitivos. — e, ectodermo (hipoblasto); e', entodermo; co, celoma (cavidad somática); ci, cavidad intestinal; pm, placa nerviosa; m, mesodermo; cd, cuerda dorsal. (Según Hatschek. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

tante, cerrado por todas partes, se desprende del punto de origen (fig. 93, m), quedando como emparedado en la pared del cuerpo, y se alarga de arriba abajo. Y como quiera que está formado por dos hojas, una de ellas se aplica contra el *ectodermo*, y contra el *entodermo* la otra: aquélla es la hoja *parietal* del *mesodermo* (fig. 94, *hp*); ésta, la *visceral* (fig. 94 *hv*). El proceso comienza, como indicamos, en la parte anterior del embrión o de la larva, y se propaga hacia atrás; de suerte que en una serie de cortes, hallaríamos que, mientras hacia delante los senos se han cerrado y separado del punto de origen, más atrás, los mismos senos están aún abiertos en la cavidad gastral y más atrás aún, empiezan a formarse, y hasta hallaríamos en la parte posterior puntos, en que está el entodermo sin ninguna modificación.

No está aquí todo. Mientras en la región posterior están todavía por formarse o sólo comienzan a insinuarse los senos mesodérmicos, en la anterior el *mesodermo* ha sufrido ya una serie de cambios: porque por tabiques transversales y perpendiculares al eje del cuerpo, la cavidad del mesodermo o cavidad somática se ha dividido (fig. 91, s) en varios compartimentos que estudiaremos más adelante al tratar de los *segmentos primitivos*.

b) *Cuerda dorsal*. El techo del entodermo, esto es, la parte contigua a la placa nerviosa, después que se han desprendido los dos senos mesodérmicos, une sus bordes con lo restante del *entodermo* (fig. 93, cd). En este estadio aparece la cuerda dorsal como una canal abierta hacia abajo, en el intestino. En un estadio más avanzado, los

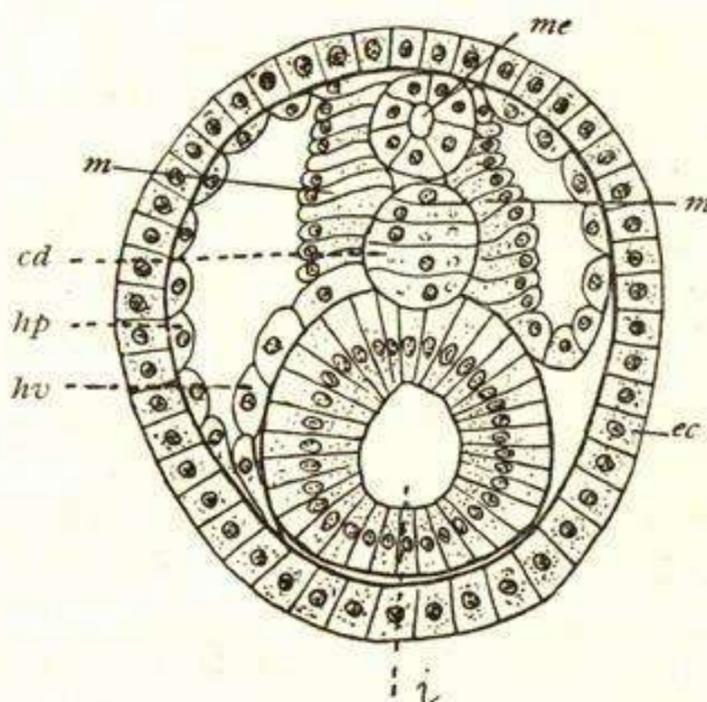


Fig. 94. Corte transversal del tronco de un embrión (larva) de *Amphioxus*.—*ec*, ectodermo; *hv*, hoja visceral del mismo; *hp*, hoja parietal del mesodermo; *hv*, hoja visceral del mismo; *m*, parte superior de esta hoja, transformándose en miótomo, esto es, en la placa muscular; *me*, tubo nervioso; *cd*, cuerda dorsal; *i*, intestino. (Según Hatschek. Del Embryologisches Praktikum de A. Oppel).

bordes de la canal se aproximan y se sueldan, constituyendo debajo del sistema nervioso un recio cordón o palo que es el precursor de la columna vertebral o el *esqueleto primitivo*, llamado también *cuerda dorsal* o *notocordio* (fig. 94, cd).

c) *Tubo digestivo*. Desprendidas del entodermo las dos formaciones *mesodérmicas* por los lados, y por el techo, la *cuerda dorsal*, los bordes del entodermo, llamado también desde ahora *hipoblasto* (Brachet), se aproximan y se sueldan. Con esto queda un tubo, limitado arriba por la *cuerda dorsal*, y a los lados por las hojas viscerales del *mesodermo*, que es el tubo digestivo definitivo. (fig. 94, i); porque él se empleará para la función digestiva, desarrollando, al efecto, *glándulas* y demás adminículos.

### III. Formaciones de hojas blastodérmicas o germinales en huevos de anfibios

**60. Gastrulación.** — La gastrulación que pasamos a explicar, es propia de los huevos que hemos llamado de segmentación *total y desigual*. Lo que diremos, pues, de los anfibios se aplica igualmente, en lo substancial, a los *ciclóstomos*, a *dipnoideos* y a *ganoideos*. En la blástula de huevos de anfibios distinguimos (n. 46) dos polos: el polo *animal* y el polo *vegetativo*. Entre otros caracteres, para discernir el uno del otro, se pueden señalar la pequeñez de elementos en aquél, y su notable tamaño con gran riqueza trofoplásmica en éste. Y como quiera que los elementos del polo vegetativo son más pesados, ocupa éste la parte físicamente inferior, cuando se deja el huevo libremente en el agua. Además, el polo vegetativo es blanco o menos pigmentado; y negro u oscuro, el animal, a causa de la presencia de pigmento en sus elementos. El límite entre uno y otro está exteriormente representado por la zona de paso entre el hemisferio pigmentado y el blanco o más claro. Esta zona se ha llamado zona *marginal* (fig. 70, rz), y es muy importante; porque en ella tiene lugar la invaginación de la pared blastular, para originar, primero, el *entodermo*, y después también el *mesodermo*, según explicaremos.

Y es así que en un punto de la mencionada zona, aparece luego un surco (fig. 95, u) en forma de arco; surco que va creciendo hacia atrás y hacia abajo, de modo que pronto abarca un campo mucho mayor, tomando la forma de herradura; y en un estadio más adelantado, la herradura se cierra y se convierte en anillo. El espacio comprendido por el anillo, es blanco o más claro. Poco a poco el círculo se va reduciendo, hasta aparecer, finalmente, como un pequeño anillo, cuyo centro ocupa una especie de taponcito blanco que llaman *tapón de Rusconi* (fig. 95, D, u).

¿Qué significa el surco y su modo de evolucionar? Sencillamente, el surco arqueado es la incipiente invaginación de la pared blastular, para producir la segunda hoja germinal o *entodermo*. El surco determina como dos labios, uno superior e inferior el otro. El borde superior pertenece al polo o hemisferio animal; el inferior, al vegetativo. En estos bordes se multiplican las células y crece la pared hacia dentro del huevo, donde la cavidad primitiva o *blastocela* ofrece campo de expansión. El presentarse la invaginación en forma de surco transversal y de propagarse hacia atrás y abajo, y, finalmente, el cerrarse en circunferencia o elipse que poco a poco va reduciéndose; se explica perfectamente, si recordamos lo expuesto más arriba (n. 46)

acerca de la diversa actividad de los dos hemisferios. Sabemos, en efecto, que la actividad y multiplicación celular es mucho mayor en el hemisferio animal que en el vegetativo. De aquí se sigue que en el borde superior de la *zona marginal*, al invaginarse la blástula, multiplicará con más rapidez sus elementos que el borde inferior, como demuestra el corte (fig. 96, 1d), resultando un surco entre los dos bordes, que pasan desde luego a ser los labios de dicho surco. Al crecer exteriormente el surco y ganar terreno, forzosamente ha de seguir recorriendo la zona marginal; a uno y otro lado del punto de origen: lo cual explica por qué el surco crece hacia atrás. Además, como quiera que, a nuestro juicio, todo el hemisferio animal multiplica sus células y con mucha mayor rapidez que el hemisferio vege-

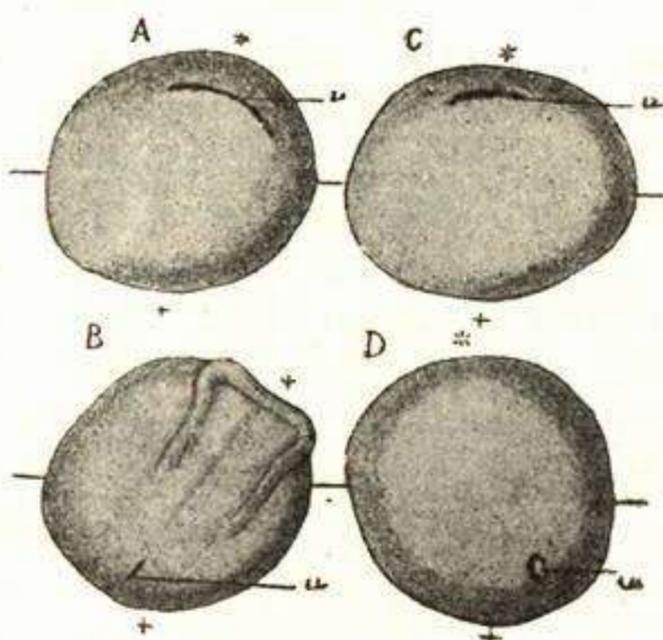


Fig. 95. Dos huevos de rana en dos distintos estadios de la gastrulación; A y C, al principio de ella; B y D, al fin de ella. En B, se ve la línea de sutura del blastóporo y un saliente en forma de cordón que es el esbozo del sistema nervioso. El asterisco indica su parte anterior o cefálica; y la cruz, la posterior. u, blastóporo o boca primitiva. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

tativo, la superficie de aquél aumenta también mucho más que la de éste. La consecuencia inmediata de este mayor aumento de superficie del hemisferio animal será el obligar a invaginarse *casi pasivamente* (fig. 97) poco a poco toda la superficie del hemisferio vegetativo, el cual por éste medio vendrá a parar *todo* dentro del huevo. Esto explica por qué el surco inicial, así como va avanzando hacia atrás, juntamente se dirige hacia abajo formando herradura y, finalmente, se cierra en circunferencia o elipse, y también por qué terminada la invaginación, el huevo es negro u obscuro en toda su superficie; puesto caso que las células del hemisferio animal lo recubren ya todo alrededor, dejando sólo un pequeño poro con el tapón de Rusconi.

Con esto se verá mejor con cuánta razón distinguimos ya en el huevo, aun ántes de segmentarse, polo animal y polo vegetativo; pues verdaderamente el polo animal viene a recubrir después todo el huevo,

constituyendo su *ectodermo* u hoja *tegumentaria-sensitiva*; mientras que el polo vegetativo se transforma principalmente en la porción inferior del entodermo o intestino primitivo que tiene en gran parte sólo carácter nutritivo, representando el saco vitelino que más adelante encontraremos en los huevos de segmentación discoidal.

Volviendo ahora a nuestro punto de partida, y fijándonos de un modo particular en los fenómenos internos que se verifican en la *gastrulación*, el seno que se ha formado por la invaginación de la zona marginal, es la cavidad gastrular o *arquéteron* (fig. 96, ar), y la nueva hoja que se va formando, el *entodermo*. La cavidad va creciendo y acorralando la cavidad *primitiva* o el *blastocèle*; cavidad esta última que, al fin desaparece como en el huevo de *Amphioxus*. La abertura hacia fuera de la cavidad gastrular es el *blastóporo*. Este, que alcanzó

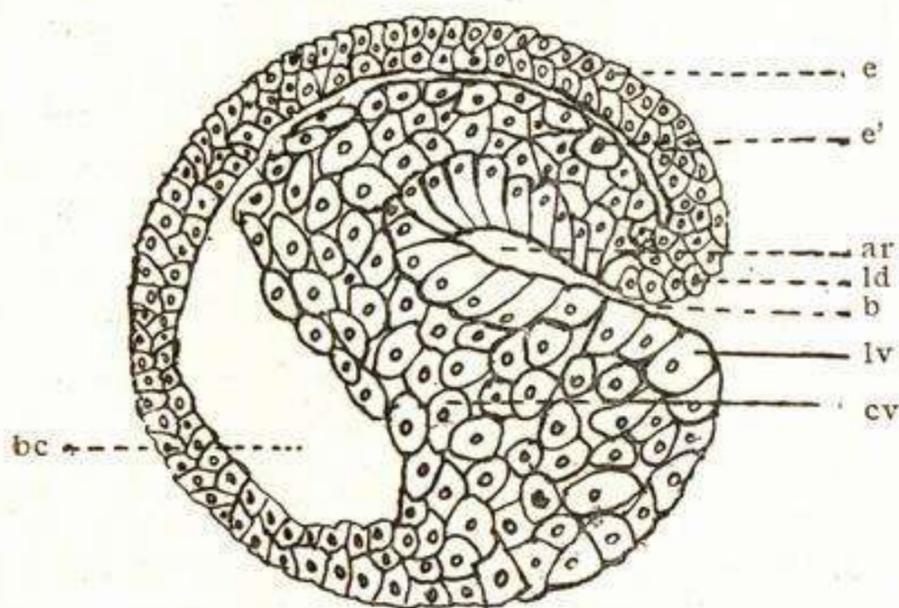


Fig. 96. Corte longitudinal sagital del huevo de *tritón*.—e, ectodermo; e', entodermo; ar, arquéteron (intestino primitivo); b, blastóporo (boca primitiva); ld, labio dorsal; lv, labio ventral; bc, blastocèle (cavidad blastular); cv, células vitelinas. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

gran extensión, queda reducido, al terminar la gastrulación, al pequeño anillo, en que asoma el tapón de Rusconi (fig. 95, D, u; fig. 97, tr), que es parte del *entodermo*. El *blastóporo*, pues, se ha ido cerrando como en el huevo de *Amphioxus*. ¿Cómo ha sido el cierre, céntrico o excéntrico? Para resolver esta cuestión, es, sin disputa, más favorable el huevo de anfibios que el de *Amphioxus*. Casi con toda certeza podemos asegurar que en estos huevos de anfibios, el cierre es *excéntrico*; pues, a partir del punto donde comenzó la invaginación, se observa una línea de sutura que sólo se explica si a un lado y otro del punto inicial de invaginación se aproximan los bordes (fig. 95, B), y se sueldan, la hoja externa (ectodermo, ectoblasto) de un lado con la del otro lado y la hoja interna (entodermo, entoblasto) de un lado con la del otro, y así sucesivamente.

Por el crecimiento del labio o de los labios del blastóporo, inva-

diendo el hemisferio inferior o lo que resta de él, se prolonga el seno de la invaginación primitiva o arquéteron. Esta prolongación, debida a procesos de crecimiento secundario, llama M. de Selys-Longchamp (véase el "Traité d'Embryologie de Brachet", p. 125) *deuténteron*; y en atención a que la bóveda que le recubre, será de hecho el lugar de la formación del sistema nervioso céfalo-raquídeo con los órganos axiales, Brachet da a dicha bóveda el nombre de *bóveda deuténtérica* (1).

**61. Comprobación experimental.** — Un sencillo ensayo que permite ver la formación del surco primitivo, su desenvolvimiento y su cierre, podrá comprobar lo dicho y convencernos de que

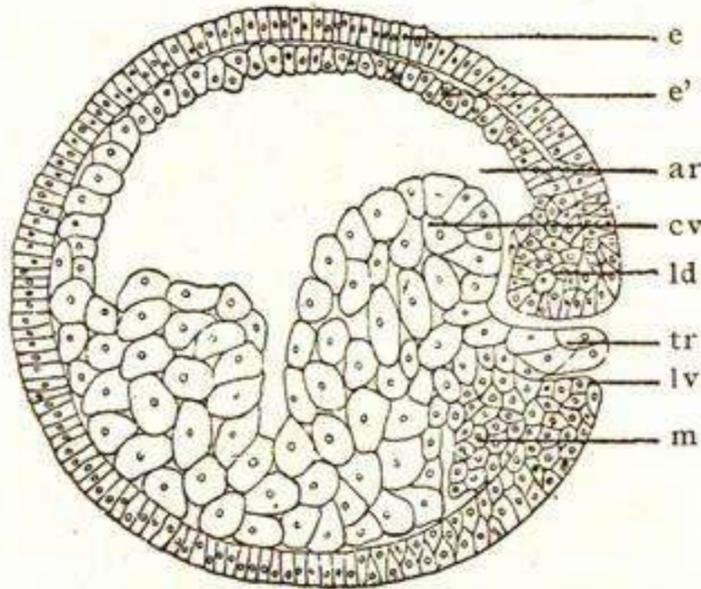


Fig. 97. Corte longitudinal sagital del huevo de *tritón*.—e, ectodermo; e', entodermo; ar, arquéteron; cv, células vitelinas; tr, tapón de Rusconi; ld, labio dorsal; lv, labio ventral; m, mesodermo. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

el cierre es *excéntrico*. Póngase sobre un porta-objetos un par de huevos de rana, recién fecundados, envueltos con su masa gelatinosa, y déjense así libremente durante algún tiempo, v. g., media hora. Durante este tiempo, los huevos tomarán, si no la tenían, la posición ordinaria, esto es, con el polo vegetativo hacia abajo y hacia arriba el animal. Si los huevos son de *rana esculenta*, es fácil cerciorarse de la debida posición; pues, como dijimos (n. 46), su polo vegetativo es blanco. Ya bien orientados los huevos, se coloca sobre el primer porta-objetos otro, poniendo previamente entre los dos y en cada uno de sus extremos una tira transversal de cera o parafina blanda que impida su contacto. Apretándolos ahora con suavidad se logra que los

(1) No queremos discutir ahora la necesidad o la imprescindibilidad de estos nuevos términos; pero sí queremos acentuar la conveniencia de abstenerse de inventar e introducir, tanto en Embriología como en otros ramos científicos, nuevas palabras sin verdadera necesidad; pues de hecho no hacen más que engendrar confusión, en lugar de facilitar la inteligencia. Aquí, si no absolutamente necesario, nos parece muy conveniente.

porta-objetos lleguen a comprimir un poco los huevos, de suerte que, por un lado, los fijen sin permitirles cambiar de posición, y, por otro, no impidan su evolución, como de hecho no la impiden. Hecho esto, se sujetan con hilo o con corchete de cera los dos portas, a fin de que no se separen, y se ponen en un cristalizador con agua. De cuando en cuando se examinan los huevos con el microscopio binocular o con el ordinario, empleando en este caso pequeño aumento, o también con una simple lente. Para el examen, se invierten los portas, con objeto de examinar el polo vegetativo, que es el más indicado para dejarnos ver el surco primitivo, su modo de evolucionar y su cierre.

**62. Simetría de la gástrula.** — Terminada la gastrulación, el huevo de anfibios es ya un cuerpo de simetría *dorsiventral*. En efecto; la línea de sutura del *blastóporo* representa el *dorso*; y la

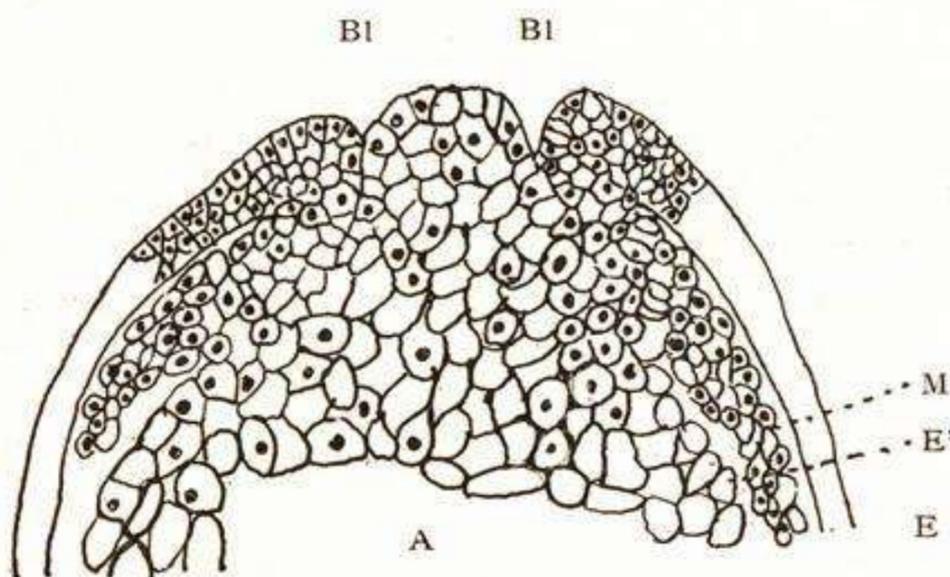


Fig. 98. Corte frontal de un huevo de ajolote, *Amblystoma mexicanum* (anfibio).—BI, blastóporo; E, ectodermo; E', entodermo; M, mesodermo, esto es, pululación celular destinada a la formación del mesodermo; A, arquenteron. (Según Brachet. Copiada del libro: Die Elemente etc, de O. Hertwig).

opuesta, el *vientre* del animal; el residuo del *blastóporo*, la parte *posterior*; y, por consiguiente, la opuesta a ésta, la *anterior*. Un corte longitudinal medio confirma perfectamente lo que decimos: pues la fig. 97 nos muestra cómo en la parte inferior se acumulan las células, repletas de trofoplasma, equivalentes al saco vitelino.

**63. Formación del mesodermo.** — En *Amphioxus* (n. 59) vimos que el mesodermo se formaba después de constituida perfectamente la *gástrula*, a uno y otro lado del *entodermo*. En los huevos de anfibios es más precoz la formación del *mesodermo*, iniciándose mucho antes que haya terminado la *gastrulación*: en estos huevos, en efecto, la formación del mesodermo viene a ser como una segunda fase de la gastrulación. Veamos cómo se origina.

En los bordes, inferior (fig. 97, m) y laterales (fig. 98, M) del *blastóporo*, tiene lugar muy pronto una pululación interna de células que

se meten y van propagándose por entre las dos hojas que se acaban de formar, el *ectodermo* y el *entodermo*. El cuerpo celular que en el corte transversal del poro aparece en forma de tira celular cunifforme, en la vista tangencial sería más bien una lámina. Este cuerpo celular es el primer esbozo del mesodermo. Como quiera que se origina en el borde del blastóporo, donde el *ectodermo* se continúa con el *entodermo* y viceversa, se podría preguntar de cuál de las dos hojas proviene. La pequeñez de las células habla más bien en favor de su origen *ectodérmico*. Sin embargo, como en este punto de tránsito todas las células son muy parecidas, para no prejuzgar la cuestión, nos contentaremos por ahora con decir que de este punto nacen. Es cierto, por lo demás, que al menos en un estadio más avanzado, se puede distinguir en el cuerpo cuneiforme celular una hendidura que

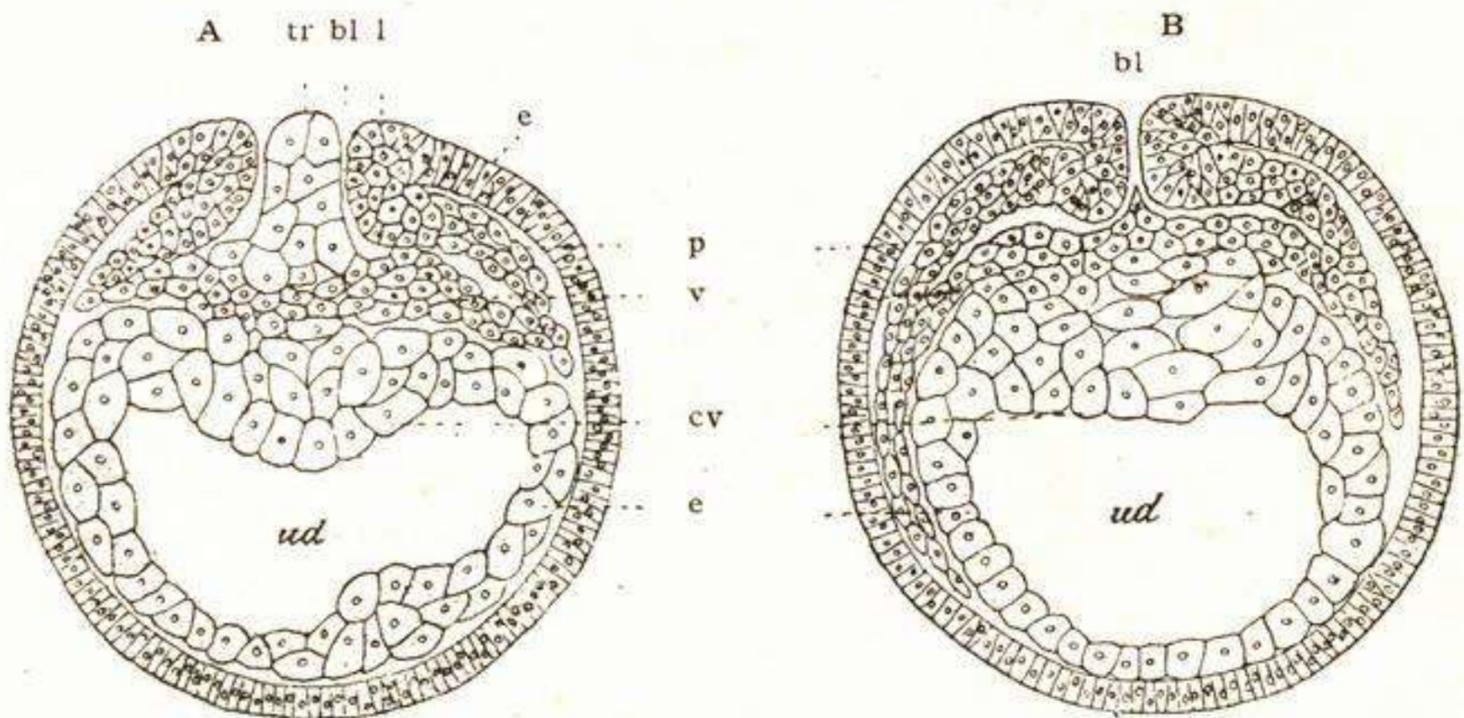


Fig. 99.—A. Corte frontal de un huevo de *tritón*.—B. Corte frontal del mismo en un estadio más avanzado.—bl, blastóporo; e, ectodermo; e', entodermo; cv, células vitelinas; l, labio del blastóporo; p, hoja parietal del mesodermo (somatopleura); v, hoja visceral del mismo (esplagnopleura); tr, tapón de Rusconi; ud, tubo digestivo primitivo o arquéteron. (Según O. Hertwig: de su Handbuch etc.).

lo divide en dos partes; parte externa y parte interna (fig. 99, p, v). Persiguiendo hacia fuera (hacia el borde del blastóporo) la hendidura, abierta hacia fuera y terminada en fondo de saco hacia dentro, se ve que la parte externa se continúa, en el blastóporo, con el *ectodermo*; y la parte interna, con el *entodermo*, dejando aquí entre estas dos hojas blastodérmicas un surco que es la abertura, en el *blastóporo*, de las dos partes u hojas del *mesodermo*: la parte externa de éste es su hoja *parietal*; la otra o interna, la *visceral*.

Este mesodermo, de origen blastopórico, es el mesodermo *peristomal* en oposición al que llamamos *paracordal*, en que aquél se convierte. Y es así que a medida que se va formando y creciendo el mesodermo por entre las dos primeras hojas germinales, el blastóporo se reduce o cierra *excéntricamente*. Los bordes de éste, que poseían

su mesodermo *peristomal* (fig. 100, mps), sucesivamente se van aproximando y soldando y originan en el dorso la línea de soldadura, de que hemos hablado (fig. 101). Con esto, el mesodermo de estos bordes que se sueldan, cae a uno y otro lado de la línea de soldadura, siempre naturalmente por entre las dos hojas, *ectodermo* y *entodermo*. En la línea media, después de la soldadura, no hay más que estas dos hojas (fig. 102): hacia los lados cuatro, esto es, *ectodermo* u hoja externa, *entodermo* u hoja interna, y entre ellas las dos del mesodermo, la *parietal* y la *visceral*. Este mesodermo que cae, después de

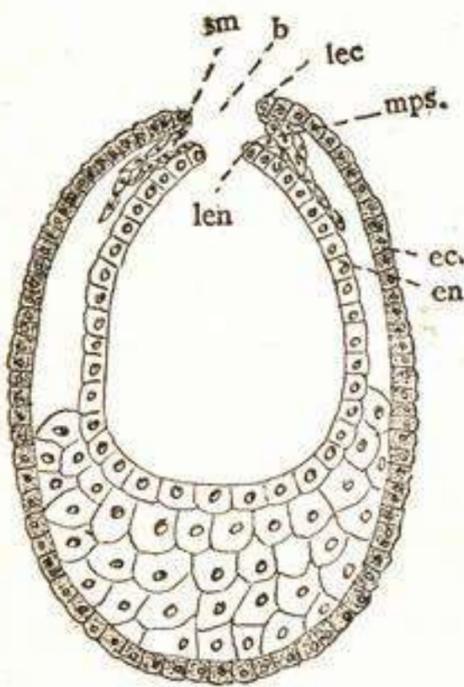


Fig. 100. Esquema para declarar el mesodermo *peristomal*.—b, blastóporo; ec, ectodermo; en, entodermo; lec, labio ectodérmico del mesodermo, esto es, sitio en que el mesodermo se convierte en ectodermo y vice-versa, len, labio entodérmico del mesodermo; mps, mesodermo peristomal; sm, seno mesodérmico. (Original).

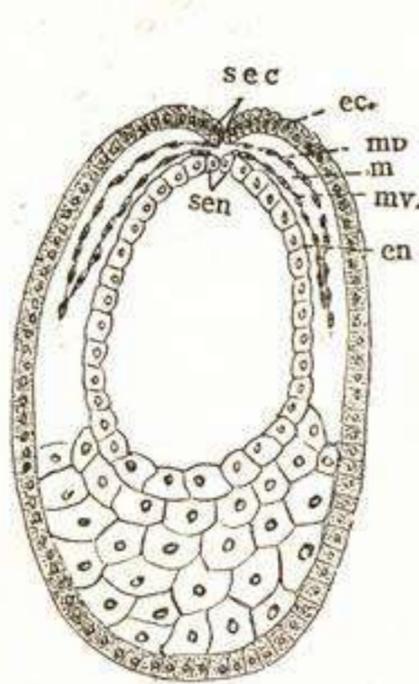


Fig. 101. Esquema para hacer ver la soldadura del ectodermo y del entodermo y la transformación del mesodermo *peristomal* en *paracordal* o *gastral*.—sec, soldadura de los labios ectodérmicos; sen, soldadura de los labios entodérmicos; ec, ectodermo; en, entodermo; mp, hoja parietal del mesodermo; mv, hoja visceral del mesodermo; m, seno mesodérmico, esto es, celoma o cavidad somática. (Original).

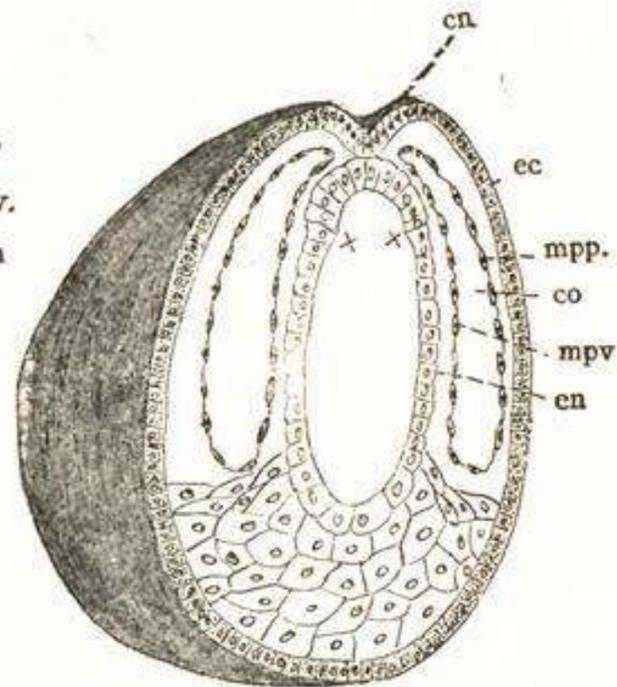


Fig. 102. Esquema para demostrar, en unión de los precedentes, la transformación del mesodermo peristomal en el *paracordal* o *gastral*. cn, canal nervioso; ec, ectodermo; en, entodermo; mpp, hoja parietal del mesodermo paracordal; mpv, hoja visceral del mesodermo paracordal; co, celoma (Original).

la soldadura, a uno y otro lado, es el mesodermo *paracordal*, que quiere decir, junto a la *cuerda dorsal*; porque, efectivamente, la parte del *entodermo* que cae entre los dos cuerpos mesodérmicos (figura 102, \*\*), se convertirá luego en *cuerda dorsal*.

Hemos afirmado que el cierre del blastóporo era excéntrico. Esto se colige de varios datos sacados, v. g., de la comparación de cortes. Lo demuestra, además, la observación directa en el experimento que hemos expuesto más arriba (n. 61); pero lo evidencia, quizás más que todo, la intervención en el huevo en desarrollo, impidiendo, v. g., por compresión el cierre del blastóporo. Entonces tiene lugar, como

es natural, una anomalía en el desarrollo. Consiste ésta, entre otras cosas, en que el blastóporo se parece a una gran boca más o menos alargada (fig. 102 bis, A), en cuyo fondo se observa la masa del entodermo, constituida principalmente por células grandes y muy ricas en vitelo nutritivo. Si uno practica cortes transversales del huevo o de la larva anormal en este estado, le sorprenderá no poco ver que en los bordes del blastóporo se inicia a cada lado la formación, no sólo

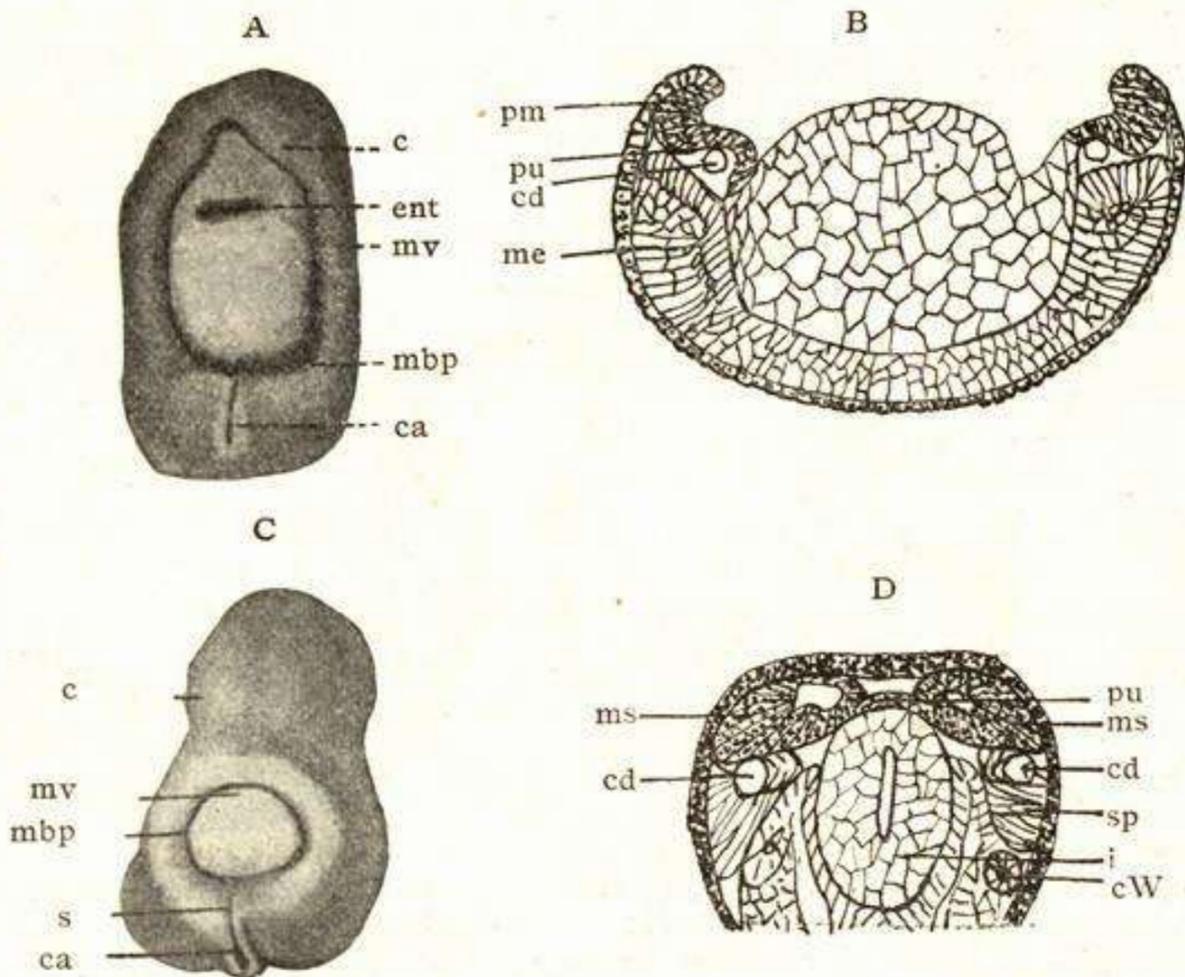


Fig. 102 bis. A. — Embrión teratológico de rana (por intervención) con enorme blastóporo, visto por encima; c, cabeza; ent, entrada en el intestino cefálico; mbp, margen (labio) blastopóricico; mv, masa vitelina; ca, canal anal.

B. — Corte transversal del mismo embrión, pasando por el tercio posterior del tronco; pm, placa o lámina medular; pu, punto de unión entre la placa medular y la masa de células vitelinas (suelo del intestino); cd, cuerda dorsal; me, mesodermo.

C. — Embrión teratológico de rana con el blastóporo bastante reducido (en comparación al del embrión A). c, mv, mbp, ca, significan lo mismo que en A. s, sutura de los bordes blastopóricicos junto al canal anal.

D. — Corte transversal de un embrión teratológico de rana más avanzado, pasando por delante del blastóporo. cd cd, cuerda dorsal; cW, canal de Wolff; i, intestino; ms, médula espinal doble; pu, puente de unión entre las dos; sp, segmento primitivo. (Según O. Hertwig. De su Handbuch der Entwicklungslehre).

del mesodermo, sino también de la cuerda dorsal y del sistema nervioso (fig. 102 bis, B). De manera que tenemos en este caso estas formaciones por partida doble, una a cada lado: lo cual quiere decir que se trata de dos mitades que se hubiesen juntado longitudinalmente en el medio para originar un *solo* canal nervioso, una *sola* cuerda dorsal, etc., si no se hubiese intervenido en el huevo, y éste hubiese evolucionado normalmente. Ahora bien; es inconcebible que si el blastó-

poro no se cerrase excéntricamente resultase el sistema nervioso, cuerda dorsal, etc., en esta forma; sino que más bien estas formaciones habían de constituir un anillo cerrado sobre el dorso del huevo.

Pero hay más: si luégo de la intervención y de la producción de la anomalía se abandona el huevo a sí mismo, para que sin estorbo continúe su evolución, el embrión vuelve al estado normal (fig. 102 bis, C) y las dos mitades, o sea, el sistema nervioso y la cuerda dorsal, iniciados a uno y otro lado, tienden a unirse de nuevo (fig. 102 bis, D), comenzando por la parte anterior. Todo habla, pues, en favor de una aproximación de los bordes del blastóporo para soldarse en medio en línea longitudinal, que es lo que caracteriza el cierre excéntrico (I).

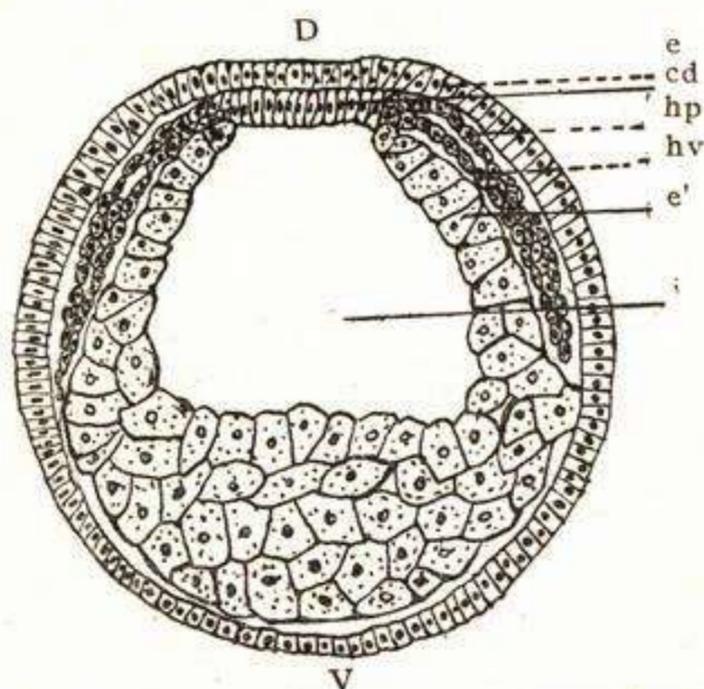


Fig. 103. Corte transversal de un huevo o embrión de *tritón* pasando por más adelante del blastóporo.—D, parte dorsal; V, parte ventral; e, ectodermo; e', entodermo; cd, cuerda dorsal; hp, hoja parietal del mesodermo; hv, hoja visceral del mismo; i, cavidad intestinal primitiva o del arquenteron. (Según O. Hertwig. De su Handbuch etc.).

Conviene dejar bien sentado este punto, porque es, a nuestro juicio, la clave para explicar fenómenos que serían ininteligibles en el cierre céntrico; y presta, por otra parte, una firme base para sacar por analogía lo que sucede seguramente en otros huevos, en que no es tan fácil, como aquí, determinar el modo de cerrarse el blastóporo. Este hecho será también el fundamento que nos explicará más adelante (en la organogénesis o segunda parte) la aparición anormal de doble cola, tan frecuente en algunos animales.

**64. Comparación entre el huevo de *Amphioxus* y el de anfibios en este estadio.** — De lo que acabamos de explicar, se desprende que, si en el huevo de anfibios en este estadio practicamos una serie de cortes transversales, éstos nos ofrecerán

(1) Conf. O. Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre, etc. 1907.

distinto aspecto, según la región que cojan. Hacia delante del *blastóporo* (el *blastóporo* representa la parte posterior del embrión), el corte (fig. 103) nos representará en el techo o línea media, una parte constituida por dos capas, el *ectodermo* y *entodermo* (*cuerda dorsal futura*). A un lado y otro de esta región dorsal, la pared tiene cuatro hojas: la externa o *ectodermo*, y la interna o *entodermo*, y entre ellas las dos hojas del *mesodermo*, la hoja parietal y la hoja visceral. El corte que pasa por la hendidura del *blastóporo*, nos ofrece la parte superior abierta; la inferior, formada por la gran masa de células entodérmicas; hacia los lados, una pared compuesta por cuatro hojas: por el *ectodermo*, *entodermo* y las dos hojas del mesodermo: la hoja *parietal*

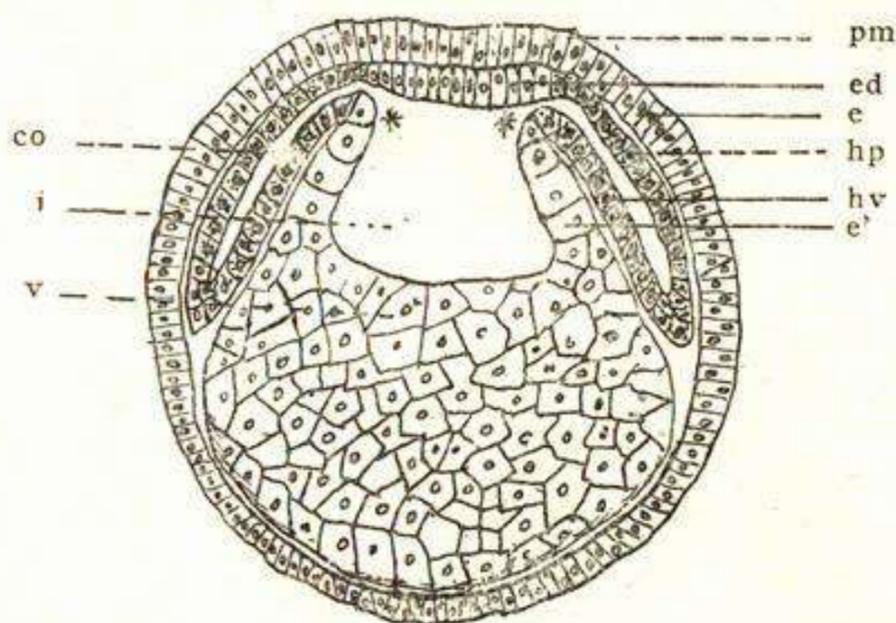


Fig. 104. Corte transversal esquemático que pasa por más arriba (más adelante) del blastóporo en el huevo de anfibio con las dos hojas mesodérmicas separadas y abriéndose su cavidad (celómica) en el intestino; co, cavidad somática; i, cavidad intestinal; pm, placa o lámina nerviosa; cd, cuerda dorsal; e, ectodermo; e', entodermo; hp, hoja parietal del mesodermo; hv, hoja visceral del mismo. Los dos asteriscos indican el paso de la cavidad entodérmica a la mesodérmica o somática. (Según O. Hertwig. De su Handbuch etc.).

de éste se continúa, en el *blastóporo*, con el *ectodermo*, formando un borde que llamaremos *labio ectodérmico* del mesodermo (figs. 99, B; 100, iec); la *visceral*, con el *entodermo*, formando asimismo un borde que es el *labio entodérmico* del mesodermo (fig. 100, len). Si uno persigue toda la serie de cortes, verá que sin interrupción de continuidad, se pasa de una imagen a otra: lo cual quiere decir que, al cerrarse excéntricamente el blastóporo y soldarse sus bordes en la línea dorsal, el mesodermo que en el blastóporo se abría al exterior, es rechazado a uno y otro lado de la sutura. En este punto, pues, no habrá, en este estadio, más que dos hojas el ectodermo y el entodermo.

Ambas imágenes son de gran interés. Porque si nos fijamos mejor, en la figura 103 la hoja parietal del mesodermo se continúa, en el dorso, con la capa inferior de las dos que constituyen el techo, esto es,

con la que representa la cuerda dorsal; y la otra, la visceral, se continúa con el entodermo restante. Si nos imaginamos por un momento que en este punto se separan las dos hojas, para abrirse en la cavidad entodérmica, obtendremos la figura 104.

en la cual de la cavidad entodérmica se pasa a las del mesodermo en los puntos señalados con asteriscos. Ahora bien; esta figura parece coincidir exactamente con la que nos ofreció el *Amphioxus* (fig. 92) en el momento, en que los sacos mesodérmicos se desprendieron del entodermo, quedando a uno y otro lado de la futura cuerda

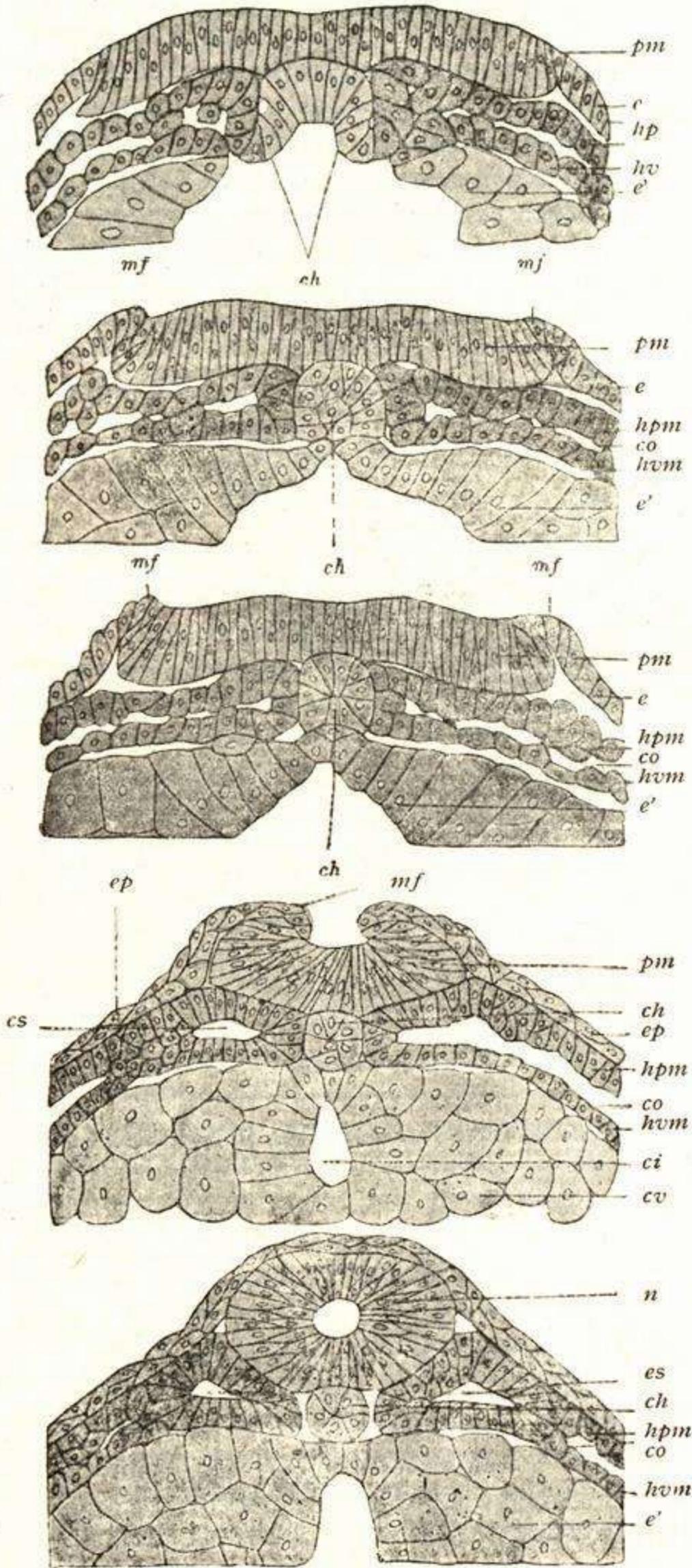


Fig. 105. Cinco cortes transversales del huevo de tritón en diferentes estadios evolutivos cogiendo sólo la parte dorsal. *pm*, placa o lámina medular (nerviosa); *e*, ectodermo; *e'*, entodermo; *cp*, epidermis primitiva o capa córnea (epiblasto de Brachet); *hpm*, hoja parietal del mesodermo; *hvm*, hoja visceral del mismo; *ci*, cavidad intestinal; *cv*, células vitelinas; *co*, celoma o cavidad somática; *ch*, cuerda dorsal; *mf*, dobladura medular; *cs*, cavidad del segmento primitivo; *n*, tubo nervioso; (Según O. Hertwig. De su Handbuch, etcétera).

dorsal y debajo de la placa nerviosa. La comparación es tanto más perfecta, cuanto que también los anfibios, de las dos hojas que tiene la pared dorsal en este estadio, la superior o ectodérmica se transformará en *placa, canal y tubo nervioso*; y la inferior o entodérmica, en *cuerda dorsal* (fig. 105), por análogos procesos, a los estudiados y descritos en *Amphioxus* (n. 56). También en el embrión de anfibios, al doblarse y soldarse los bordes del *canal nervioso* para originar un *tubo*, cogerán debajo, al menos en parte, al blastóporo, pasándose del *tubo nervioso* al *tubo digestivo* por el *canal neurentérico* (fig. 106).

De aquí que, cuando menos teóricamente, se puede considerar la formación del *mesodermo* también en los anfibios, como una evagi-

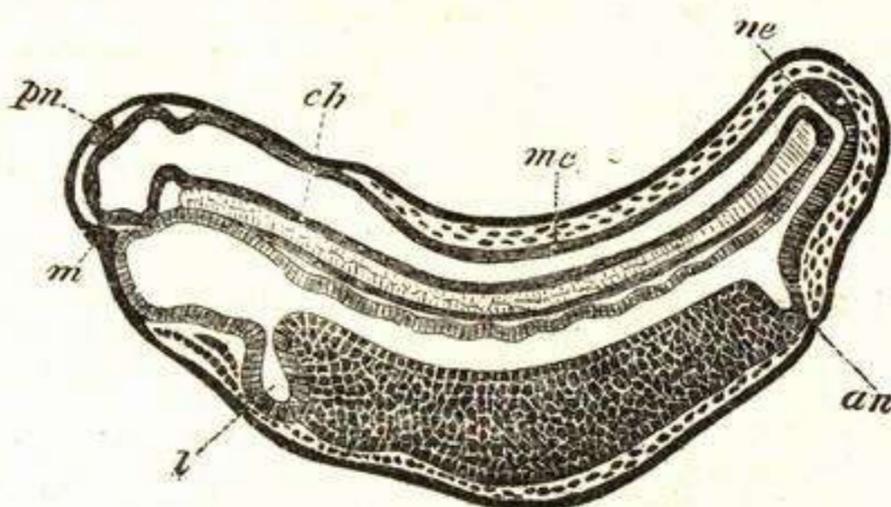


Fig. 106. Corte longitudinal sagital de un embrión más adelantado de *Bombinator* (anfibio). m, boca; an, ano; pn, glándula pineal o coronaria; ch, cuerda dorsal; mc, canal medular; ne, canal neurentérico, esto es, comunicación del canal nervioso con el intestinal; l, esbozo del hígado. El conducto o tubo que se extiende desde el ano al canal neurentérico es el llamado intestino caudal o postanal. (Según Goette. Del Handbuch etc., de O. Hertwig).

nación o divertículo del entodermo, ya que, al fin, coinciden las imágenes, aunque el camino para llegar a ellas haya sido algo diverso en uno y otros. En *Amphioxus* se formó el *mesodermo*, después de terminada la gastrulación, por evaginación del entodermo; en *anfibios*, mucho antes de terminada aquélla, constituyendo como su segundo período, y por invaginación de los bordes del *blastóporo*. Esa precocidad en la formación del *mesodermo* en anfibios es sin duda sólo relativa; si se tiene en cuenta que en estos huevos cuesta más la formación de la gástrula por razón del obstáculo que ofrece el polo vegetativo; ya que, como apuntamos, se comporta bastante pasivamente. Esto hace ver que no carece tampoco de todo fundamento real el considerar en anfibios el *mesodermo* como derivado del *entodermo*. En efecto; si en los huevos de anfibios la gastrulación no tropezase con dificultades y se realizase tan aprisa como en el de *Amphioxus*, evidentemente que la parte del huevo, de donde se forma actualmente el *mesodermo*, que es, como hemos dicho repetidas veces, el borde del

blastóporo, se hallaría ya dentro del huevo, y, por consiguiente, integrando el entodermo, al tiempo de originarse de ella el mesodermo: en otros términos, el mesodermo se puede considerar como formado de una parte del huevo que sería ya entodermo, si la gastrulación hubiese sido más rápida.

La otra imagen del corte del embrión en la región del *blastóporo* (fig. 99, B) es interesante, porque nos da una forma fundamental, a que poder reducir la formación del mesodermo en los demás vertebrados, como veremos.

#### IV. Formación de hojas blastodérmicas o germinales en los huevos de peces

**65. Gastrulación.**— Para estudiar la formación de las hojas germinales en huevos de segmentación *parcial discoidal* (n. 45), nos valdremos, en los peces, de los huevos de selacios, por la semejanza que guardan con los fenómenos estudiados en anfibios. Conviene, no obstante, acentuar que el proceso que vamos a estudiar, es en el fondo el mismo en *teleósteos* que forman el grupo más numeroso de peces. Su diferencia es más bien accidental, debida principalmente a que los huevos de estos peces son relativamente pequeños, y el ectoblasto (ectodermo) logra envolver más pronto toda la masa vitelina que en los *selacios*, cuyos huevos son extraordinariamente grandes, equiparables a los de los *saurópsidos*.

Ya sabemos (n. 48) que en los huevos de selacio la blástula se reduce a un disco celular (fig. 107), que corresponde al polo animal, cubriendo una pequeña cavidad (cavidad blastular) que lo separa de la gran masa del vitelo nutritivo que ha quedado sin segmentar. El disco celular no tiene igual espesor en toda su extensión. En la región que llamaremos *anterior* (fig. 108) es más delgada; y en la opuesta o *posterior*, más recia. Esta última es la que aquí especialmente nos interesa; porque en ella tienen lugar las principales formaciones embriológicas de este capítulo.

Efectivamente; en el borde posterior del disco embrional se inicia un surco horizontal en forma de arco, de concavidad anterior, el cual va profundizando hacia dentro de la blástula, extendiéndose lateralmente. Este surco resulta de la invaginación marginal del disco; y la cavidad que origina, es la del intestino primitivo (fig. 108) o *arquenteron*. En este borde posterior, pues, y en este estadio, el disco celular consta de dos hojas: una externa, que es el *ectodermo*; y otra interna, que es el *entodermo* (fig. 108). El surco determina dos labios que lo limitan: labio superior muy pronunciado (fig. 108, 1) y labio inferior

más suave (fig. 108, l'). La invaginación va creciendo y avanzando hacia la parte anterior (fig. 109) y no menos hacia los lados, a medida que el disco embrional va ensanchando también su área. La abertura de la invaginación o comunicación con el exterior es el *blastóporo*.

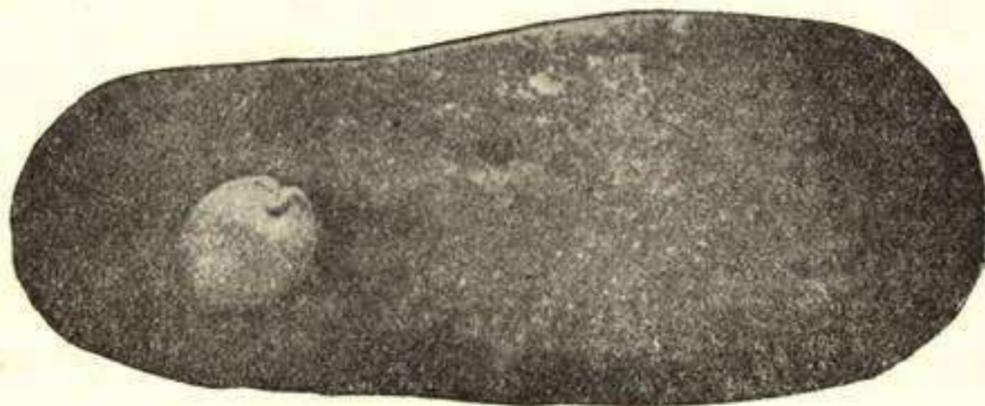


Fig. 107. Huevo del *perro de mar*, *Scyllium canicula* (selacio). El disco que aparece sobre la gran masa del vitelo con una escotadura posterior y una especie de dobladura es la blástula, comenzando la gastrulación. (Fotografía del Instituto anatómico-biológico de Berlín: de una preparación de Jablonowski. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

**66. Formación del mesodermo.** — Iniciada la *gastrulación*, no tarda en formarse el *mesodermo*. Del labio superior de la invaginación pronto comenzarán a pulular células que se introdu-

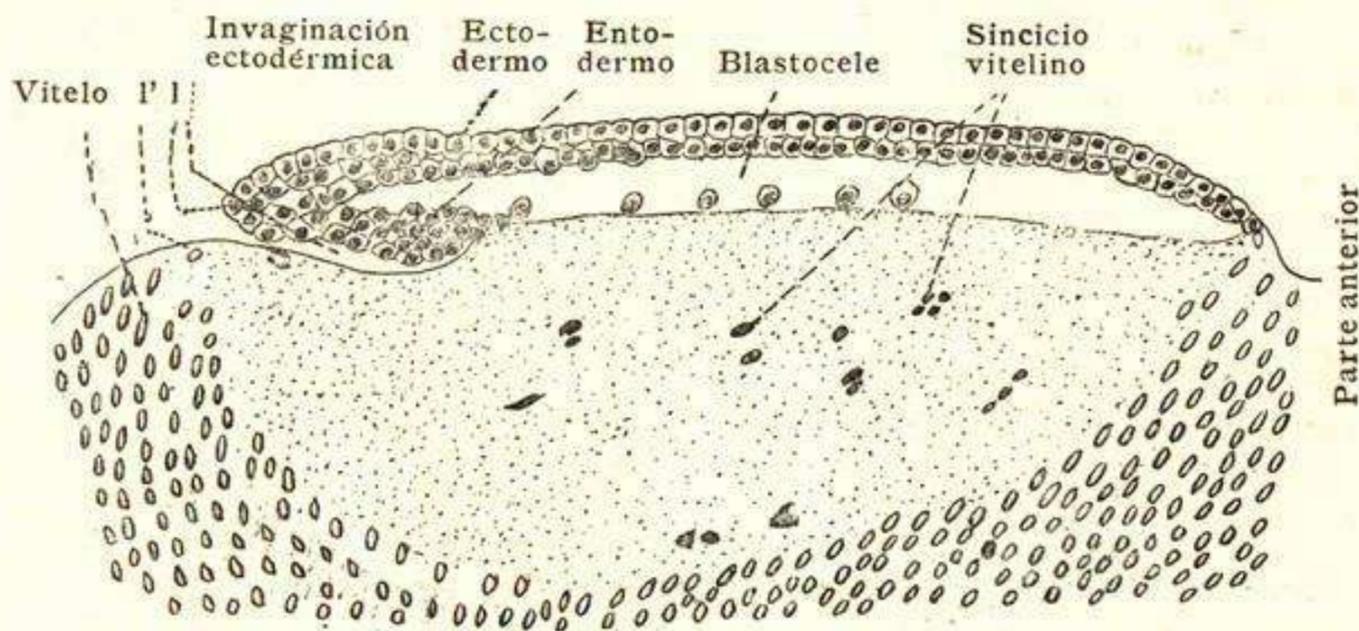


Fig. 108. Corte longitudinal del disco germinal del *perro de mar*, *Scyllium canicula* (selacio). En la parte posterior comienza a invaginarse el ectodermo para originar la gástrula con sus dos hojas, el ectodermo y el entodermo. La cavidad de la invaginación es el intestino primitivo o arquéteron; l, labio superior; l', labio inferior. (Dibujo original de una preparación del Instituto Embriológico de Viena).

cen por entre las dos hojas, constituyendo el primer esbozo del *mesodermo*. Poco importa que al principio no podamos distinguir en él las dos hojas que le caracterizan, y mucho menos la cavidad somática que éstas limitan: si no existen formalmente en este estadio, ya se

formarán después. En todo caso, se nota ya desde ahora en el labio superior de la invaginación *entodérmica* un surco suave y paralelo a dicho labio, que se puede considerar como la desembocadura en el blastóporo de la cavidad somática *virtual*. Este surco o esta desembocadura corresponde a la que vimos en el mismo sitio en los huevos de anfibios en el estadio que estudiamos. Este mesodermo que se abre en el borde del blastóporo, es el mesodermo *peristomal*. Pero tampoco falta el *paracordal* o *gastral*, como lo demuestra la serie de cortes. Porque es de saber que aquí, como en los anfibios, el blastóporo, así como va corriendo hacia atrás a medida que se ensancha el disco germinal; así se cierra *excéntricamente* por delante, correspondiendo al dorso la línea de sutura (fig. 110); puesto caso que delante y a los lados de ella aparece el sistema nervioso. De aquí resulta que el mesodermo *peristomal* pase a convertirse en *paracordal* o *gastral*, desde el momento que, aproximándose los bordes del *blastóporo*, se sueldan

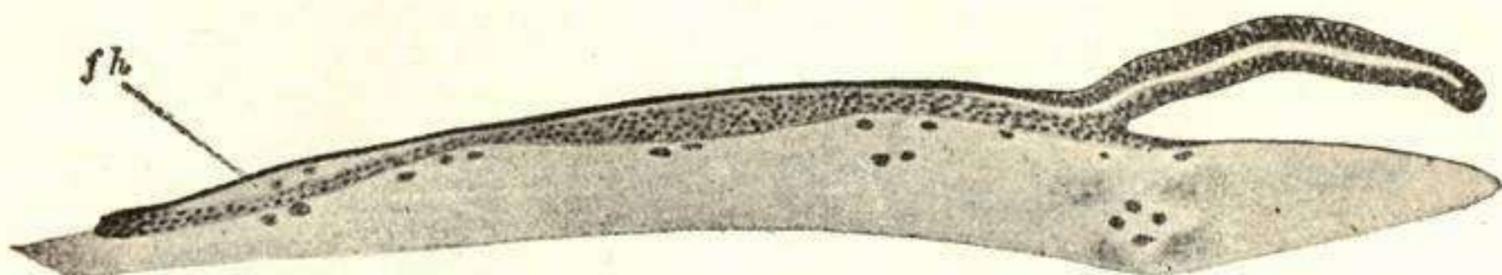


Fig. 109. Corte longitudinal del disco germinal de la fig. 111 que es de la *tremielga*, *Torpedo ocellata*, (selacio). fh, residuo del blastocele en la parte anterior del disco, en la posterior se ve la cavidad gastrular, su abertura al exterior es el *blastóporo*. La cavidad posee un doble techo, que son las dos hojas blastodérmicas, el ectodermo (la superior) y el entodermo (la inferior). (Según Ziegler. De su *Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der niederen Wirbeltiere*). — N. B. En esta figura, la parte anterior está a la izquierda del que mira.

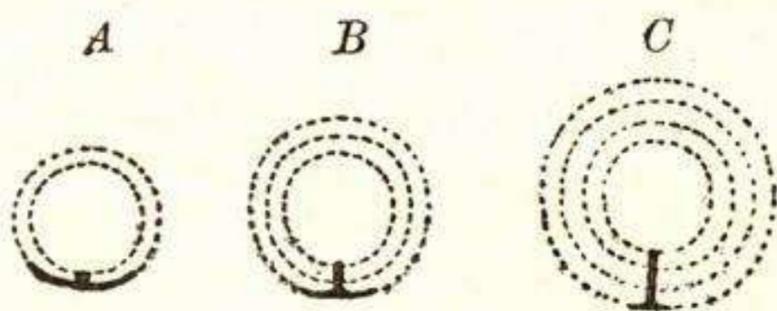
en la línea media: el borde ectodérmico de un lado se suelda con el del otro lado, y lo mismo sucede con el borde entodérmico. Con esto, queda como rechazado a los lados el saco mesodérmico, tomando desde ahora el nombre de *paracordal* o *gastral*, como vimos ya en el embrión de anfibios.

Para adquirir una idea más exacta y comprobar lo que decimos, podemos estudiar una serie de cortes del disco embrional de la tremielga o torpedo de mar (selacio), representado en la figura 111. Los tres cortes transversales pasan: el primero (I) por la parte anterior del embrión (fig. 111, c, I); el segundo (II) por algo más atrás (fig. 111, II); y el tercero (III) por junto al borde posterior de la escotadura (fig. 111, III).

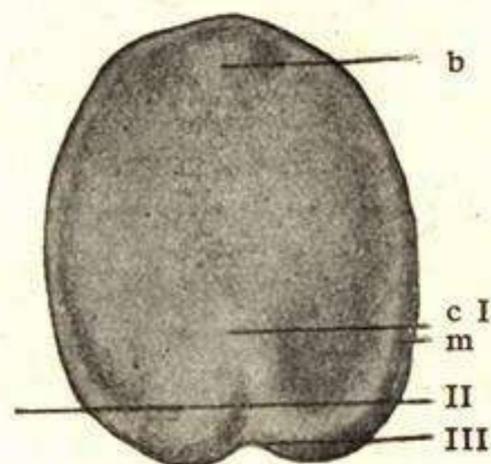
En el primer corte (fig. 112, I) no existen más que dos hojas, el ectodermo en la parte externa y el entodermo en la interior con su cavidad gastral axial (cg); en la periferia aparece un surco (cp) que es la cavidad gastral periférica, la cual hacia atrás se continua con

la cavidad axial que, partiendo de la parte posterior de la línea de sutura, se continúa hacia delante hasta la cabeza (cg). En el segundo corte (fig. 112, II) se aprecia la formación del mesodermo, así peristomal como paracordal. En efecto; en los bordes laterales entre el ectodermo (hoja superior) y el entodermo (hoja inferior) se advierte un surco (sp): es el seno o surco del mesodermo peristomal. A partir de él se nota un macizo celular que crece libremente por entre las dos hojas mencionadas: es la proliferación mesodérmica.

Por otra parte, a uno y otro lado de la región central del entodermo se ve en la parte inferior un surco muy poco acentuado, casi imperceptible y encima de él una especie de hinchazón o rodete celular (mg): es el mesodermo paracordal o gastral. Si se recorre el surco del meso-



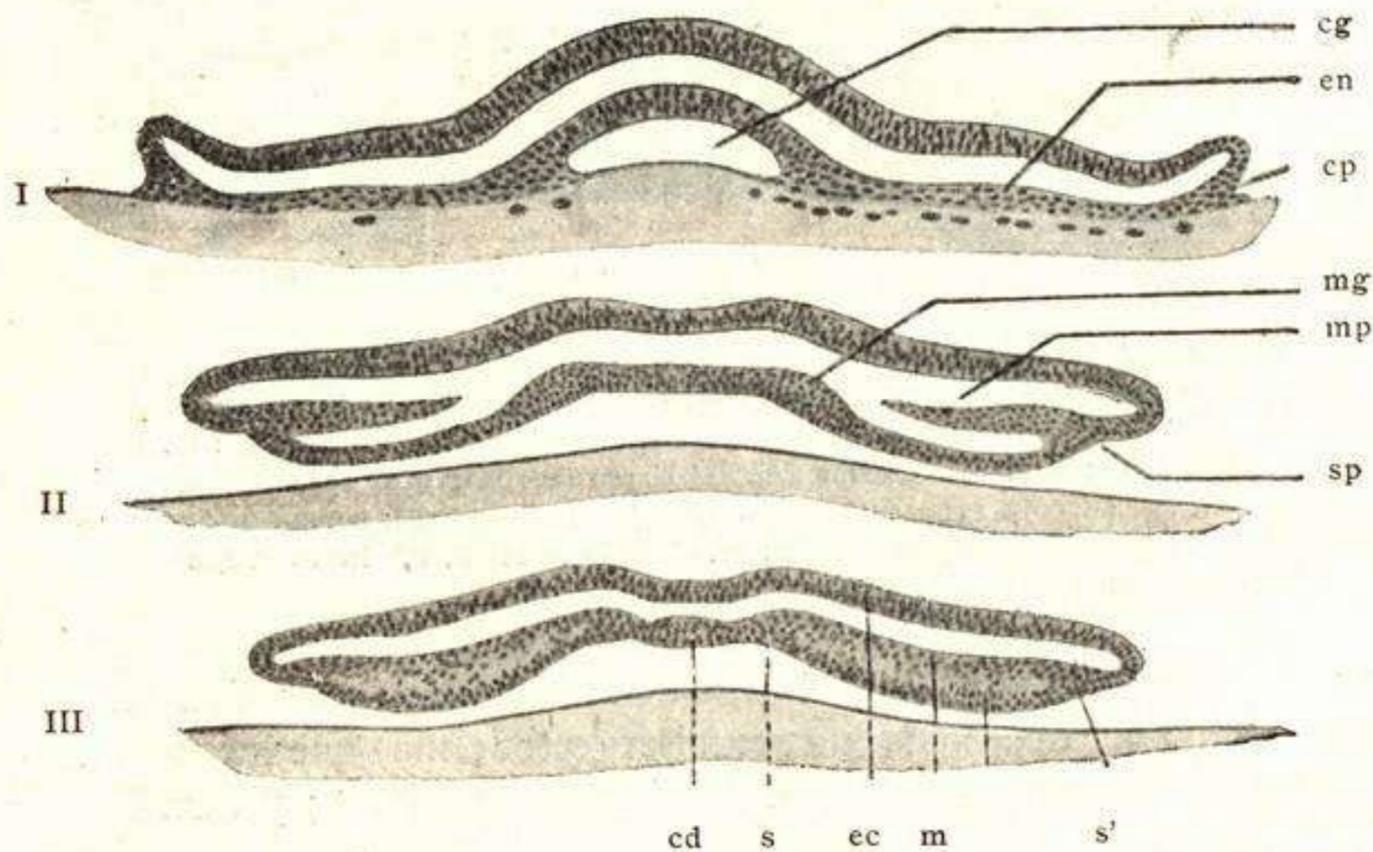
**Fig. 110.** Esquema para declarar cómo crece en amplitud el disco germinal y juntamente cómo los bordes del blastóporo en la escotadura se aproximan y sueldan determinando la línea de sutura que crece hacia atrás. A, B, C, tres estadios: las líneas de puntos indican el crecimiento del disco germinal; y el trazo negro y rectilíneo, significa la línea de sutura. Aquí se formarán el tubo nervioso, la cuerda dorsal, y a uno y otro lado de la sutura los segmentos primitivos. El trazo posterior arqueado es el blastóporo. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).



**Fig. 111.** Disco germinal de la tremielga (*Torpedo ocellata*): hacia atrás sobresale el escudo embrionario o embrión. b, residuo de la cavidad blastular o del blastocele en la parte anterior; c, cabeza del embrión; m, límite hasta donde se forma el mesodermo peristomal. I, II, III, sitio por donde pasan los tres cortes de la figura 112.

dermo peristomal hacia atrás del escudo embrionario (fig. III) y luego hacia dentro de la escotadura y por debajo de la línea de sutura, se notará que sin interrupción de continuidad se pasa de un surco a otro; porque, como ya antes hemos hecho notar, en realidad de verdad no es más que un solo surco arqueado a cada lado, corriendo de la parte lateral periférica hacia el medio, donde se forma la línea de sutura. En el tercer corte (fig. 112, III) se halla la confirmación de lo que decimos: porque entre los dos surcos que también aquí existen, se observa una masa celular común: y debe ser así: porque, efectivamente, el corte pasa casi por el mismo borde y ha de coger forzosa-mente la lámina celular que se produce centripetamente en el fondo del surco arqueado que bordea el escudo embrionario.

Es de notar aquí que este estadio es muy joven; corresponde al tiempo en que comienza a cerrarse el blastóporo. Y como en el primer corte (I), que pasa por la cabeza del escudo embrional (embrión), no aparece esbozo alguno de mesodermo y sí en el segundo (II) y tercero (III) que pasan, por donde comienza a cerrarse el blastóporo, determinando la línea de sutura: síguese que el mesodermo es formación *blastopórica* o *deutentérica*, según las ideas de Brachet. El ser



**Fig. 112.** Tres cortes (I, II, III,) del escudo embrional de la figura anterior, 111, que pasan respectivamente por la cabeza, por el medio y por la parte posterior, según se indica en la misma figura 111 con cifras romanas correspondientes.

I. cg, cavidad gastrular axial; en, suelo de la cavidad gastrular sobre el vitelo; cp, cavidad gastrular periférica, ya en el límite anterior de la invaginación entodérmica.

II. mg, mesodermo gastral (*paracordal*) incipiente; mp, mesodermo *peristomal*; sp, seno o surco del mesodermo *peristomal*.

III. cd, esbozo de la cuerda dorsal; s, seno o surco del mesodermo *paracordal*; ec, ectodermo; m, mesodermo; s', seno o surco del mesodermo *peristomal*. (Segun Ziegler. De su Lehrbuch der verg. Entwicklungsg. der niederen Wirbeltiere).

este estadio tan precoz explica también que la formación mesodérmica sea aun tan poco pronunciada.

El corte II de la figura que acabamos de explicar, nos facilita admirablemente la inteligencia de la figura 113, que representa un estadio algo más avanzado. También aquí, como no puede ser menos, aparecen dos surcos, uno (sp) debajo del labio blastopórico (lb); y otro (sg) al lado de la porción de entodermo que cae debajo de la canal nerviosa (mr) y que será la cuerda dorsal (cd).

La figura 113 trae a la memoria la figura 103 que, según vimos, es un corte transversal del embrión de tritón (anfibio). En ambas figu-

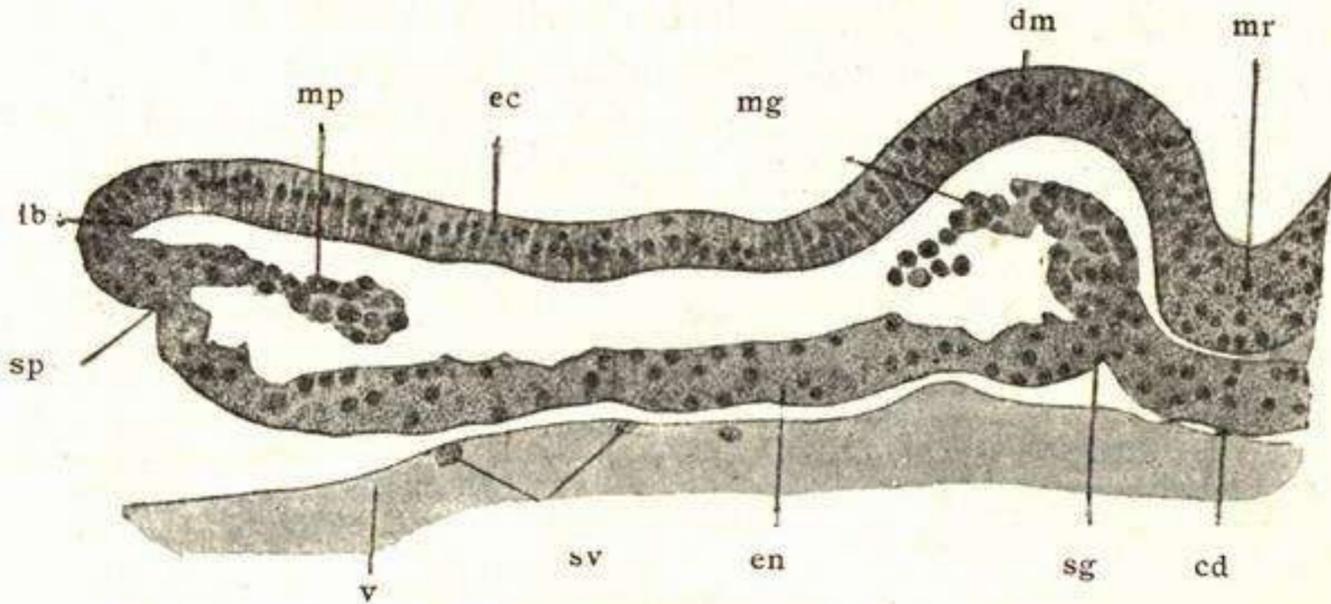


Fig. 113. Mitad de un corte transversal del embrión de *Pristiurus melanostomus* (selacio).—cd, cuerda dorsal; dm, dobladura del ectodermo para formar el canal medular; mr, canal medular; ec, ectodermo; en, entodermo; lb, labio blastopórico; mg, mesodermo gastral o paracordal; mp, mesodermo peristomal; sg, surco o seno celómico o mesodérmico gastral; sp, surco o seno celómico o mesodérmico peristomal; sv, sincicio vitelino; v, vitelo. (Según Rabl. Del Handbuch de O. Hertwig).

ras tenemos sobre la cavidad gastral o intestino primitivo un techo constituido por dos capas: una externa (ectodermo) que luego se transforma sucesivamente en placa, canal y tubo nervioso; y otra interna,

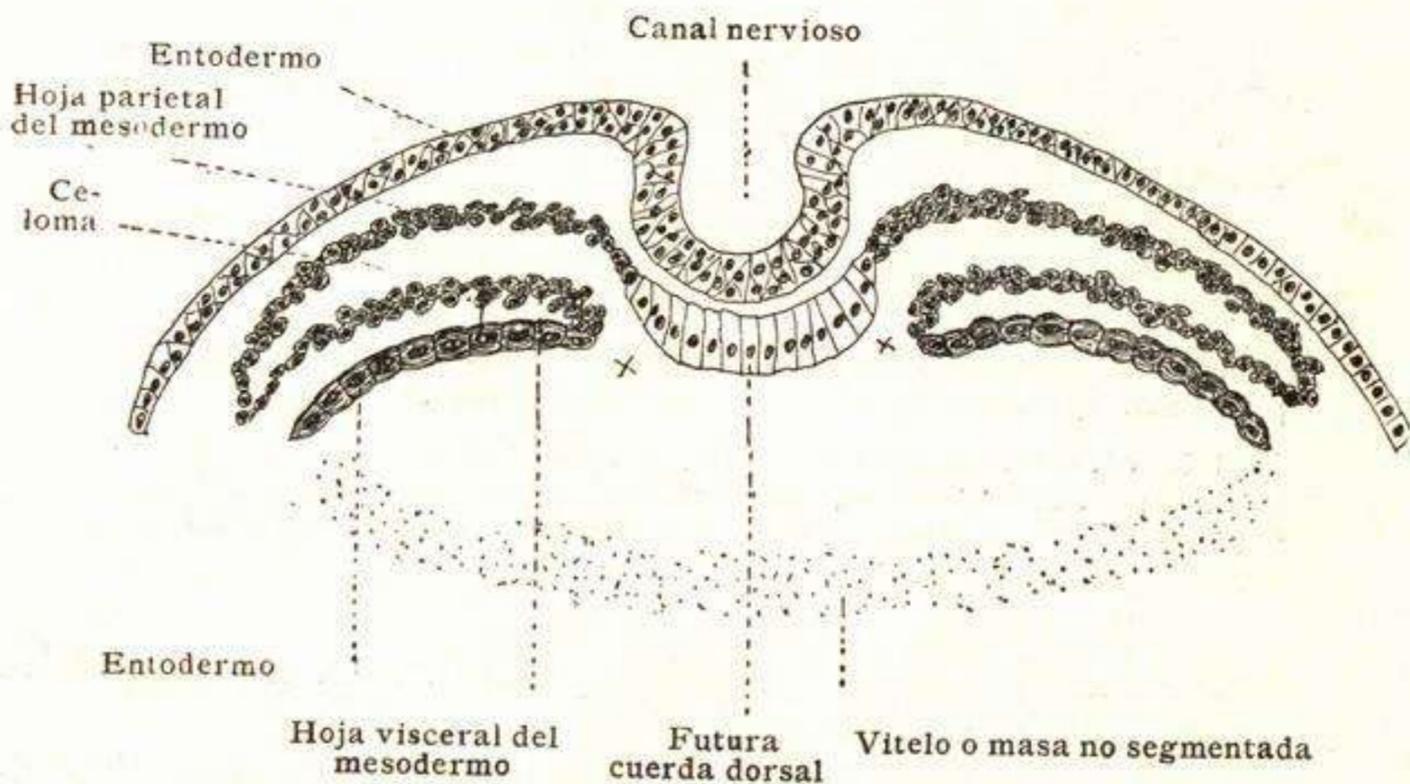


Fig. 114. Esquema para declarar la homología de formaciones embriológicas entre anfibios y selacios. Las cruces indican la entrada de la cavidad gastral a la del mesodermo o celoma. (Original).

que es la futura cuerda dorsal. Esta última capa se continúa a uno y otro lado con el mesodermo, creciendo y desarrollándose lateralmente

por entre el ectodermo y el entodermo. Ciertamente que el suelo de la cavidad gastrular es distinto, por cuanto en anfibios está constituido

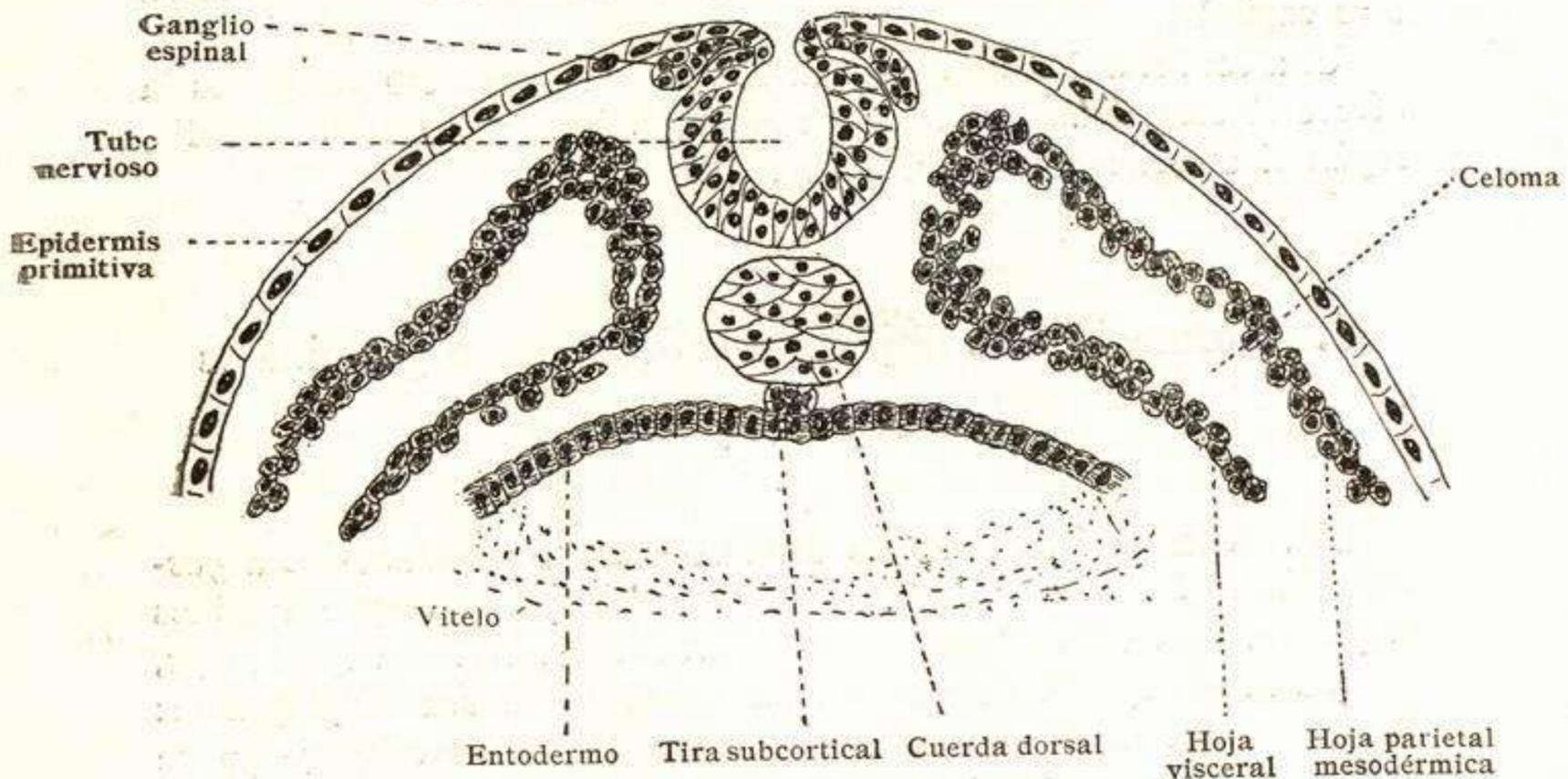


Fig. 115. Esquema para explicar la homología de formaciones embriológicas entre anfibios y selacios. (Original).

por células, y en selacios (lo mismo se diga de otros peces), no, sino por la masa del vitelo no segmentado; pero eso es accidental. Más aún; si en la figura 113 nos imaginamos que el surco celómico o mesodérmico *gastral* (sg) profundiza dentro del macizo de células, convirtiéndose en un saco, obtendremos lo que esquemáticamente representa la figura 114, la cual es, en lo substancial, idéntica a la figura 104, esquema de huevo de *anfibios* que en cierto modo se puede sobreponer al de *Amphioxus* (fig. 92).

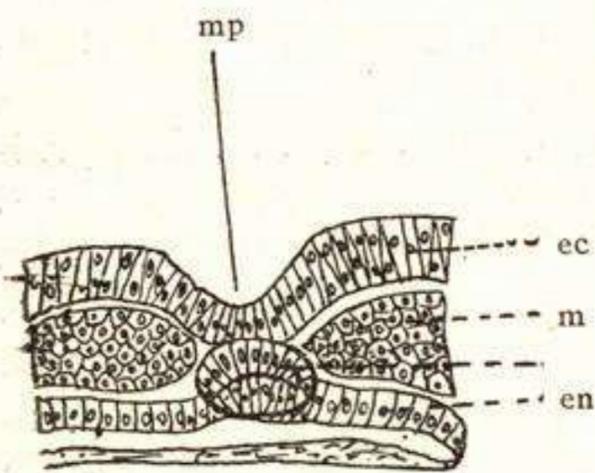


Fig. 116. Corte transversal de un embrión de selacio según Balfour; mp, placa nerviosa medular; ec, ectodermo; m, masa mesodérmica que dará los segmentos primitivos; en, entodermo, sobre el cual en su región media se ve la cuerda dorsal. (Del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc.).

Obtenido este estadio, es cosa fácil de comprender la ulterior evolución hasta llegar al estadio representado en la fig. 115, que substancialmente no difiere de la fig. 105, D, E, de los anfibios, así como ésta no difiere tampoco en lo substancial de la fig. 94 que representa, como vimos, el corte transversal de la larva de *Amphioxus*.

Aquí, pues, como en todos los animales hasta ahora estudiados, del ectodermo se forma, según muestran los últimos esquemas

(figs. 114 y 115), la placa, canal y tubo nervioso; del entodermo, la cuerda dorsal; y del mesodermo, que se puede considerar como divertículo del entodermo, los segmentos primitivos que estudiaremos en otro capítulo.

Una confirmación de esto y de la rectitud de los esquemas nos la ofrece el corte transversal de un embrión de selacio de este estadio, según el embriólogo Bafour (fig. 116).

## V. Formación de hojas blastodérmicas o germinales en reptiles y aves

**67. Gastrulación en huevos de reptiles.**— La *gastrulación* en los huevos *telolecitos* de reptiles y aves sigue caminos muy distintos de los estudiados en los huevos *telolecitos* de los peces, aunque la semejanza de constitución morfológica sea muy grande: lo cual quiere decir que la evolución entogénica de cada grupo de animales va regida por leyes especiales, fijas y constantes; que son como sus trayectorias embriológicas, a veces tangentes a las de otros grupos, y otras distanciándose no poco de ellas. Estudiaremos, primeramente, la *gastrulación* en los huevos de los reptiles y luego en los de las aves.

En los huevos de los reptiles, sabemos que el disco germinal, después de la segmentación, cubre sólo una porción de la gran masa del huevo. En este disco se pueden distinguir bien pronto dos partes: una central, más clara, llamada *área pelúcida* o transparente, y otra periférica, más obscura, denominada *área opaca* (fig. 117). El *área pelúcida* resulta de una cavidad que se ha formado debajo de ella, que no es otra cosa que la cavidad *blastular* o *blastocela* (fig. 118); al paso que la *área opaca* descansa directamente sobre la masa del vitelo nutritivo. Prosiguiendo adelante los fenómenos evolutivos, se diferencia en la misma *área pelúcida* una región central que se oscurece; lo cual es debido a que las células que constituyen el techo de la cavidad, de aplanadas que eran, pasan a ser primero cúbicas y luego prismáticas: con lo cual el techo aumenta de grosor. Esta región central obscura es el llamado *escudo embrional* (fig. 119): en él muy luego se puede distinguir una región anterior, y otra posterior, determinada ésta por la presencia, en su margen, de una formación más o menos redondeada (fig. 119), conocida con el nombre de *nudo de Mehnert* o *placa primitiva de His*. Este punto es, sin duda, el más importante, puesto caso que en él se originarán la mayor parte de las formaciones que nos interesan: su obscuridad procede de que en él pululan células, las cuales en parte permanecen bien unidas entre sí y en parte sólo floja-

mente. Del nudo de Mehnert deriva la formación del entodermo; pues a partir de él se van uniendo los elementos esparcidos sobre la masa vitelina e integran una hoja delgada (fig. 120) que la recubre y

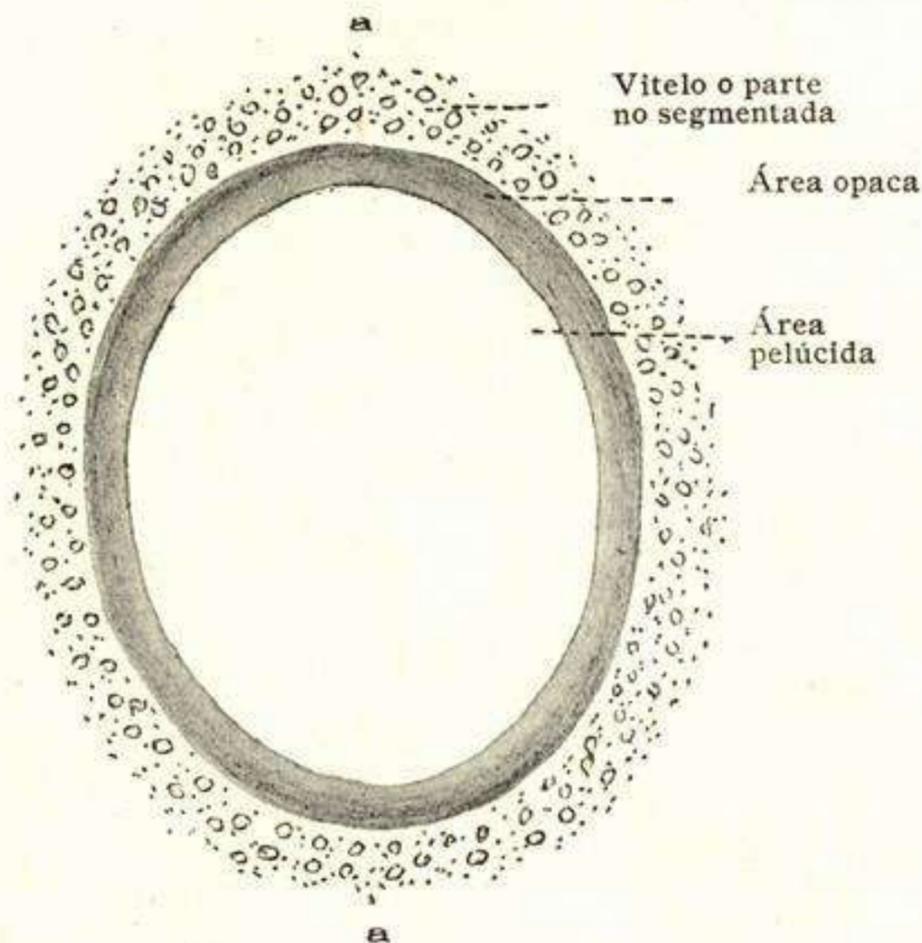


Fig. 117. Disco germinal de un reptil, visto por encima con sus áreas pelúcida o transparente y opaca: más allá de ésta aparece la masa del vitelo o parte no segmentada del huevo. (Esquema original).

que no es otra cosa que el *entodermo* (*paradermo* de Kupffer o *lectóforo* de van Beneden). La cavidad real o virtual debajo de esta hoja es la cavidad gastrular, futura cavidad del intestino y que van Beneden llama en este estadio *lecitocela*.

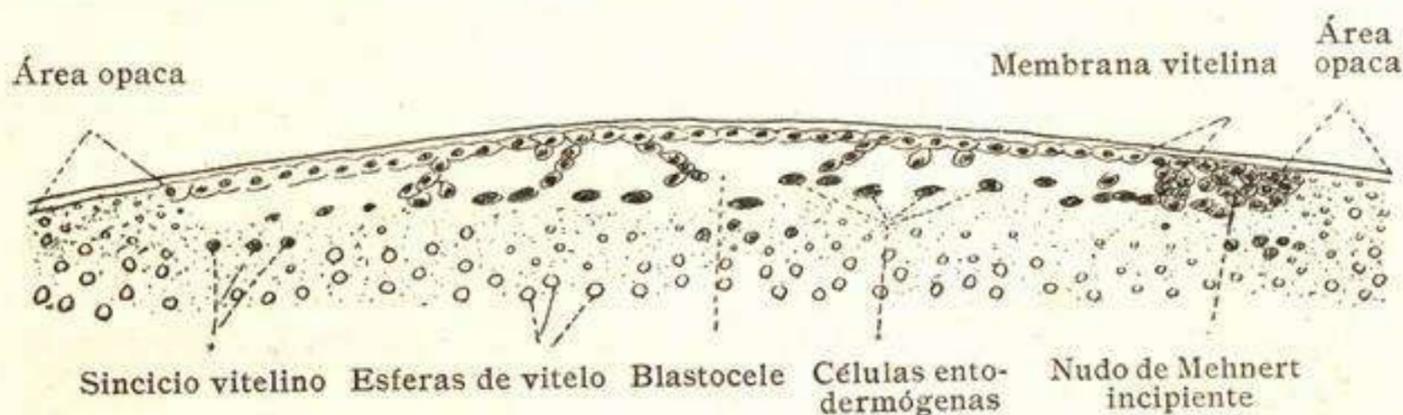


Fig. 118. Corte longitudinal del disco germinal de la figura anterior pasando por a a. (Esquema original).

**68. Gastrulación en huevos de aves.**—No muy distinto es el modo de formarse el entodermo en huevos de aves. Tomando por base de la descripción el huevo de gallina, que es el mejor estudiado, es de advertir desde luego que, cuando la gallina lo pone,

su disco germinal (fig. 121) consta ya de varias capas de células (fig. 122). Las superficiales constituyen una capa compacta; son cúbicas o cilíndricas, y en la región del área transparente (pelúcida), que

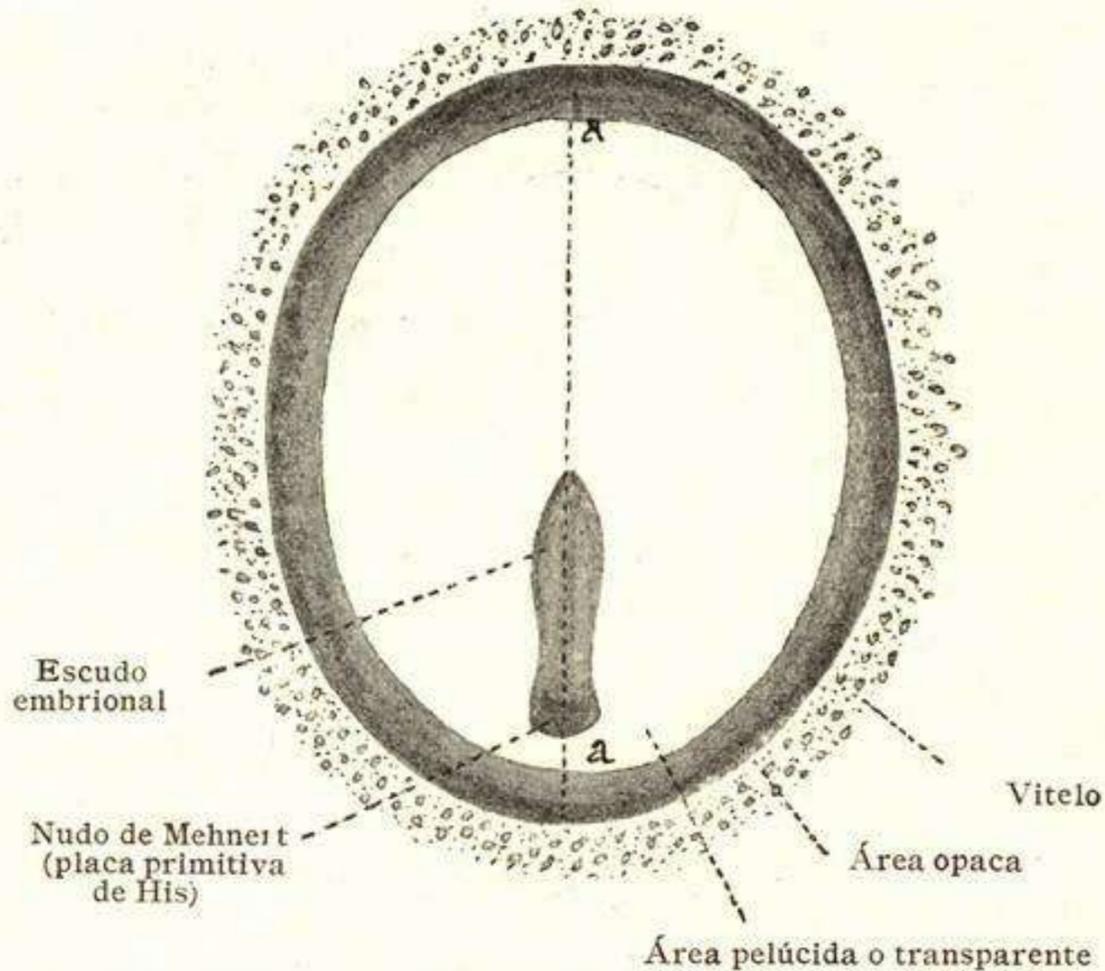


Fig. 119. Disco germinal de un reptil en un estadio más avanzado, en el que aparece el *escudo embrional* dentro del área transporte. (Esquema original).

aquí se forma como en reptiles, están separadas de otras más profundas por una hendidura (figs. 122 y 123), mientras que en el área opaca forman cuerpo continuo con las capas inferiores. Las células que están debajo de la capa epitelial compacta, se presentan al principio flojamente unidas, formando tiras y redes. Las células inferiores

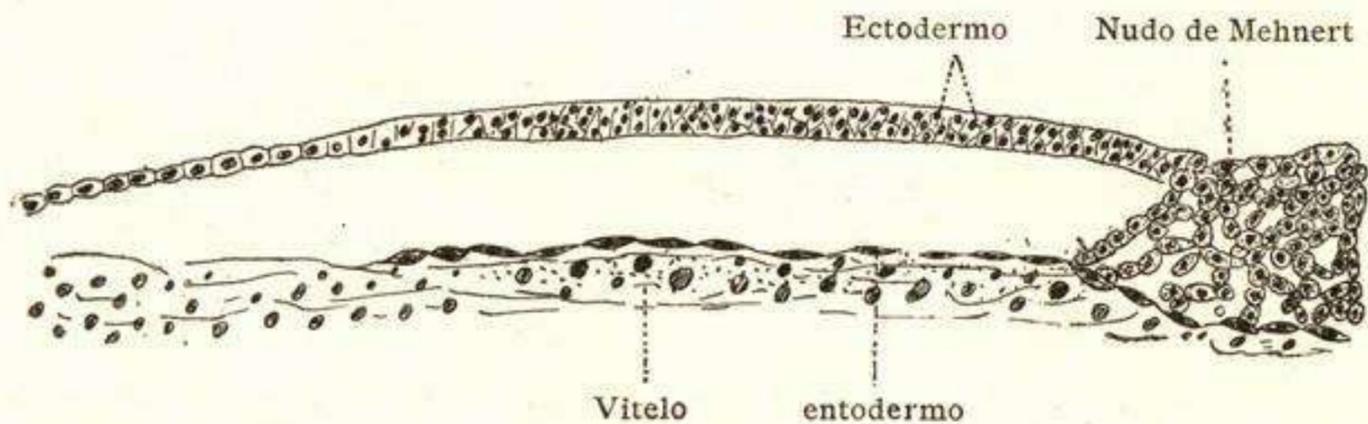


Fig. 120. Corte longitudinal del disco germinal de la fig. 119 pasando por a a, aumentado. (Esquema original).

del área transparente componen una delgada capa que se extiende sobre una cavidad, llamada *subgerminal*; cavidad que separa el elemento celular del núcleo vitelino de Pander (n. 28 b  $\beta$ ). Hacia los

bordes (área opaca) la capa inferior es más recia, yaciendo inmediatamente sobre el vitelo blanco, en el cual los núcleos vitelinos constituyen

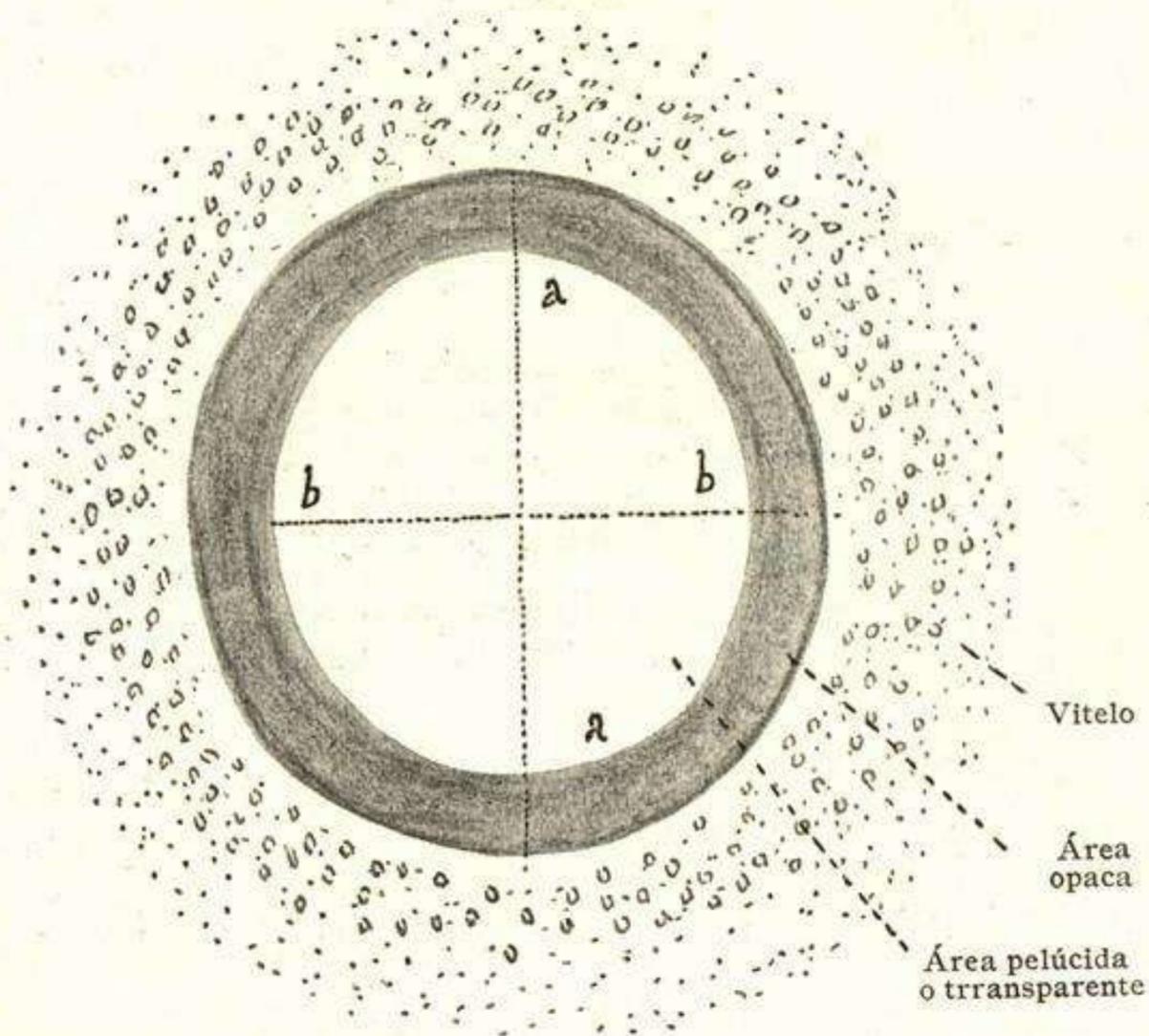


Fig. 121. Disco germinal del huevo de gallina con sus dos áreas: transparente y opaca: a a y b b, dirección de cortes de las figuras 22, 23 y 25: los dos últimos en un estado más avanzado. (Esquema original).

el sincicio periférico. Esta zona marginal periférica es el *rodete marginal* de Götte, o *rodete marginal* de Kölliker, o *blastodérmico* de Duval.

En este estadio no tenemos aún, según O. Hertwig, contra lo que opinan otros autores, las dos hojas germinales, sino la blástula sola-

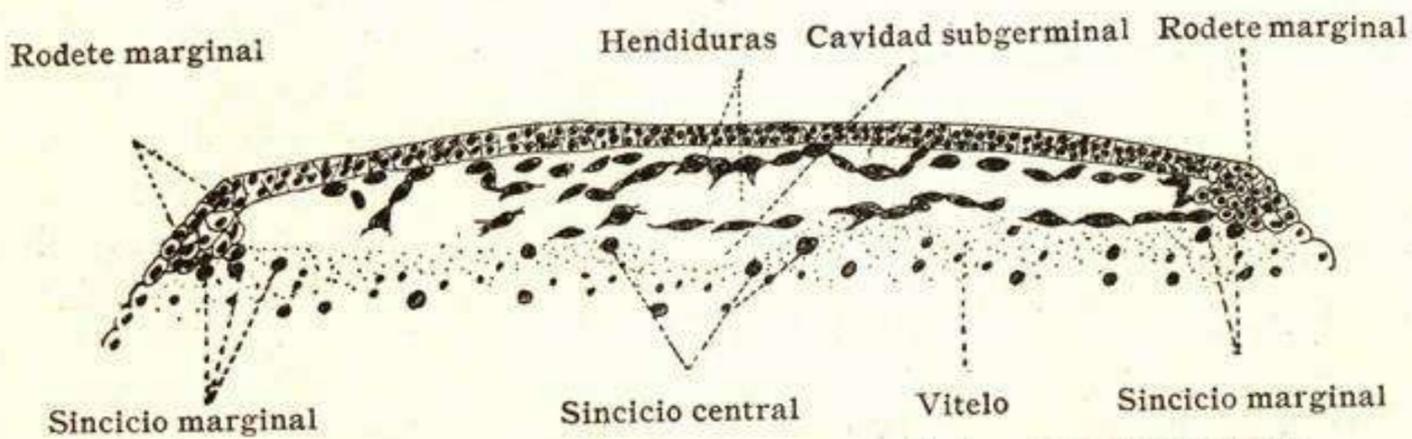


Fig. 122. Corte perpendicular del disco germinal, representado en la figura 121 y pasando por a a, (Esquema original).

mente. La gástrula se tendrá, cuando las células, flojamente unidas y desparramadas sobre la masa vitelina, se aplanen y formen una capa

continua, aunque delgada, que es el *entodermo* (fig. 124). A las veces existe ya ántes de la incubación; pero lo más ordinario es el primer efecto de ella. Dicha capa comienza a formarse en el rodete marginal y en la región que corresponde al nudo de Mehnert en los reptiles, y que constituye, como veremos, la parte posterior del *escudo embrio-*

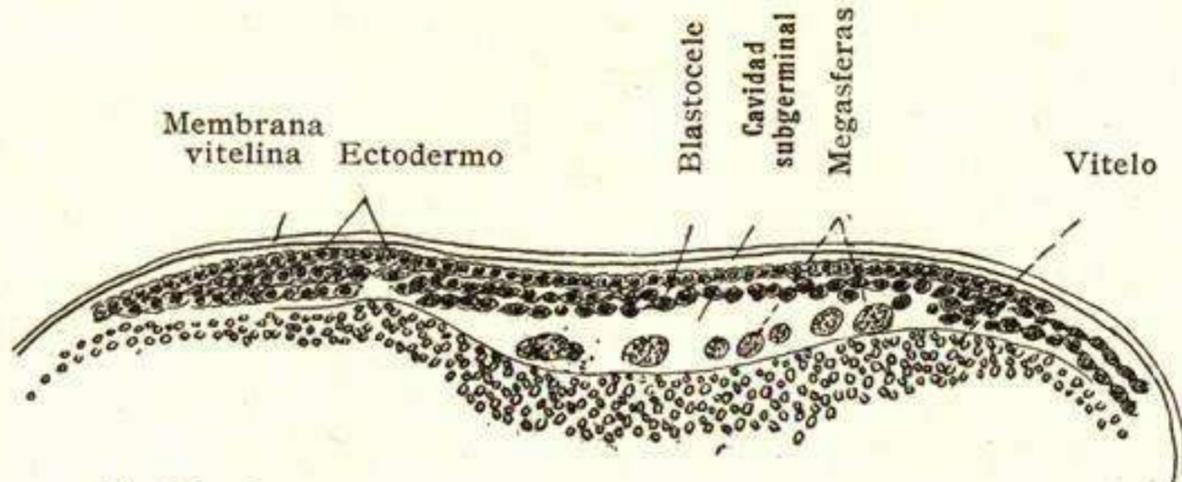


Fig. 123. Corte perpendicular del disco germinal del huevo de gallina. (Dibujo original de una preparación microscópica del Instituto Embriológico de Viena).

*nal*; y crece hacia la parte opuesta y hacia los lados: de manera que, si en el disco germinal de la figura 121 practicáramos, en este estadio más avanzado, un corte perpendicular, como ántes, pero en la dirección b b, obtendríamos una imagen (fig. 125) que diferiría algo de la

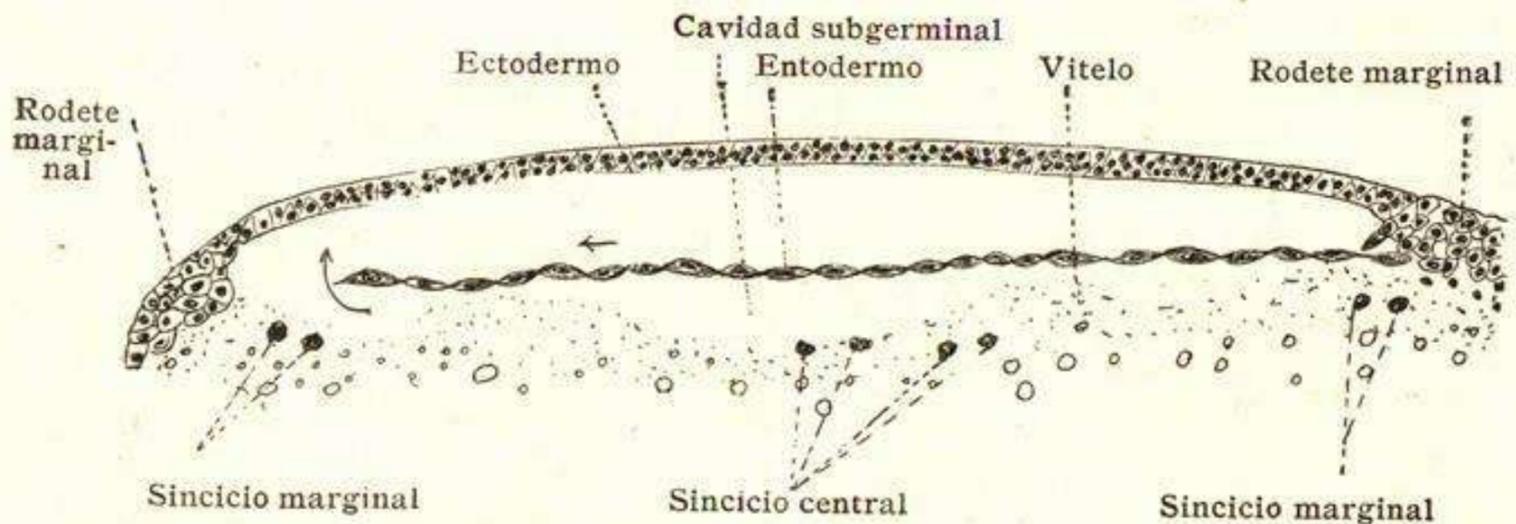


Fig. 124. Corte perpendicular del disco germinal, algo más adelantado que el representado en la figura 121, y ejecutado en la dirección a a. (Esquema original).

anterior (fig. 124); porque el entodermo no toca aún por los lados el rodete marginal. Ahora bien; sólo cuando llegue a juntarse por todas partes con el rodete marginal, habrá terminado la gastrulación.

**69. Comparación entre los huevos de peces, reptiles y aves.** — Hemos descrito la gastrulación de los huevos telolecitos de reptiles y aves: y quizás nos haya llamado la atención una circunstancia que no debe pasar inadvertida. En los huevos teolecitos de peces, sobre todo de selacios, vimos más arriba (n. 65) que

la parte más interesante del *disco germinal*, desde el punto de vista embriológico, era su *borde posterior* (figs. 107 y 111): en él, efectivamente, se produjo la invaginación entodérmica y se desarrollaron otros órganos primitivos. En los de reptiles y aves, por el contrario, la parte fecunda en producciones embriológicas no es el borde del *disco germinal*, sino el centro del disco: en el centro del disco germinal ha aparecido el *área pelúcida*; y en ésta, el *escudo embrional* con el *nudo de Mehnert* en reptiles, y la *línea o estría primitiva*, que pronto estudiaremos, en aves. Respecto del disco germinal, pues, el embrión se desarrolla, según la expresión de Hertwig, en peces *marginalmente*, y en reptiles y aves *centralmente*.

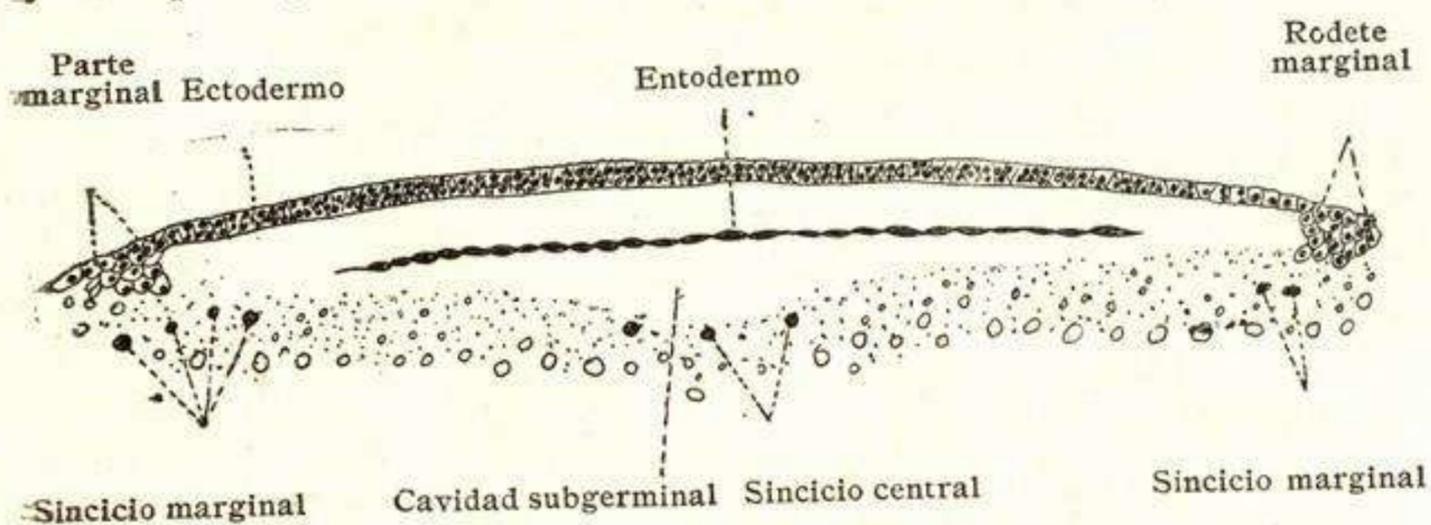


Fig. 125. Corte perpendicular del disco germinal de la fig. 121 en un estadio más avanzado y pasando por b b. (Esquema original).

¿Qué explicación se puede dar de esta diferencia tan notable en huevos, por otro lado, tan semejantes en la proporción y distribución de *protoplasma* y *trofoplasma*? Creemos que ninguna convincente, fuera de admitir que cada grupo de organismos va regido, en su ontogénesis, por leyes especiales, fijas y constantes, constituyendo un sistema cerrado de relaciones, cuya prospectiva potencia es la efectua-ción del tipo propio. Las cavilaciones de muchos, buscando la explicación de los hechos en las relaciones de parentesco, dejan siempre en nuestro espíritu un gran vacío, que no es fácil llenar con hipótesis, máxime si en la aplicación de éstas se tropieza con dificultades (1).

## VI. Formación del mesodermo en los huevos de reptiles y aves

**70. Origen y formación del mesodermo en reptiles.** — Acabamos de ver que en los huevos de reptiles y aves, el entodermo no debía su origen a alguna invaginación de la blástula, sino

(1) Véase nuestro artículo en los «Estudios» de Buenos Aires. Año VIII n. 93, p. 104.

más bien a una multiplicación y *subcreción* celular que, partiendo de la parte posterior del *escudo embrional*, engendra una nueva hoja debajo del *ectodermo*. Por el contrario, como vamos a ver, el mesodermo nace aquí de una verdadera invaginación del ectodermo, la cual muchos autores habían considerado como formación del entodermo; pero, dado su destino, no cabe duda que es, según Hertwig, el *sáculo mesodérmico* (1). Estudiaremos su formación primero en los reptiles y después en las aves.

Por lo que toca a los primeros, el punto donde tiene lugar la indicada invaginación, es el *nudo* de Mehnert o *placa* primitiva de His. Allí, en efecto, se nota pronto un hoyo o una foseta que cada vez se pronuncia más, y cuyo fondo crece hacia delante, esto es, hacia la parte opuesta del *escudo embrional* (fig. 126, A y B). Esta invaginación, descubierta por Kupffer y tenida por invaginación gastrular, comparable a la de *Amphioxus* y anfibios, no es, según Hertwig, sino el *sáculo mesodérmico* (Mesodermsäckchen), como lo demuestra su ulterior destino y lo confirma desde luego la serie de cortes. Efectivamente; si se practica una serie de cortes transversales del escudo embrional, hallaremos las disposiciones siguientes: el corte perpendicular longitudinal que pase por a a (fig. 126), cortará el *sáculo mesodérmico* y nos mostrará (fig. 127) arriba el ectodermo, constituido por epitelio grueso; abajo, el entodermo, delgado, y formado por células aplanadas; y en medio de las dos mencionadas hojas, el *sáculo mesodérmico*, el cual en la región que cae por delante de su abertura externa está aislado tanto del ectodermo como del entodermo, a no ser que se trate de su primer esbozo (fig. 128), donde es más difícil la distinción de hojas. El *sáculo mesodérmico* se extiende a uno y otro lado a

(1) Aquí como en otros puntos embriológicos, los autores dan a los hechos distinta interpretación, generalmente hablando, por haberse formado cada uno su sistema o teoría, y viéndose en su consecuencia obligados a ajustar los hechos a sus concepciones o modos de ver. La invaginación que acabamos de describir, unos la interpretan como la gastrulación (invaginación arquenterica de Ed. van Beneden), O. Hertwig como *sáculo mesodérmico*, y Brachet (1921) como *canal blastoporal* por creer este último, que aquí el blastoporo que él llama *virtual*, ha pasado a ser real. (Conf. A. Brachet: *Traité d'Embriologie des vertébrés* p. 157). Este autor quiere a todo trance, reducir en esta parte los fenómenos de los *reptiles* y demás *amnióticos* a las leyes establecidas para los *anamnióticos*: pero no sé si podrá lograrlo. Es desde luego evidente que la marcha embriológica, por más que se cavile, es *muy distinta* en ambos grupos: la formación del entodermo (entoblasto) no se deja reducir a unidad; la región embriónica es *marginal* en *anamnióticos* y *central* en *amnióticos*, como muy bien hace resaltar O. Hertwig. Es muy cierto que tanto en unos como en otros dicha región embriónica es el labio cefálico (dorsal) de la abertura externa del blastoporo, y del *sáculo mesodérmico* de O. Hertwig; pero los caminos, por donde se llega a este resultado en cada grupo, es distinto: en una palabra, el fin es el mismo, pero los medios diversos. En general, conviene que nos fijemos más en los hechos mismos que en las especulaciones, a que ellos dan margen: los hechos son siempre verdad, las especulaciones de los sabios pueden ser *falsas*. Está fuera de toda duda que de las paredes de la invaginación que nos ocupa, se forma *directamente* el mesodermo; y esto basta para que a nuestros ojos quede bien justificada la denominación que le da O. Hertwig, de *sáculo mesodérmico*.

manera de alas, por entre las dos mencionadas hojas primitivas (fig. 129). Más adelante veremos que estas dos alas, macizas en esta

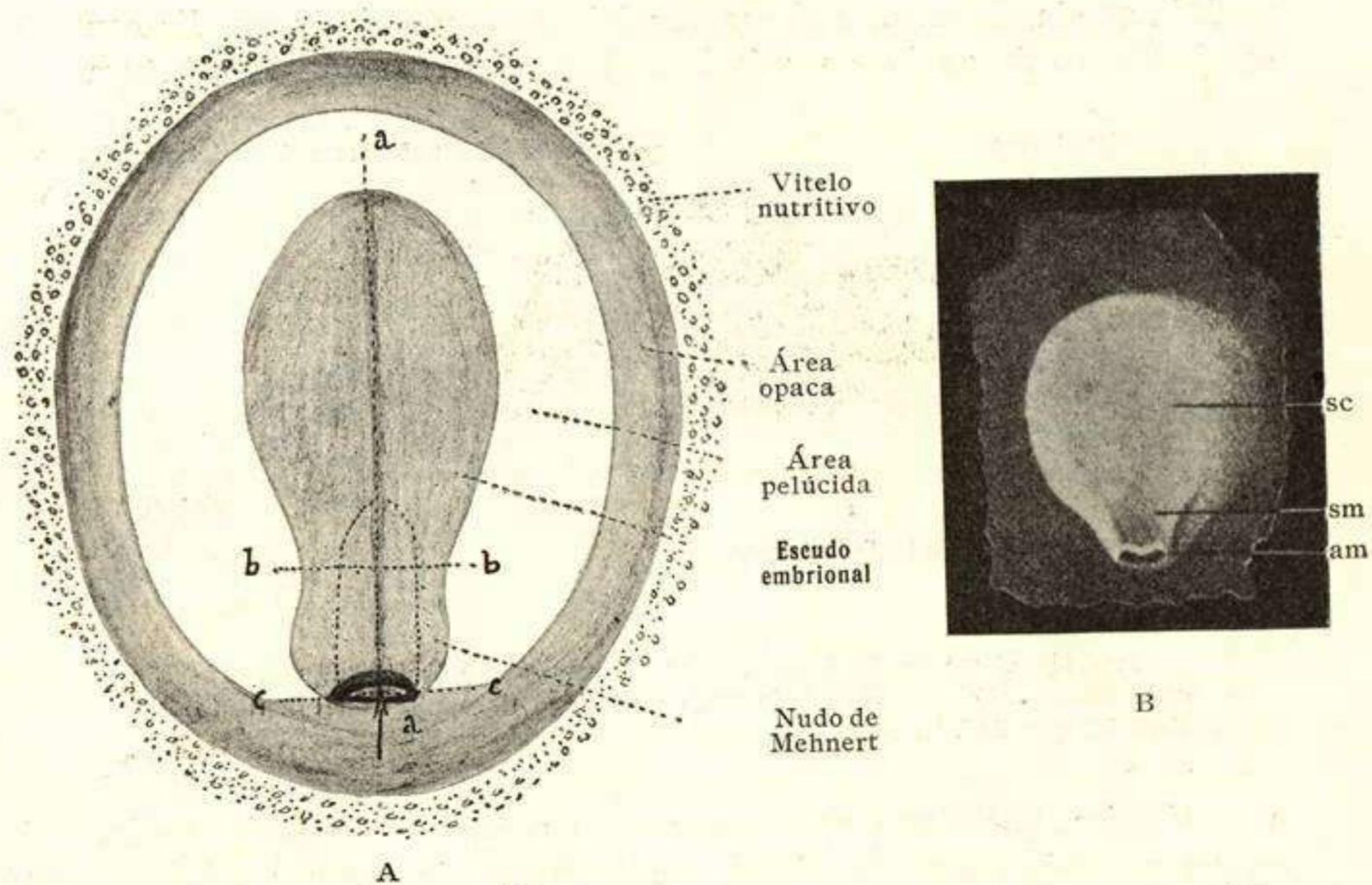


Fig. 126.—A. Esquema de un disco germinal del huevo de reptiles con el escudo embrionario. La saeta indica la invaginación ectodérmica, originando el *saco mesodérmico*. a a, b b, c c, dirección de cortes. (Original).—B. Embrión de una salamandrina (*Platydictylus facetanus*), visto por encima. sc, escudo embrionario; sm, saco mesodérmico, visto por transparencia; am, abertura externa de dicho saco. (Según Will. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

fase que representa su primera aparición, corresponden al mesodermo *paracordal* o *gastral*. Pero tampoco falta el mesodermo *peristomal*; pues el corte que pasa por el poro o abertura mesodérmica (fig. 130),

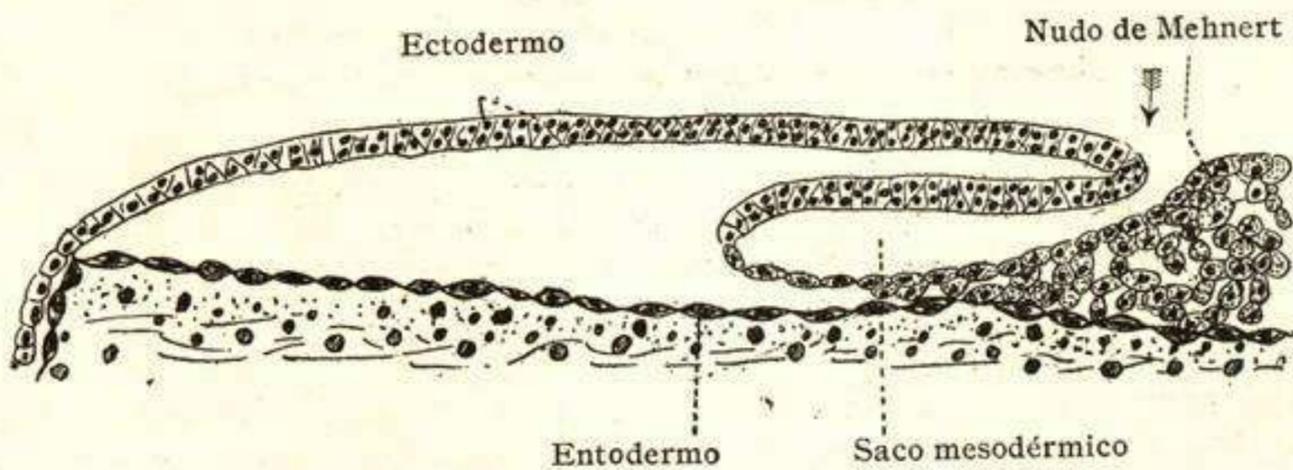


Fig. 127. Corte sagital esquemático del disco germinal de la figura 126 A, pasando por a a. La saeta indica la entrada en el saco mesodérmico. (Original).

nos manifiesta una masa de células, cuyo origen es la *placa primitiva*; masa que crece a entrambos lados por entre el *ectodermo* y el

*entodermo*, y constituye el mesodermo *peristomal*. Estos dos mesodermos no son formaciones distintas ni de origen diverso, sino una misma formación que se convierte de *peristomal* en *paracordal*, a medida que la abertura se cierra por delante, como vimos sucedía con el blastóporo de anfibios y selacios, al que corresponde la abertura

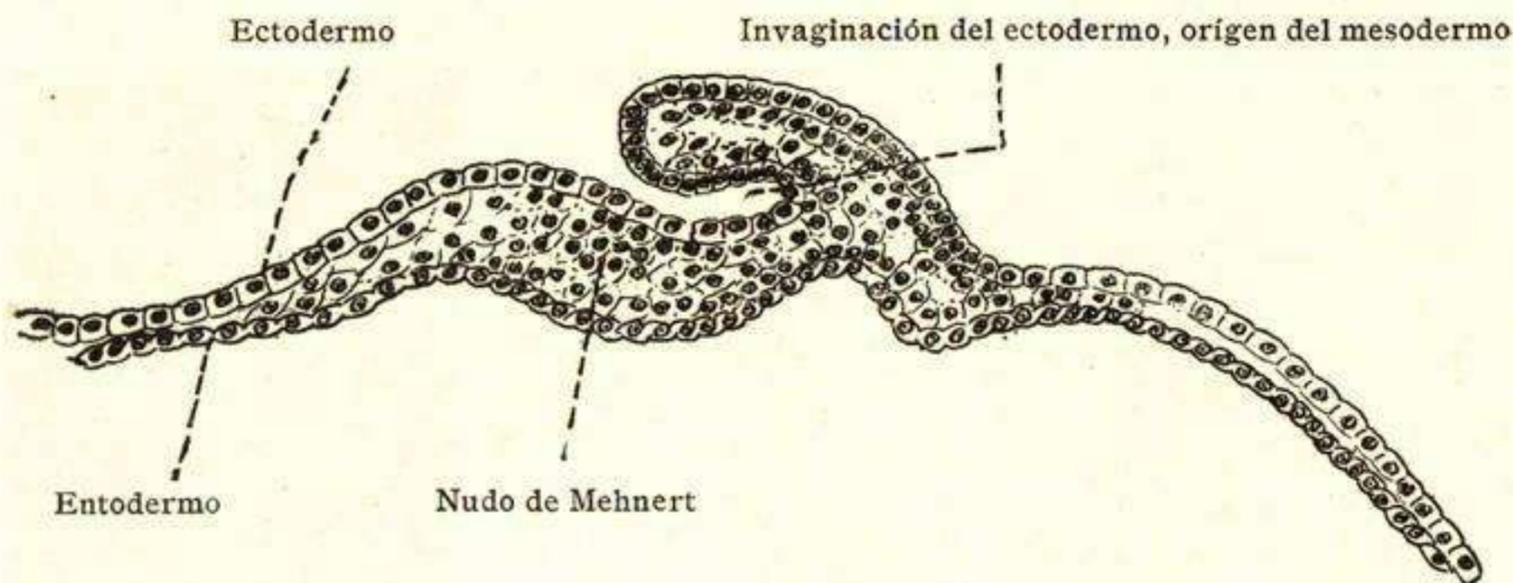


Fig. 128. Corte longitudinal del escudo embrionario de un lagarto, (*Lacerta agilis*). (Dibujo original de un preparación microscópica del Instituto Embriológico de Viena).

mesodérmica, que ahora estudiamos, bien que sólo en aquel estadio, en que el borde o labio del blastóporo del huevo de aquellos animales, se invaginaba, formando un surco y luego un fondo de saco mesodérmico, cuya boca, por consiguiente, se abría en el mismo blastóporo (fig. 99, A y B, p v; fig. 112, sp; fig. 113, sp).

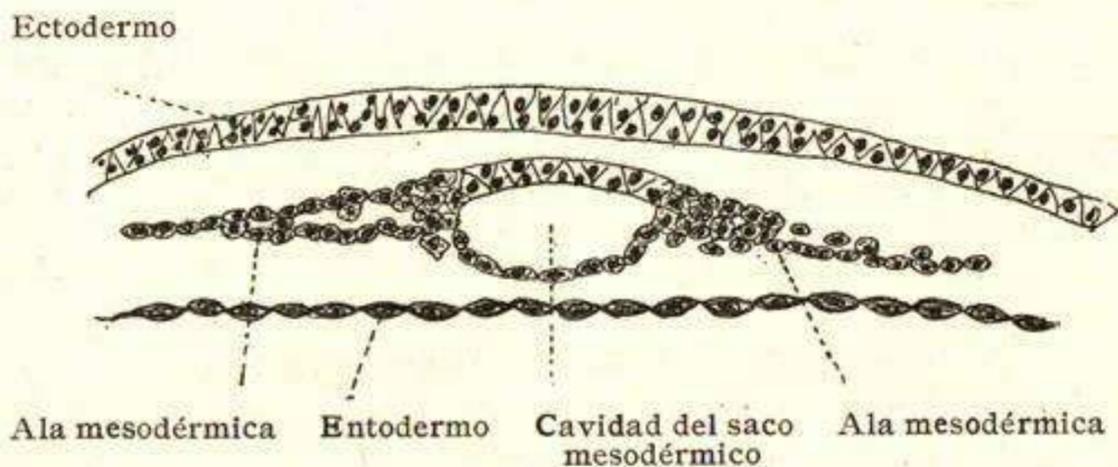


Fig. 129. Corte transversal del escudo embrionario de la figura 126 A, pasando por b b. (Esquema original).

Si comparamos este resultado en el huevo de los reptiles con el obtenido en el de *anfibios*, *ciclóstomos*, *ganoideos*, *selacios* y *teleósteos*, hallaremos que en éstos la invaginación de la blástula es para formar el *entodermo*; en aquéllos, por el contrario, el *mesodermo*.

**71. Ulteriores estadios.**— Prosiguiendo nuestro estudio, hemos de ver cómo poco a poco se llega a un estadio, en que existe

perfecta homología de formaciones entre los huevos de reptiles y los de los animales anteriormente estudiados. En efecto, en los huevos de reptiles (lo mismo veremos luego en las aves y más adelante en los de los mamíferos), viene un estadio, en que el *sáculo mesodérmico* de aquéllos primero suelda su cara inferior con la hoja entodérmica (fig. 131) y luego se perfora (fig. 132) la hoja resultante, hasta abrirse totalmente en la cavidad gastral. Si, una vez terminado este estadio, se hacen cortes transversales de esta región, se obtienen figuras que



Fig. 130. Corte transversal del escudo embrionario de la figura 126 A. pasando por c c. (Esquema original).

ligeramente modificadas o en cosas accidentales (fig. 133) coinciden con las obtenidas en *selacios* (fig. 114), *anfibios* (fig. 104), *Amphioxus* (fig. 92). La diferencia está en una cosa muy secundaria, esto es, en que en éste y en los anfibios el vientre está constituido por elementos celulares, en *selacios* y *saurópsidos* (reptiles y aves) no, sino por la gran masa del vitelo no segmentado. Por lo demás, arriba se halla

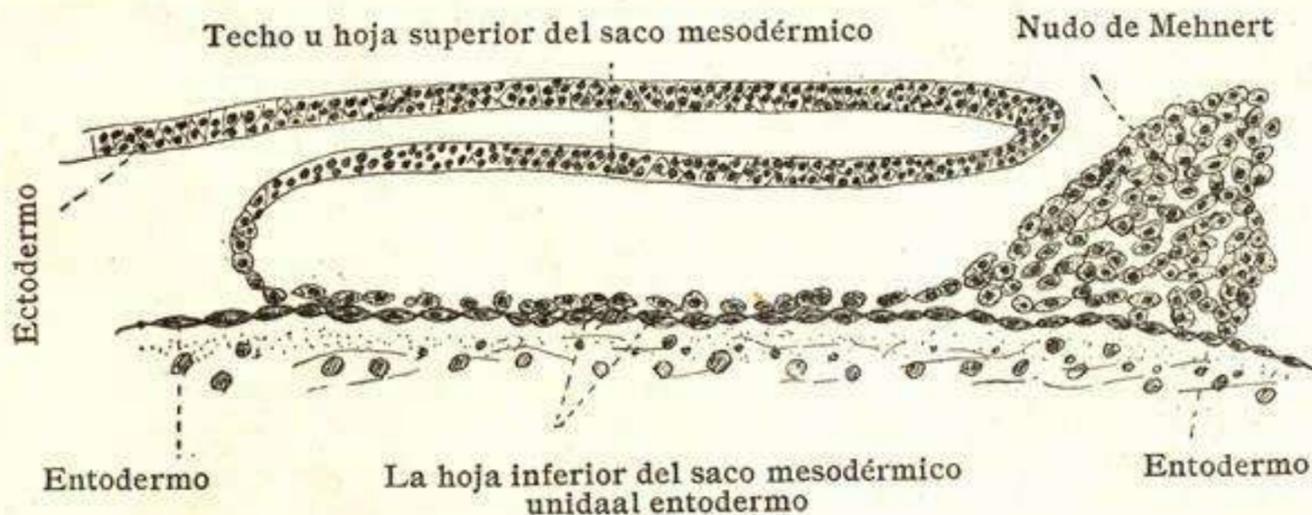
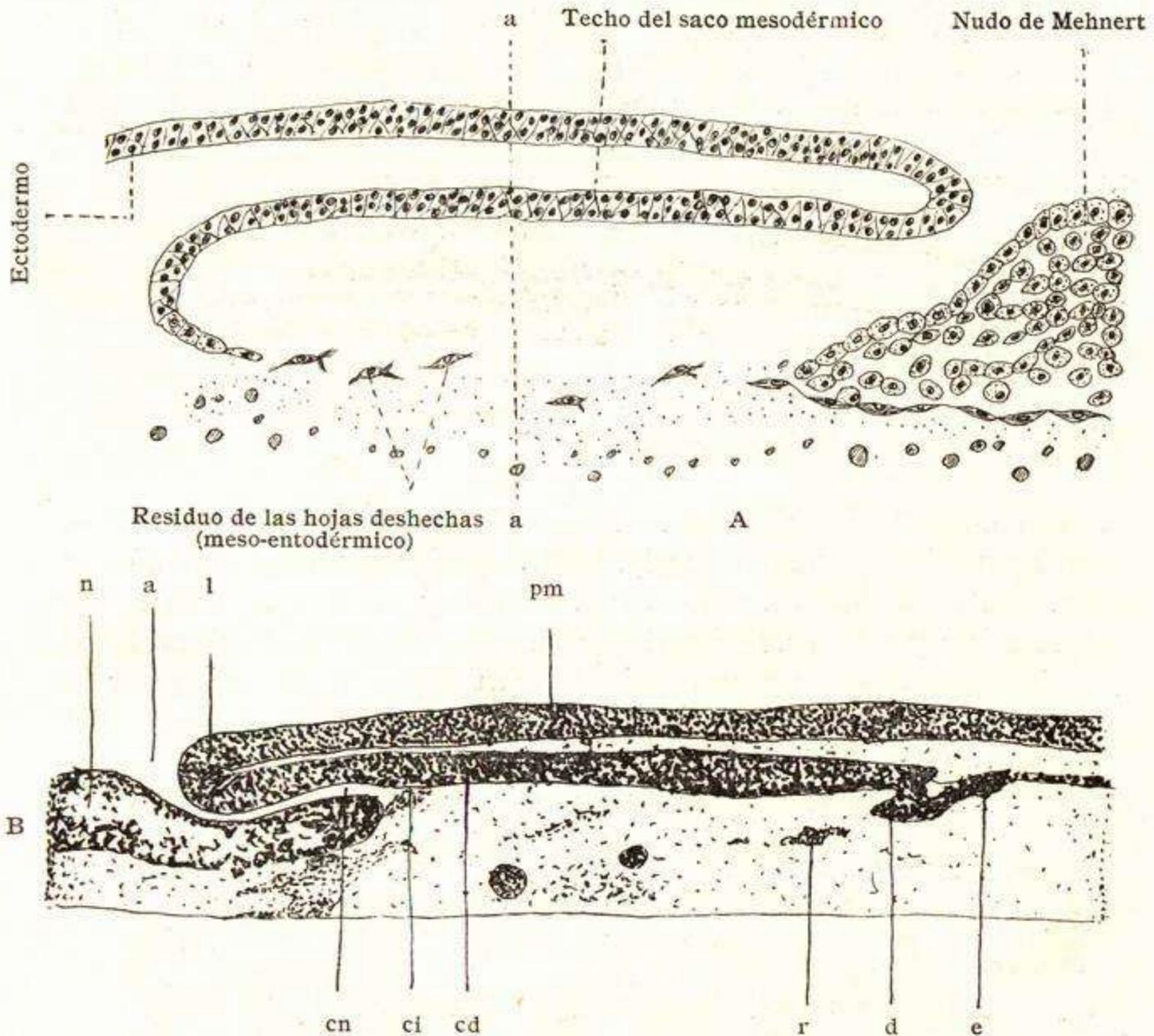


Fig. 131. Corte sagital del escudo embrionario de la figura 126 A. en un estadio más avanzado y pasando por a a. (Esquema original).

el ectodermo, en cuya región longitudinal media se forma pronto la *placa nerviosa*: debajo de él, una pared arqueada que hacia los lados y abajo se continúa con el entodermo, aunque en la fig. 133 de propósito se ha quitado la continuidad con el entodermo, para homologizar esta figura con las 114, 104 y 92: esta pared originará a no tardar la cuerda dorsal: a uno y otro lado de esta región de la futura *cuerda dorsal* aparece el mesodermo con sus dos hojas, *parietal* y *visceral*; en una palabra, existe perfecta homología entre todos los

huevos, hasta ahora estudiados, bien que para llegar a ella, se ha seguido distinto camino, según la clase a que pertenecen. Ni puede ser otra cosa, tratándose de la formación de animales que pertenecen al mismo tipo de vertebrados.



**Fig. 132.—A.** Corte sagital del escudo embrionario de la figura 126 A. en un estadio mucho más avanzado. La hoja que formaba el suelo del saco mesodérmico y la entodérmica se han deshecho en la línea media: sólo se ven acá y acullá algunas células residuales. a a, dirección del corte transversal de la figura 133, A. (Esquema original).

—B. Corte longitudinal del embrión de culebra en el estadio, en que se han deshecho las hojas, blastodérmica y entodérmica, soldadas. n, nudo de Mehnert; a, abertura del saco mesodérmico; l, labio ecto-mesodérmico; pm, placa medular; cn, canal neurentérico; ci, cavidad intestinal (dei entodermo); cd, cuerda dorsal; r, restos de las tiras primitivas; d, dobladura ento-mesodérmica; e, entodermo. (Preparación del Instituto anatómico de Berlín. Según O. Herwig. De su Handbuch etc.).

Por esta causa no merece la pena hacer presente que en los huevos de los reptiles se forma, igualmente que en los de selacios y demás anamnióticos, la placa nerviosa que pasa luego a *canal* (fig. 134) y, finalmente, a *tubo* nervioso (fig. 135), en cuya extremidad se halla

asímismo el tránsito de este tubo nervioso al intestino, tránsito o comunicación que en el pez lanceta y en anfibios hemos llamado *canal neurentérico* (figs. 91 cn; y 106 ne).

Un corte transversal, en un período más avanzado, nos da próximamente una imagen (fig. 136) parecida a la de semejantes estadios en *selacios* (fig. 115) y demás vertebrados, ya vistos (fig. 105, E).

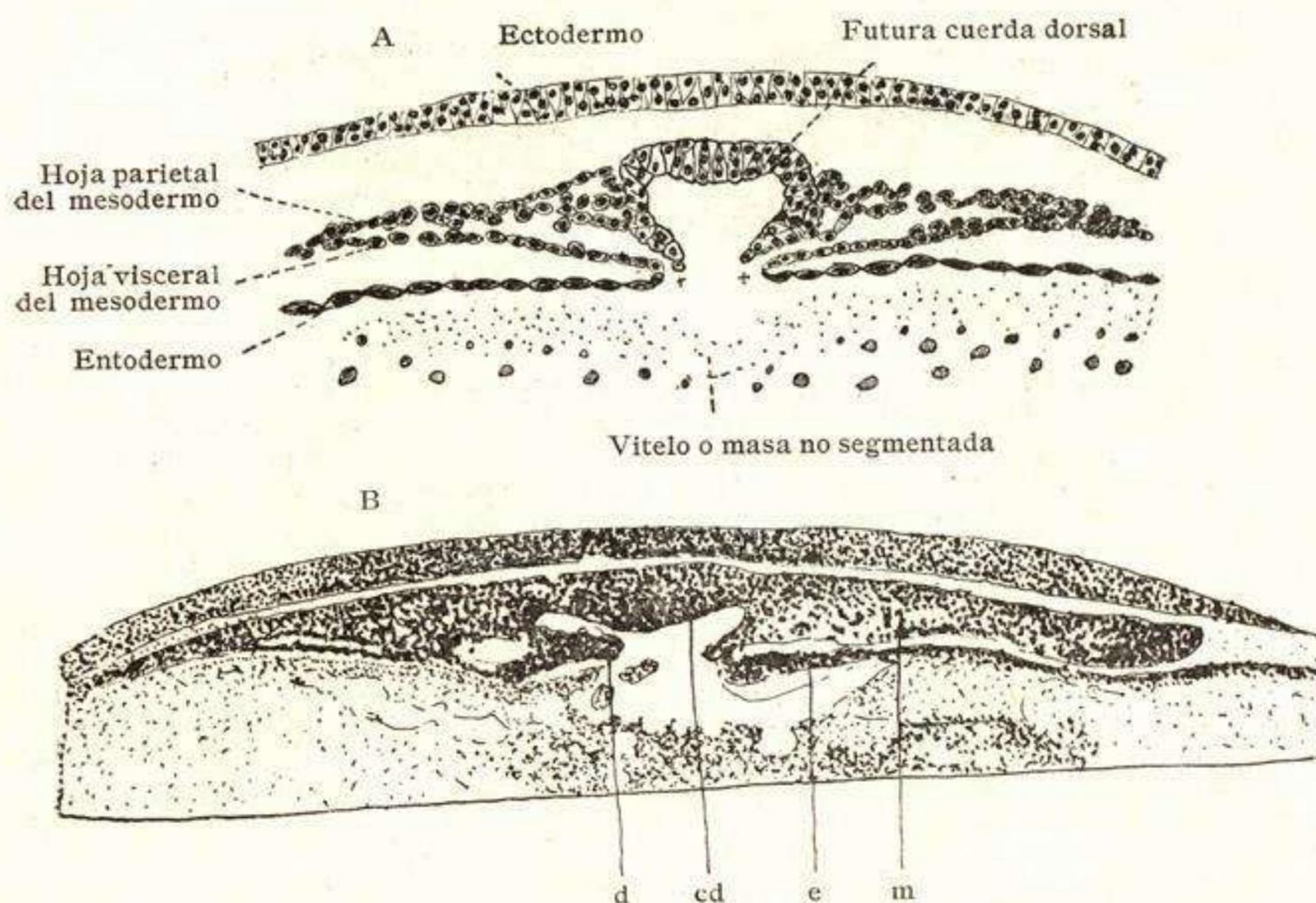


Fig. 133. A. Corte transversal del disco embrional que pasa próximamente en la dirección a a de la figura 132. Las dos cruces indican el sitio, en que la hoja visceral del mesodermo se convierte en el entodermo y viceversa: y si nos imaginamos, como representa el corte, separado el labio ento-mesodérmico de la porción que va a convertirse en la cuerda dorsal y que aquí forma un canal abierto hacia abajo, tenemos una figura parecida a la figura 114 de los selacios, la cual a su vez es muy parecida a la 104 de anfibios y a la 92 de *Amphioxus*. (Esquema original).

B. Corte transversal del embrión de culebra en el estadio, en que las dos hojas, entodérmica y mesodérmica, soldadas se han deshecho. d, dobladura ento-mesodérmica; cd, cuerda dorsal; e, entodermo; m, mesoderma. (Según O. Hertwig. De su Handbuch, etc.).

## 72. Origen y formación del mesodermo en aves.

—Muy semejante al de los reptiles es el origen del mesodermo en las aves, bien que aquí no siempre sea tan clara la formación de un sáculo mesodérmico. En efecto; aparece también en el huevo de las aves y en la parte posterior del *escudo embrional*, o sea, en la región correspondiente al nudo de Mehnert (placa primitiva de His) de los reptiles, un macizo celular alargado (fig. 137, A y B) por proliferación del ectodermo. El macizo celular hace prominencia en la cara

interna del ectodermo (fig. 138 y 139) y es conocido en Embriología con el nombre de *línea o estría primitiva*, que en el huevo de gallina es de 1 mm. de longitud por 0,2 cm. de anchura. La parte posterior de esta línea se ensancha lateralmente más o menos en forma de

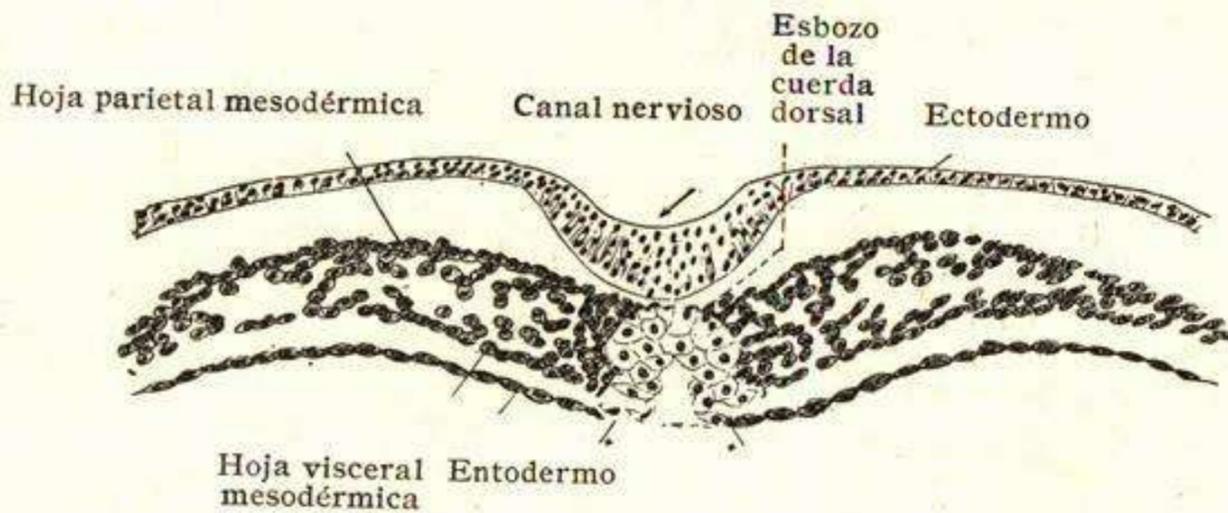


Fig. 134. Estadio más adelantado que en la figura 133. El ectodermo se ha transformado, en la línea media, en placa y canal incipiente nerviosa; debajo de él se ve un montón de células, en que suponemos transformado lo que en la figura anterior llamamos futura cuerda dorsal; y debajo de este esbozo de cuerda dorsal, el entodermo continuo: en los puntos señalados con una cruz, queda cerrada la comunicación entre la cavidad mesodérmica y la entodérmica. (Esquema original).

hoz, y la anterior presenta un abultamiento, llamado *nudo primitivo* o de Hensen. Exteriormente la *línea primitiva* ofrece una depresión longitudinal, que recibe el nombre de *canal primitivo* (fig. 140), hun-

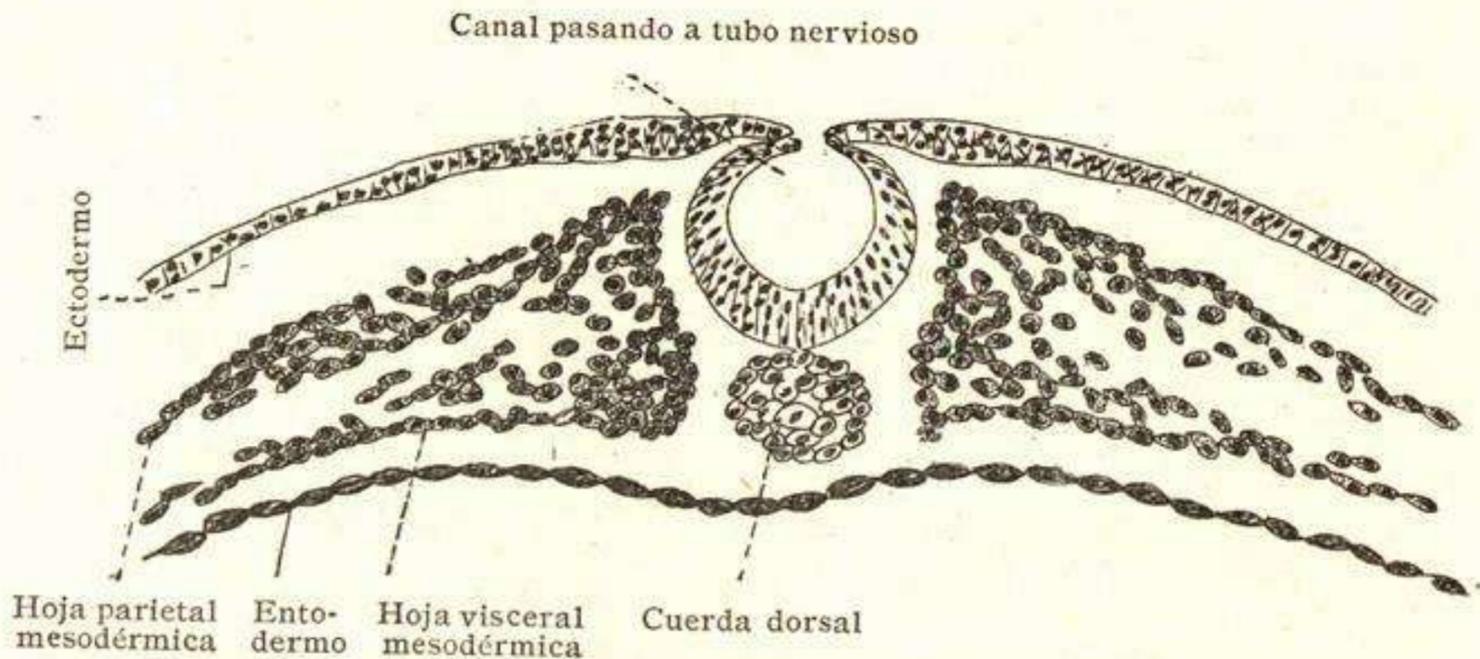


Fig. 135. Estadio mucho más avanzado, en el que se pueden apreciar las formaciones que van a ser definitivas. (Esquema original).

diéndose en el nudo de Hensen y constituyendo un hoyo que llamaremos *foseta primitiva* (fig. 140 y 141). Cortes transversales de la *línea primitiva* (fig. 142) hacen ver claramente que la hoja proliferante es el ectodermo en su línea media: las células que se forman,

parecen desprenderse, al menos en parte, y extenderse con movimiento amiboideo a cada lado de la línea media por entre las hojas

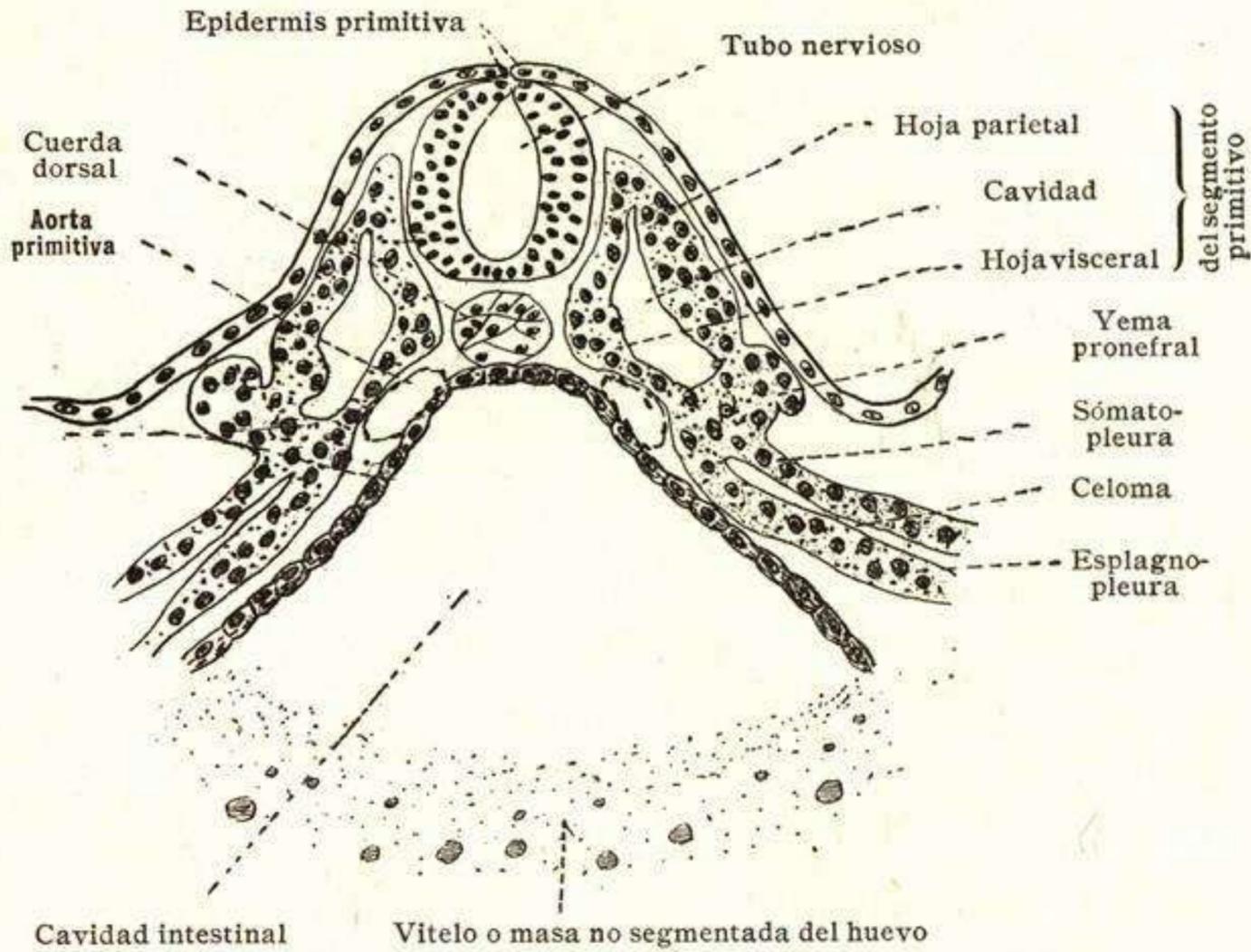


Fig. 136. Estadio de perfecta homología con los ántes descritos en vertebrados inferiores. Véanse las figuras 94, 105 E, y 115 (Esquema original, remedando el natural).

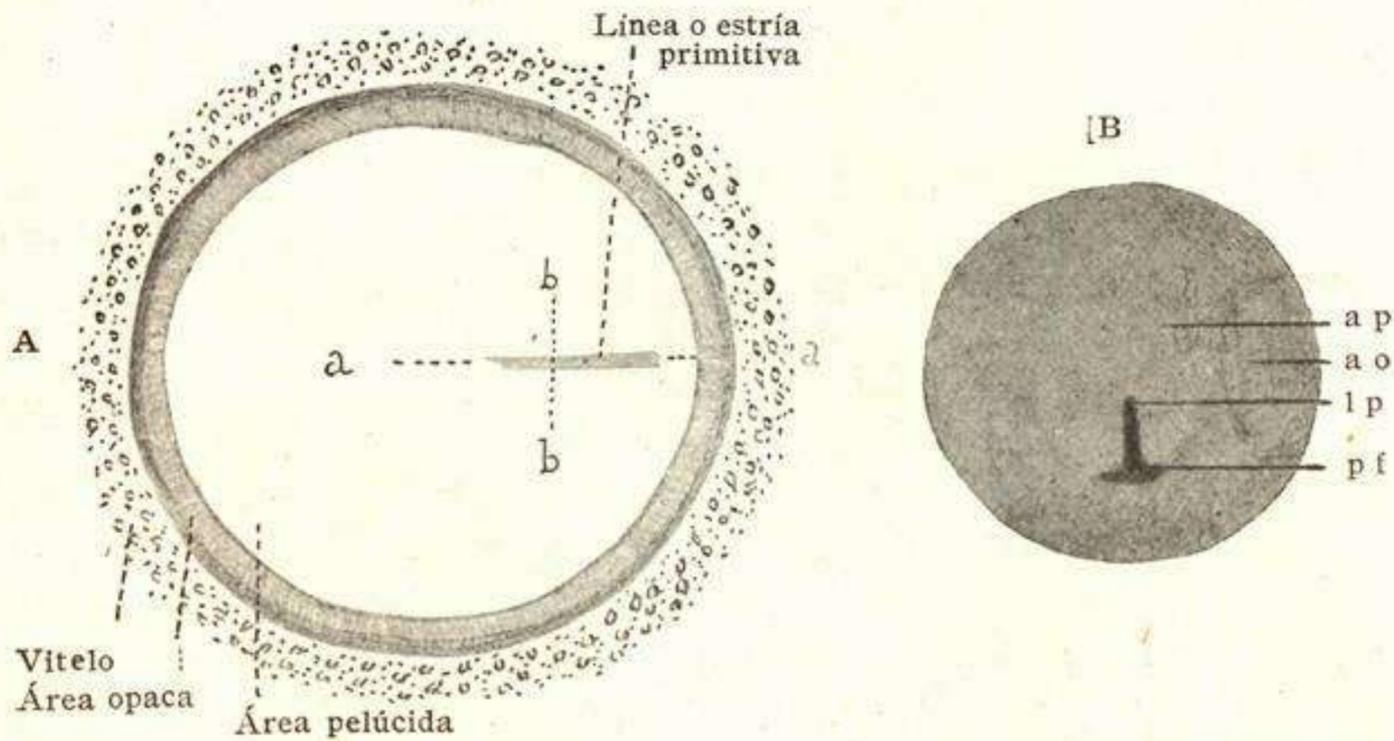


Fig. 137. A. Disco embrional de una ave, visto por encima y colocado transversalmente respecto del de la figura B. a a y b b, dirección de cortes. (Esquema original). — B. Disco germinal de *Haliplana*, visto por encima. a p, área transparente; a o, área opaca; l p, línea primitiva; p f, parte posterior falciforme. (Según Schauinsland. Del Handbuch, etc., de O. Hertwig).

primitivas, a manera de alas. Estas alas, excepto en la región de origen, están separadas así del ectodermo como del entodermo, exis-

tiendo una hendidura que hace inverosímil que las células de las alas se deriven del ectodermo en este punto, sino que forzosamente han de provenir de la pululación de la *línea primitiva*. Las alas van creciendo, extendiéndose por toda el área transparente (*pelúcida*) y entrando luego en la *opaca*, terminando en borde delgado.

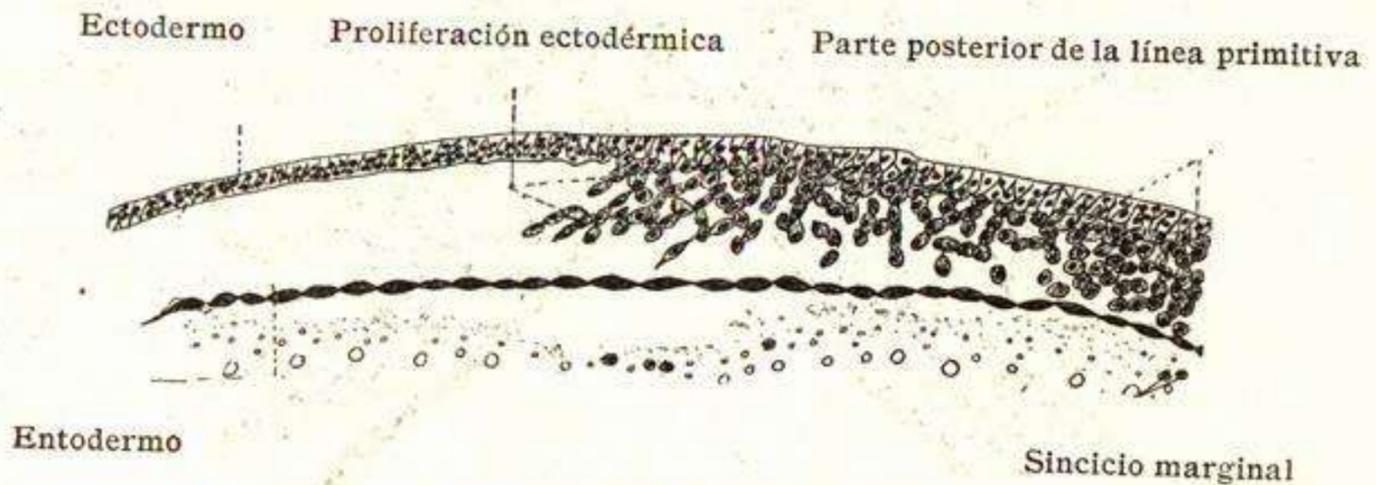


Fig. 138. Corte longitudinal del disco germinal de la figura 137 pasando por a a. Debajo del ectodermo se ve la gran proliferación celular, que produce la opacidad de la línea primitiva (Esquema original).

Las alas constituidas por células poco unidas al principio, compactas después, y más tarde, finalmente, con una hendidura media, representan el *mesodermo*. Este mesodermo, que podemos considerar como *peristomal*, toda vez que el canal *primitivo* representa el blastóporo, aunque muy modificado, se completa con el *mesodermo paracordal* que aparece por delante de la *línea primitiva* y a los lados

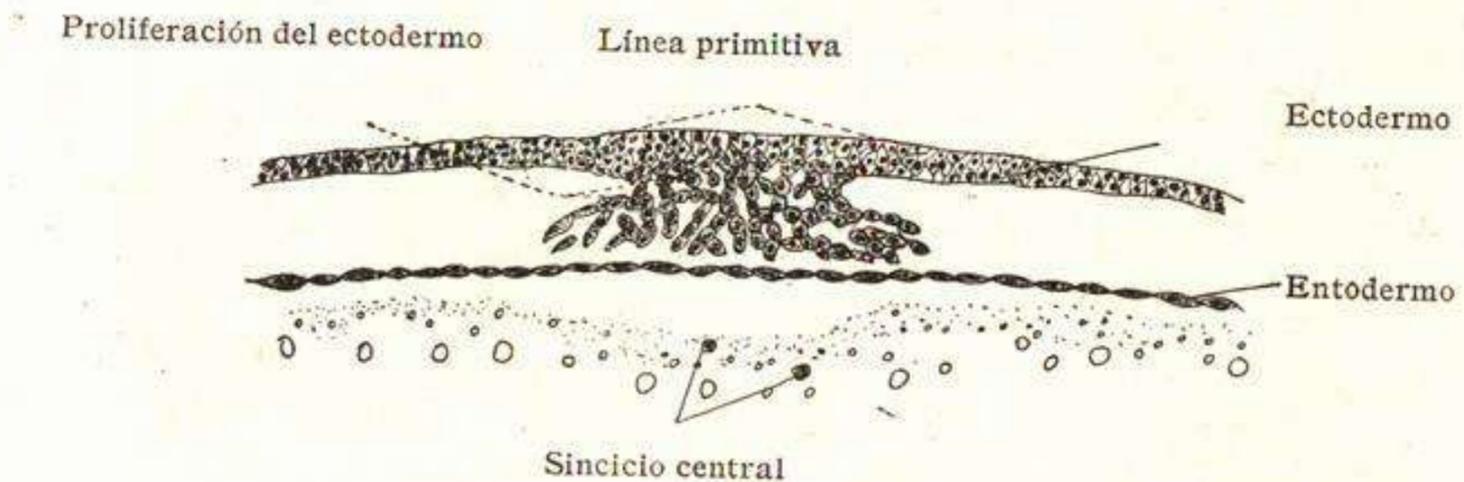


Fig. 139. Corte transversal del mismo disco germinal pasando por b b. También aquí es manifiesta la pululación del ectodermo. (Esquema original).

de una formación que crece hacia delante por entre el ectodermo y entodermo (figs. 140, 141 y 142) y que ha recibido la denominación de *prolongación cefálica*. Esta prolongación cefálica corresponde claramente al *sáculo mesodérmico* de los reptiles: porque, si se practican cortes transversales de esta región (figs. 143, 144, 145 y

146), se ve una imagen muy parecida a la del *sáculo mesodérmico* de dichos reptiles. Lo único que parece faltar, es la cavidad meso-

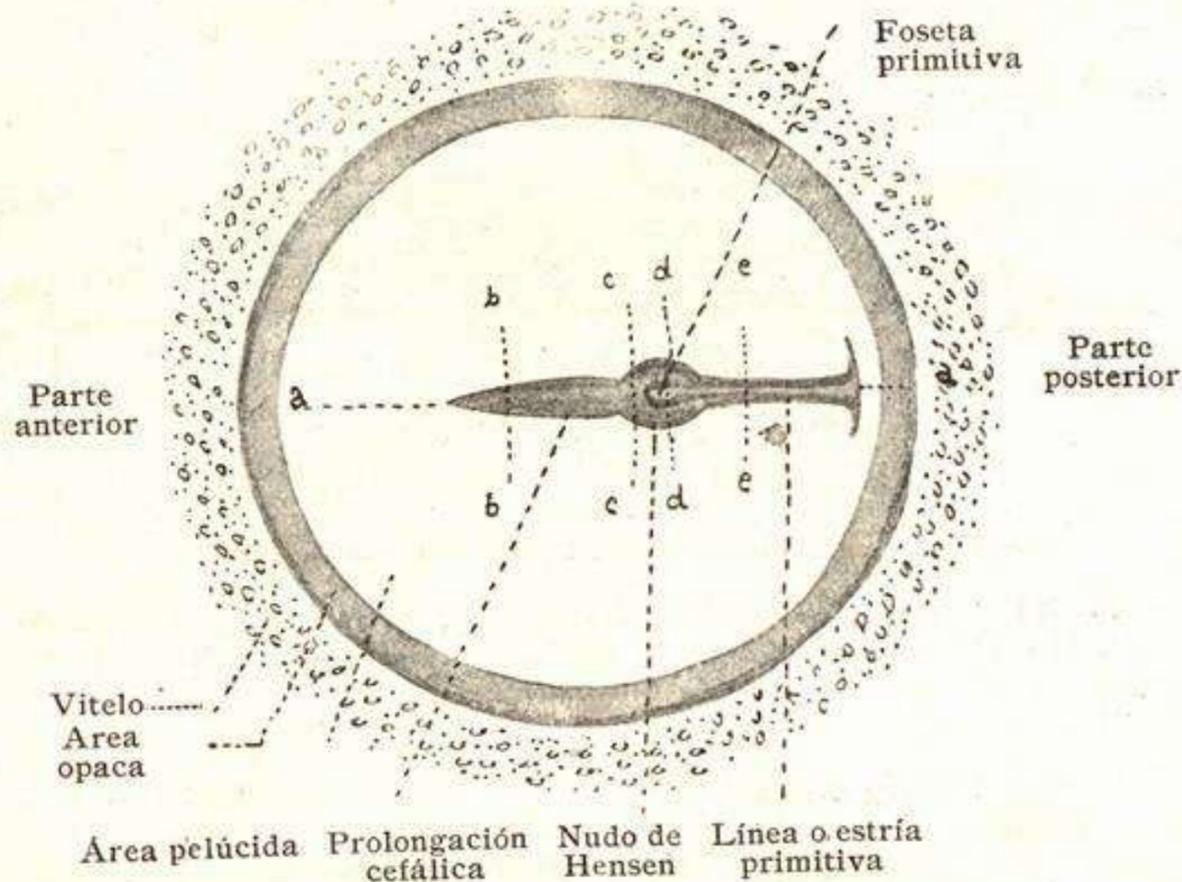


Fig. 140. Disco germinal de ave en un estadio mucho más avanzado que en la figura 137 A y B. a a, b b, c c, d d, dirección de cortes. (Esquema original).

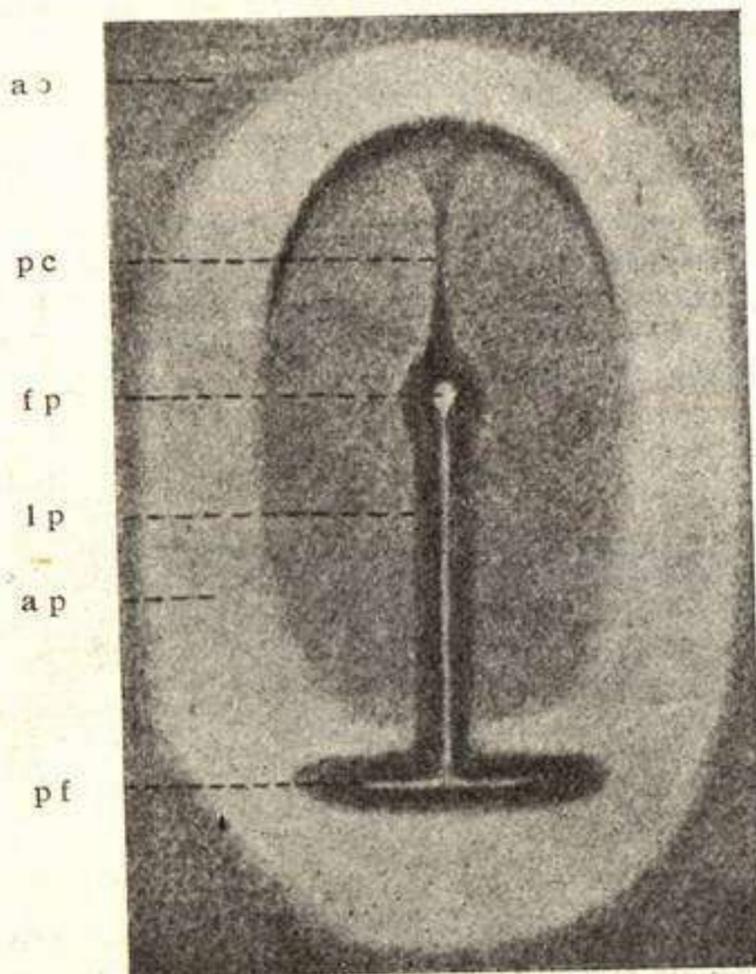


Fig. 141. Disco germinal del gorrión (*Passer domesticus*). a o, área opaca; a p, área transparente; f p, foseta primitiva; l p, línea primitiva; p c, prolongación cefálica; p f, parte falciforme de la línea primitiva. (Según Schauinsland. Del Handbuch, etc., de O. Hertwig).

dérmica; pero ésta tarde o temprano también se formará, al menos en algunos casos.

La conformidad y homología de formaciones resalta mucho más comparando la serie de figuras de los reptiles (figs. 129 y 130) con la

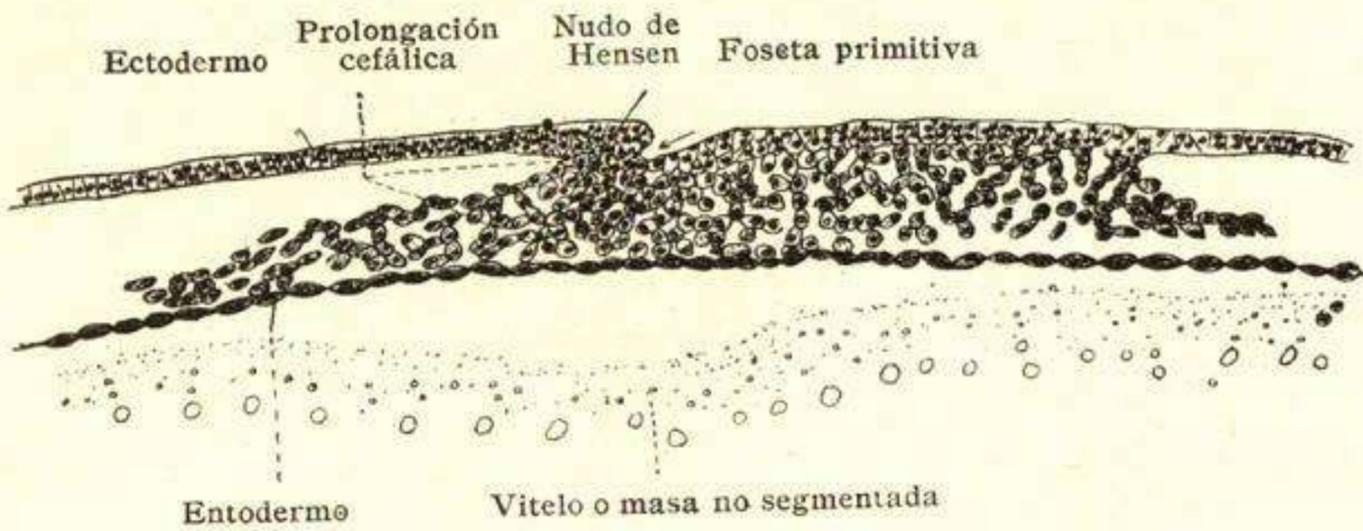


Fig. 142. Corte longitudinal del disco germinal de la figura 140, pasando por a a. La figura muestra que la pululación celular nace del ectodermo. (Esquema original).

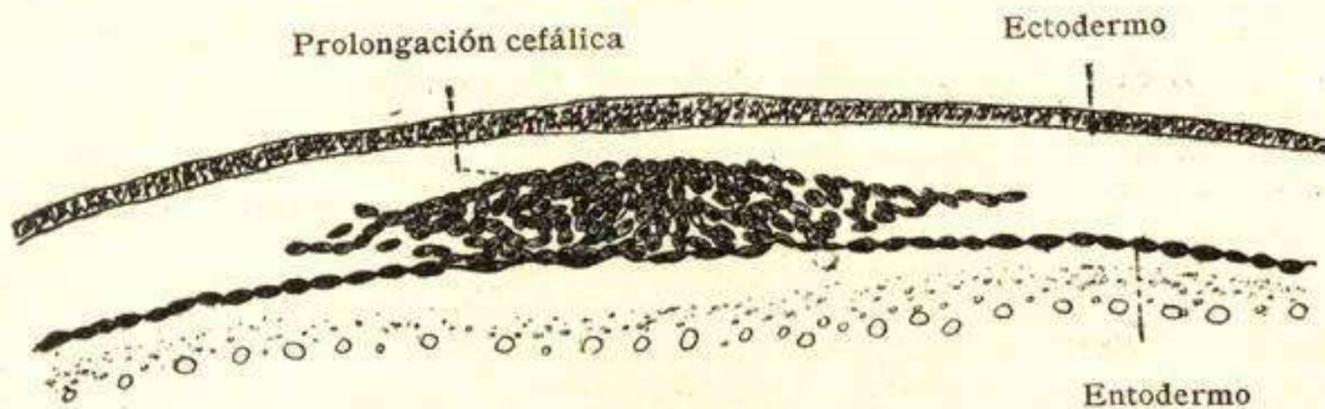


Fig. 143. Corte transversal pasando por la prolongación cefálica en la dirección b b, de la figura 140. Nótese que la masa celular de la prolongación cefálica no toca aquí el ectodermo. Al principio tampoco toca el entodermo. De aquí se sigue que su origen se halla en el nudo de Hensen o parte anterior de la línea primitiva. (Esquema original).

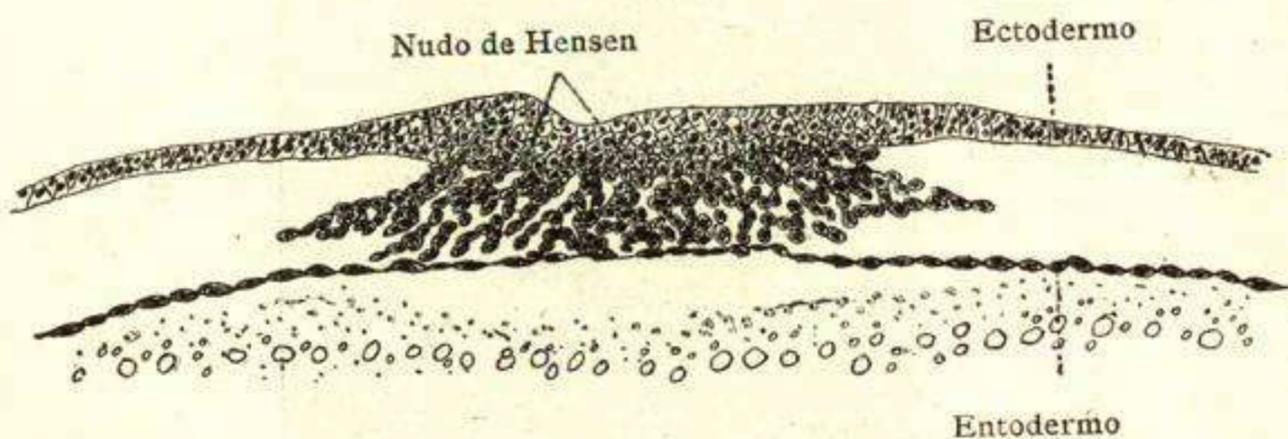


Fig. 144. Corte transversal pasando por el nudo de Hensen en la dirección c c. de la fig. 140. Se ve claro que la pululación celular de la prolongación cefálica arranca de aquí. En este lugar se juntan o tocan todas las hojas blastodérmicas. (Esquema original).

de las aves, máxime si la prolongación cefálica está excavada en forma de saco que se abre en la foseta primitiva, como sucede algunas veces (fig. 147).

**73. Ulteriores estadios en las aves.** — Todo lo dicho recibe perfecta confirmación, si atendemos a la suerte ulterior de las formaciones que estudiamos. Y es así que en estadios más

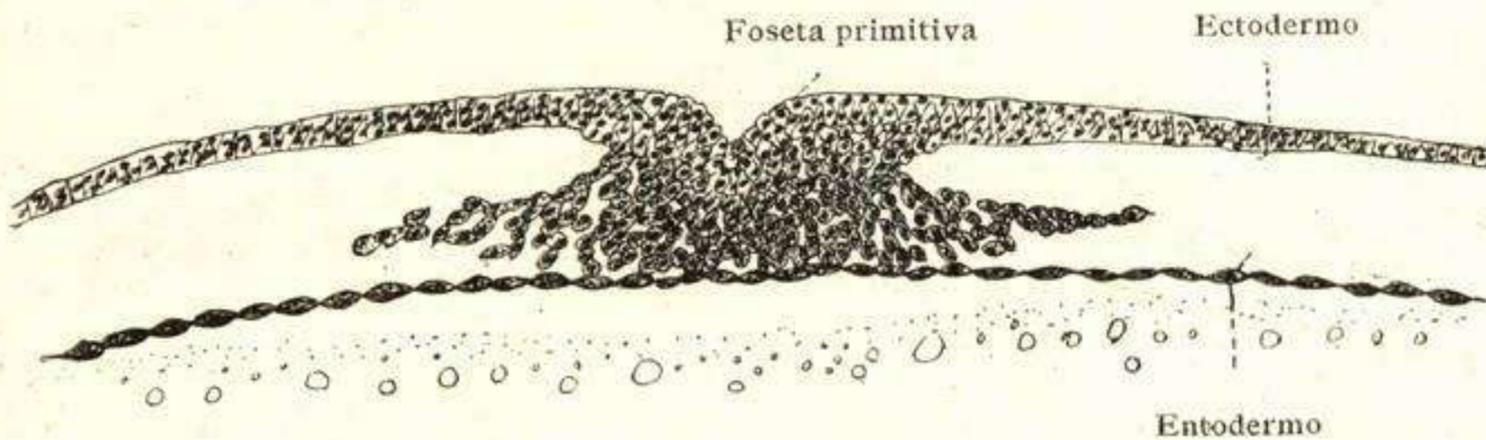


Fig. 145. Corte transversal, pasando por la foseta primitiva en la dirección d d, de la figura 140. (Original).

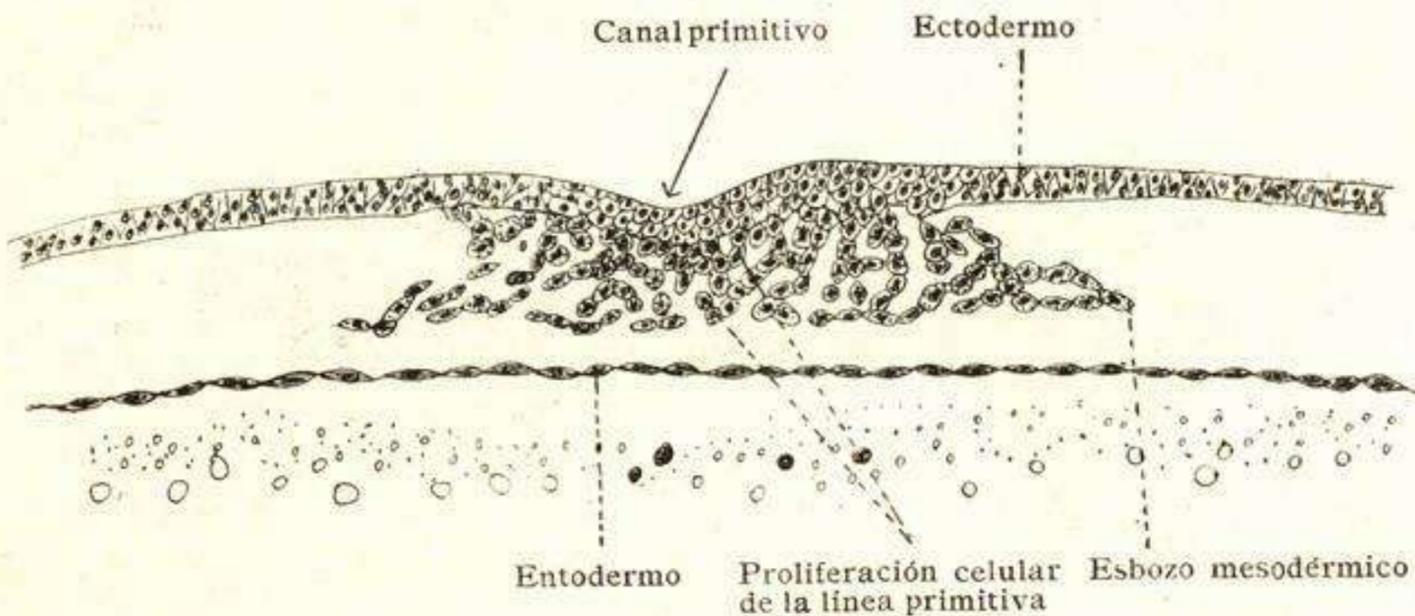


Fig. 146. Corte transversal de la línea primitiva, pasando por e e de la figura 140. Nótese el canal primitivo, esto es, la depresión longitudinal media de la línea primitiva; depresión que hacia delante se continúa con la foseta primitiva. (Esquema original)

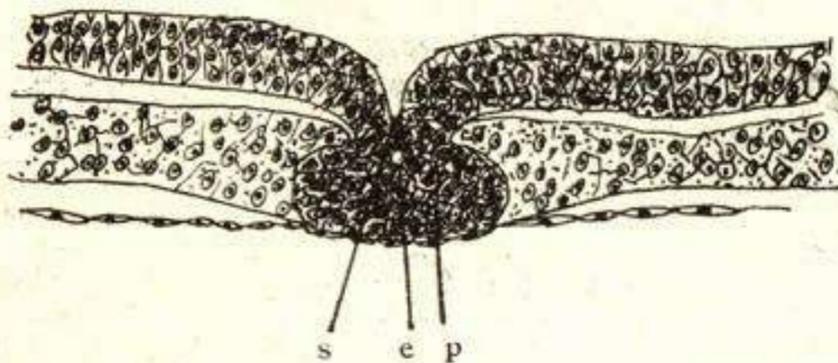


Fig. 147. Cortetransversal del principio (esto es, de junto a la foseta primitiva) de la prolongación cefálica de *Sula cynops*. En medio aparece una perforación que es el hueco de la prolongación cefálica. e, canal (saco) mesodérmico; p, prolongación cefálica; s, sutura de los bordes en el nudo de Hensen. (Según Schauinsland. Del Haddbuch, etc., de O. Hertwig).

avanzados, la hoja inferior de la prolongación cefálica, cuando existe cavidad real en el interior de ella, o su parte inferior, cuando aquélla se ofrece en forma de macizo celular, que es lo más ordinario, se

suelda con el entodermo en su región media. Más tarde se resuelve la soldadura y los cortes transversales de esta región nos dan imáge-

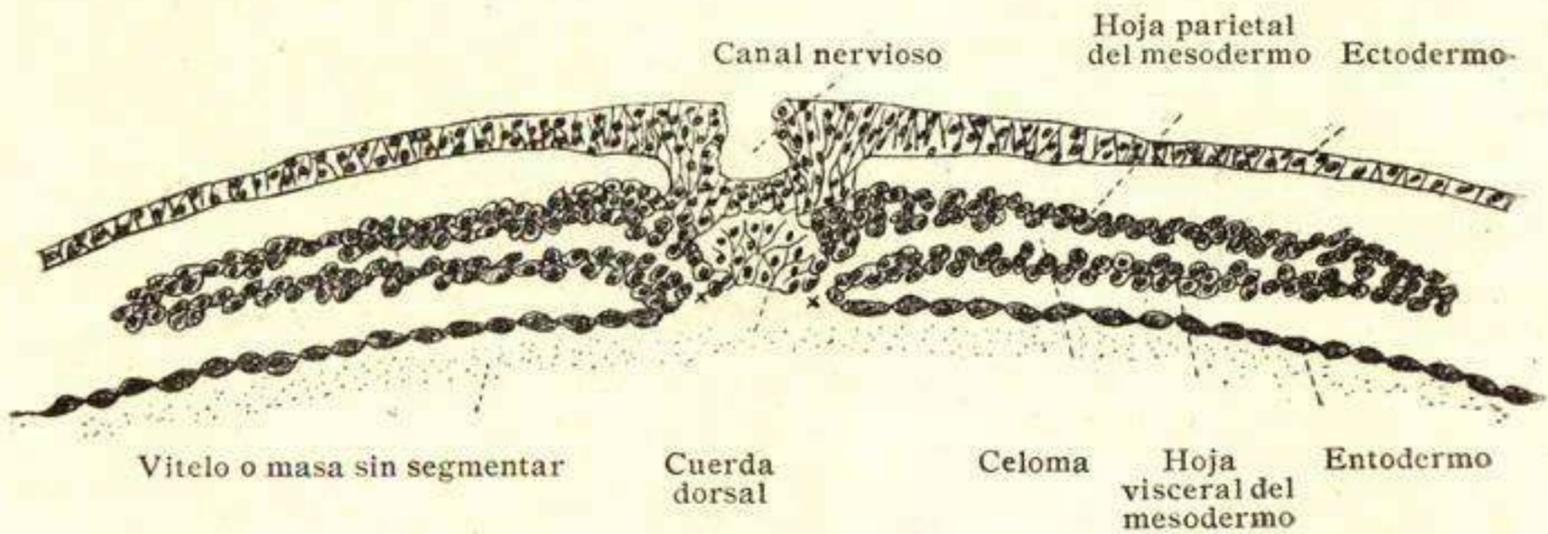


Fig. 148 Corte transversal esquemático, representando la formación del canal nervioso. Vendría a corresponder al huevo de gallina a las 40 horas de incubación. (Original).

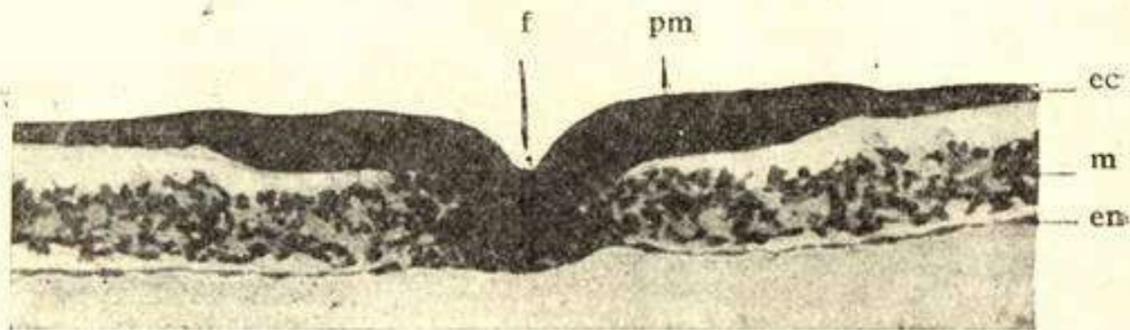


Fig. 149. Corte transversal del escudo embrional del huevo de gallina a las 40 horas de incubación. f, foseta primitiva; pm, placa nerviosa (medular); ec, ectodermo; en, entodermo; m, mesodermo. (Fotografía del Instituto de Berlín. Del Handbuch, etc., de O. Hertwig).

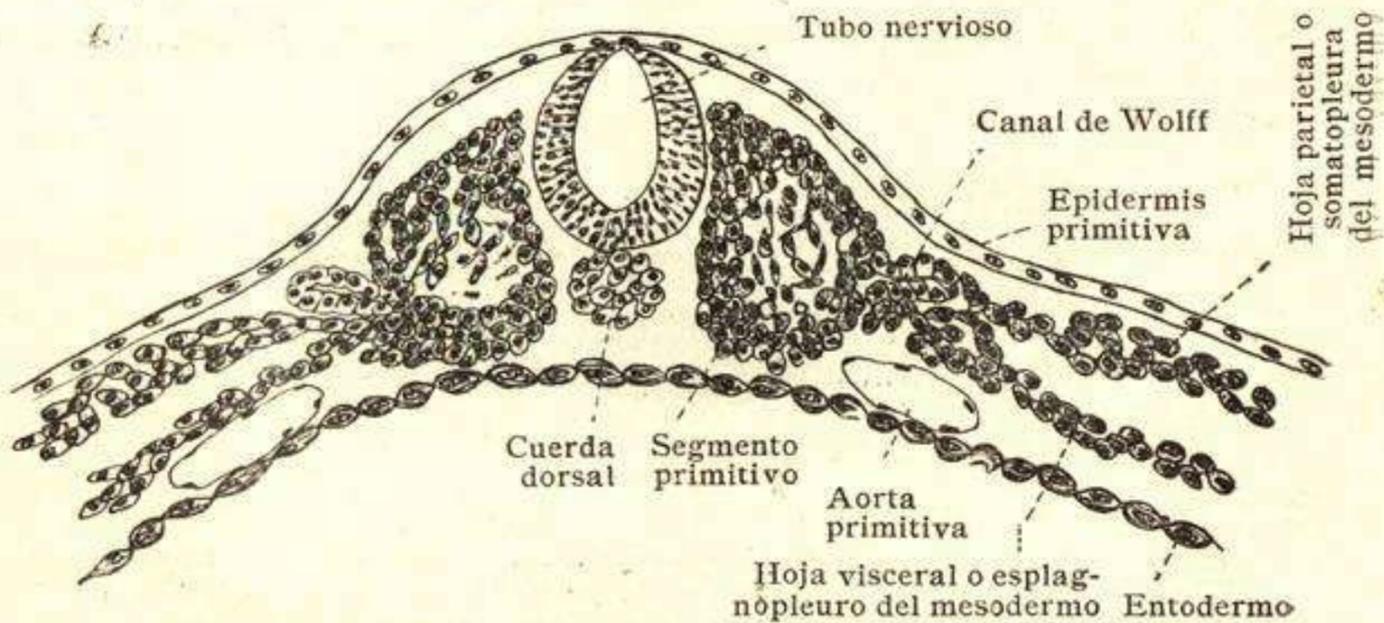


Fig. 150 Corte transversal esquemático del disco germinal correspondiente a las 50 horas de incubación próximamente. (Original).

nes (figs. 148 y 149) que pueden sobreponerse o coincidir con las de los reptiles (figs. 133 y 134). La masa celular o la cavidad que en ésta existía, se abre en el intestino como en reptiles. Si nos imagina-

mos huecas ya en este estadio las alas mesodérmicas, como lo serán tarde o temprano, y que su cavidad se viene a abrir en la cavidad entodérmica o intestinal, según se indica con cruces en la figura 148, tenemos el caso estudiado en reptiles (n. 70), en selacios (n. 66), en anfibios (n. 64) y, finalmente, en *Amphioxus lanceolatus* (n. 59).

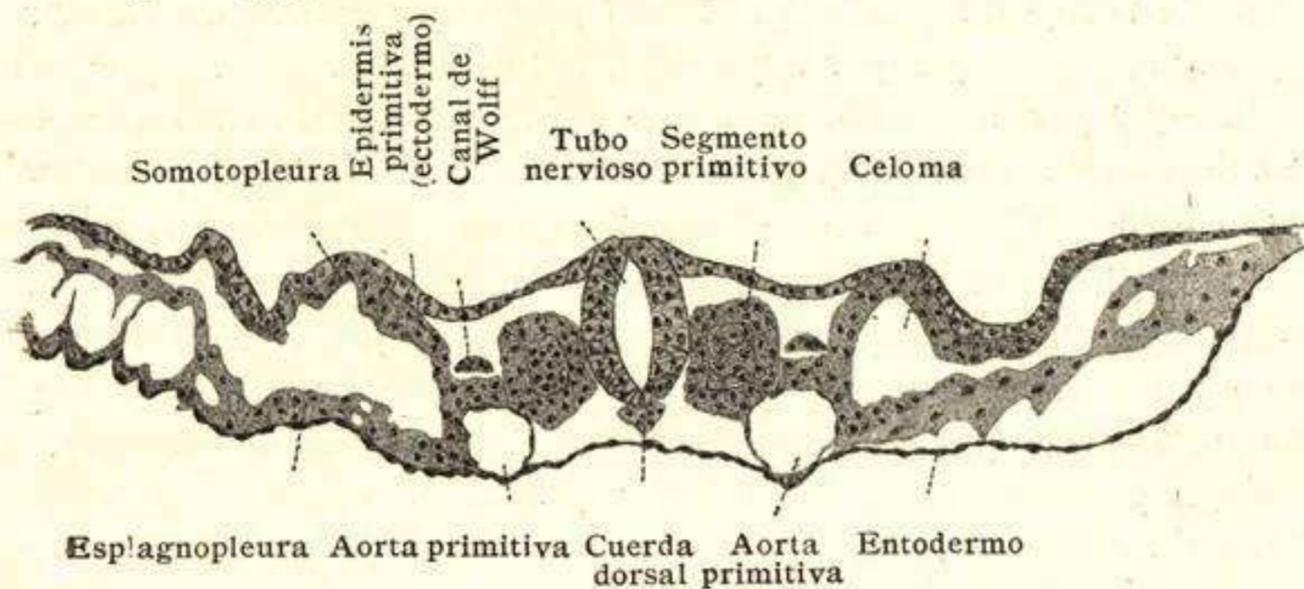


Fig. 151. Corte transversal del disco germinal de huevo de gallina a las 49 horas de incubación. A. ca. 100. (Del catedrático Aravio-Torre, Pbro.).

No falta sino añadir que, como es fácil comprender, procediendo a la evolución, se nos forma aquí (en los huevos de las aves), el sistema nervioso, la cuerda dorsal, el intestino, etc. (figs. 150 y 151), como en los reptiles y, en general, como en los animales hasta ahora estudiados. Compárense si no, las figuras 134, 135 y 136 de los reptiles con las figuras 149, 150 y 151 de las aves.

## VII. Formación de hojas blastodérmicas o germinales en huevos de mamíferos y del hombre

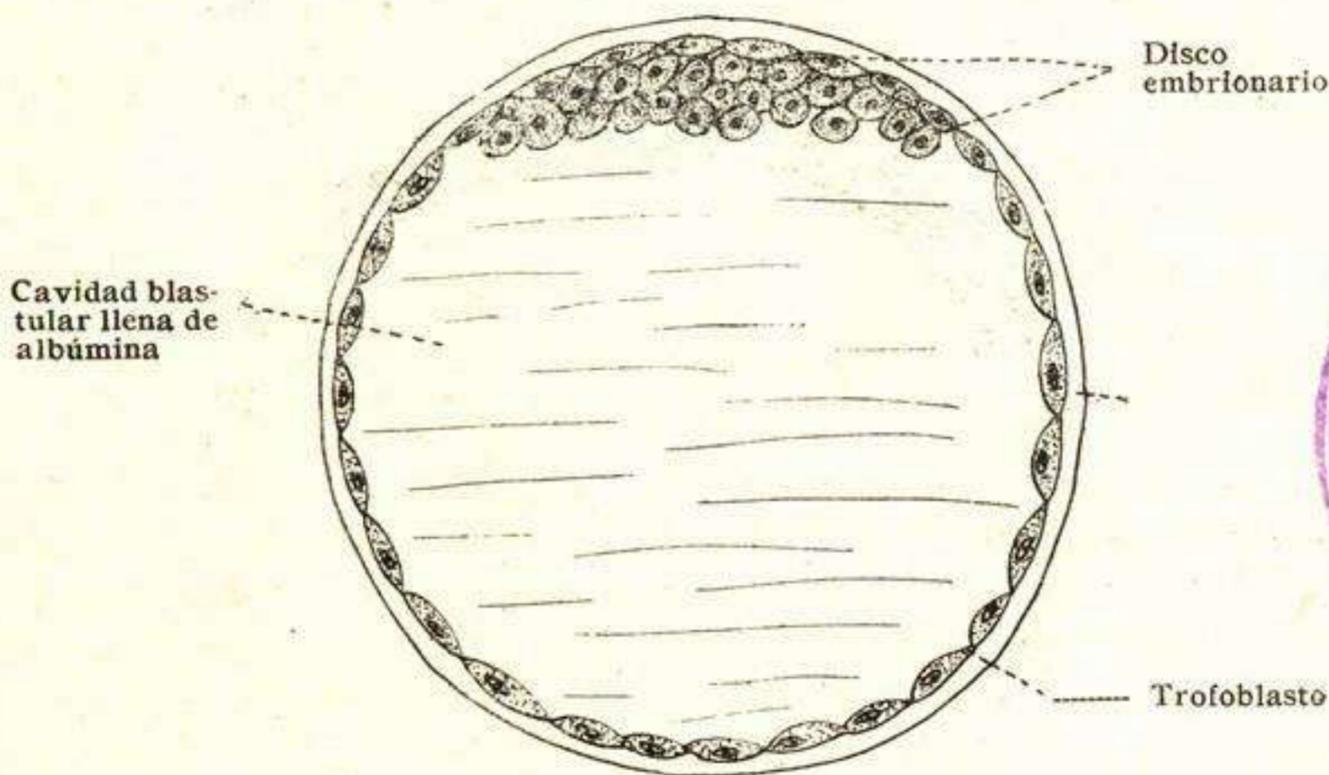
**74. Gastrulación.** — Dada la manera de segmentación *total* e igual de los huevos de mamíferos y del hombre, como la del huevo de *Amphioxus*, era de esperar que la formación de la gástrula o segunda hoja germinal siguiera también el camino del huevo de éste, esto es, que se verificase de igual modo en él una invaginación de la pared blastular. En lugar de esto, se observa un proceso, parecido al estudiado en los huevos de aves y reptiles. De aquí que no faltan quienes piensen que los huevos de mamíferos fueron en otro tiempo muy ricos en vitelo, siguiendo en los procesos evolutivos, que se refieren a las hojas germinales, a los huevos telolecitos de aquéllos; pero, que más tarde perderían el vitelo por acomodarse a otro modo de alimentación durante su desarrollo, conservando, no obstante, de aquel estado anterior, la manera especial de formar las hojas que nos ocupan. Esta explicación en boca de los transformistas nos parece

inconsecuente. Porque los huevos telolecitos no son, según los principios transformistas, los más primitivos, sino los isolecitos. Por consiguiente, los huevos de los mamíferos, ántes que telolecitos, serían *isolecitos*. Si, pues, al volver al estado isolecital, en que ahora se encuentran, recuperaron la segmentación total e igual, ¿por qué no había de recuperar también el modo propio y peculiar de formar las hojas germinales que por suposición ántes tenían? No se puede responder que por desarrollarse dentro del útero; puesto caso que hablamos de estadios evolutivos que se verifican mucho ántes que los huevos hayan formado placenta u otro órgano de adherencia dentro del útero.

La explicación filosófica que defendemos es que cada grupo de organismos va regido por leyes especiales, fijas y constantes que rigen y llevan la ontogénesis al fin y tipo propio del grupo. Y para que nadie crea que nos contentamos con meras especulaciones, aun desde el punto de vista de la ciencia positiva, hallamos una explicación más racional y espontánea que la que dan los transformistas. Esta explicación nos la da la circunstancia de que el huevo de los mamíferos, una vez ya segmentado y puesto en el útero bajo la forma de blástula, puede crecer notablemente, como hace el de coneja, por la adquisición, en su interior, de una substancia gelatinosa, de consistencia análoga a la de la clara de huevo: de suerte que, si hasta entonces, pudo seguir las leyes de segmentación propias de los huevos isolecitos; en adelante o en ulteriores estadios se verá como obligado a seguir a los huevos telolecitos de aves o reptiles, pues su constitución es ahora parecida a la de éstos. Por lo demás, cada huevo tiene su idiosincrasia y en el grupo de los mamíferos quizás más que en ningún otro grupo de vertebrados, y más adelante se nos ofrecerá ocasión de confirmar esto.

**75. Formación del entodermo.** — Hablando en términos generales, el huevo de los mamíferos llega al útero ya segmentado y en estado de blástula, según vimos (fig. 63). Esta está constituida por una capa periférica de células, más o menos aplanadas tangencialmente. Haciendo prominencia en el interior de la blástula, existe en un punto de la pared blastular un conglomerado de células ricas en granulaciones (fig. 67, A, cp). Duval consideró este montón de células en el huevo del murciélago, como el *entodermo*, renovando la idea de Van Beneden, ya abandonada por su autor, de la *metagástrula*. Pero la opinión reinante es que el huevo en este estadio no pasa de blástula. La cavidad blastular se ha ensanchado, merced a la aparición, en ella, de una substancia albuminoidea, segregada por las paredes del útero y absorbida por el huevo. Este crecimiento de la cavidad y, en su consecuencia, del volumen del huevo, ha de llevar forzosamente consigo el aplanamiento de las células que componen la pared blastular (fig. 67, B). Véase también el esquema (fig. 152).

En un estadio más avanzado, y tomando por base de la descripción, el huevo de conejo, la región que contenía las células prominentes hacia el interior aparece formada por varias capas y, por lo mismo, más oscura, constituyendo el área o *escudo embrional* que es ovalado. Un corte perpendicular de esta región nos muestra el huevo formado aquí por doble pared (fig. 153): una externa, más recia, compuesta por dos capas de células: las células más externas son aplanadas tangencialmente y representan la continuación de la pared blastular; y las subyacentes cúbicas o por ventura cilíndricas: las primeras constituyen la *capa tectriz* o *de Rauber*, de existencia pasajera; y las otras, el *ectodermo* propiamente tal. Debajo de la pared



**Fig. 152.** Corte esquemático de una blástula de mamífero en el estadio, en que el pelotón de células que hace prominencia en la cavidad gastrular, comienza a aplanarse y a disponerse en capas. (Original).

externa se ve una hoja compuesta de una sola capa de células aplanadas que es el *entodermo*. Esta hoja entodérmica va creciendo hacia el polo opuesto.

Se puede preguntar ahora: ¿de dónde proceden las células que forman la hoja entodérmica? Sin duda que su procedencia se encuentra en el montón de células que hacía prominencia en el interior de la blástula: las cuales se han ido aplanando y disponiendo en hoja debajo de la pared blastular en el área embrional. Pero parece que de aquel punto, llamado *nudo embrional* por Hubrecht y *masa entodérmica* por Duval, se derivan no sólo el entodermo, sino también las células cúbicas de debajo de la capa de Rauber que constituirán el ectodermo embrional. De aquí que se pueda dudar, si la formación del entodermo obedece aquí a una delaminación o desdoblamiento de una capa en dos; o si más bien, tiene lugar una invaginación del ecto-



dermo que, penetrando por entre el *nudo embrional*, le obligue a tomar la forma de lámina. Varios autores han hallado y descrito un poro en el *nudo embrional* que han conceptuado, no sin alguna duda y reserva, como el *blastóporo*. La cosa es realmente muy dudosa, ni nos entretendremos en buscar ahora la solución.

En lo que parece no puede caber tanta duda es en que las células que se hallan debajo de la capa tectriz o de Rauber, pululan luego, contribuyendo a la formación del cuerpo embrional; al paso que no lo hacen las células aplanadas que constituyen la pared de la blástula

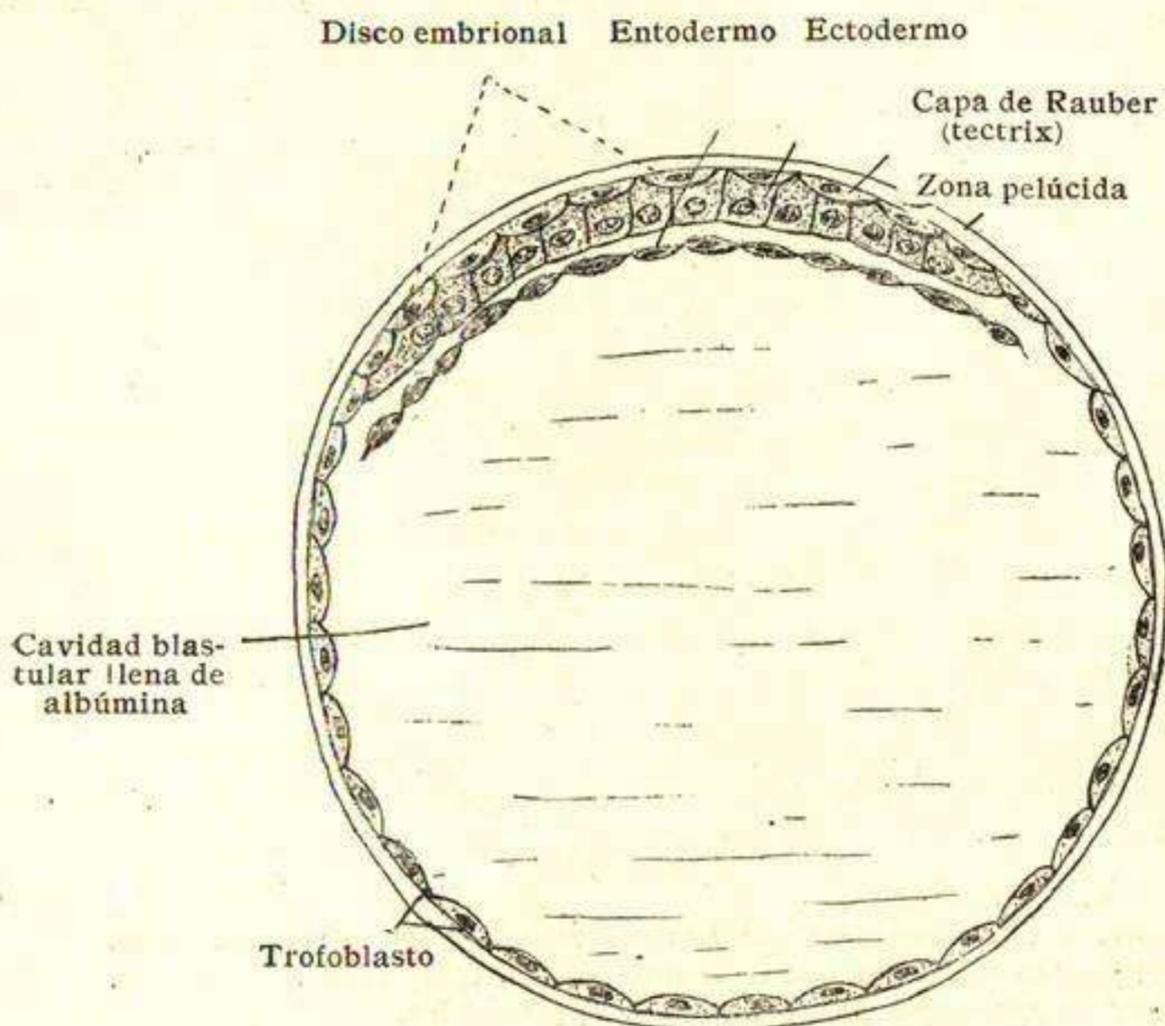


Fig. 153. Corte esquemático de una blástula de mamífero, en el estadio en que el montón de células prominentes dentro de la cavidad blastular se ha dispuesto en capas: de estas capas la más interna es el entodermo (Original)

y cuya significación es sólo nutritiva. En el disco embrional, pues, se distingue pronto un verdadero ectodermo (ectodermo embrional), y, por pululación celular de éste, se forma, como veremos en seguida, el mesodermo. Por consiguiente, en atención a que la pared blastular con sus células aplanadas no toma parte en la formación del cuerpo embrional, le ha dado Hubrecht el nombre de *trofoblasto* (fig. 153).

En estadios más avanzados desaparece por completo la capa tectriz o de Rauber (fig. 154): véase también el corte de este estadio (fig. 155) de Kölliker. Cómo ha sido su desaparición, si por absorción de sus células o por haberse metido éstas por entre las células de la

pululación ectodérmica, para integrar por ventura el ectodermo, no es cosa tan fácil de definir.

El huevo de coneja que corresponde aproximadamente al corte de la figura 154, ofrece un escudo embrional más o menos elíptico o piriforme (fig. 156, sc) y sería de siete a ocho días. En el mismo escudo

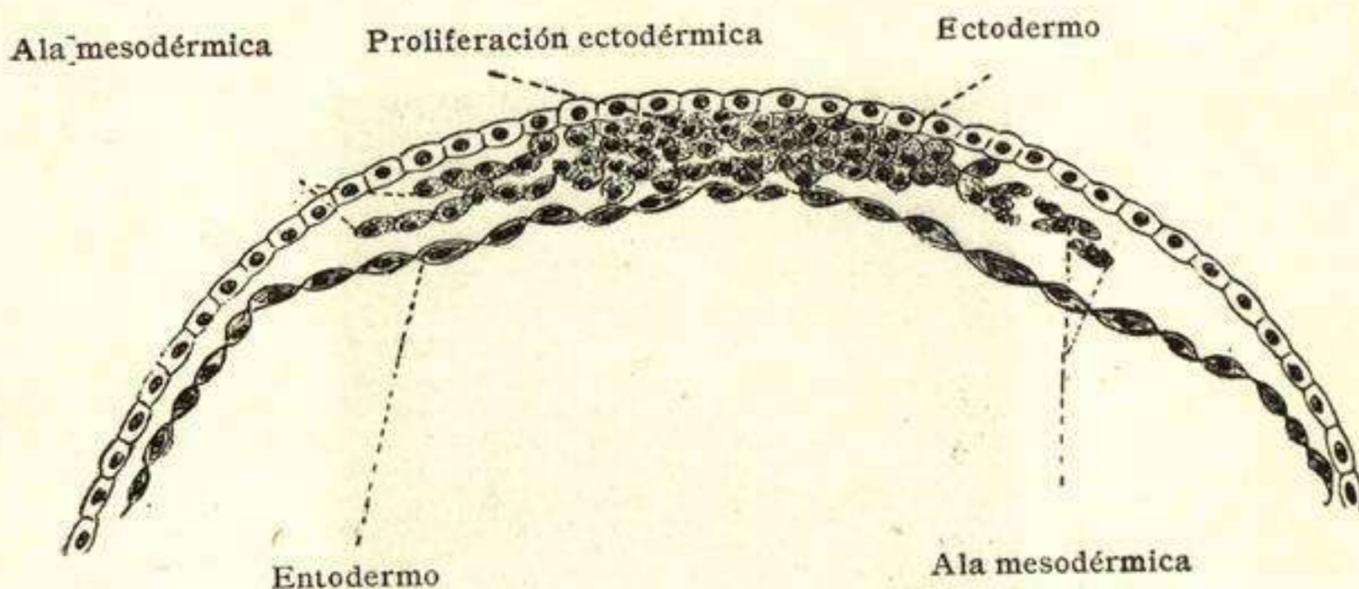


Fig. 154. Corte esquemático del disco embrional de un huevo de mamífero, con abundante proliferación ectodérmica para originar el mesodermo. (Original).

embrional habría ya tres hojas; desde el borde del escudo hasta la línea 2 (fig. 156) habría sólo dos hojas, el ectodermo y el entodermo; y en lo restante hasta el polo opuesto al escudo embrional, sólo una hoja que indica el número 1. Nótese, además, el procorion, constituido por grumitos que aparecen sobre la zona pelúcida (zp).

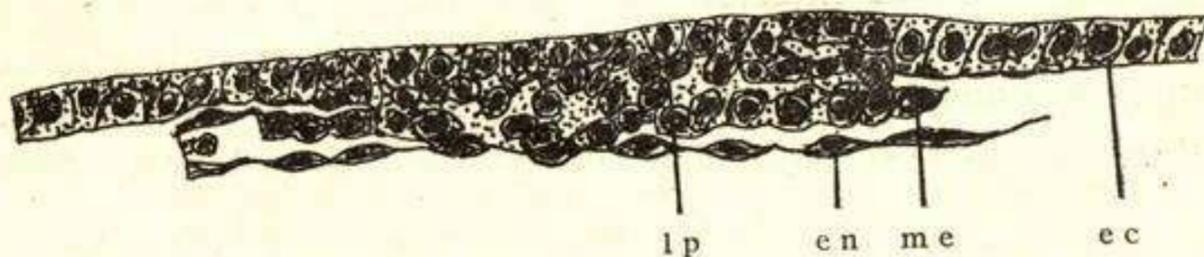
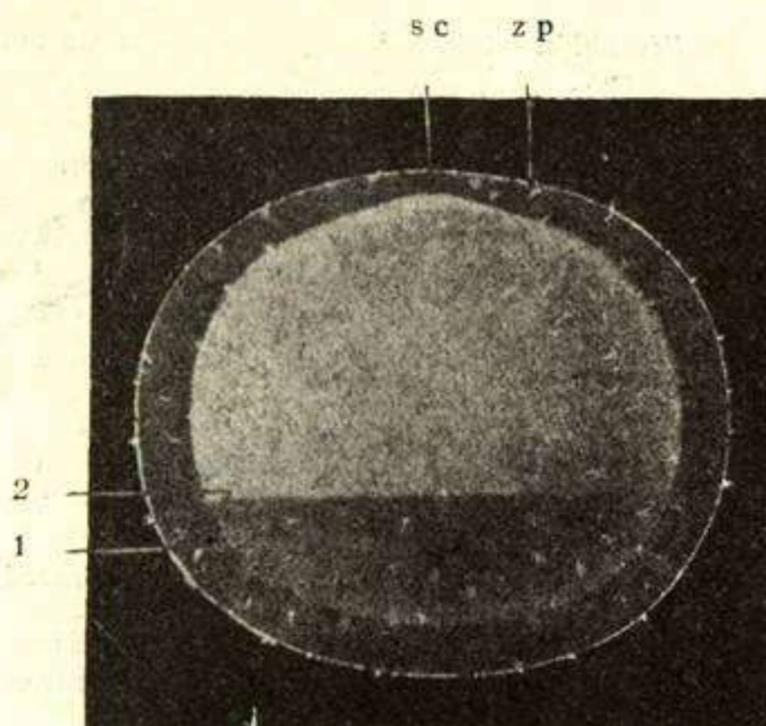


Fig. 155. Corte transversal del escudo embrional del huevo de coneja, con la línea primitiva cortada; en, entodermo; me, mesodermo; ec, ectodermo; lp, línea primitiva. (Según Kölliker. Del Handbuch, etc, de O. Herwig).

En algunos mamíferos *rumiantes*, cerdo, etc., la vesícula blastodérmica se presenta estirada en dos larguísimos utrículos (fig. 157), hallándose el área embrional en medio. Su aislamiento del útero o preparación va vinculada a particular dificultad.

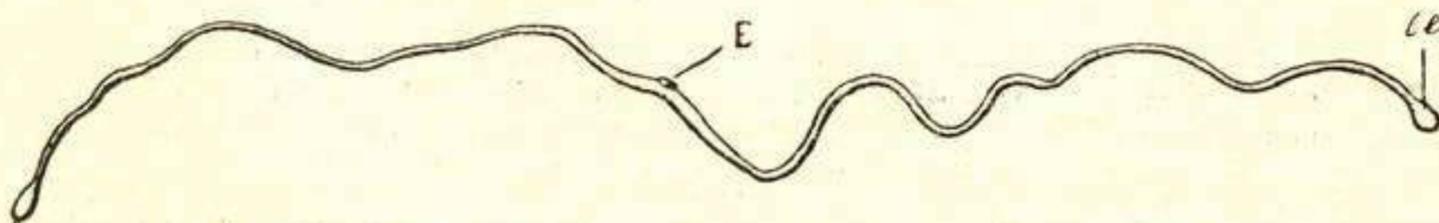
**76. Formación del mesodermo en huevos de mamíferos.** — En el área o escudo embrional de los huevos de mamíferos, muy semejantes en todo a los huevos de aves, se nota, como en éstos, una línea o estría longitudinal más obscura que va

desde el borde posterior de dicho escudo hacia el centro, donde termina en un cuerpo celular, más o menos redondo, que es el *nudo de Hensen* (fig. 158). La línea es la *línea o estría primitiva*, y en ella y en el *nudo de Hensen* se halla el suelo o matriz de las formaciones embriológicas, que ahora principalmente nos interesan. La *línea pri-*



**Fig. 156.** Huevo de coneja de unos siete a ocho días, visto de lado. *sc*, escudo embrional; *zp*, zona pelúcida, sembrada de mameloncitos que constituyen el procorion. En el disco embrional mismo hay, además del ectodermo y entodermo, la pululación celular destinada a formar el mesodermo: del disco embrional hasta 2 hay dos hojas, el ectodermo blastular o trofoblasto y el entodermo; y en lo restante, de 1 hasta el polo opuesto, sólo el trofoblasto. (Según Bischoff. Del Handbuch, etc., O. Herwig).

*mitiva* está recorrida exteriormente por un surco o canal que es el *canal primitivo*; canal que en el *nudo de Hensen* se convierte en un pozuelo más o menos profundo, que es la foseta primitiva (n. 68). En lo exterior, pues, el *escudo embrional* de los huevos de mamíferos es



**Fig. 157.** Utrículo embrionario de oveja a los doce días después de la fecundación (de cubierta por el macho). *E*, escudo embrional; *be*, extremo vesiculiforme. (Según Bonnet. Del libro: *Elemente*, etc., de O. Hertwig).

próximamente como el de las aves. Pero también interiormente se observa esa correspondencia de formaciones: porque, si uno practica cortes transversales en la *línea primitiva*, hallará, como en los huevos de aves, que el ectodermo presenta en su cara interna y en su región media una pululación celular, que lo engruesa notablemente y hace

prominencia o cresta hacia abajo (figs. 154 y 155) y causa la obscuridad de la *línea primitiva*. Las células que allí se producen, se van extendiendo, como dos alas, a uno y otro lado de la línea media; y, dada su forma, parece que por movimiento amibodeo van invadiendo nuevo terreno por entre las dos hojas preexistentes, esto es, por entre el ectodermo y el entodermo, avanzando hacia el área opaca que pronto alcanzan. Y como quiera que a cierta distancia de la línea media o de origen, las dos alas o láminas celulares, están completamente aisladas del ectodermo y del entodermo mediante un espacio notable (fig. 154), es cosa manifiesta que los nuevos elementos que contribuyen a su crecimiento y avance, no los suministran ni el ectodermo ni

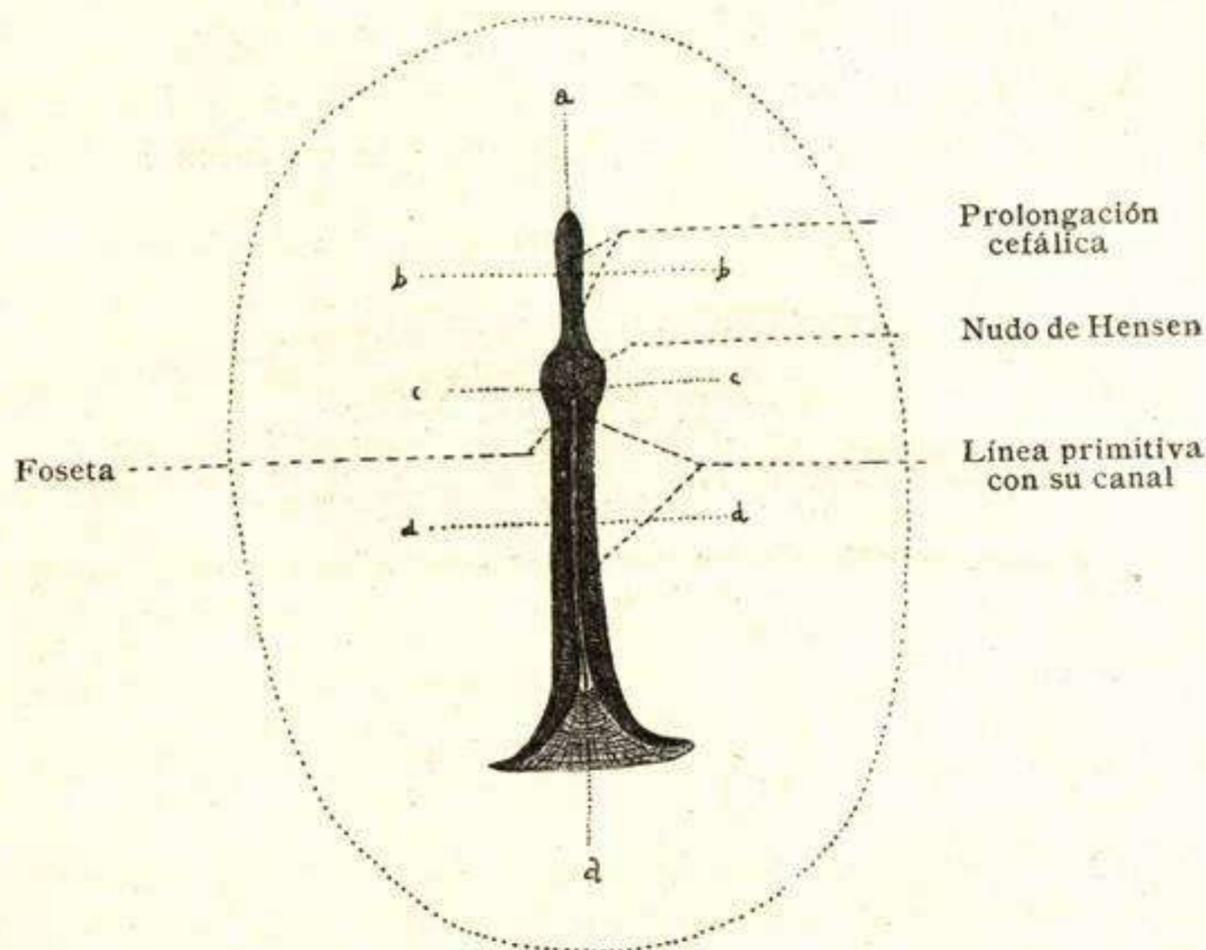


Fig. 158. Disco germinal de huevo de mamífero con línea primitiva muy desarrollada y la prolongación cefálica. (Esquema original).

el entodermo, sino que provienen de la multiplicación de células de la cresta media. Esta cresta con las alas o láminas celulares que de ella se derivan, constituye el origen del mesodermo, exactamente como vimos en huevos de aves. La homología es aun más perfecta, si atendemos a la formación que luego aparece y que en el huevo de las aves hemos llamado *prolongación cefálica* (n. 68). Porque también en los huevos de los mamíferos, a partir del *nudo de Hensen*, se advierte una formación peculiar que crece hacia el borde opuesto del *escudo embrional*: éste es la *prolongación cefálica* (fig. 158); que aquí, como en el huevo de aves, corresponde al *sáculo mesodérmico* de los huevos de reptiles. Y es así que los cortes, tanto longitudinales (fig. 159) como transversales (fig. 160) de esta región nos ponen ante los ojos una

disposición muy semejante a la del *sáculo mesodérmico*; porque en esta región aparece un cuerpo celular, aislado completamente así del *ectodermo* como del *entodermo*, de contorno liso que se extiende en



Fig. 159. Corte longitudinal del escudo embrional esquematizado en la fig. 158, pasando por a a. (Esquema original).

dos láminas hacia los lados (fig. 160). La única diferencia que a primera vista se pudiera encontrar, comparando esta formación con el *sáculo mesodérmico* de los reptiles, es que en éstos la formación es

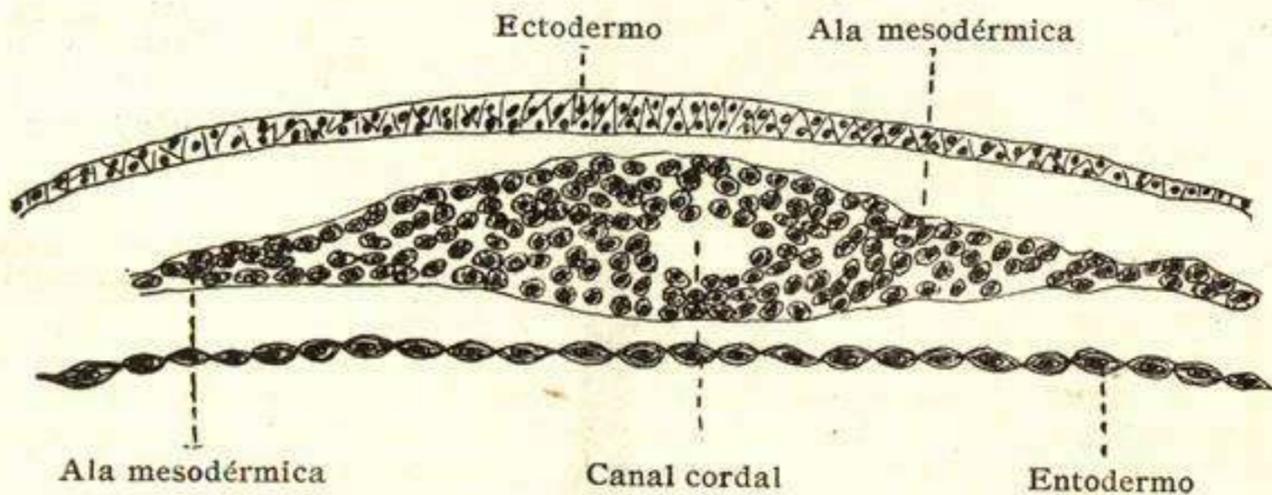


Fig. 160. Corte transversal del escudo embrional esquematizado en la figura 158, pasando por b b. (Esquema original).

hueca y en forma de saco que se abre en la *placa primitiva*; y aquí (en los mamíferos) parece, al menos al principio, un cuerpo macizo. Pero, como ya hicimos observar, hablando de las aves (n. 68), donde

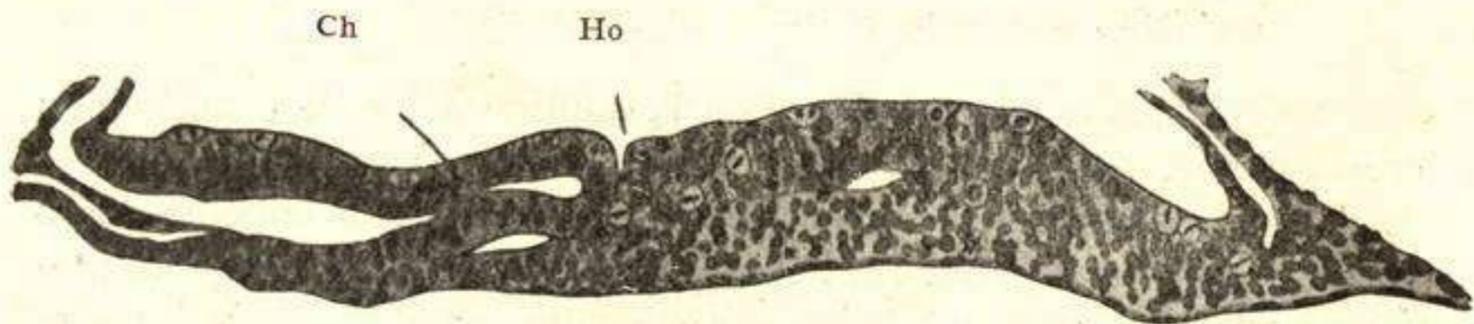


Fig. 161. Corte longitudinal del escudo embrional del murciélago (*Vespertilio murinus*), representando el origen del canal cordal; según Van Beneden. Ch, techo del canal cordal; Ho, endidura o abertura de dicho canal en la foseta primitiva. (Del Handbuch etc. O. Hertwig).

ocurre la misma dificultad, lo que en este momento ontogénico es macizo, después se ahueca, como representa el esquema (fig. 160). En varios huevos de mamíferos se le ha encontrado hueco, como en el

huevo de murciélago (Van Beneden), desembocando su cavidad en la foseta primitiva, junto al *nudo de Hensen* (fig. 161, Ho). A esta cavidad de la prolongación cefálica han llamado *canal cordal*.

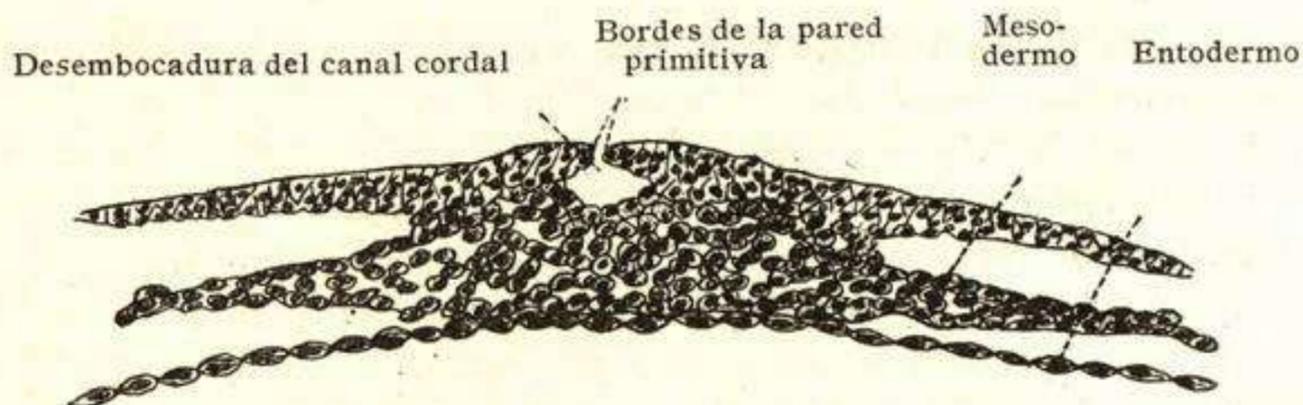


Fig. 162. Corte transversal del escudo embrional esquemático de la fig. 158 pasando por c c, en que se ve la desembocadura del canal. (Esquema original).

Si practicamos un corte transversal que pase por la foseta primitiva o por c c en el esquema de la figura 158, veremos que en el nudo

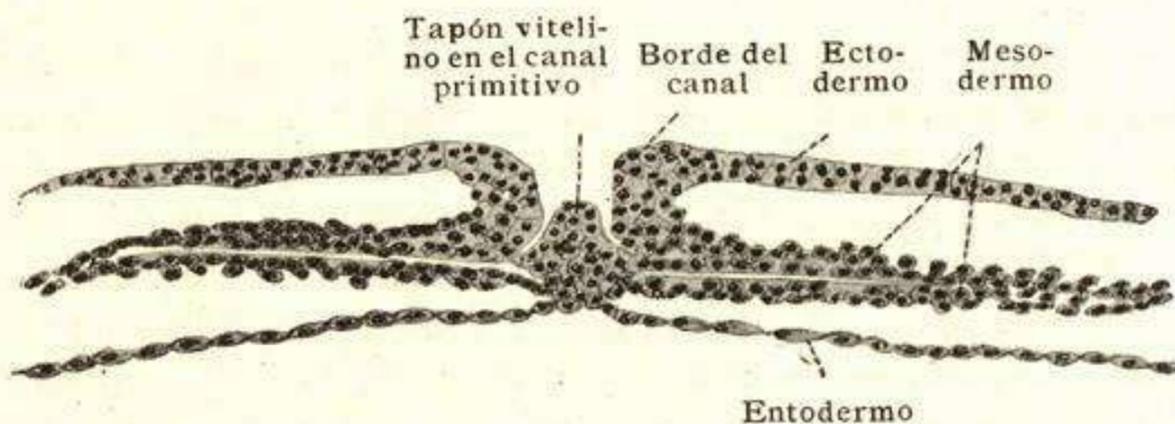


Fig. 163. Corte transversal de la línea primitiva en el esquema de la fig. 158, pasando por d d. Nótese en medio una masa celular que recuerda el tapón de Rusconi. (Esquema original).

de Hensen se juntan las tres hojas (fig. 162); y si el corte pasase por d d en el citado esquema, esto es, cortase transversalmente la

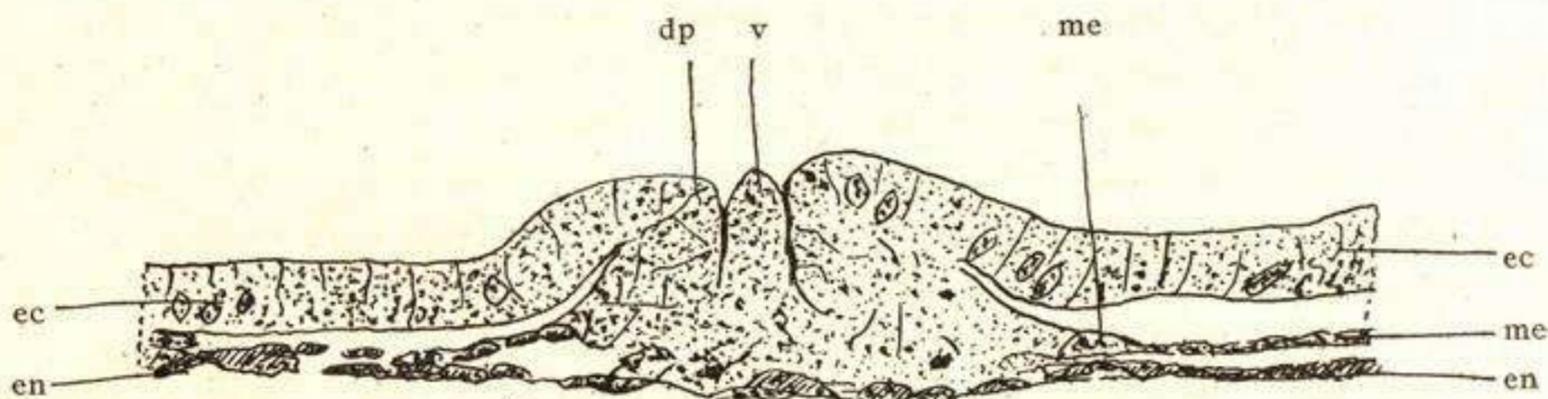


Fig. 164. Corte transversal del canal primitivo en la línea primitiva del embrión de conejo. ec, ectodermo; en, entodermo; me, mesodermo; dp, dobladura primitiva, esto es, borde de la pared del canal primitivo; v, tapón vitelino. (Según Carius. Del Handbuch, etc. de O. Hertwig).

línea primitiva, obtendríamos la imagen, esquemáticamente representada en la figura 163, cuya realidad vemos en el corte transversal de la línea primitiva del embrión de conejo (fig. 164); en una y otra

figura, del fondo del canal primitivo arranca una masa celular (fig. 164, v) llamada *tapón vitelino* que recuerda el tapón de Rusconi en los anfibios (n. 57).

**77. Observaciones a la teoría del mesodermo (mesoblasto).** — Hemos explicado la formación del mesodermo, partiendo de la base de *Amphioxus* y procurando reducir a su tipo todos los demás vertebrados: lo cual no quiere decir que sea este el único modo de interpretar y homologuizar los hechos. Pero entendemos que en todas las ciencias y muy particularmente en la Embriología, para comprender y dominar puntos difíciles, es preciso y muy pedagógico tomar una posición determinada y no moverse de ella hasta lograr relacionar todos los hechos y darles unidad bajo una u otra forma. Logrado esto, le es sumamente fácil al entendimiento volver sobre sus pasos y reconocer los puntos flacos, quizás incoherentes y hasta por ventura contradictorios para dar a cada cosa su propio valor.

Algo de esto hemos de hacer, llegados a este punto, respecto de la formación del mesodermo. Porque, si bien en la exposición hemos seguido a eminentes embriólogos, no conviene desatender la manera de ver de otros que pueden rayar tan alto como aquéllos.

Por razón del modo de formarse el mesodermo, que ya conocemos perfectamente, se han dividido los *metazoos* en *enterocélicos* y *esquizocélicos*. Llámense animales *enterocélicos* (1) aquellos, cuyo mesodermo, o conforme exige la etimología del nombre, cuya cavidad mesodérmica o celómica se debe a un divertículo o seno del entodermo, como sucede y vimos en *Amphioxus*; y *esquizocélicos* (2), aquellos en los cuales la cavidad en cuestión se origina por rasgadura o hendidura de una masa celular unida y compacta. Ahora bien; aunque la tendencia o aspiración de O. Hertwig, C. Rabl y otros es reducir los vertebrados al tipo *enterocélico*, los hechos no siempre son claros, como nadie dejará de reconocer; y muy bien habrá podido notar el discípulo o lector que nos hemos valido frecuentemente de expresiones como estas: "si nos imaginamos por un momento... si suponemos... este estadio se reduciría al de *Amphioxus*, etc.": con lo cual se indica más que suficientemente que no intentamos defender una uniformidad perfecta, sino sólo sostener la atención para no perder el hilo de esos procesos complicados en orden a darles cierta unidad y facilitar así al discípulo su inteligencia y retención.

Sin temor ahora de engendrar confusión, como la hubiéramos engendrado ántes, observaremos que no todos los embriólogos coinciden en la explicación sobre el modo de formarse la cavidad celómica,

(1) Del griego *έντερον*, intestino; y *κοίλος*, hueco.

(2) Del griego *σχίζω*, rasgo.

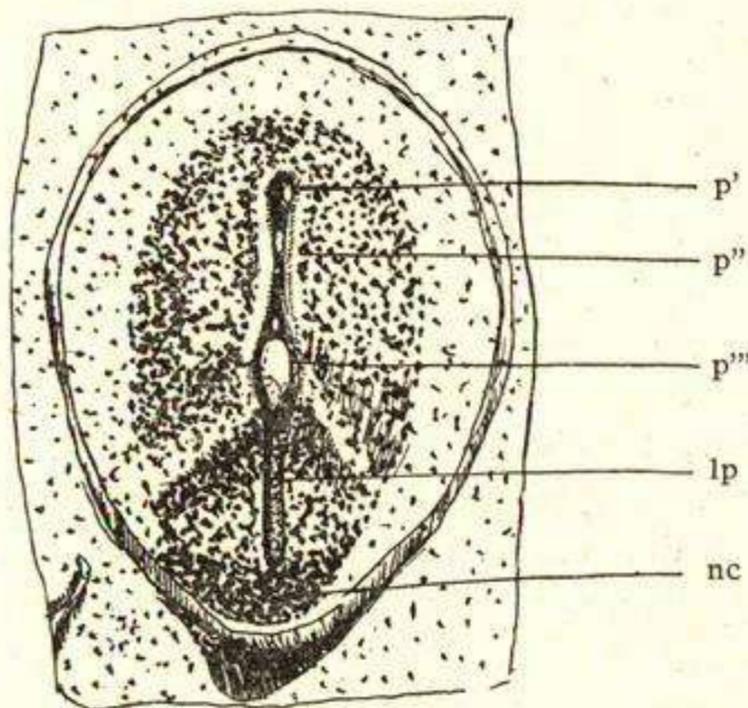
ni aun las mismas hojas mesodérmicas. Las divergencias versan sobre puntos que no son fundamentales. Brachet (1921), v. g., dice que a partir de los *ciclóstomos* se ha perdido completamente en los vertebrados el tipo *enterocélico*, a pesar del deseo de varios embriólogos de encontrar divertículos que pudieran interpretar de modo que hablasen en favor de este tipo en los vertebrados. Según Brachet, pues, la mayor parte de los vertebrados serían *esquizocélicos*. Creemos sinceramente que la cuestión depende en gran parte (quizás en su totalidad) de la diversa interpretación que se da a los hechos. Los cortes que pasan por el blastóporo (figs. 99, B; y 112, sp) presentan un seno que podrá ser más o menos exagerado por el dibujante: si este seno se ha de conceptualizar como divertículo o no, dependerá de la apreciación de cada uno; pero la consecuencia en formar de un tipo u otro será inevitable, según sea esta apreciación.

Por nuestra parte, ninguna dificultad tenemos, en que se interpreten los hechos como quiere Brachet. Es cierto que en la mayor parte de los vertebrados, a partir de los *anfibios*, lo primero que uno ve aparecer para la formación del mesodermo, es una pululación o brotamiento celular, cuyo primer resultado es la producción de un macizo de elementos, que se interponen entre las hojas blastodérmicas o germinales existentes, esto es, entre el ectodermo y entodermo. Pero también conviene tener presente que en todos o en casi todos los grupos de vertebrados se dan casos, en que la formación del mesodermo se debe, a nuestro juicio, evidentemente a una verdadera invaginación: así sucede en *reptiles* que forman el *sáculo mesodérmico*, así en algunas *aves* y *mamíferos*, cuya *prolongación cefálica*, que es homóloga al *sáculo mesodérmico* de los reptiles, se ofrece excavada y su cavidad se abre en la *foseta primitiva*. Verdad es que en estos casos la invaginación es del *ectodermo* y no del *entodermo*, como parece exigir el nombre de *enterocélico*; pero esta dificultad está prevista y allanada en parte con la reflexión que hicimos más arriba (n. 64, p. 122) a propósito de los anfibios, es a saber, que la causa de producirse la pululación e invaginación en el *ectodermo*, es por el retraso que sufre la terminación de la formación de la *gástrula*, a causa de tener que vencer la pasividad del polo vegetativo: con lo cual la parte del entodermo, que debería producir el mesodermo, se halla aún como integrando el ectodermo.

Por lo demás, dadas las muchas dificultades en que tropiezan muchas veces las teorías, cuando de lo general se desciende a cosas particulares, es de suma prudencia no olvidar que las teorías e hipótesis no son con frecuencia más que puentes para reducir a cierta unidad, más ideal que real, los hechos, a veces poco conocidos. Nosotros vemos en todas esas divergencias de pareceres una confirmación del pensamiento que hemos emitido en más de una ocasión, es a saber, que cada grupo de organismos tiene sus trayectorias embriológicas especiales,

bien que al fin se llega a un punto, en que hay verdadera conveniencia de formaciones que revelan la pertenencia de todos los grupos a un tipo común que en nuestro caso es el tipo de los *vertebrados*.

**78. Ulteriores cambios en el huevo de mamíferos.**—A cualquiera se le alcanzará que, si en huevos de mamíferos hemos llegado a un estadio evolutivo, en que sus hojas blastodérmicas o germinales se dejan homologuizar con las de los huevos de aves y reptiles, los ulteriores cambios o fases evolutivas seguirán análogo camino. Y así es la verdad; porque también en los huevos de los mamíferos, la *prolongación cefálica*, tarde o temprano ahuecada,



**Fig. 165.** Escudo embrional del conejito de Indias, separado del vitelo y visto por abajo, para que se vean las perforaciones que en la línea media sufre la soldadura de las dos hojas, entodérmica y mesodérmica: con lo cual la cavidad de la prolongación cefálica queda abierta en la cavidad del intestino. p', p'', p''', perforaciones de la soldadura de las hojas; lp, línea primitiva; nc, nudo caudal. (Según Lieberkühn. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

suelda, primero, su suelo con la hoja entodérmica, y, hecha de las dos láminas una, se perfora ésta poco a poco en la línea media (fig. 165, p', p'', p'''), apareciendo en el corte transversal, tanto esquemático (fig. 166) como real (fig. 167), una imagen que coincide con la que vimos en aves (figs. 148 y 149), y reptiles (figs. 133 y 134), y, por mediación de ésta, con la de anfibios (figs. 103 y 104), y del *Amphioxus* (fig. 92): arriba el ectodermo, convirtiéndose en placa y canal nervioso; abajo el entodermo con su techo transformándose en cuerda dorsal y a uno y otro lado el mesodermo paracordal o gastral con sus dos hojas, parietal y visceral. Una serie de cortes de delante atrás, nos haría ver también, como en aves, reptiles y anfibios, que el mesodermo *paracordal* proviene del *peristomal* por un procedimiento análogo al estudiado en vertebrados inferiores: pues el blastóporo viene

aquí representado por el *canal primitivo*; y ya sabemos, por lo que los cortes nos han enseñado, que a los lados de la línea primitiva, por debajo del ectodermo, existe también y se desarrolla el mesodermo con sus alas. Este mesodermo es, pues, el *peristomal*. Como, por otro lado, al doblarse el ectodermo para originar, sobre la prolongación cefálica el sistema nervioso, bajo la forma, primero, de placa, luego

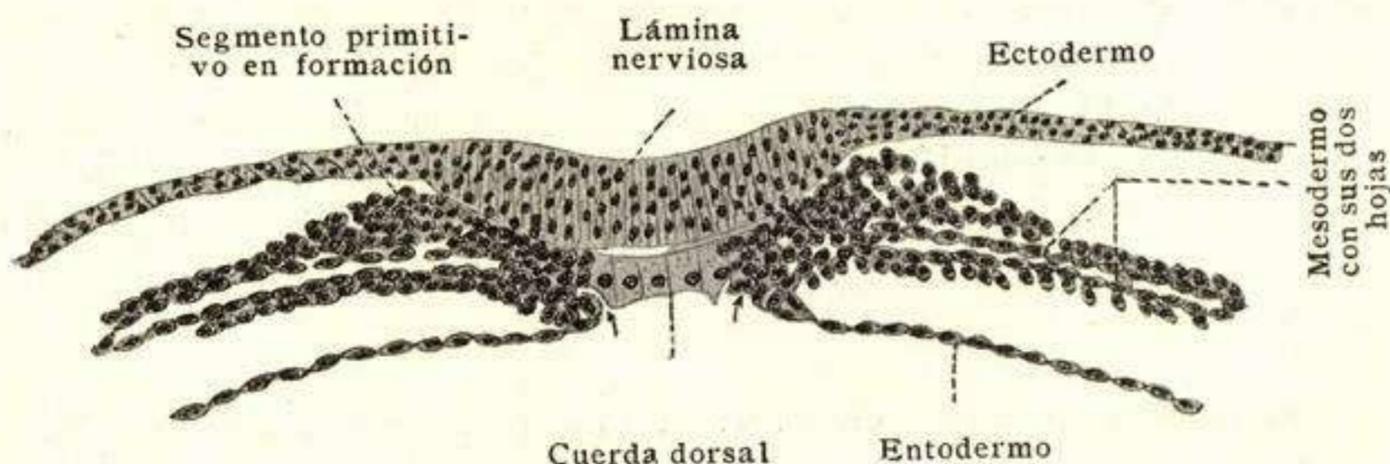


Fig. 166. Corte transversal esquemático del escudo embrional de un mamífero pasando por delante de la línea primitiva, esto es, pasando por la prolongación cefálica, después de perforada la soldadura de la doble hoja entomesodérmica. Las dos saetas indican el paso (al menos virtual) de la cavidad intestinal a la cavidad mesodérmica o celómica. (Original).

de canal y finalmente de tubo, la foseta primitiva y su abertura en la cavidad entodérmica o intestinal corre hacia atrás y absorbe sucesivamente al menos parte de la línea primitiva y, en su consecuencia, el mesodermo *peristomal*, éste se convierte en *paracordal* o *gastral*, a medida que viene a caer por delante de la foseta o abertura mesogastral.

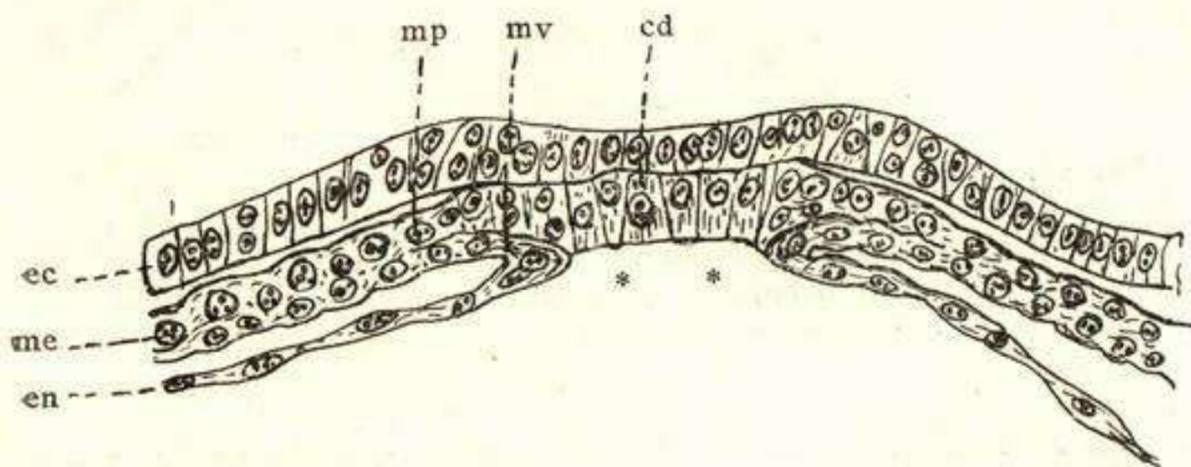
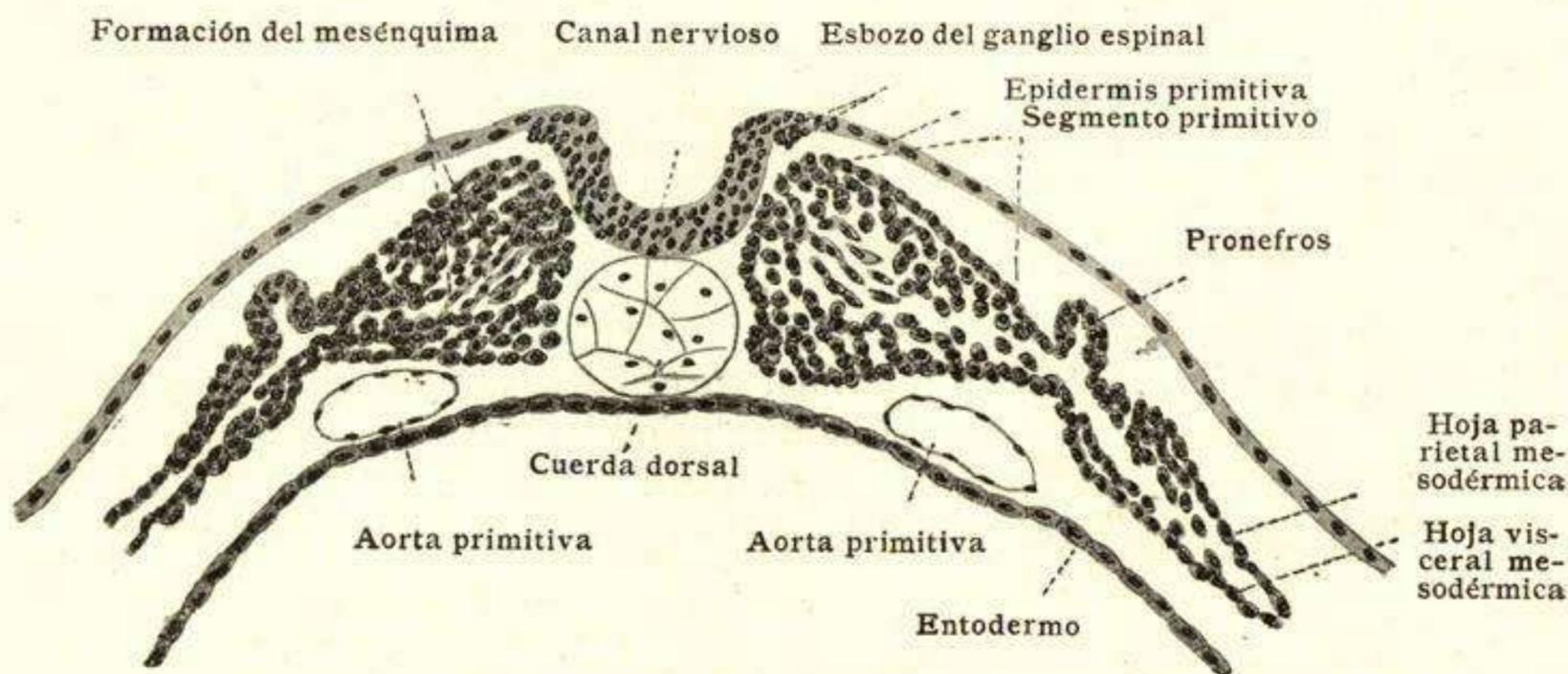


Fig. 167. Corte transversal del escudo embrional del conejo. mp, hoja parietal mesodérmica; mv, hoja visceral mesodérmica; ec, ectodermo; en, entodermo; me, mesodermo; cd, futura cuerda dorsal; \*\*, sitio donde, resuelta la soldadura de la doble hoja ento-mesodérmica, se pasa (virtualmente) de la cavidad intestinal a la mesodérmica o celómica (que no es aún más que virtual). (Según Van Beneden. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

En estadios ulteriores, el mesodermo se desprende del lugar de origen; la región dorsal del entodermo o, mejor, el techo de la cavidad mesogastral, se modifica en orden a originar la *cuerda dorsal*; y la correspondiente del ectodermo forma primero la placa nerviosa que se convierte luego en canal (fig. 168) y más tarde en tubo nervioso; tubo nervioso que en la región del *nudo de Hensen* se continúa con

el entodermo, tomando aquí el nombre de canal *neurentérico*, como vimos en los demás vertebrados, precedentemente estudiados.

Cuanto al huevo humano, si bien son escasos los conocimientos directos que de él tenemos en los primeros estadios, como diremos más de propósito en su lugar (n. 107 y sigs.), todavía la analogía con los demás mamíferos, por un lado, y, por otro, lo que permiten ver y barruntar cortes de material estudiado por varios autores; podemos colegir, si prescindimos de algunas divergencias que tocaremos mas adelante (n. 111), que, en general y en lo substancial, ocurre lo mismo que en los demás mamíferos. Así en la fig. 169 tenemos un embrión humano de 2 mm. de longitud, visto por encima: en él se aprecia perfectamente el canal medular (cm); y detrás de él, el canal neurenté-



**Fig. 169.** Corte transversal del embrión de mamífero en el estadio en que el ectodermo se ha transformado en canal nervioso, se ha desprendido lateralmente el mesodermo para formar los segmentos primitivos, dejando en medio la cuerda dorsal; debajo de ella el entodermo se ha reconstituido en capa continua etc. (Esquema original).

rico (cn) en la región de la foseta primitiva; y más atrás, restos de la *línea primitiva*. El corte que pasa por el canal neurentérico de dicho embrión (fig. 170), nos permite hacernos perfecto cargo del paso del canal nervioso al intestino, indicado por la saeta: aquí se ve claro que el ectodermo se continúa, hacia dentro del poro, con el entodermo; y a uno y otro lado, aparece la masa del mesodermo. Si el corte lo practicamos más atrás, esto es, en el canal primitivo que, como ya sabemos, es un surco longitudinal encima de la línea primitiva, obtendríamos una figura (fig. 171) que recuerda la figura 164 del embrión de conejo.

Podemos, pues, concluir que, aunque los caminos recorridos, para la formación de las hojas blastodérmicas, es muy diverso, según los

grupos de animales; no obstante, se llega, finalmente, a un punto o estadio evolutivo, en que todos los vertebrados, desde el ínfimo (*Amphioxus*) al supremo (*mamífero*), convienen: obtenido el cual, los procesos evolutivos guardan mucha mayor uniformidad, como tendremos ocasión de ver en la segunda parte u organogénesis. Lo cual es el mayor argumento de que todos ellos pertenecen a un mismo tipo: al tipo de los *vertebrados*.

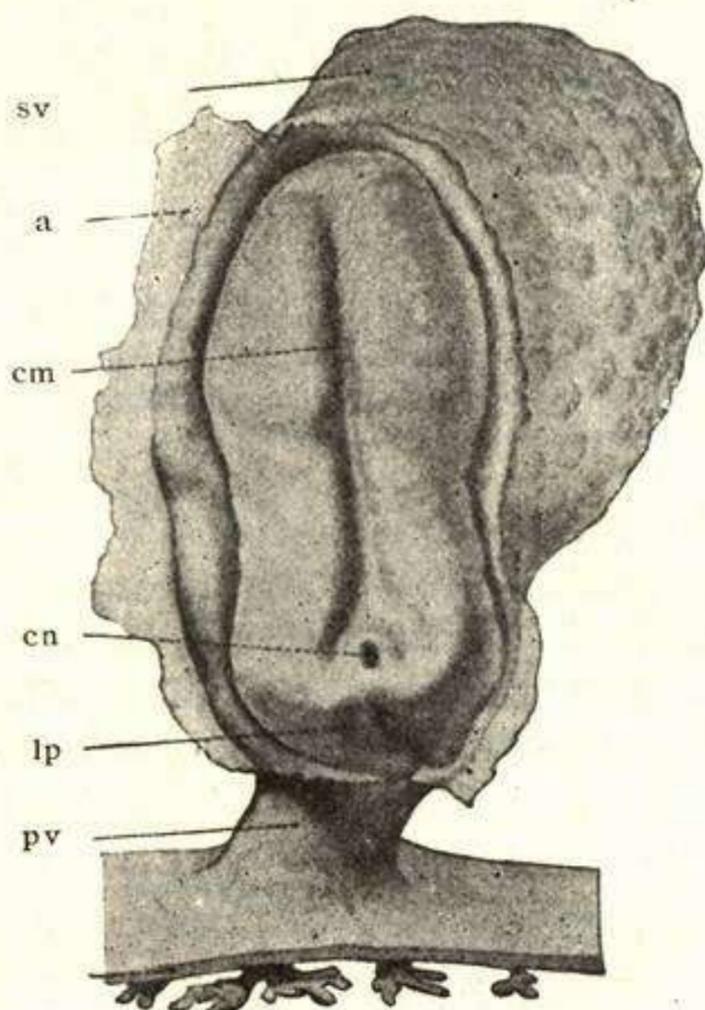


Fig. 169. Embrión humano de dos mm. de longitud, visto por encima o por el dorso después de abierto el amnios. sv, saco vitelino; a, amnios; cm, canal medular; cn, canal neurentérico; lp, línea primitiva; pv, pedúnculo ventral. (Según Graf Spee. Del Handbuch etc. de O. Herwig, quien a su vez lo toma de Kollmann).

**79. Inversión de las hojas germinales.**— Sobre un fenómeno conviene aquí llamar la atención, a fin de evitar falsas interpretaciones en el estudio de material embriológico de este período ontogénico, respecto de ciertos animales, donde el ectodermo y el entodermo parecen estar invertidos: hecho que se ha consignado con el nombre de *inversión de hojas germinales*. Se ha observado el fenómeno en algún insectívoro y en roedores: se dan varios grados de esta inversión.

Una como primera tentativa de la inversión la ha visto Heape en el *topo* (*Talpa europaea*), insectívoro. La blástula (fig. 172) presenta el aspecto ordinario: una capa de células aplanadas constituye la pared

de la blástula, un cuerpo celular, adherido a un punto de ella, indica el escudo embrional. Este cuerpo se aplana luego y sus células se distribuyen en varias capas: la interna (fig. 173, en) es el entodermo; las restantes representan el ectodermo embrional (fig. 173, ec) con la

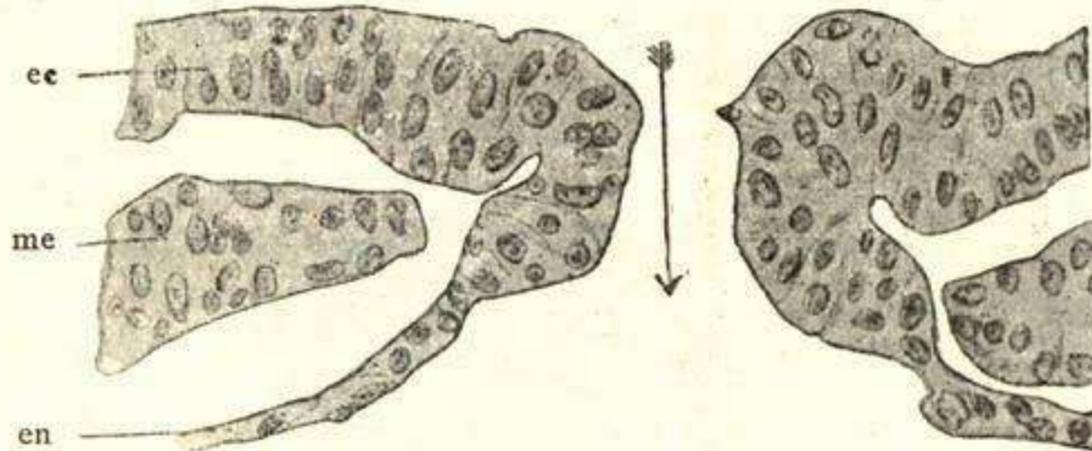


Fig. 170. Corte transversal del canal neurentérico del embrión humano de la figura precedente. ec, ectodermo; me, mesodermo; en, entodermo. La saeta indica el paso del canal neuréntico. (Según Graf Spee. Del Handbuch de O. Hertwig, quien a su vez la toma de Kollmann).

capa tectriz o de Rauber. En un estadio más avanzado, comienza la capa de Rauber a proliferar (fig. 174, ct) y a constituir una red, cuyas mallas se llenan de líquido (fig. 175, ct), hundiéndose hacia dentro de la cavidad blastular, así el ectodermo como el entodermo. El proceso cede luego; desaparecen poco a poco la red y sus mallas (fig. 176), y más tarde también la capa de Rauber, volviendo las hojas germinales a ocupar su situación normal (fig. 177).

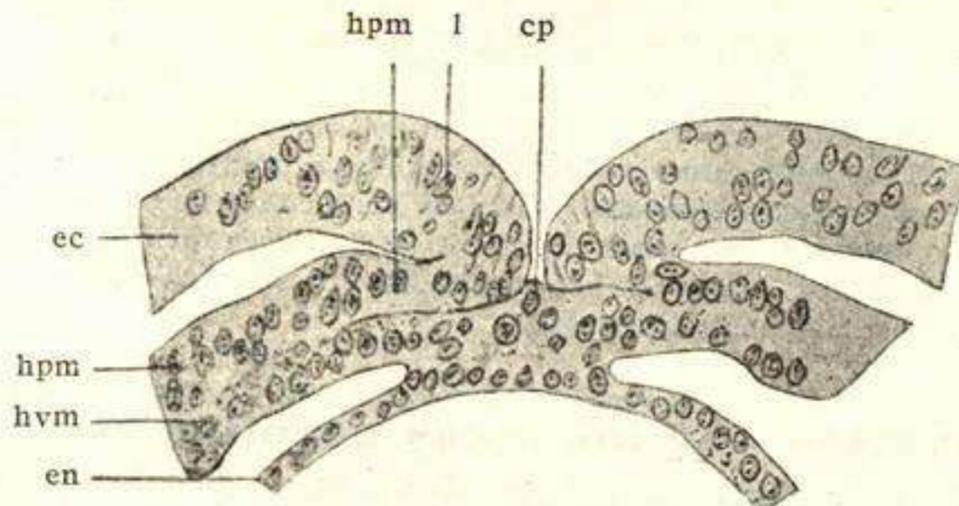


Fig. 171. Corte transversal del canal primitivo del embrión humano de la figura 169. l, labio lateral del blastóporo, esto es, del canal primitivo que equivale al blastóporo; cp, canal primitivo; ec, ectodermo; en, entodermo; hpm, hoja parietal mesodérmica; hvm, hoja visceral mesodérmica. (Según Graf Spee. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

Más notable es el fenómeno en el *topo roedor* (*Arvicola arvalis*), estudiado bajo este concepto por Kupffer. Porque aquí, en la región del escudo embrional, existe una verdadera disminución entre la capa tectriz que une la blástula al útero y las dos hojas germinales o blas-

todérmicas, ectodermo y entodermo (fig. 178, ct). Entrando aquélla en proliferación, da origen a una formación lenticular, cuyo centro se excava (fig. 179): a este cuerpo dió Selenka el nombre de *suspensor* (1) (Träger). Creciendo hacia dentro el cuerpo lenticular y tomando forma de grueso vástago, obliga a invaginarse el *ectodermo*

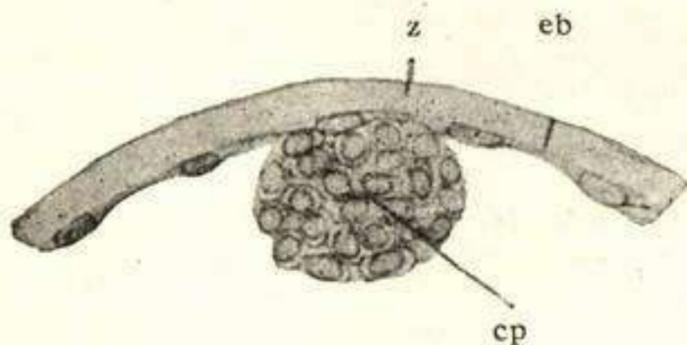


Fig. 172. Corte de la parte superior de la blástula del *topo insectívoro* (*Talpa europaea*). z, zona pelúcida; eb, ectodermo blastular (trofoblasto de Hubrecht); cp, montón de células prominente dentro de la cavidad blastular. (Según Heape. Del *Hanbuch* etc. de O. Hertwig).

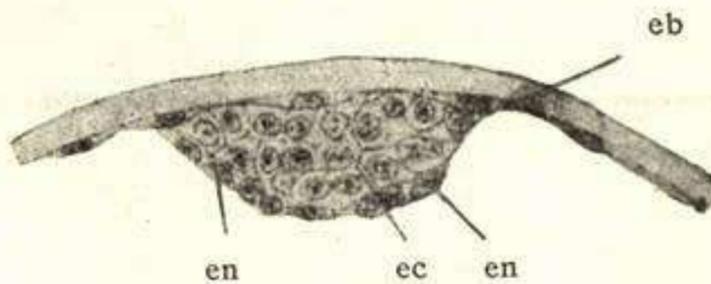


Fig. 173. Corte de la parte superior de la blástula del mismo animal, en un estadio más adelantado. ec, ectodermo; en, entodermo; eb, ectoblasto. (Según el mismo autor y del mismo libro).

*embrional* o formador, y con él, el *entodermo* que reviste a éste, hundiéndose cada vez más en el interior de la blástula (fig. 180), siempre separados del suspensor por una gran cavidad. Esta cavidad es la llamada cavidad *amniótica primitiva*. Con esto, el huevo se presenta

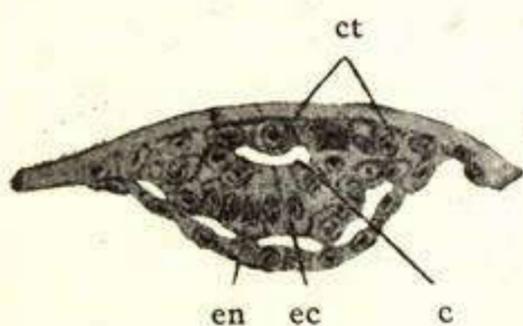


Fig. 174. Estadio de la misma blástula más avanzado que el de la figura anterior. ec, ectodermo; en, entodermo; ct, células tectrices; c, cavidad que se forma debajo de ellas. (Según el mismo autor y del mismo libro).

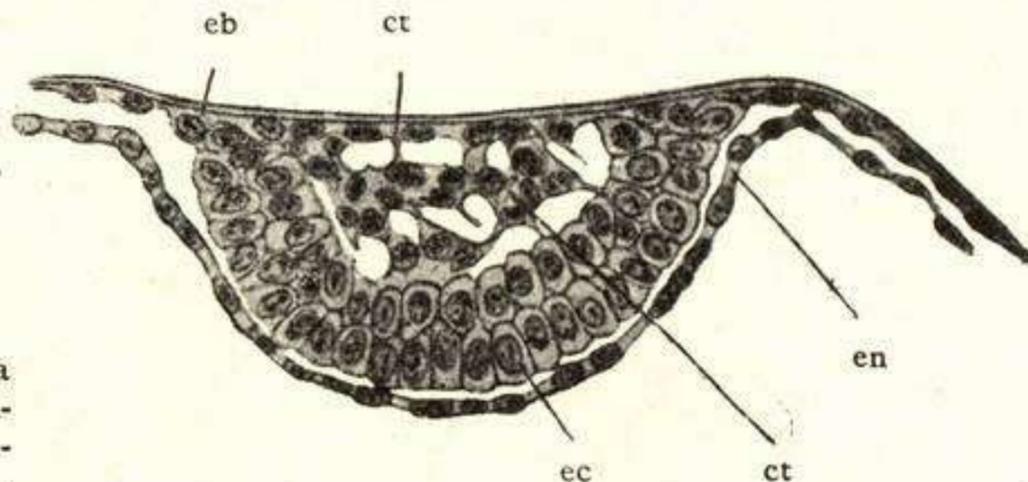


Fig. 175. Estadio más avanzado de la misma blástula que en la figura anterior. ct, células tectrices; eb, trofoblasto; ec, ectodermo embrionario. (Según el mismo autor y del mismo libro).

a la vista del observador como si tuviera sus hojas germinales invertidas, el *entodermo* hacia fuera y hacia dentro el *ectodermo*: lo cual indujo a la falsa concepción de la inversión de hojas germinales. Más tarde, el suspensor se reduce notablemente, y la cavidad que lo separa

(1) La palabra Träger, significa propiamente soporte: nosotros la traducimos en este lugar por suspensor como término más embriológico, y equivalente al suspensor del embrión vegetal, (véase nuestra obra: *Histología, Embriología y Anatomía microscópica vegetales*. Parte II, cap. III, art. I. 1921).

del ectodermo embrional, no desaparece como en el caso anterior, sino que se convierte en la cavidad amniótica definitiva que nos ocupará más tarde.

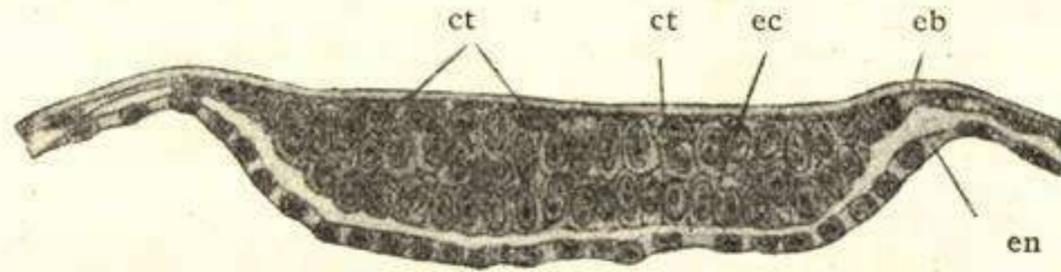


Fig. 176. Estadío más avanzado que en la figura precedente. ct, células tectrices; eb, trofoblasto; ec, ectodermo; en, entodermo. (Según el mismo autor y del mismo libro).

La inversión de hojas germinales se complica cada vez más en los *múridos* (*rata*, *ratón*), donde la han estudiado Selenka, Fraser y también nosotros tuvimos ocasión de estudiarla en estos roedores en

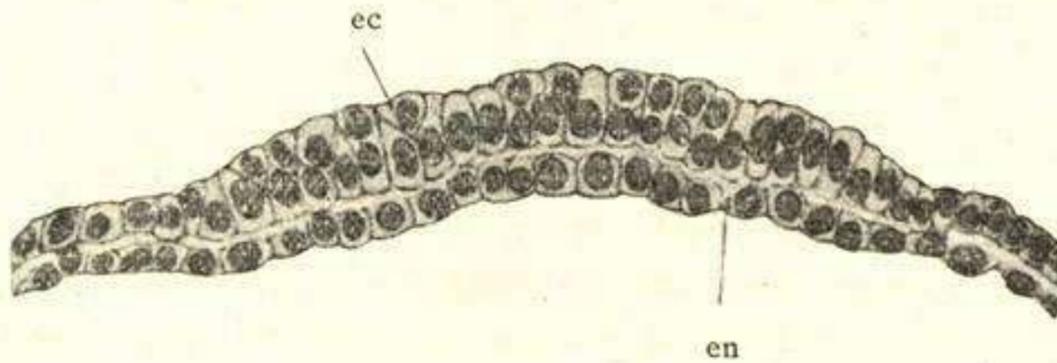


Fig. 177. Estadío aún más avanzado que el de la figura anterior. ec, ectodermo; en, entodermo. (Según el mismo autor y del mismo libro).

nuestras investigaciones sobre las células gigantes (1908). También en la blástula de estos roedores se pueden distinguir pronto varias capas (fig. 181). La capa tectriz del escudo embrional, apenas adhe-

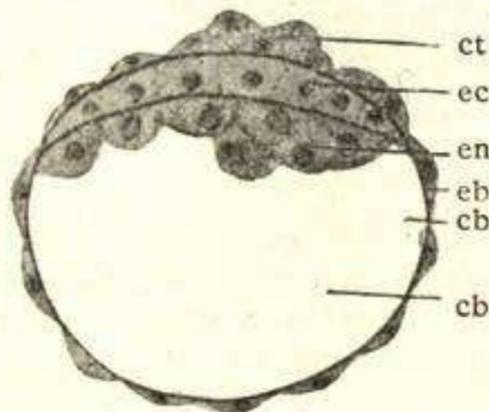


Fig. 178. Corte de la blástula del topo roedor (*Arvicola arvalis*). ct, capa tectriz; ec, ectodermo; en, entodermo; eb, ectodermo blastular (trofoblasto); cb, cavidad blastular (blastocela). (Según Kupffer. Del Handbuch etc. de Hertwig).

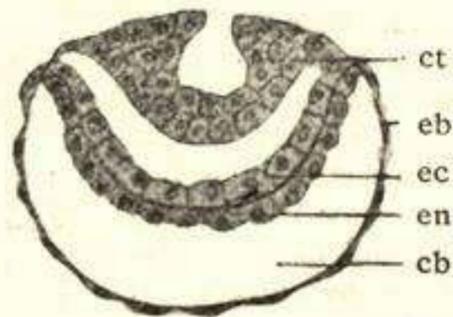


Fig. 179. Corte de la blástula del mismo roedor en un estadio más avanzado: en el centro del suspensor aparece una excavación. Las letras significan lo mismo que en la figura (Según Kupffer. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

rido el huevo al útero, prolifera, empujando hacia dentro el ectodermo embrional; el cual forma primero un saco que luego se convierte en cavidad cerrada (fig. 182, am), por soldadura de la invaginación. Esta

cavidad es la cavidad amniótica verdadera; al paso que otra cavidad que se origina en el seno del suspensor (fig. 182, fa) es la falsa cavidad amniótica. La invaginación va creciendo hacia el polo opuesto del huevo, resultando un utrículo, que encierra dos cavidades: la opuesta al suspensor está revestida interiormente por el ectodermo y exteriormente por el entodermo: de éste (fig. 182, en) se desprenden células, que dotadas de movimiento amiboideo, a juzgar por su aspecto, van a revestir interiormente poco a poco la pared o ectodermo blastular o no embrional (fig. 183). Viene después otro estadio, en que se fusionan las dos cavidades, ántes mencionadas, la amniótica verdadera y la falsa, resultando un largo saco cerrado por todas partes (fig. 183), cuya pared interior está compuesta, en la mitad opuesta

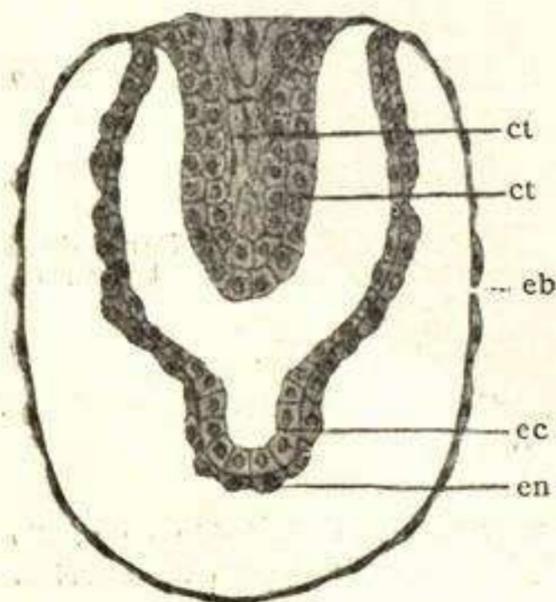


Fig. 180. Corte longitudinal de la blástula del mismo roedor en un estadio más avanzado. El suspensor ha tomado la forma de tarugo. ct ct, células tectrices; lb, ectodermo blastular (blastocèle); ec, ectodermo; en, entodermo. (Según Kupffer. Del Handbuch etc. de O. Hertwig.)

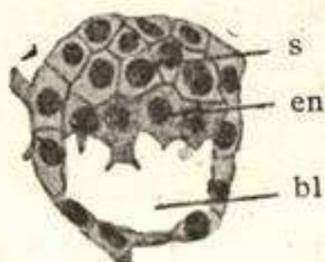


Fig. 181. Blástula de ratón (*Mus musculus*) según Selenka. s, suspensor; en, entodermo; bl, blastocèle. (Del Handbuch etcétera de O. Hertwig).

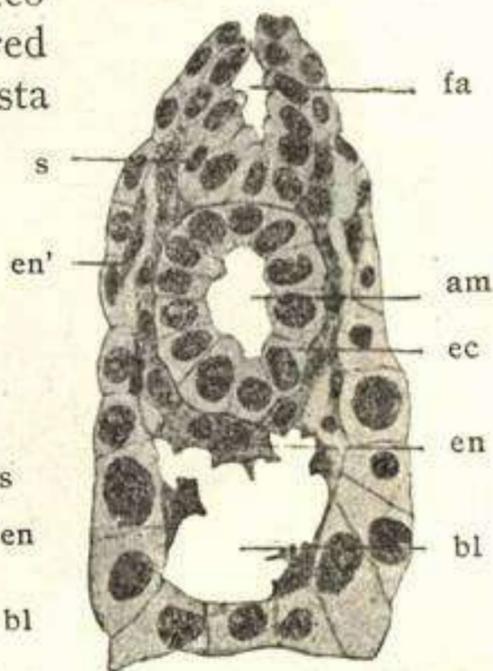


Fig. 182. Blástula de ratón con el suspensor excavado y la cavidad amniótica — s, suspensor; fa, falsa cavidad amniótica o excavación del suspensor; am, cavidad amniótica verdadera; ec, ectodermo; en, entodermo invaginado; en', entodermo sin invaginar; bl, blastocèle. (Según Selenka. Del Handbuch, etcétera, de O. Hertwig).

al punto de adherencia del huevo al útero, por el ectodermo embrional o formador; y en lo restante, por las células del suspensor. Muy bien aclara esta disposición el esquema de Selenka (fig. 184) con notación nuestra. En otro estadio más avanzado tornan a estar separadas las dos cavidades que pasajeramente se habían fusionado; pero ahora, para quedar definitivamente separadas, constituyendo la inferior o ectodérmica la cavidad amniótica definitiva (fig. 185), la separación se lleva a efecto mediante la soldadura de las dobladuras ectodérmicas (fig. 184). No hay por qué decir que más tarde se formará el cuerpo embrional en el fondo del saco (fig. 186, I), y la cavidad de éste en gran parte se invertirá en la formación de la cavidad amniótica (fig. 186, E).

Pero, donde los fenómenos que estudiamos llegan al colmo de complicación, es en el huevo del *cobayo* (*Cavia aperea*). Porque aquí el ectodermo formador, obligado a invaginarse por la proliferación

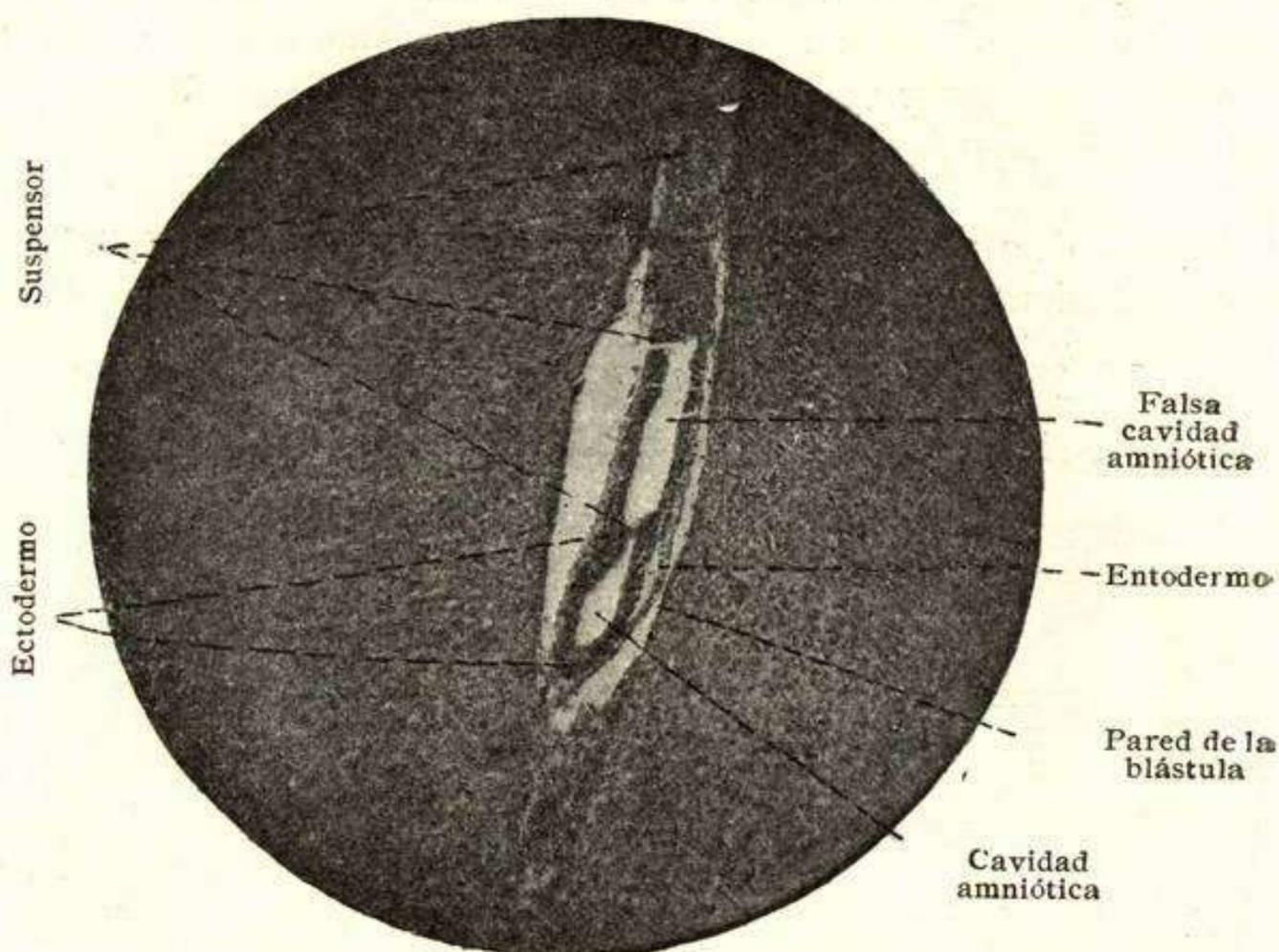


Fig. 183. Corte transversal del útero de rata (*Mus rattus*), con el embrión en medio en forma de utrículo alargado. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

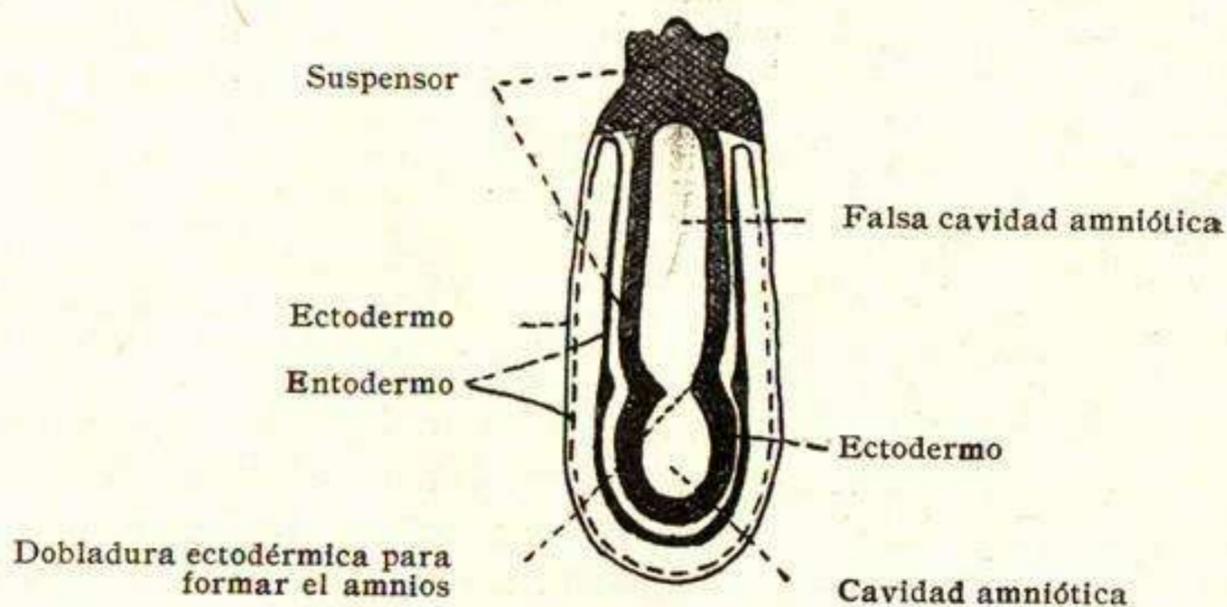


Fig. 184. Copia del esquema de Selenka, representando la inversión de hojas de la *rata doméstica* (*Mus decumanus*). Desde la dobladura hasta el fondo del saco interno es ectodermo formador o embrionario: de allí para arriba dibujado con distinto tono, es el suspensor encerrando la falsa cavidad amniótica. (Del art. de Keibel en el Handbuch de O. Hertwig).

de la capa tectriz, se cierra también, constituyendo una esfera hueca en el fondo del saco (fig. 187, ec), como en la rata; pero a diferencia de lo descrito en el huevo de ésta, la capa tectriz no queda en con-

tacto con la esfera ectodermal, sino que entre ésta y aquélla existe un espacio hueco (fig. 187, am) que ha recibido el nombre de *cavidad*

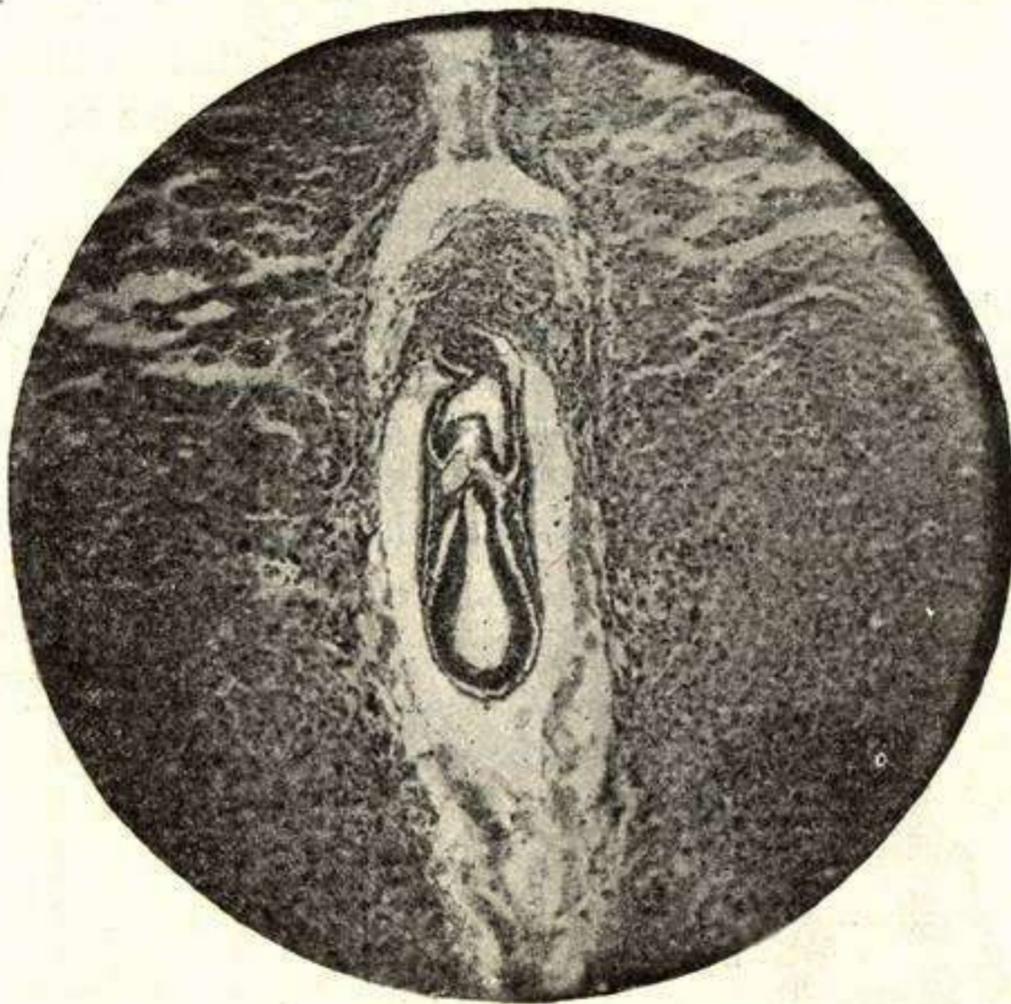


Fig. 185. Corte transversal del útero del ratón (*Mus musculus*). En el centro aparece el embrión utriculoso con las dos cavidades otra vez separadas. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

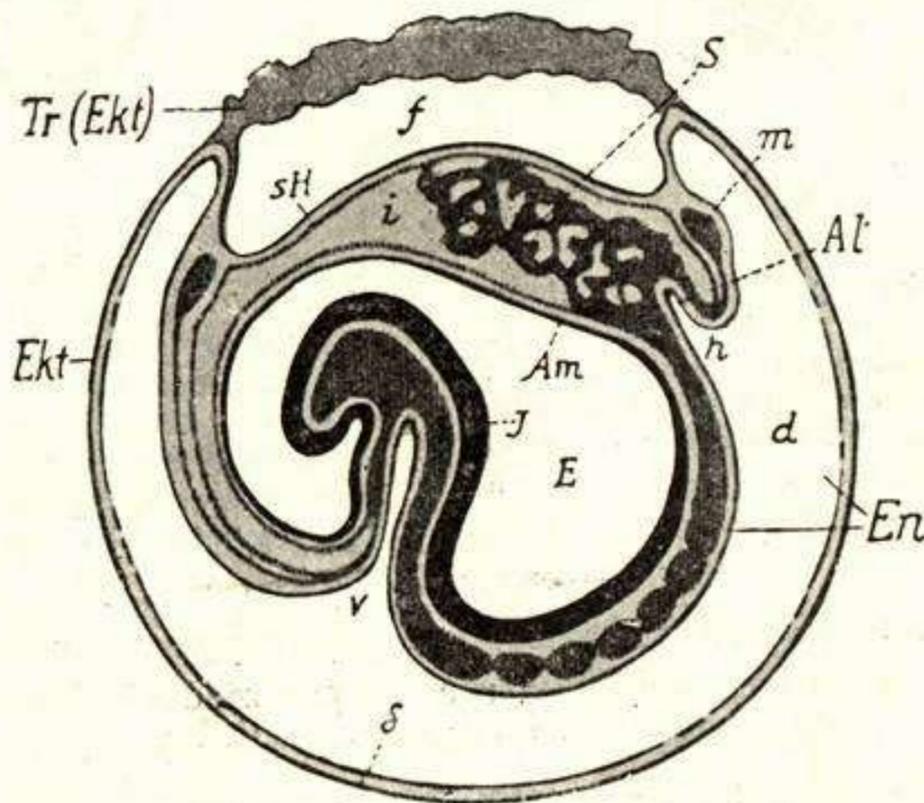


Fig. 186. Esquema de Selenka para mostrar la formación del cuerpo embrionario después de la inversión de hojas en los roedores. J, región cefálica del cuerpo embrionario; Tr) Ekt), suspensor constituido por células del ectoblasto (trofoblasto); Ekt, ectoblasto; En, entodermo; Al, parte entodérmica del esbozo de la alantoides; S, parte mesodérmica de dicha alantoides; Am, amnios; d, cavidad del saco vitelino (vesícula umbilical); v, puerta anterior del intestino; i, cavidad interamniótica, donde se expansiona la alantoides; sh, envoltura serosa (falso amnios); f, falsa cavidad amniótica; m, seno terminal; d, célula de la pared del saco vitelino. Del art. de Keibel en el Handbuch etc. de O. Hertwig).

*interamniótica*, por separar la cavidad amniótica verdadera, representada por el hueco de la esfera ectodérmica, y la falsa (fig. 188, fa), que aparece en el centro del suspensor o cuerpo formado por la pululación de la capa tectriz. Más tarde, la esfera ectodermal se convierte en una gran vesícula: sin embargo, su cavidad nunca se fusiona con la del suspensor; antes se mantiene constantemente separada de ella, por la cavidad *interamniótica*.

Se podría preguntar aquí por la causa de esta especie de anomalía en la inversión de hojas blastodérmicas. Selenka cree que el fenómeno está en relación con la nutrición de la blástula de roedores. La blás-

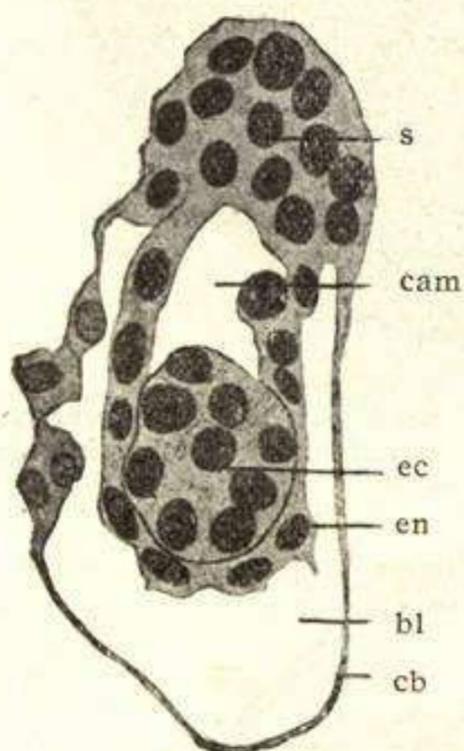


Fig. 187. Corte longitudinal de la blástula de 7 días del conejito de Indias. s, suspensor; cam, cavidad interamniótica; ec, ectodermo formador o embrionario; en, entodermo; bl, blastocelo; cb, ectoblasto. (Según Selenka. Del Handburch etcétera de O. Hertwig).

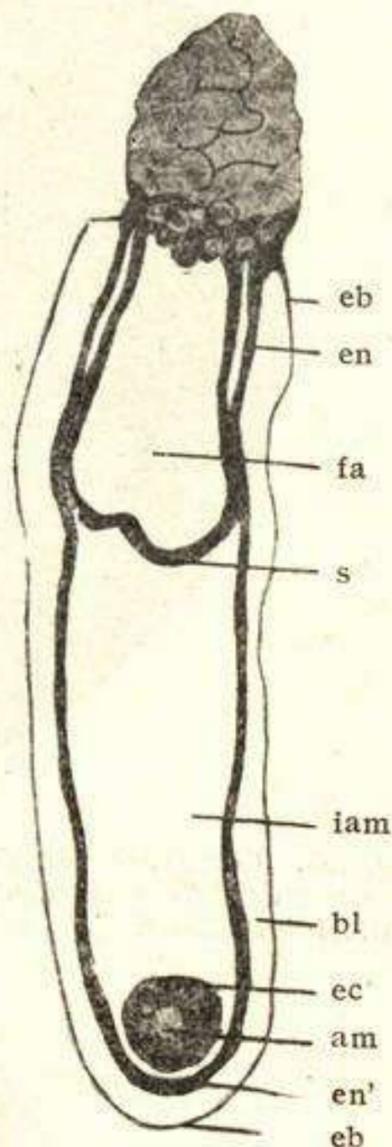


Fig. 188. Corte longitudinal de la blástula de 9 días del conejito de Indias. eb, ectoblasto (trofoblasto); en, entodermo; fa, falsa cavidad amniótica; s, suspensor; iam, cavidad interamniótica; bl, blastocelo, en', parte invaginada del entodermo, am, cavidad amniótica. (Según Selenka. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

tula de estos mamíferos es, en efecto, muy pequeña, y contrae prontamente adherencia con la mucosa uterina por medio del suspensor, que le sirve sin duda de órgano de nutrición: razón por la cual recibe éste también el nombre de cono ectoplacentario, al menos en la rata o ratón (fig. 268).

Los hechos que acabamos de describir con el título de inversión de hojas blastodérmicas o germinales, parecen poner de manifiesto que la capa superficial de la blástula de los mamíferos, no tiene la misma significación que en los demás vertebrados; pues el ectodermo

embrional no parece derivarse, al menos directa e inmediatamente, de ella, sino más bien de la capa subyacente: cosa evidente en el caso de inversión de hojas. Por esta causa dijimos más arriba (n. 72), que Hubrecht ha llamado a la capa superficial de células aplanadas o estiradas tangencialmente *trofoblasto*, en contraposición al *epiblasto* (ectodermo) formador.

Finalmente, para concluir este artículo, haremos notar que en el caso de inversión de hojas germinales, el cuerpo del embrión se forma, según ya queda indicado, en el fondo de la cavidad amniótica, ofreciendo, al principio un dorso *cóncavo* (fig. 186), contra lo que suele suceder en los vertebrados; pero, poco a poco y a medida que se va moldeando y creciendo, juntamente se va enderezando y tomando la forma general, convexa por el dorso y cóncava por el vientre.

Advirtamos, al fin de todo, que cierto grado de inversión de hojas blastodérmicas parece ocurrir también en los huevos de los primates y, por consiguiente, en el humano (véase más adelante, n. 109 y sgs.); y puede que sea propiedad de todos los huevos de *implantación intersticial* (n. 109).

## CAPÍTULO V

### ÓRGANOS PRIMITIVOS EN LAS HOJAS BLASTODÉRMICAS O GERMINALES

#### I. Segmentos primitivos

**80. Orientación.**— Una vez formadas las cuatro hojas germinales, tienen lugar en ellas muchos cambios o transformaciones, en orden a ulteriores complicaciones y formaciones de órganos definitivos. A estos cambios llamaremos ahora órganos primitivos. Tres cosas suelen llamar muy pronto la atención del embriólogo: primero, una segmentación transversal, muy marcada, a cada lado del eje longitudinal del disco embrionario; segundo, la aparición de un tejido de rellenamiento, llamado mesénquima; y finalmente, la formación de sangre y el primer esbozo de un sistema vascular.

**81. Segmentos primitivos en *Amphioxus*.**— Así como el pez lanceta nos ha servido de base y tipo fundamental, para la formación de hojas germinales; así nos va a servir ahora de punto de partida para el estudio de los *segmentos primitivos*. A los segmentos primitivos han llamado algunos *vértebras primitivas* o *protovértebras*. La denominación es, cuando menos, inexacta; puesto caso que, si bien existe alguna relación entre estos segmentos y las vértebras; con todo, no coincide una cosa con otra. Mas acertada parece la denominación de *somitas*, con que se designan también; pues somita no significa otra cosa que corpúsculo, nombre por consiguiente, que no prejuzga nada. De él también nos serviremos en esta obra.

Viniendo a los procesos embriológicos que tienen por objeto la formación de *segmentos primitivos* en *Amphioxus*, es de saber que, apenas iniciado el seno mesodérmico por evaginación del entodermo (fig. 92 y 189), se origina un tabique transversal y perpendicular al eje longitudinal del embrión que, partiendo de la región superior y lateral de dicho seno mesodérmico, crece hacia dentro y separa de él un espacio anterior; espacio o compartimento que comunica aún con la cavidad entodérmica: más tarde se cierra también esta comunicación, quedando aislado un primer segmento mesodérmico. A

cierta distancia del primero, se forma otro tabique y se aísla otro segmento; más allá, otro y así sucesivamente (fig. 190); de manera

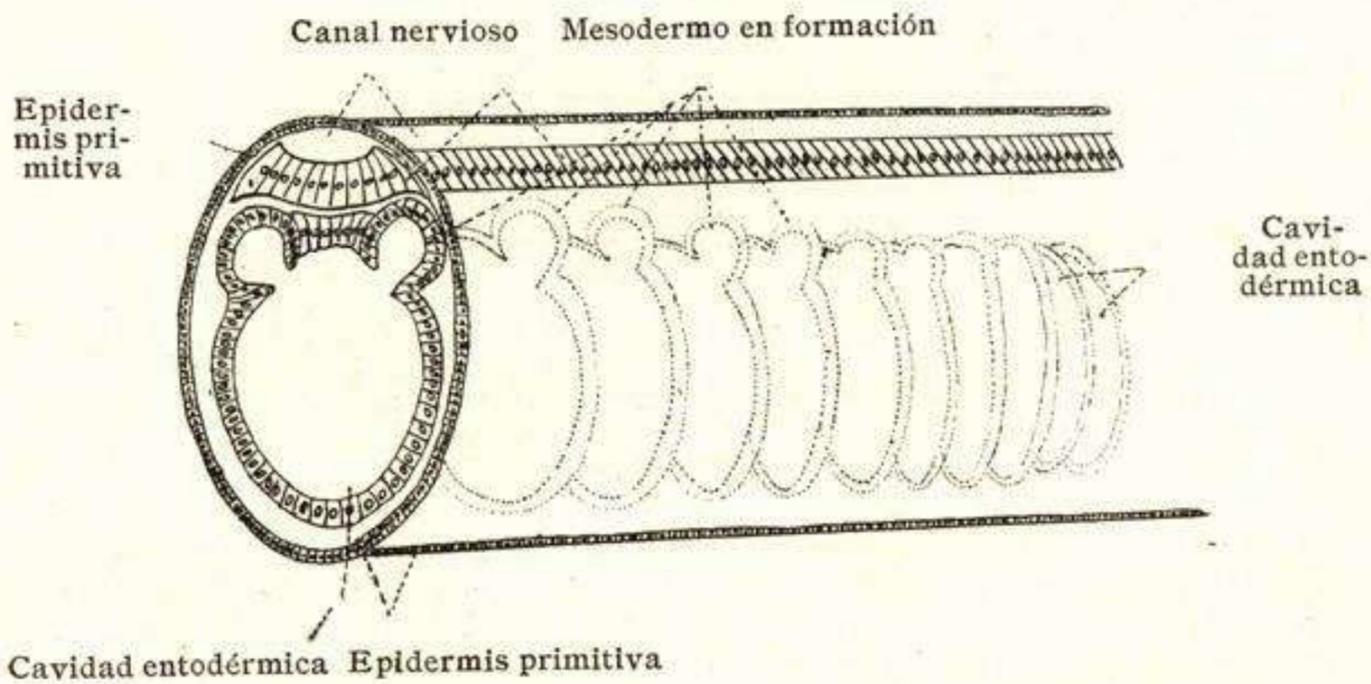


Fig. 189. Esquema para indicar la sucesiva formación del mesodermo. (Original).

que una larva que no cuenta más que 24 horas, posee ya 17 segmentos primitivos. Y dado que la larva se alarga y de delante atrás se repiten sucesivamente estos fenómenos embriológicos, recorriendo su cuerpo de delante atrás, hallaríamos el mesodermo y su segmentación en todas sus fases; de suerte que mientras hacia delante está ya cerrada la cavidad de los segmentos y estos aislados del entodermo; hacia atrás por ventura sólo se halla la insinuación del mesodermo (fig. 191). Una vez desprendido del suelo de origen el segmento primitivo crece hacia arriba por entre el ectodermo, por un lado, y la cuerda dorsal y el tubo nervioso, que en este interín se han ido formando, por otro (fig. 192). Crece además, hacia abajo entre el ectodermo y el entodermo. En otro estadio evolutivo la cavidad de cada segmento primitivo se divide por un tabique frontal (fig. 193, lado derecho mirando la figura) en dos compartimentos, uno superior y otro inferior. Los compartimentos superiores darán origen más adelante a la musculatura

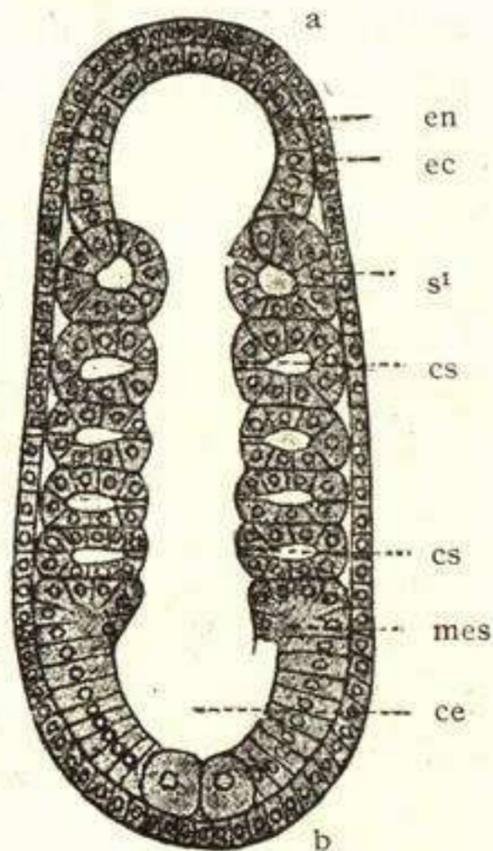


Fig. 190. Corte frontal de una larva (embrión) de *Amphioxus lanceolatus*. a, parte anterior; b, parte posterior; ec, ectodermo; mes, mesodermo; s<sup>1</sup>, primer segmento primitivo y detrás de él toda una serie; cs, cavidad del segmento primitivo; ce, cavidad del entodermo (arquentero). (Según Hatschek. Del Handbuch etcétera de O. Hertwig).

del cuerpo (fig. 193, m); los inferiores, por el contrario, resolviendo primero, los tabiques que separan unos de otros, formarán una cavidad común que será la cavidad *somática* definitiva.

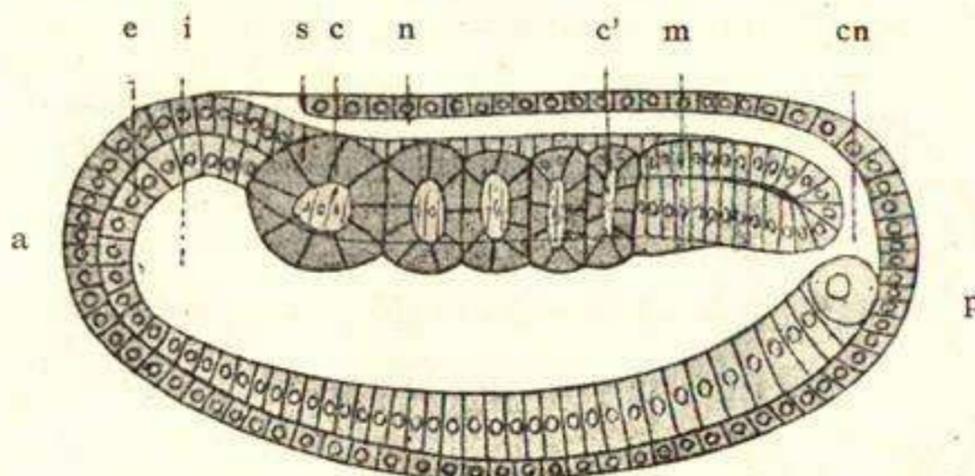


Fig. 191. Corte óptico longitudinal de un embrión de *Amphioxus* con cinco segmentos primitivos.—e, entodermo; i, cavidad intestinal; s, primer segmento primitivo; c, cavidad del segmento primitivo; n, canal nervioso recubierto por el epiblasto; c' cavidad del quinto segmento primitivo; cn, canal neurentérico, esto es, comunicación entre el canal nervioso y el intestino; a, parte anterior del embrión; p, parte posterior. (Segun Hatschek. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

**82. Segmentación primitiva en anfibios.** — En el mesodermo de huevos de anfibios, v. g., de tritones, podemos distinguir, para mejor explicar la formación de segmentos primitivos, dos regiones: la región *dorsal*, esto es, la que está a los lados del tubo nervioso y de la cuerda dorsal (*notocordio*); y la *lateral* o, sea lo

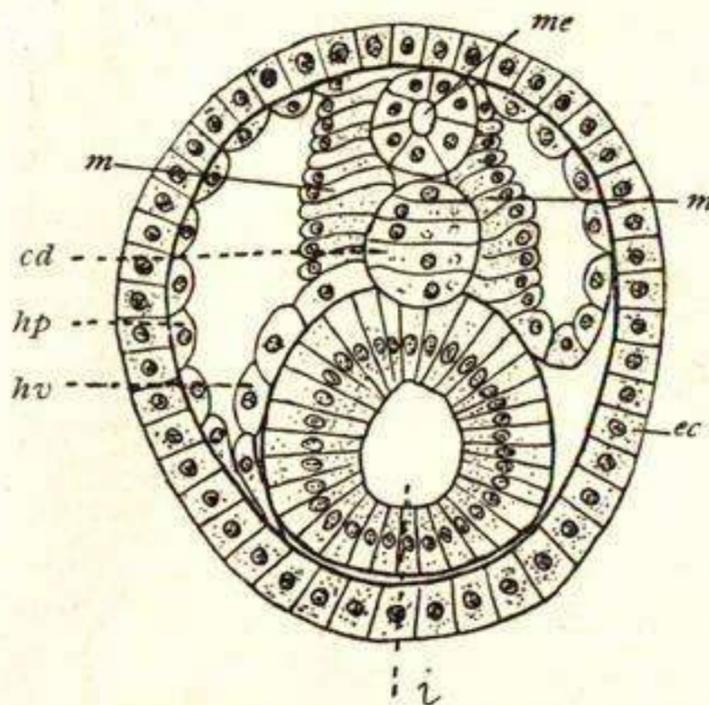


Fig. 192. Corte transversal del tronco de un embrión (larva) de *Amphioxus*.—ec, ectodermo; hp, hoja parietal del mesodermo; hv, hoja visceral del mismo; m, parte superior de esta hoja, transformándose en miótomo, esto es, en la placa muscular; me, tubo nervioso; cd, cuerda dorsal; i, intestino. (Según Hatschek. Del Embryologisches Praktikum de A. Opperl).

restante de él, que cae a los lados del cuerpo. La primera es la sola interesada en la formación de segmentos primitivos, llamada también por esta causa, *lámina de los segmentos primitivos*. Sus células crecen,

tomando la forma cilíndrica; y, separándose las dos hojas que lo componen, la *parietal* y la *visceral*, dejan en medio una cavidad, alrededor de la cual se ordenan las células cilíndricas (fig. 194). La región lateral del mesodermo, asimismo conocida con el nombre de *placa lámina lateral*, contra lo que hemos visto sucedía en *Amphioxus*, no toma parte en la segmentación primitiva, ni en anfibios, ni en otros vertebrados algunos.

La segmentación se origina del modo siguiente. Comenzando por la región anterior o céfalica y repitiéndose sucesivamente el fenómeno hacia atrás, la pared epitelial del mesodermo, en contacto con el sistema nervioso y la cuerda dorsal, se dobla transversalmente de trecho en trecho, dividiendo en una serie de compartimentos la cavi-

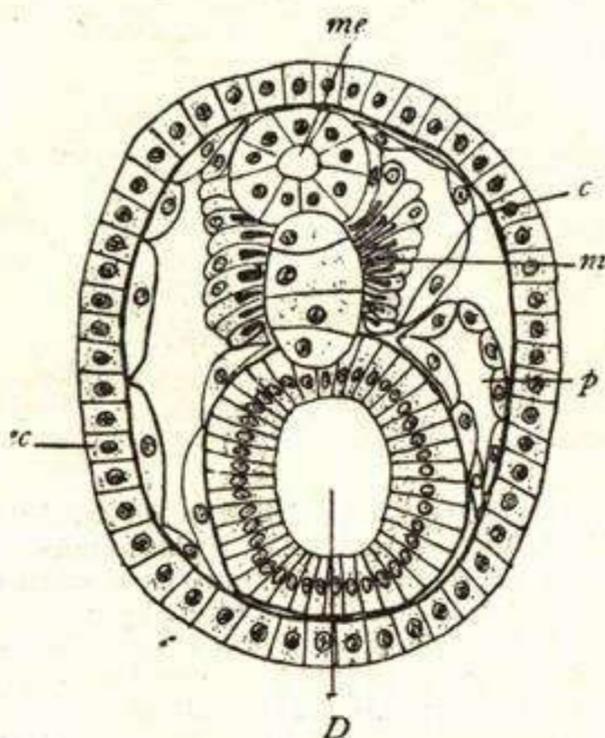


Fig. 193. Corte transversal de una larva (embrión) de *Amphioxus lanceolatus*. *ec*, ectodermo; *mc*, tubo medular; *c*, hoja parietal o cutánea; *m*, hoja visceral convertida ya en miótomo; *p*, placa o lámina lateral. (Según Hatschek: Del Embriologisches Praktikum de A. Ooppel).

dad mesodérmica. Estos compartimentos están, al principio, en comunicación con la cavidad del mesodermo lateral (fig. 194, A, *co*). Luego se cierra esta comunicación y se separan de la lámina lateral los segmentos primitivos (fig. 194, B. Haciendo ahora cortes, tanto transversales como frontales de las larvas, se ve a uno y otro lado de la cuerda dorsal, unos saquitos cuboideos (fig. 195), cerrados por todas partes.

Por lo dicho podemos distinguir en el mesodermo, tanto de éstos como de los demás vertebrados en el estadio en que ahora le consideramos, las regiones o partes siguientes: una región dorsal convertida luego en segmentos primitivos; otra ventral llamada *lámina lateral* y una zona de unión entre las dos, llamada *pieza intermedia* o *pedúnculo* del segmento primitivo.

En orden a su futuro destino que estudiaremos en la segunda parte, estas regiones reciben varios nombres. En la primera se halla

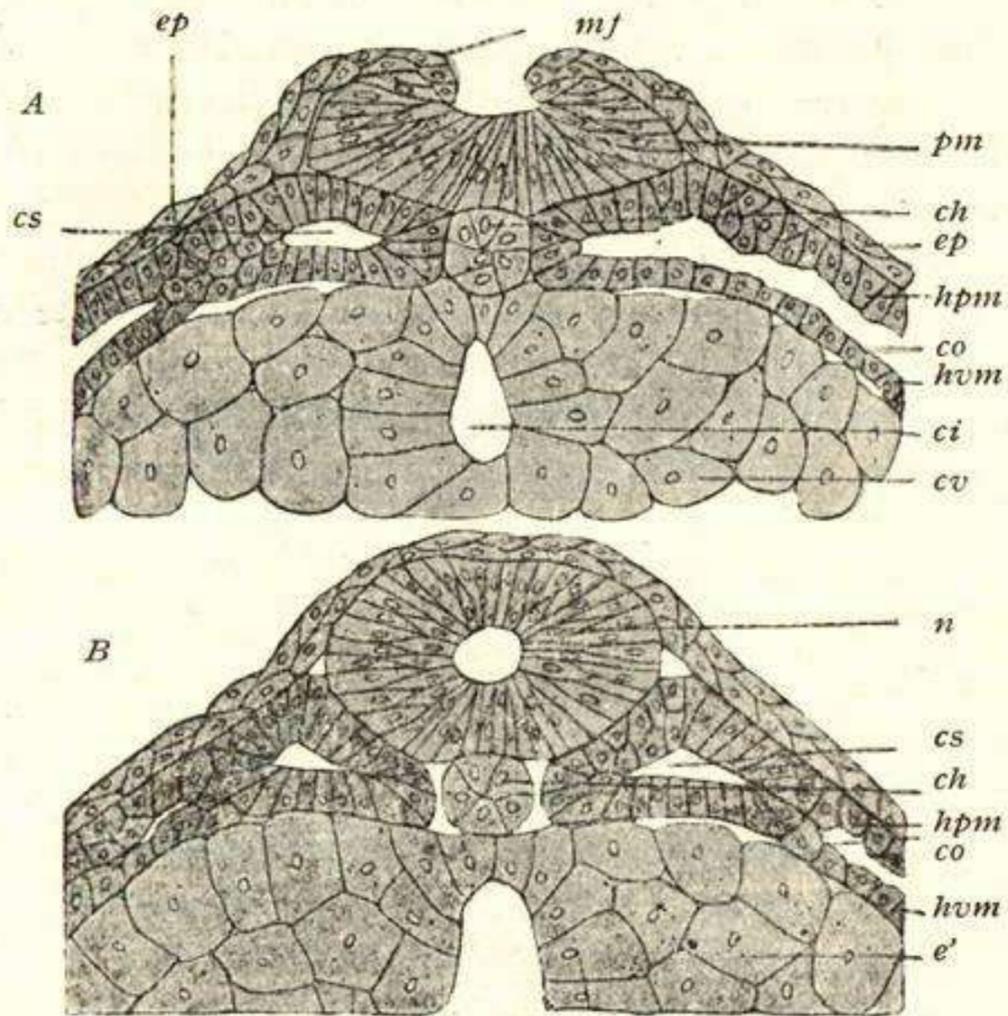


Fig. 194. Dos cortes transversales del huevo de *tritón* en diferente estadios evolutivos cogiendo sólo la parte dorsal.—A. Estadio más joven. *pm*, placa o lámina medular (nerviosa); *ep*, epidermis primitiva o capa córnea (epiblasto de Brachet); *hpm*, hoja parietal del mesodermo; *hvm*, hoja visceral del mismo; *ci*, cavidad intestinal; *cv*, células vitelinas; *co*, celoma o cavidad somática; *ch*, cuerda dorsal; *mf*, dobladura medular; *cs*, cavidad del segmento primitivo.—B. Estadio más adelantado. *n*, tubo nervioso; *cs*, cavidad del segmento primitivo; *ch*, cuerda dorsal; *hpm*, hoja parietal del mesodermo (en la región de la lámina lateral); *hvm*, hoja visceral del mismo; *co*, celoma (cavidad somática); *e'*, células vitelinas. (Según O. Hertwig. De su Handbuch, etc.).

el origen de los músculos y del mesénquima: de aquí el nombre de

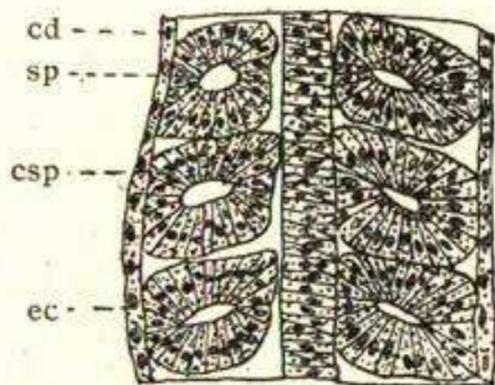
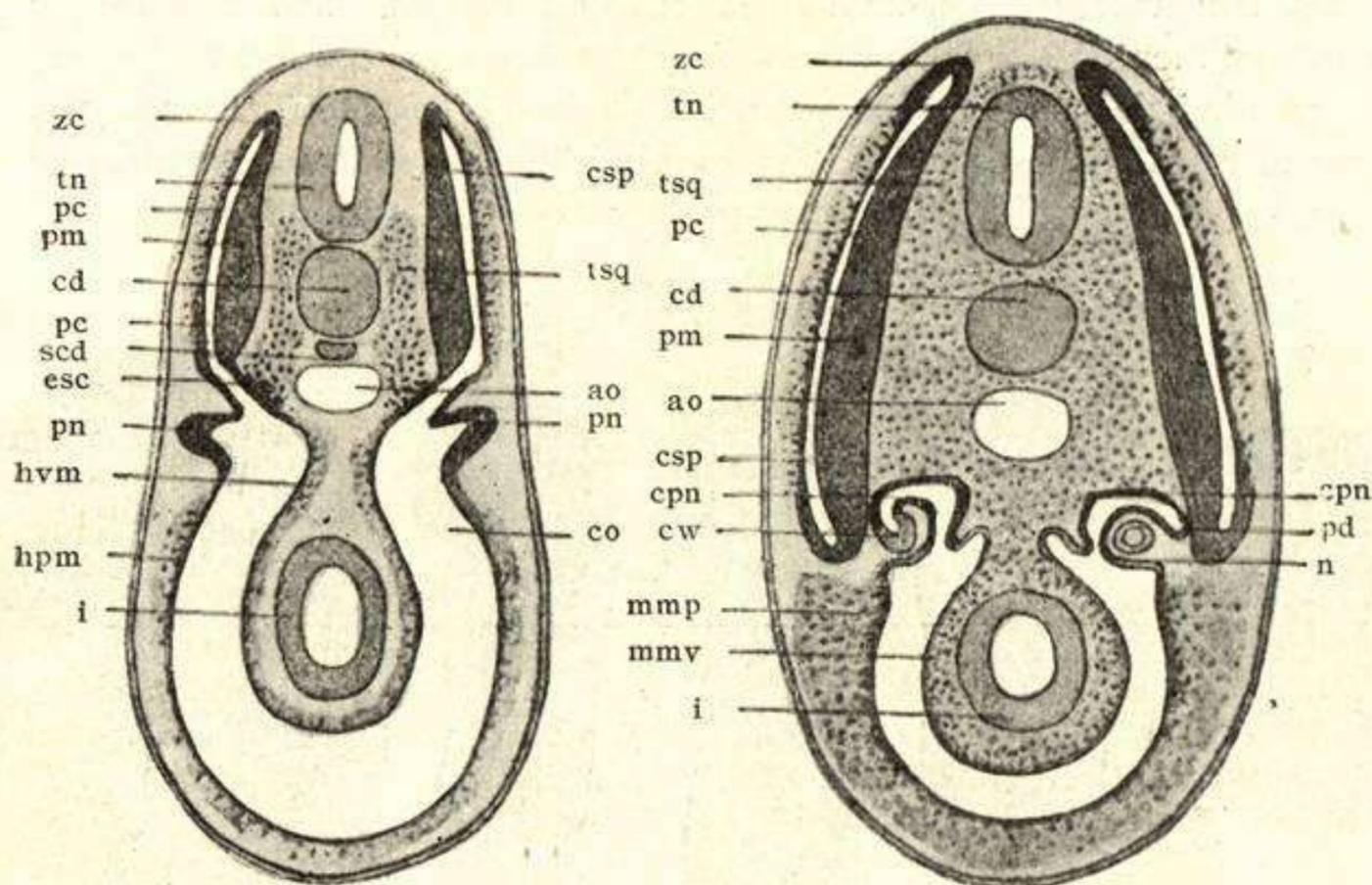


Fig. 195. Corte frontal de una larva de *tritón*. *cd*, cuerda dorsal; *ec*, ectodermo; *sp*, segmentos primitivos; *csp*, cavidad de los segmentos primitivos. (Según O. Hertwig de su libro: Die Elemente etc. .)

*miótomo* que se da también al segmento primitivo o al menos a la parte de él que engendrará la musculatura del tronco; y de *miocela*, a la cavidad de dicho segmento: la parte de él que produce el mesénquima, se llama *esclerótomo* y se halla en algunos huevos junto a la cara interna de la zona o pieza intermedia: razón por la cual adjudican algunos el esclerótomo a la pieza intermedia. En todo caso, la pieza intermedia está íntimamente rela-

cionada con otra formación, con la del sistema de excreción renal; por cuyo motivo se la designa también con el nombre de *nefrótomo*. Fi-

nalmente, la *lámina lateral* consta de dos hojas que representan las serosas primitivas, una externa o parietal, llamada *somatopleura*; y otra interna o visceral, conocida con el nombre de *esplacnopleura*. La cavidad que cogen en medio, es la cavidad *somática* o el *celoma*.

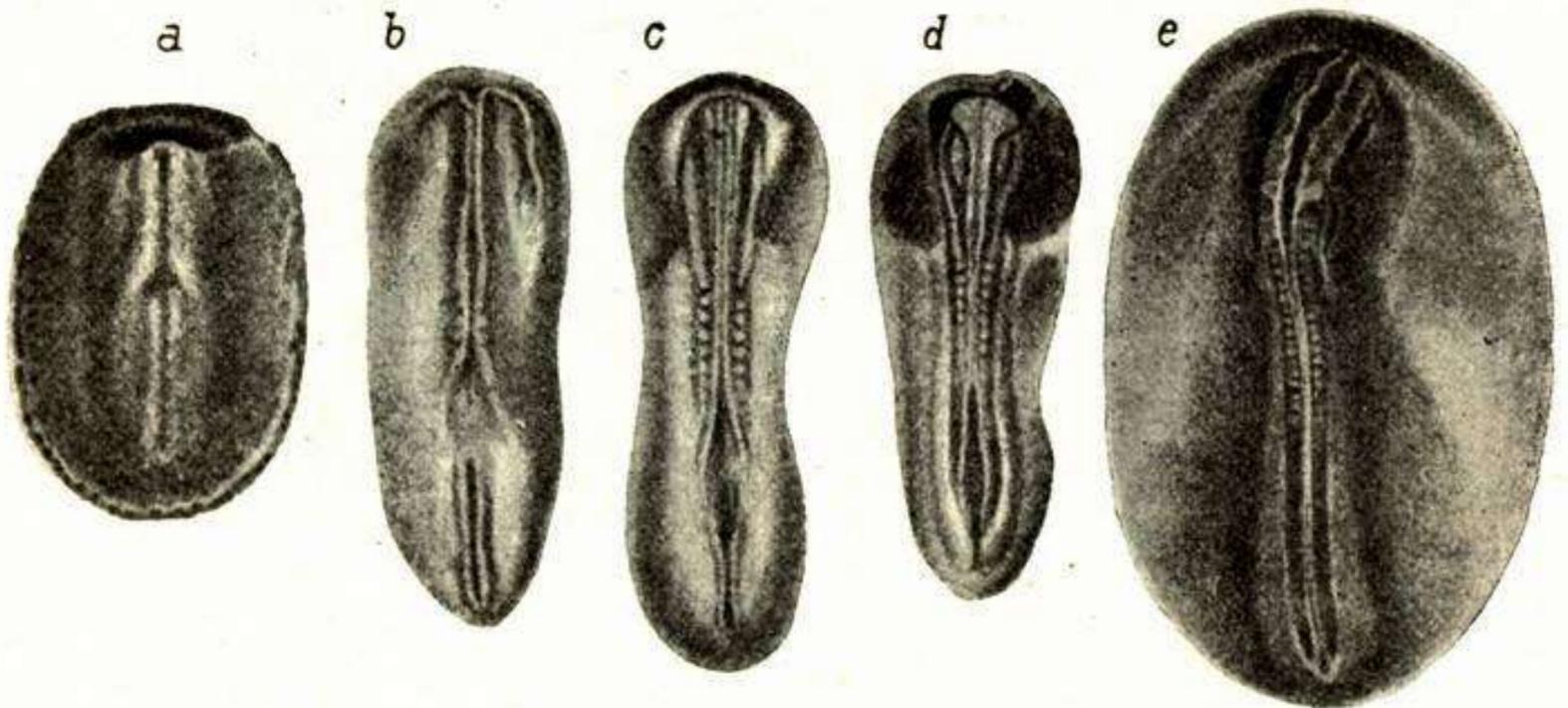


**Fig. 196.** Esquema de un corte transversal de embrión joven de selacio, en que se ve la cavidad superior del mesodermo que corresponde a los segmentos primitivos, en comunicación con la inferior o que corresponde a la lámina lateral; además, se expresan los puntos principales de la formación del mesénquima. zc, zona de crecimiento en que la placa miotómica se convierte en placa cutánea; tn, tubonervioso; pc, placa cutánea; pm, placa miotómica (miotomo); cd, cuerda dorsal; scd, cordón subcordal; esc, esclerótomo, origen del tejido esqueletógeno; pn, pronefros; hvm, hoja visceral mesodérmica desarrollando también mesénquima; hpm, hoja parietal mesodérmica desarrollando también mesénquima; i, intestino; csp, cavidad del segmento primitivo; tsq, tejido esqueletógeno; ao, aorta; co, celoma o cavidad somática. (Según Wijhe, modificada por O. Hertwig, Del libro: Die Elemente etc.).

**Fig. 197.** Esquema de un corte transversal de embrión de selacio más avanzado que el de la figura 196, para demostrar los puntos principales de los productos del mesodermo. zc, zona de crecimiento, en que la placa miotómica se convierte en placa cutánea; tn, tubo nervioso; sq, tejido esqueletógeno; pm, placa o lámina miotómica (miotomo, esto es, origen de la musculatura); ao, aorta; csp, cavidad del segmento primitivo, próxima a desaparecer; cpn, canal urinífero pronefal; cw, conducto de pronefros; mmp, mesénquima de la hoja parietal del mesodermo; mmv, mesénquima de la hoja visceral del mesodermo; i, intestino; pd, punto o extremo de desprendimiento del canal urinífero del segmento primitivo; n, nefróstoma o abertura del canal urinífero en la cavidad somática. (Según Wijhe, modificado por O. Hertwig: Del libro de éste: Die Elemente etc.).

**§3. Segmentos primitivos en huevos de selacios y amnióticos.** — a) *Selacios*. No muy diferente del que acabamos de ver en anfibios, es el proceso de la formación de segmentos primitivos en los huevos meroblásticos de los selacios, separándose

mucho en esta parte, de los otros huevos meroblásticos, según pronto estudiaremos. El mesodermo, separando sus dos hojas, origina una gran cavidad somática. En la región superior, que corresponde a la *lámina* de los *segmentos primitivos*, las paredes se engruesan; y, de trecho en trecho, comenzando por la región anterior, se forman tabiques transversales, dividiendo la cavidad común en una serie de compartimentos que largo tiempo permanecen en comunicación con la cavidad de la *lámina lateral* del mesodermo (fig. 196). De manera que el resultado es como si esta cavidad hubiese sufrido dorsalmente una serie de evaginaciones metaméricas, esto es, seriadas una detrás



**Fig. 198.** Serie de embriones de pollo en distintos estadios de incubación. a, embrión a las 38 horas de incubación: de hecho a las 28: porque el primer día se interrumpió la incubación por espacio de 10 horas. Esta circunstancia puede que no sólo influya en el sentido de detener igual número de horas la evolución, sino que puede producir una perturbación más profunda que luego le cueste vencer al poder auto-regulador del embrión. b, embrión de pollo a las 20 horas de incubación: se inician ya en él los segmentos primitivos o somitas a los lados del sistema nervioso, aun no cerrado en tubo; c, otro embrión a las 24 horas de incubación; e, idem de 46 horas de incubación. (Según Keibel. De su art. en el Handbuch de O. Hertwig).

de otro. Más tarde, se estrangulan los segmentos primitivos desprendiéndose de la *lámina lateral* (fig. 197): sus paredes se engruesan y poco a poco hacen desaparecer su cavidad.

b) *Segmentación primitiva en huevos de amnióticos.* Hasta aquí hemos visto que la segmentación primitiva del mesodermo era debida a dobladuras y a estrangulaciones. En los huevos de amnióticos (reptiles, aves y mamíferos) no parece que sea así. En su mesodermo podemos también distinguir, como en el de anfibios y selacios, la *lámina* de *segmentos primitivos* y la *lámina lateral*. En aquella principalmente están las dos hojas, *parietal* y *visceral* del mesodermo, apretadas entre sí y constituidas por varias capas de células pequeñas. Así parece toda esta región del mesodermo casi como un macizo

celular a lo largo del cuerpo, que con razón han llamado *zona raquídea* (fig. 199, 6), en oposición a la región lateral, denominada *zona lateral* (fig. 199, 7). En la *zona raquídea* van apareciendo en el embrión de pollo desde el segundo día de incubación (fig. 198, a, b, c, d, e) y en el conejo (fig. 199) desde el octavo día una serie de cuerpos cuboideos, a uno y otro lado del *canal primitivo*, separados unos de

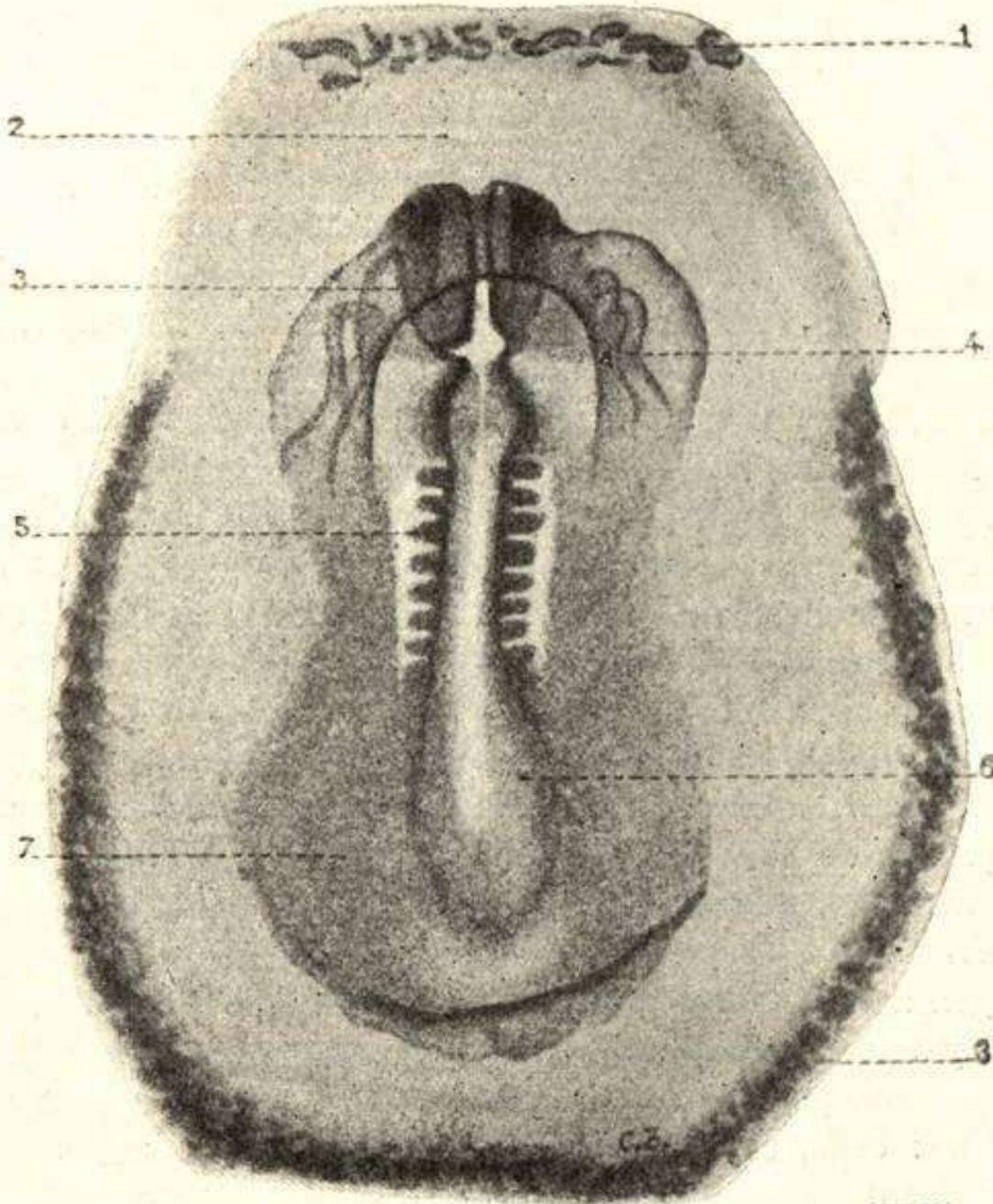


Fig. 199. Embrión de conejo de 200 horas (8 días) visto por encima. 1, vasos del área vascular que se extiende al rededor de la área opaca; 2, proamnios; 3, borde inferior del repliegue cardíaco; 4, esbozo del corazón; 5, somitas; 6, zona raquídea; 8, borde interno del área opaca. (Dibujo del Dr. N. Bonne. Del Précis d'Embryologie Humaine de F. Tourneux).

otros por espacios claros, que son otros tantos segmentos primitivos. Su formación se debe, sin duda, a hendiduras que ha sufrido el cuerpo macizo de la zona raquídea. Cada segmento desarrolla más tarde una cavidad (fig. 200, formación ahuecada elíptica a la izquierda junto al sistema nervioso), probablemente por secreción de algún líquido, alrededor de la cual se ordenan radialmente las células de su pared. (Véanse asimismo las figuras 150 y 151). También aquí como en selacios, queda el segmento primitivo en comunicación con la cavidad

somática del mesodermo lateral hasta que los *segmentos primitivos* se estrangulan y se desprenden de éste.

Notemos que la formación de segmentos primitivos no sólo afecta al tronco del cuerpecito embrional, sino más o menos también la región cefálica, aunque no sea fácil fijar bien aquí su número y disposición.

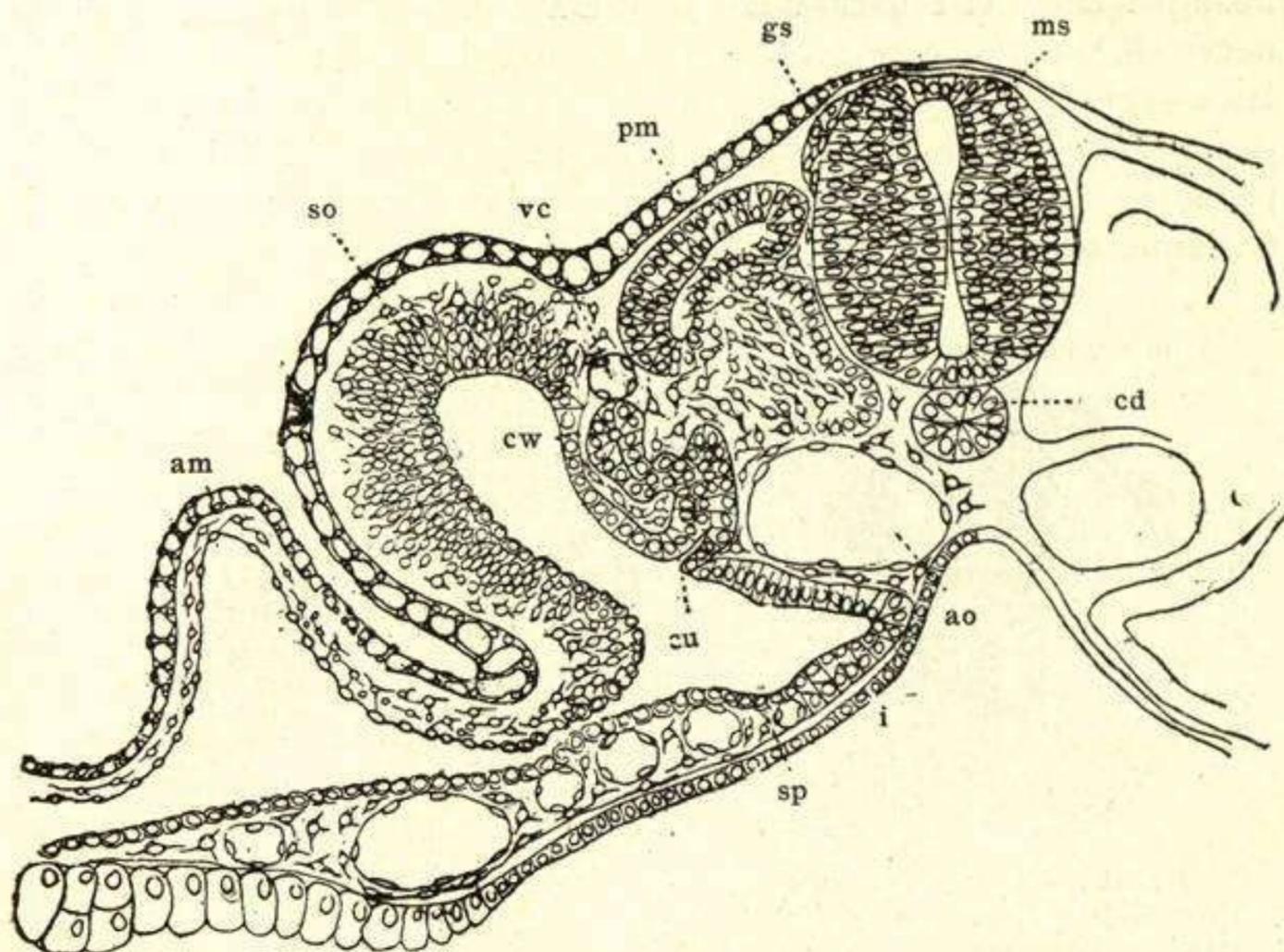
## II. Formación de mesénquima

**§4. Orientación.** — Quien quiera que se haya fijado en los procesos embriológicos, explicados en los últimos capítulos, habrá podido notar que hasta aquí todo se ha reducido a estudiar la formación de hojas, cuyo carácter histológico es *epitelial*. Además, las dobladuras de estas hojas, sus soldaduras y desprendimientos; así como la placa, el canal y el tubo nervioso con la misma cuerda dorsal que de ellas se derivan, son órganos sencillos y de carácter también epitelial, al menos al principio. Pero un vertebrado no consta sólo de láminas epiteliales y de sus complicadas dobladuras; ni sería fácil concebir la existencia de un organismo, cuya estructura se redujese sólo a un sistema de hojas epiteliales con sus dobladuras, si no viniese en su auxilio algún otro tejido que rellenase huecos y sostuviera y mantuviera unidas entre sí las hojas epiteliales, contribuyendo con esto a conservar la forma del animal. Este tejido, de carácter y función muy distinto por cierto del tejido epitelial, es el que llamamos aquí *mesénquima*, nombre que viene a significar tanto como *masa de rellenamiento*; y es el que por ulteriores diferenciaciones histológicas dará origen a esa infinita variedad de tejidos, que sostienen, apoyan, protegen y unen entre sí todos los órganos específicos de la economía, llamándose en Histología con diversos nombres, según su especial destino: óseo, cartilagíneo, conjuntivo, adiposo, etc. Esta masa de rellenamiento, interpuesta entre las hojas blastodérmicas, es conocida también en Embriología con el nombre de *hoja intermedia*.

Pero, dado que al principio no existen en el germen más que tejidos epiteliales, o sea, las hojas blastodérmicas y sus dobleces, es cosa, por demás, clara y evidente que el mesénquima es un derivado del tejido epitelial; aunque la derivación no se opera por el estilo de las derivaciones hasta ahora estudiadas, esto es, por meras dobladuras y soldaduras de hojas sin perder el carácter epitelial, sino por proliferación celular y derramamiento de elementos en los intersticios, llenos de líquido. Los elementos parecen como nadar en una masa líquida, dotados de movimiento amiboideo. Primero, los elementos son escasos; pero se van multiplicando luego y forman, además, substancia amorfa intercelular.

Para el estudio del proceso formativo del mesénquima, se prestan

especialmente los *equinodermos*, donde su aparición es muy precoz. Apenas ha comenzado la invaginación de la *blástula*, para originar la *gástrula*, en la cara interna de la pared invaginada (fig. 201) se observan células, de forma algo distinta, que parecen desprenderse del epitelio, como si éste estuviera relajado. Una vez desprendidas de la capa epitelial, se derraman por entre el líquido que llena la cavidad blastular; se multiplican y se unen flojamente unos con otros, dejando



**Fig. 200.** Corte transversal del cuerpo de un embrión de pato con unos 24 segmentos primitivos. Se pueden apreciar muy bien a los lados las cuatro hojas germinales o blastodérmicas: hacia arriba el segmento primitivo ahuecado; su pared externa o parietal (pm) prestará la musculatura, y la interna o visceral, el mesénquima muy manifiesto ya en este estadio y es esa masa irregular de células de la cara interna del segmento primitivo; am, dobladura amniótica; so, hoja fibrosa parietal o somatopleura; sp, hoja fibrosa visceral o esplagnopleura; cw, conducto de Wolff; cu, canal urinífero; vc, vena cardinal; pm, placa o lámina muscular (miótomo); gs, esbozo de un ganglio espinal; ms, médula espinal; cd, cuerda dorsal; ao, aorta; i, intestino (entodermo). (Según Balfour. Del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc.).

entre sí grandes espacios, y constituyendo un nuevo tejido que contrasta *enormemente* con el epitelial, y que llamamos *mesénquima* o tejido conjuntivo *embrional*, origen de todos los tejidos de sostén.

### 85. Formación de mesénquima en selacios. —

En embriones de selacios se tiene un material muy favorable para el estudio de la formación del mesénquima. Aquí, como en los demás vertebrados, la hoja germinal más interesada en la formación de

mesénquima, es el mesodermo. En varios puntos de esta hoja se origina el tejido embrional en cuestión, pero particularmente en la región de los segmentos primitivos. Al tiempo, en que la cavidad celómica es aún continua en todo el mesodermo, la pared interna o visceral del segmento primitivo deja distinguir dos regiones: una interior (figura 196, esc), donde las células epiteliales empiezan a proliferar hacia dentro, tomando la forma mesenquimatosa o amiboidea y derramándose por entre el espacio que existe entre la cuerda dorsal y sistema nervioso, por un lado, y, por otro, la pared interna del mesodermo. Esta región del mesodermo que da origen al mesénquima, se llama *esclerótomo*; lo restante de la pared muy engrosada del segmento primitivo, recibe el nombre de *miótomo*; porque, como veremos más adelante, originará la musculatura del tronco.

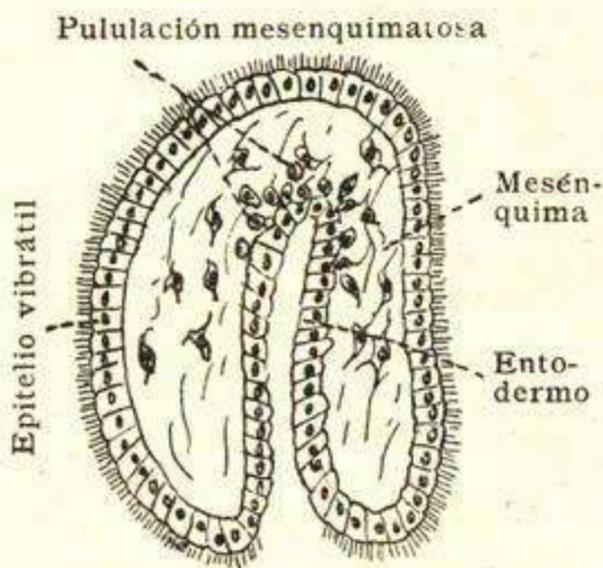


Fig. 201. Gástrula de *erizo de mar* (*Strongylocentrotus lividus*) formando mesénquima (Original).

Los elementos del mesénquima son al principio muy numerosos y con poca substancia amorfa intercelular. La masa mesenquimatosa va aumentando, y, fusionándose la de un lado con la de otro, invade la cuerda dorsal y el tubo nervioso, separando un órgano de otro. Alrededor de uno y otro forman una vaina conjuntiva, suministrando, además, el material que ha de constituir luego el esqueleto: razón por la cual recibe, en este caso, la denominación de *esqueletógeno*. Porque la parte que envuelve la *cuerda dorsal* constituirá más tarde

el cuerpo de las vértebras; y la que rodea el *tubo nervioso*, los arcos vertebrales con el séquito de ligamentos, según estudiaremos en la segunda parte u ontogénesis. Al principio guarda el nuevo tejido disposición segmentaria en consonancia con los segmentos primitivos que lo originan; luego, empero, desaparece semejante disposición, constituyendo el tejido un cuerpo continuo.

Pero no es sólo el mencionado sitio del mesodermo el que origina mesénquima. Hay en él otros puntos que comparten esta propiedad. La hoja interna de la lámina lateral del mesodermo, llamada también hoja *fibrosa visceral*, produce igualmente abundante mesénquima (figs. 196 y 197, mmv), que diferenciará más tarde las capas conjuntivas y musculares lisas del intestino, recibiendo en su seno la multitud de glándulas que caracterizan este órgano. Por el estilo, la hoja parietal del mesodermo de esta región, que en castellano muy bien podemos llamar hoja *fibrosa coriaria* o del cuero (1), originará su

(1) De *corium*, cuero: los alemanes llaman *Hautfaserblatt*.

mesénquima (figs. 196 y 197, mmp), fundamento y primer esbozo de los tejidos conjuntivos subepiteliales de la piel.

Finalmente, en la hoja parietal del segmento primitivo (figs. 196 y 197, pc), denominada por Rabl *lámina del cutis* (*Cutisplatte*), se halla otra fuente de mesénquima, a que deberá más tarde su origen el cuero de la piel en esta región, como en lo restante a la hoja *fibrosa coriaria*.

**86. Formación del mesénquima en reptiles, aves y mamíferos.** — En substancia, en todos los vertebrados se forma el mesénquima del mismo modo; pero, porque en reptiles, aves

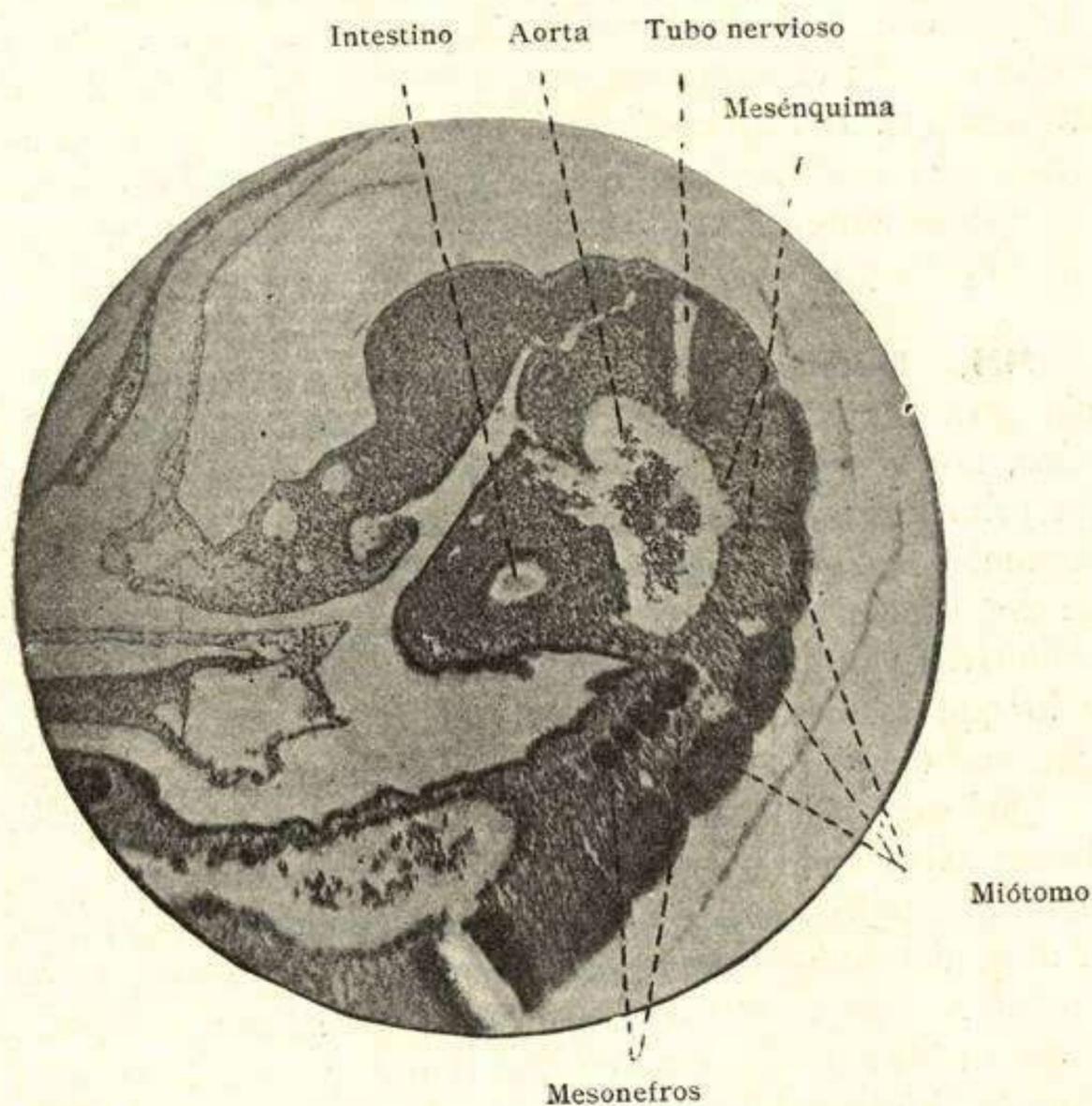


Fig. 202. Corte más o menos longitudinal sagital de un embrión de conejo de 11 días. (Fotografía del Lab. Biológico de Sarriá).

y mamíferos es muy semejante la formación de segmentos primitivos, haremos notar, según se indicó ya más arriba, que éstos, si bien al principio son masas sólidas, se ahuecan luégo; y en la región interna e inferior de su pared comienza como a deshacerse la trabazón epitelial de los elementos (fig. 200, lado opuesto a la lámina muscular, pm; y fig. 202), los cuales toman la forma mesenquimatosa o amiboidea y, multiplicándose, van invadiendo el espacio extendido entre el segmento primitivo y la cuerda dorsal y el sistema nervioso, como vimos en los selacios.

### III. Primeros esbozos del sistema vascular y formación de sangre

**87. Orientación.** — Uno de los fenómenos más precoces, después de la constitución de las hojas germinales, es la aparición de sangre y vasos, por donde comience ésta a correr; pues claro es que no puede haber circulación, si no existen medios para ello; con lo cual se manifiesta la ridiculez del principio, tan decantado quizás sin penetrar su sentido, de que la *función crea el órgano*, cosa absurdísima desde el punto de vista materialista, desde el cual lo miran muchos (1). Indicaremos aquí, ante todo, el esbozo del corazón y la primera aparición de la sangre y vasos, reservando para el capítulo correspondiente de la organogénesis o segunda parte, exponer la formación definitiva, así del corazón como de los vasos.

**88. Esbozo del corazón en anfibios.** — Como ejemplo para explicar el origen y primer esbozo del corazón en anamnióticos, nos serviremos de un anfibio. Es de notar que la aparición de un primer esbozo del corazón es más precoz en amnióticos que en anamnióticos. Así, mientras en aquéllos aparecen las primeras señales de este órgano al tiempo en que el embrión sólo cuenta 2-3 segmentos primitivos, lo hacen en anfibios en el estadio de 10-12 segmentos; y lo que es más, en ciclóstomos en el de 25-30 segmentos: lo cual manifiesta cierta gradación en sentido inverso.

Qué explicación se puede dar de esta ley embriológica, no recordamos haber leído u oído algo sobre el particular; pero no creeríamos andar del todo fuera de camino, si relacionáramos el fenómeno con la masa del deutoplasma y el medio en que se desarrollan los huevos. Los huevos de vertebrados inferiores suelen ser pequeños y desarrollarse en las aguas: medio en que la penetración de sustancias nutritivas en el interior del huevo y su transporte es facilitada por el agua; al paso que los huevos de los amnióticos, a causa de la gran masa de vitelo nutritivo que albergan, al menos los de los saurópsidos, y sobre todo por desarrollarse todos ellos fuera del agua, se ven como obligados a construir pronto, muy pronto, vías de transporte y vehículo para trasladar del almacén o sitio de aprovisionamientos al de consumo: de aquí la precocidad del aparato circulatorio.

Por lo que concierne a los anfibios, el primer esbozo del corazón

---

(1) En mis conferencias «La vida y su evolución filogenética», p. 99, dadas en la Universidad de Valencia, hice ver cómo el principio sólo se puede justificar y admitir en sentido finalista, esto es, en cuanto la función es fin y mueve al ser inteligente a poner los medios para alcanzarle.

se presenta del modo siguiente. En el espacio (fig. 203, sc) que va desde la pared del seno bucal a la parte anterior del hígado, la lámina lateral del mesodermo, desdobra sus hojas, originando una cavidad (fig. 204, epc), que corresponde a la cavidad pleuropericardial. En este estadio, las hojas mesodérmicas de ambos lados no se han juntado aún en la línea media del vientre, para formar el meso-cardio anterior: esto harán más tarde. A medida que se vayan aproximando para juntarse, se hacen notorias unas células, que aparecen entre la hoja visceral y el entodermo. Estas células son las vaso-formadoras, derivadas, según Mollier, del mesodermo. Juntándose las células vaso-formadoras de ambos lados, se insinúan en la hoja visceral del meso-

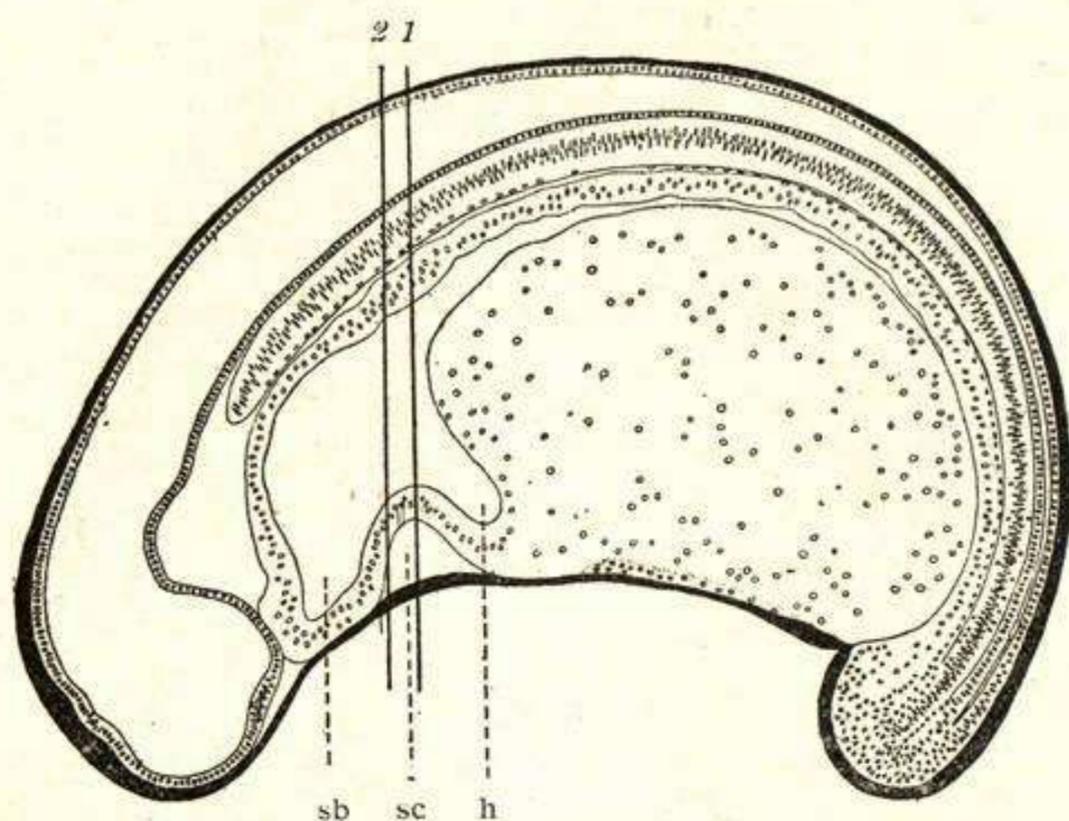


Fig. 203. Corte sagital (longitudinal) de un embrión de *tritón* con 17 somitas. sb, seno bucal; sc, seno cardíaco; h, esbozo del hígado, 1 y 2 dirección de los cortes. (Según Mollier en el Handbuch de O. Hertwig).

dermo, ya fusionada con la del lado opuesto. Este conjunto de células que forma una especie de mesénquima, se excava luego y origina la cavidad del corazón (fig. 205, c).

Como queda dicho, Mollier señala a estas células vaso-formadoras un origen mesodérmico; otros autores, por el contrario, un origen mixto. Las células que al principio constituyen dos tiras separadas, se reúnen luego en el centro, y apareciendo en medio de la masa una cavidad, le forman aquellas un revestimiento interno o endotelial, que es el *endocardio primitivo*.

Muy parecido o idéntico es el modo de esbozarse el corazón en ciclóstomos, dado que sus huevos son, como en anfibios, holoblásticos (n. 43): por lo cual no es necesario describir procesos que en sustancia son como los ya explicados.



**89. Primer esbozo del corazón en huevos meroblásticos y en amnióticos en general.** — En los huevos meroblásticos en general, como quiera que la primera formación del corazón es tan precoz, como está dicho, necesariamente empezará ésta en dos puntos, simétricos sí, pero muy distanciados el uno del otro; toda vez que las hojas germinales se hallan aún extendidas sobre el vitelo, sin haberse replegado, para formar el cuerpo embrional con su tubo digestivo. Así, por ejemplo, en selacios aparece detrás de la

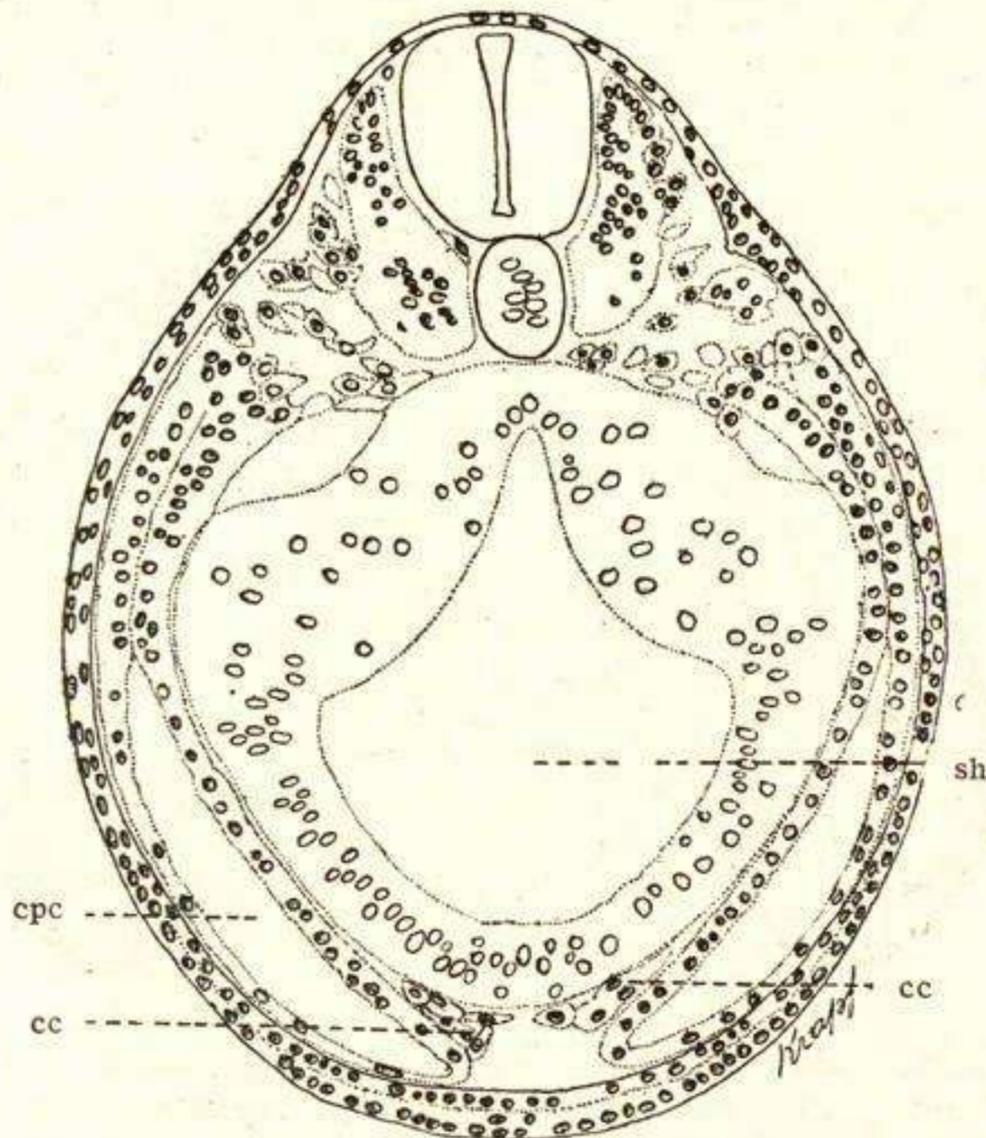


Fig. 204. Corte transversal de la larva de *tritón* en el estadio de 16 somitas pasando por la línea 1, de la figura anterior. sh, seno hepático; cpc, cavidad pleuropericardial; cc, células vasoformativas del corazón. (Según Mollier. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

región cefálica y a uno y otro lado del entodermo ántes de cerrarse en tubo digestivo, una dilatación o separación de las dos hojas mesodérmicas (fig. 206, cp); y entre la hoja visceral y el entodermo, las células vasoformadoras: una vez el entodermo se ha cerrado formando el intestino anterior, las dos dilataciones vienen a juntarse en la parte ventral debajo de aquél (fig. 207, cp) y cogen en medio las células vasoformadoras, destinadas a la constitución del endocardio, como vimos en anfibios. Por el estilo, en huevos de amnióticos, v. g., en el huevo de gato (fig. 208), en un estadio, en que la canal nerviosa está aún completamente abierta, se ve a uno y otro lado del disco

embrional, que la lámina lateral del mesodermo abre sus dos hojas, originando una cavidad que, uniéndose en medio en un estadio más avanzado, con la correspondiente del otro lado, constituirá la cavidad

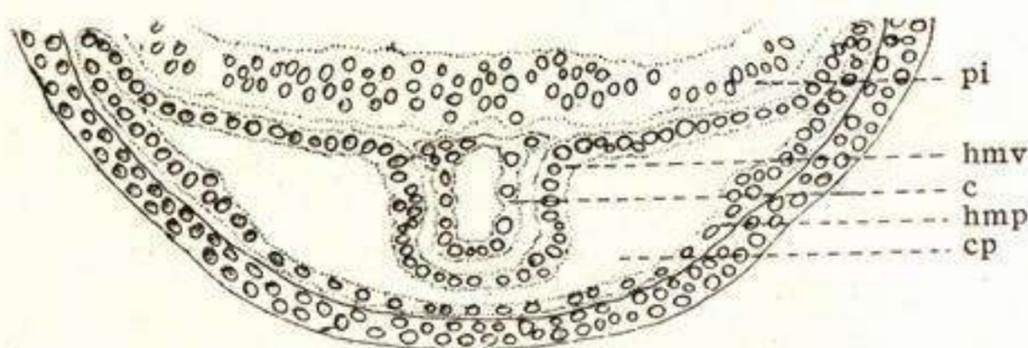


Fig. 205. Parte ventral de un corte transversal de un embrión de *tritón* con 20 somitas. pi, pared intestinal; c, esbozo del corazón parte endocardial); hmv, hoja mesodérmica visceral; hmp, hoja mesodérmica parietal; cp, cavidad pleuro-pericardial. (Según Mollier Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

*pleuro-pericardial*. Dentro de cada cavidad, estando aún separadas, se insinúa, haciendo prominencia en ella, la hoja visceral del mismo mesodermo. Excavándose esta prominencia o parte invaginada de dicha hoja visceral, se forma un seno longitudinal respecto del embrión, a donde acuden células vasoformadoras y revistiendo la cavidad, se constituyen en *endocardio primitivo* (fig. 208, c).

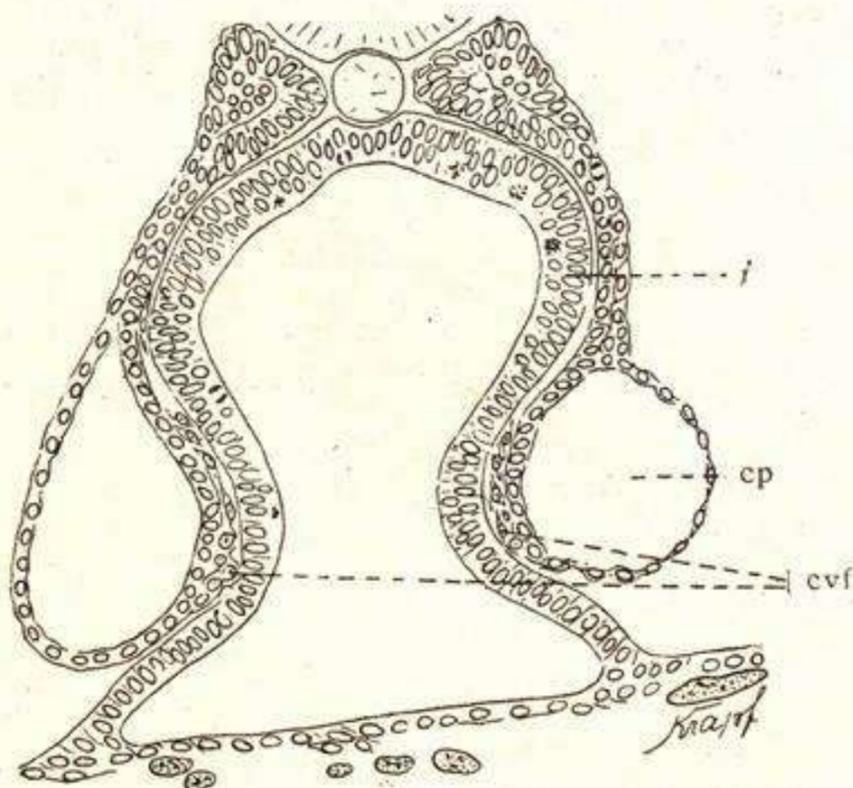


Fig. 206. Corte transversal del embrión de *Torpedo* (*tremielga*) en el estadio de una bolsa branquial. i, pared del tubo digestivo; cp, dilatación del mesodermo o cavidad pleuro-pericardial; cvf, células vasoformadoras. (Según Rückert. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

**90. Aparición de grumos sanguíneos y formación de vasos.** — La aparición de sangre ha sido especialmente estudiada en el huevo de gallina, ya que éste es un objeto muy favora-

ble para este estudio, y lo mismo los huevos de otras aves; primero, por la facilidad con que se pueden abrir y examinar durante la incubación; y luego también por lo manifiestos que son macroscópicamente

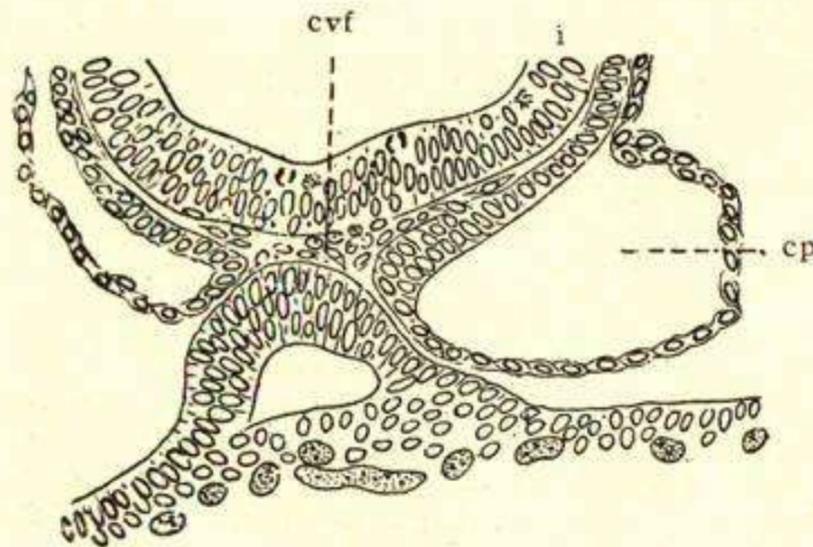


Fig. 207. Corte transversal del embrión de *Torpedo* (*tremielga*) en el estado de dos bolsas branquiales. El entodermo está cerrado en tubo (digestivo); en la región anterior y debajo de él (ventralmente) se aproximan las dos dilataciones del mesodermo y cogen en medio las células vasomotoras que constituirán luego el endocardio. i, intestino (entodermo, hipoblasto); cp, cavidad pleuro-pericardial; cvf, células vasomotoras. (Según Rückert. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

mente los puntos rojizos que denuncian la presencia de sangre. En el huevo de gallina se ve claro la parte importante que tiene en la formación de sangre el *área opaca*. Muy al principio de la incubación,

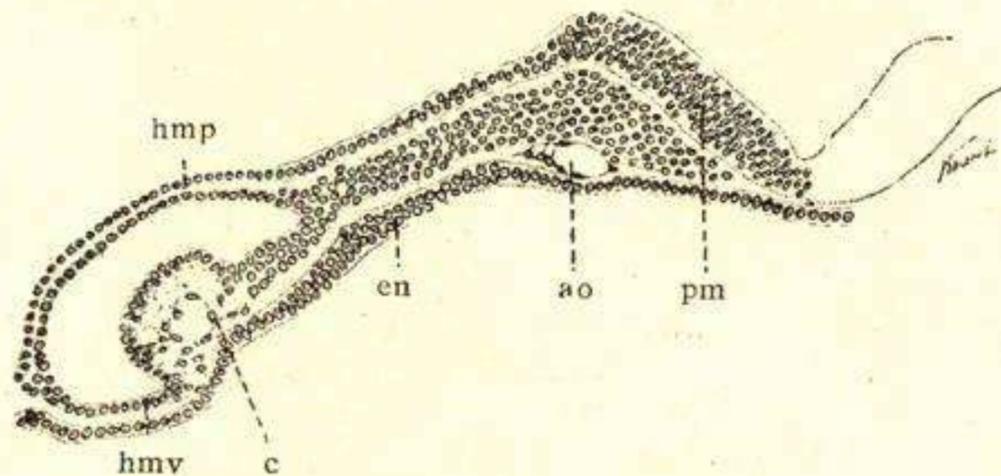


Fig. 208. Corte transversal de un embrión de gato de 3 mm. de longitud, dibujado según una preparación microscópica del Prof. Martin, en Zurich. pm, placa medular; ao, aorta primitiva; en, entodermo (pared intestinal); hmp, hoja mesodérmica parietal; hmv, hoja mesodérmica visceral; c, esbozo del corazón. (Según Mollier. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

v. g., al fin del primer día (otras veces sin incubarlos ya tienen manchas de sangre), aparecen grumos o islotes sanguinolentos en el *área opaca* y detrás de la *línea* o *estría primitiva* (fig. 209). Estos islotes se

van multiplicando y formando red, componen una *área*, llamada *vasculosa*, que crece hacia delante en forma de arco (fig. 210), como bordeando el *área transparente*, hasta que, finalmente, se cierra por delante y rodea completamente el embrión. Semejante es la aparición de los grumos o islotes sanguíneos en los demás amnióticos y el mismo

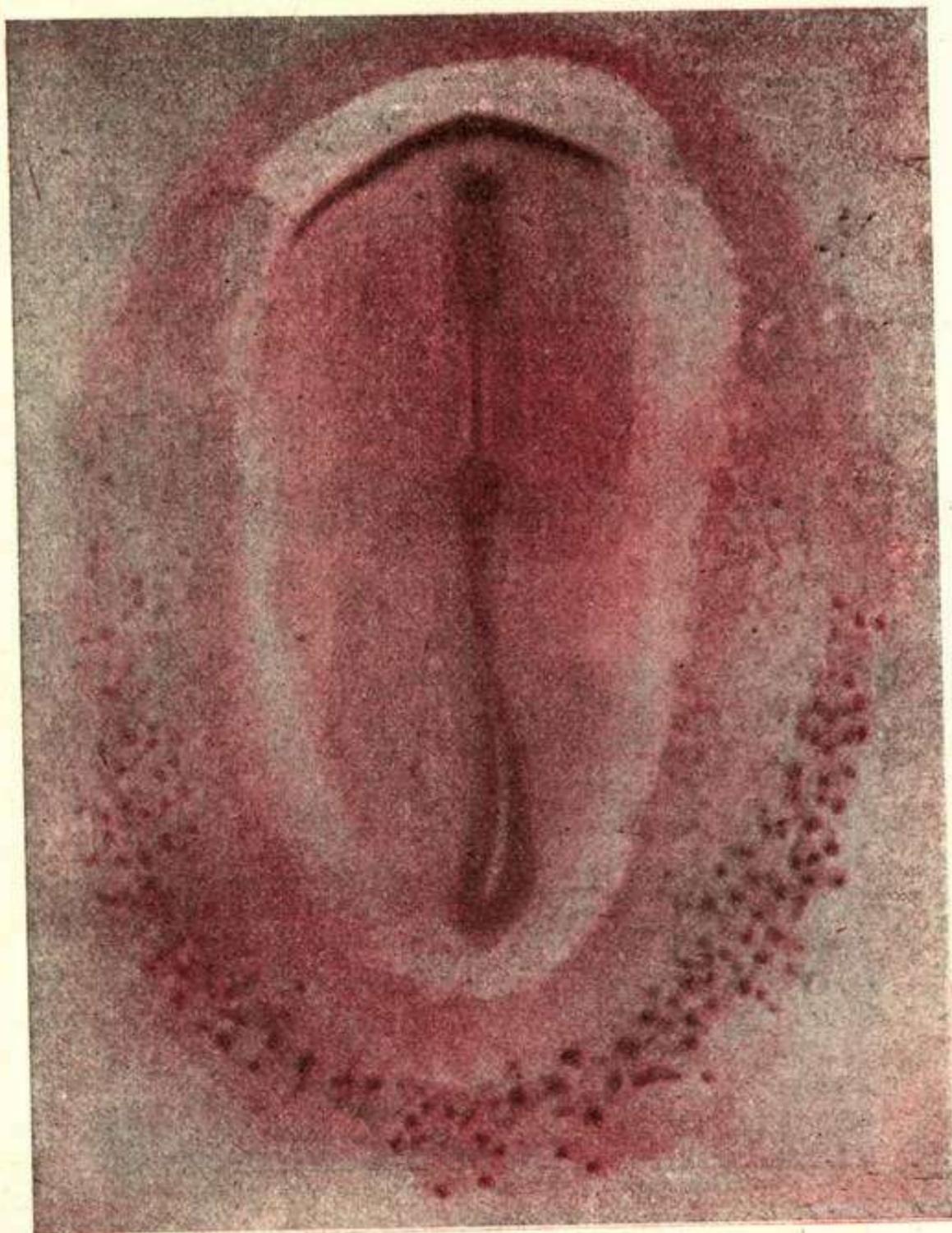


Fig. 209. Disco embrional del pollo en un estadio, en que la línea primitiva cuenta 2, 3 mm. Detrás de la línea primitiva y en la región del área opaca se ve la multitud de grumos sanguinolentos. (Según Rückert. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

el modo de propagarse de atrás adelante. Conviene, con todo, notar que en reptiles, al menos según los estudios de Rückert en *Platydictylus* (salamanquesas), en *Lacerta* (lagartos o lagartijas) y *Anguis fragilis* (culebra) los grumos sanguíneos hacen su primera aparición dentro del *área transparente*, llamada *área pelúcida* por Kupffer y Rückert (fig. 211).

Cuanto a los mamíferos, nos contentaremos con indicar que los islotes de sangre aparecen en el área opaca. Los primeros aparecerían, según Van der Stricht, en el embrión de conejo de cerca de 8 días, aun antes de la existencia de somitas. La figura 199, aunque

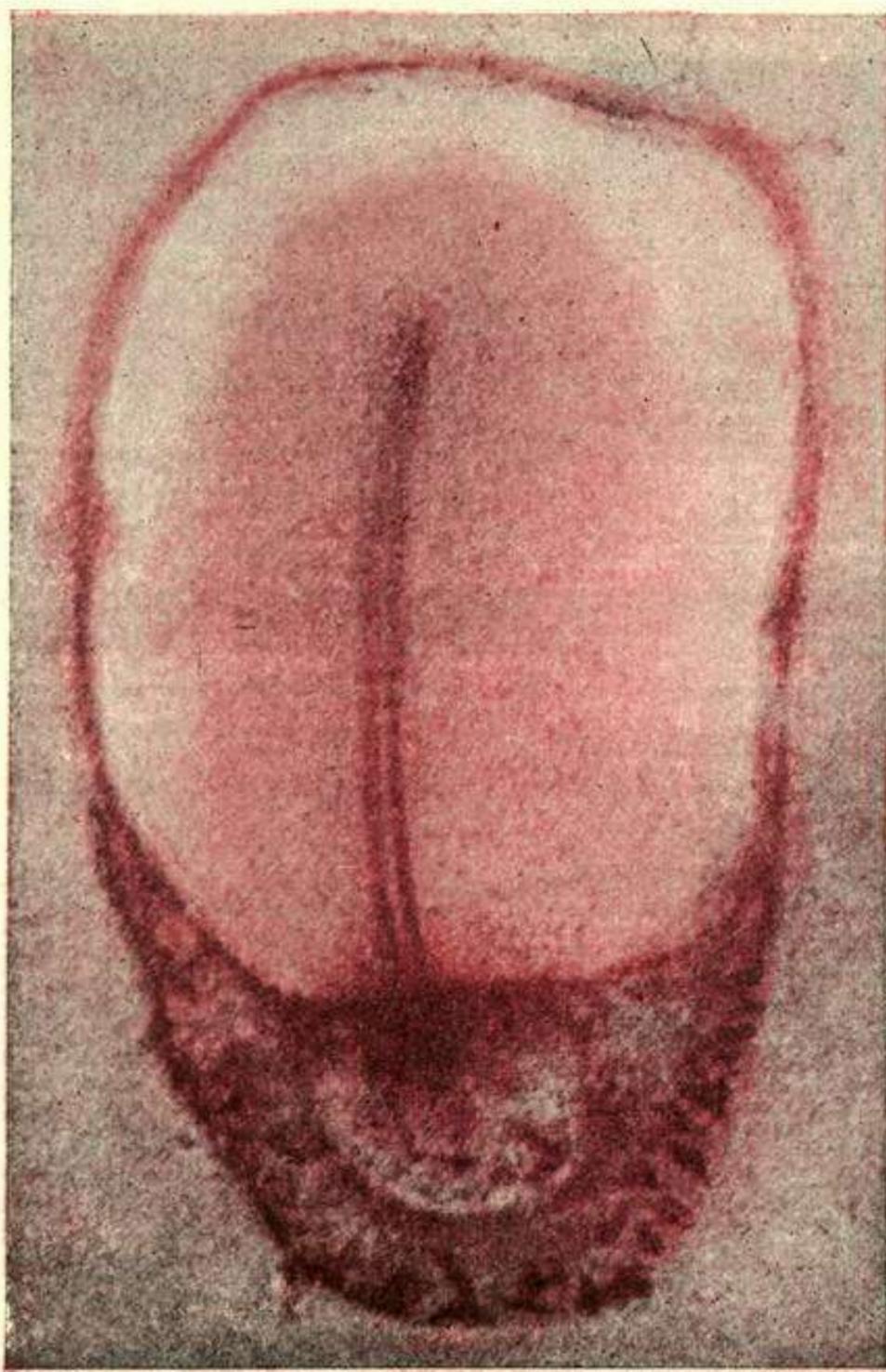


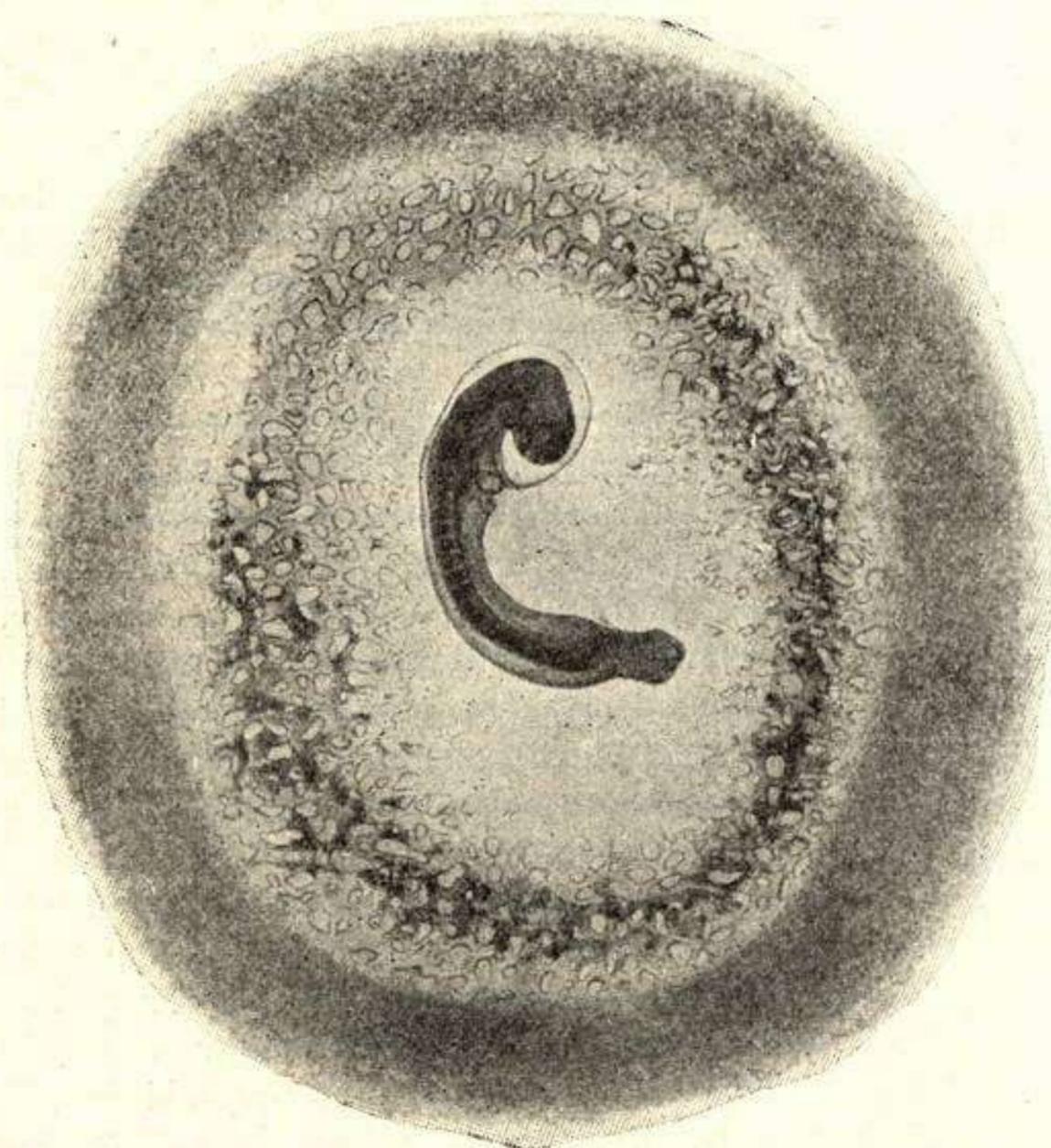
Fig. 210. Disco germinal del embrión de pollo sin somitas aún: los puntos sanguinolentos se propagan hacia delante. (Según Rückert. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

representa un estadio mucho más avanzado, da, con todo, una idea de las manchas sanguíneas y de su propagación de atrás adelante.

Hasta aquí la parte macroscópica.

Pasando ahora al estudio microscópico y a la investigación del origen de las células que constituyen la sangre y sus vasos, hacen resaltar los embriólogos la gran dificultad que experimentan en resolver la cuestión. Ni el *Amphioxus*, objeto tan favorable para la

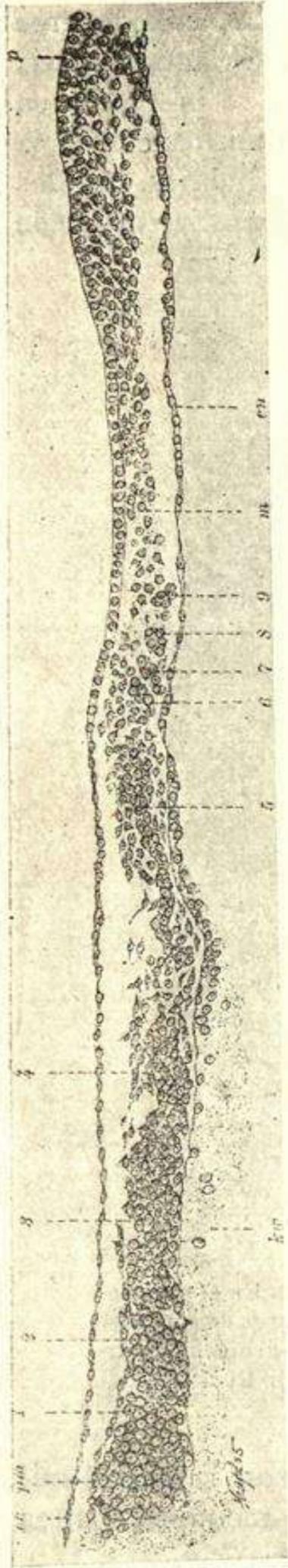
investigación embriológica, ha servido para dar luz suficiente. Dice Rückert, citado por O. Hertwig a este propósito, que, cuando cree uno estar convencido del origen mesodérmico de estas formaciones, basándose naturalmente en lo que dicen unos cortes, se presentan en otros cortes imágenes que parecen demostrar con la misma evidencia un origen más bien entodérmico. La razón de esta duda es, que los vasos aparecen entre las dos hojas; y la mera presencia no puede decidir la cuestión.



**Fig. 211.** Disco germinal de la *Lacerta muralis* (lagartija). En él se aprecia perfectamente, además del embrión que ya cuenta 12 pares de somitas, el área transparente o pelúcida, dentro de la cual se ven los grumos irregulares de sangre, y más periféricamente el área opaca. (Según Rückert. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

Cuanto al proceso mismo de la formación de vasos, lo que el microscopio de momento descubre, es la existencia de montones y tiras gruesas de células libres, más o menos anastomosadas (fig. 212, I, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9), llamadas puntos e islas sanguíneas; más tarde las células periféricas de esos acúmulos se aplanan y unen entre sí, para formar como una delgada envoltura, que es el endotelio o parte esencial del vaso en formación. Constituido el endotelio, se desarrolla en su interior un líquido. Las células restantes de las tiras, esto es, las

células que no se han diferenciado en elementos endoteliales, consti-



tuyen los elementos figurados de la sangre. Adheridas, al principio, a la pared dorsal del tubo endotelial, recién formado, digieren los gránulos vitelinos que aún encerraban, se hacen homogéneos, desarrollan color y se desprenden luego y en unión del líquido, componen lo esencial de la sangre: la cual desde ahora, puede moverse y correr por el vaso, ya *viable*. Las células libres o corpúsculos sanguíneos son por este tiempo todos *nucleados*, aun en los mamíferos, y se reproducen activamente, como lo demuestran las numerosas figuras cariocinéticas que se encuentran en todos los vasos. La substancia entre los puntos e islas sanguíneas se torna tejido conjuntivo embrional, que aquí llamaremos *mesénquima* o *conjuntivo intervascular*.

Una vez transformados en vasos los *puntos* e *islas sanguíneas* y entrados aquéllos en función, pueden dar origen a otros vasos. De la pared del vaso existente se forma, v. g., una yema, a las veces representada por una célula, la cual yema, ahuecándose y multiplicando sus elementos, produce una derivación del tubo endotelial, por el que se mete el líquido sanguíneo. He aquí un caso, en que fácilmente podría creer alguno que la *función crea el órgano*. Nada más equivocado. La sangre en movimiento, bien podrá ser que por su constitución química o por la mera presión irrite *químico* o *tigmotrópicamente* la pared del vaso y dé el impulso, para la formación de un nuevo vaso o de una ramificación del preexistente; pero el nuevo vaso no entrará en función, mientras no esté formado; y por consiguiente, él es ántes que su función.

De lo dicho se colige que los primeros vasos se originan *in situ*, esto es, que aparecen por la diferenciación del tejido preexistente, y no por derivación de algún tubo.

Esto por lo que toca a la formación de vasos en el *área opaca*, al menos hablando de aves y mamíferos,

Fig. 212. Parte de un corte longitudinal del disco germinal de pollo (estadio de 6 pares de somitas). El corte coge desde la parte posterior de la línea primitiva hasta el área opaca. ec, ectodermo (ectoblasto) en el área opaca; pm, mesodermo (mesoblasto parietal en la misma área. 1, 2, 3, 4, acúmulos celulares hematopoiéticos, esto es, en vía de formación de vasos y su contenido; kw, rodete marginal; m, mesodermo (mesoblasto) en el área transparente (pelúcida); p, parte posterior de la línea primitiva; 5, 6, 7, 8, 9, grumos celulares. (Según Rückert. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

en la cual, desde el momento en que existe sangre, podemos distinguir una zona nueva, el *área vascular*; área vascular que, una vez terminada la primera formación de vasos, queda periféricamente bien limitada por uno muy recio llamado *seno marginal*, excepto en algunos mamíferos y en el hombre; más allá de este seno no se forman más vasos. Lo que resta del área opaca, recubriendo el vitelo, llamaremos en adelante *área vitelina*. Pero no es el área opaca el único punto donde se forman vasos; se forman también en el *área pelúcida*, y en el mismo cuerpo del embrión. ¿Cómo se originan? Según Rückert, desde el margen del área pelúcida hacia el embrión y, por ende, en sentido centrípeto se van formando *in situ* vasos por el estilo del *área opaca*: lo cual puede explicar el que His creyese que los vasos crecían desde el vitelo al cuerpo embrional.

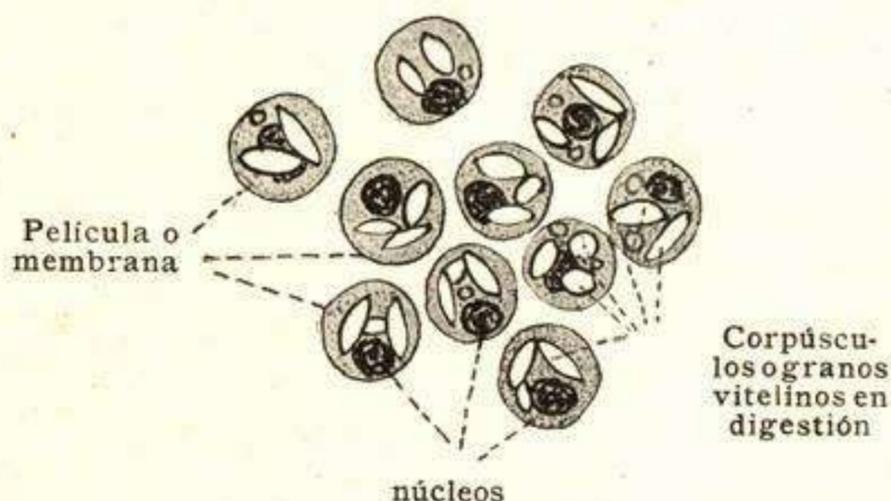


Fig. 213. Grupo de glóbulos rojos en formación del *sapo comadrón* (*Alytes obstetricans*). En ellos se ven varios granos vitelinos en vía de digestión. (Original).

Finalmente, la formación de vasos en el mismo cuerpo del embrión la explican diversamente los autores: lo cual demuestra que aquí como en las demás regiones reina inseguridad o incertidumbre. Las opiniones las podemos reducir con Mollier a tres: 1.º His, como poco ha decíamos, supone que los vasos crecen centrípetamente desde la región del vitelo hacia el embrión y en el mismo cuerpo embrional. 2.º Otros opinan (Rabl) que los vasos del cuerpo embrional son derivados del tubo o saco cardíaco. 3.º Pero la opinión que tiene más datos en su favor es la de Mayer y Rückert. Según ella, tendríamos, como antes, la formación de vasos *in situ*. El mejor material para probar esto lo ofrecen los selacios, en cuyo mesénquima aparecen tiras de células, que se ahuecan y forman los vasos (1).

**91. Formación de sangre y vasos en otros vertebrados.** — Aunque lo que acabamos de decir acerca de la aparición de sangre y primeros vasos, se refiere a los amnióticos, esto es,

(1) Conf. O. Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre der Menschen und der Wirbeltiere, p. 127 (1907).

a los reptiles, aves y mamíferos; análogos son, con todo, los procesos que se observan también en los demás vertebrados, si damos de mano al *Amphioxus* (*Branchiostoma*); y desde luego, en los huevos telolecitos, bien diferenciados, de los peces. Pero también en los anfibios es fácil ver los acúmulos de células formadoras de vasos y sangre. Los glóbulos sanguíneos de los embriones se presentan aquí, vistos con el microscopio, primero bajo la forma de grumitos de vitelo, presidido cada uno de ellos por un núcleo, a causa de ser el protoplasma casi hialino. Los granos vitelinos que rodean el núcleo, se van digiriendo y reduciendo (fig. 213), hasta que, finalmente, el contenido del glóbulo rojo se ofrece con la homogeneidad que vemos en los glóbulos ya bien formados y ordinarios.

---

## CAPÍTULO VI

### CONFORMACIÓN EXTERIOR DEL CUERPO EMBRIONARIO Y SUS DEPENDENCIAS

**92. Orientación.** — Hemos estudiado ya el origen de hojas germinales y sus primeras modificaciones con la aparición del mesénquima, especie de hoja intermediaria y fundamento de toda una nueva clase de tejidos, muy rica y variada; así como el primer esbozo de vasos y elementos sanguíneos. Pero de las hojas germinales no sólo se derivan estos órganos primitivos, sino también mediata e inmediatamente todos los órganos definitivos de la economía. El estudio ontogénico de estos órganos constituye la segunda parte de la embriología, conocida con el nombre de *organogénesis*. Mas, ántes de emprender su estudio, que constituirá la materia de la segunda parte y segundo tomo, nos conviene adquirir una idea clara del modo cómo de las hojas germinales se forma, primeramente, un cuerpo embrionario, cuya configuración externa indique más o menos la forma definitiva del animal. Y dado que en muchos animales necesite el cuerpo embrionario, para su ulterior desarrollo, de órganos peculiares que no han de integrar el organismo perfectamente constituido, sino sólo contribuir a su formación, desapareciendo luégo; estudiaremos también en este capítulo estos *órganos temporarios* o pasajeros con el nombre de *dependencias embrionarias*.

#### I. Conformación del cuerpo embrionario en huevos holoblásticos

**93. Amphioxus.** — El tomar exteriormente el huevo en desarrollo más o menos pronto la forma definitiva o que recuerde la definitiva, depende de la constitución del mismo huevo y, sin duda, también del medio, en que se desarrolla. Huevos con ninguna o relativamente escasa cantidad de vitelo como son los *isolecitos*, si se desarrollan dentro del agua, bien pronto adquieren exteriormente la forma definitiva. Así, por ejemplo, el huevo del cordado que venimos llamando *pez-lanceta*, apenas ha formado las hojas germinales, se

estira y en seguida aparece la larva con la forma definitiva en sus rasgos fundamentales, como se ve recorriendo la serie de estadios evolutivos (fig. 214).

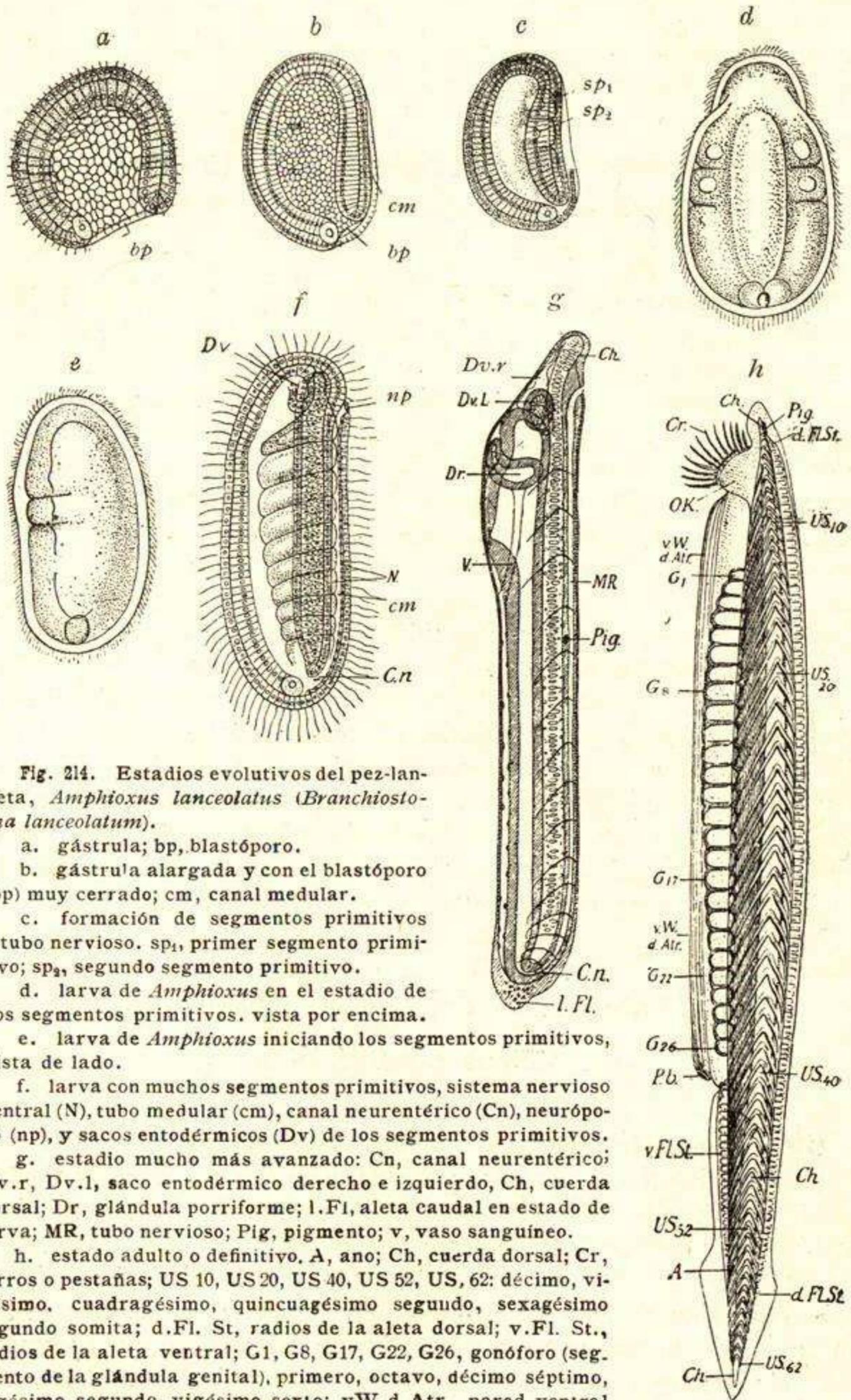


Fig. 214. Estadios evolutivos del pez-lanceleta, *Amphioxus lanceolatus* (*Branchiostoma lanceolatum*).

a. gástrula; bp, blastóporo.

b. gástrula alargada y con el blastóporo (bp) muy cerrado; cm, canal medular.

c. formación de segmentos primitivos y tubo nervioso. sp<sub>1</sub>, primer segmento primitivo; sp<sub>2</sub>, segundo segmento primitivo.

d. larva de *Amphioxus* en el estadio de dos segmentos primitivos. vista por encima.

e. larva de *Amphioxus* iniciando los segmentos primitivos, vista de lado.

f. larva con muchos segmentos primitivos, sistema nervioso central (N), tubo medular (cm), canal neurentérico (Cn), neuroporo (np), y sacos entodérmicos (Dv) de los segmentos primitivos.

g. estadio mucho más avanzado: Cn, canal neurentérico; Dv.r, Dv.l, saco entodérmico derecho e izquierdo, Ch, cuerda dorsal; Dr, glándula porriforme; l.Fl, aleta caudal en estado de larva; MR, tubo nervioso; Pig, pigmento; v, vaso sanguíneo.

h. estado adulto o definitivo. A, ano; Ch, cuerda dorsal; Cr, cirros o pestañas; US 10, US 20, US 40, US 52, US 62: décimo, vigésimo, cuadragésimo, quincuagésimo segundo, sexagésimo segundo somita; d.Fl. St., radios de la aleta dorsal; v.Fl. St., radios de la aleta ventral; G1, G8, G17, G22, G26, gonóforo (segmento de la glándula genital), primero, octavo, décimo séptimo, vigésimo segundo, vigésimo sexto; vW.d.Atr., pared ventral del atrio o espacio peribranchial; Pb, poro branquial. (a, b, c, d, e, f, g, según Hatschek; h, según Ray Lankester. a-g, con un aumento de unos 140; h, de 2,5. Tratado de F. Keibel en el Handbuch etc. de O. Hertwig).

**94. Anfibios.** — Los huevos de los anfibios, que tomamos aquí como el tipo siguiente para el estudio que ahora hacemos, aunque igualmente servirían los de los ciclóstomos, de evolución muy parecida a la de los anfibios en esta parte, son también holoblásticos como los de *Amphioxus*; pero están mucho más cargados del vitelo que el de *Amphioxus*. Por otro lado, se desarrollan en el agua ordinariamente. De aquí que de los factores que hemos sentado como influyentes en la pronta o tardía configuración externa del cuerpo, obren en sentido diverso. Lo resultante será un retraso somatógeno frente a frente de *Amphioxus*, y una aceleración con respecto a otros huevos que estudiaremos luégo. Fijándonos en el huevo, v. g., de rana, veremos que tarda algo más en tomar la forma estirada: sin embargo, todo el huevo se convierte también aquí como en *Amphioxus* en cuerpo embrional, apareciendo en él una prominencia gruesa anterior que es el esbozo externo de la cabeza, y otra más delgada en la posterior que es la de la cola (fig. 215, c). Entre una y otra, se observa una suave sinuosidad del eje longitudinal (fig. 215, c, d), que corresponde al dorso, y una notable convexidad opuesta, que es el vientre, determinada esta última por la gran cantidad de células vitelinas y que en conjunto representan el saco vitelino que veremos en otros huevos. Por lo demás, la conformación exterior del cuerpo se va pronunciando cada vez más, como se ve en la serie de figuras (figuras e, é, f, g, h, i, j).

Brachet, conforme a la distinción adoptada en los fenómenos de la gastrulación y cierre del blastóporo, llamando *arquénteron* a la cavidad invaginada y *deuténteron* a su prolongación hacia el blastóporo, originada por el cierre excéntrico del blastóporo (n. 60), busca en la región arquentérica y deutentérica las zonas de formación o el blastema de distintas partes de la cabeza; así como en el labio dorsal-lateral del blastóporo, que representa la extremidad caudal del deuténteron o de la región deutentérica, la de la formación del tronco, zona de formación esta última, a que algunos han dado el nombre de *teloblastema*. La primera zona que es la región arquentérica, daría origen a la parte terminal (acrópeta) o, más embriológicamente, *precordal* de la cabeza (prosencéfalo [véase el 2.º tomo], ojos, olfato, oreja, fondo de la faringe y órganos anejos); la segunda zona o región deutentérica, a lo restante de la cabeza, esto es, a toda la parte de ella que posee nervios mixtos, es decir, desde el origen de los trigéminos al de los vagos. Finalmente, la tercera zona o del teloblastema originaría el tronco con las extremidades por un proceso de crecimiento intersticial y de aposición de nuevas partes. Los nombres, con que designa la formación de estas partes del cuerpo, son *acrogénesis* para la primera; *cefalogénesis* para la segunda y *notogénesis* para la tercera.

No hay duda que estos datos, en unión de los que se refieren a la

simetría del huevo, pueden aportar mucha luz para entender mejor las relaciones embriológicas, iniciadas desde un principio. Pero, aun dando de balde que consten perfectamente estas relaciones en el huevo de anfibios, que le sirve a Brachet especialmente de base para el establecimiento de estas relaciones, se dista mucho de poder generalizar

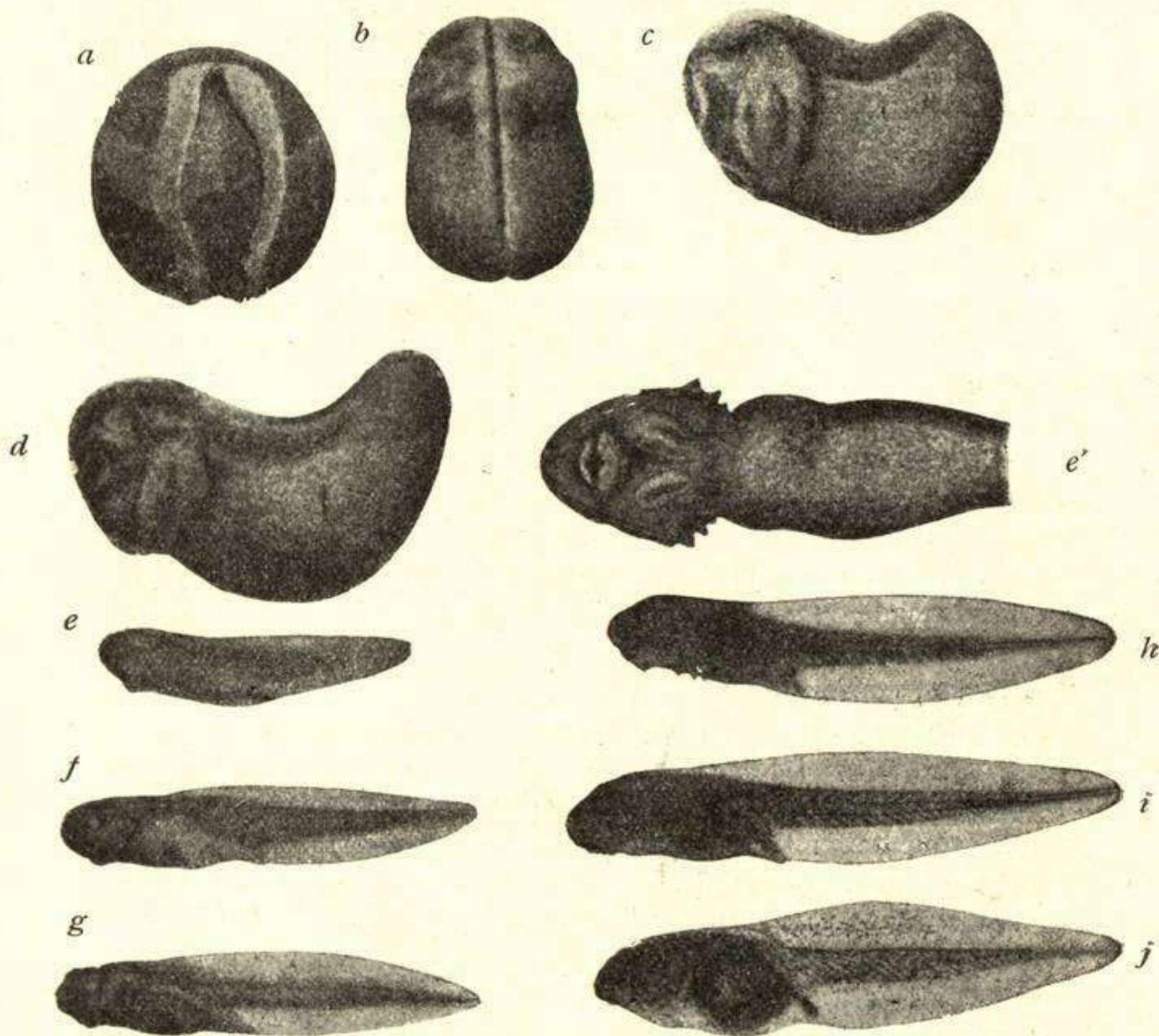


Fig. 215. Serie de estadios evolutivos del huevo de rana, *Rana fusca*, para dar una idea de la configuración externa que va tomando su cuerpo.

- a. Huevo visto de lado con el canal medular muy pronunciado.
- b. Estadio más avanzado: los bordes del canal medular se han aproximado.
- c. Estadio en que los bordes del canal medular están soldados: es, además, bien visible un esbozo de cabeza.
- d. Estadio en que el embrión se ha estirado notablemente; aparece la yema caudal; el dorso es ahora cóncavo y convexo el vientre.
- e. Estadio en que el embrión toma marcadamente la forma de renacuajo.
- e'. Vista ventral en el mismo estadio: se ve la boca, las dos ventosas, las branquias en forma de filamentos
- f, g, h, i, j. Estadios cada vez más avanzados en que el animal es ya un verdadero renacuajo o larva de rana. El estado de larva que dura mucho tiempo, hasta que, finalmente, aparecen *exteriormente* las patas, primero, posteriores y luego anteriores; pierde la cola y queda transformada la larva en animal definitivo, en rana. Aumento de a-d, 15; de e-i, 5; de e', 15; de j, 2,5. (Según Kopsch. Tratado de Keibel en el Handbuch etc. de O. Hertwig).

la concepción y elevarla a la categoría de una ley embriológica común a todos los vertebrados como el mismo no deja de reconocer. Las mismas palabras de cefalogénesis y notogénesis, escogidas para designar los procesos formativos de estas distintas partes, no las encontramos del todo exactas: porque la primera nos parece pecar por carta de más, dado que la parte anterior de la cabeza es tan cabeza como la posterior; y la segunda, por carta de menos: porque notogénesis significa formación del dorso y nada más. Ateniéndonos, pues, a la significación etimológica de las palabras, preferiría la palabra *cormogénesis*, que él mismo dice que se ha propuesto, a la *notogénesis*; porque *cormogénesis* significa formación del tronco.

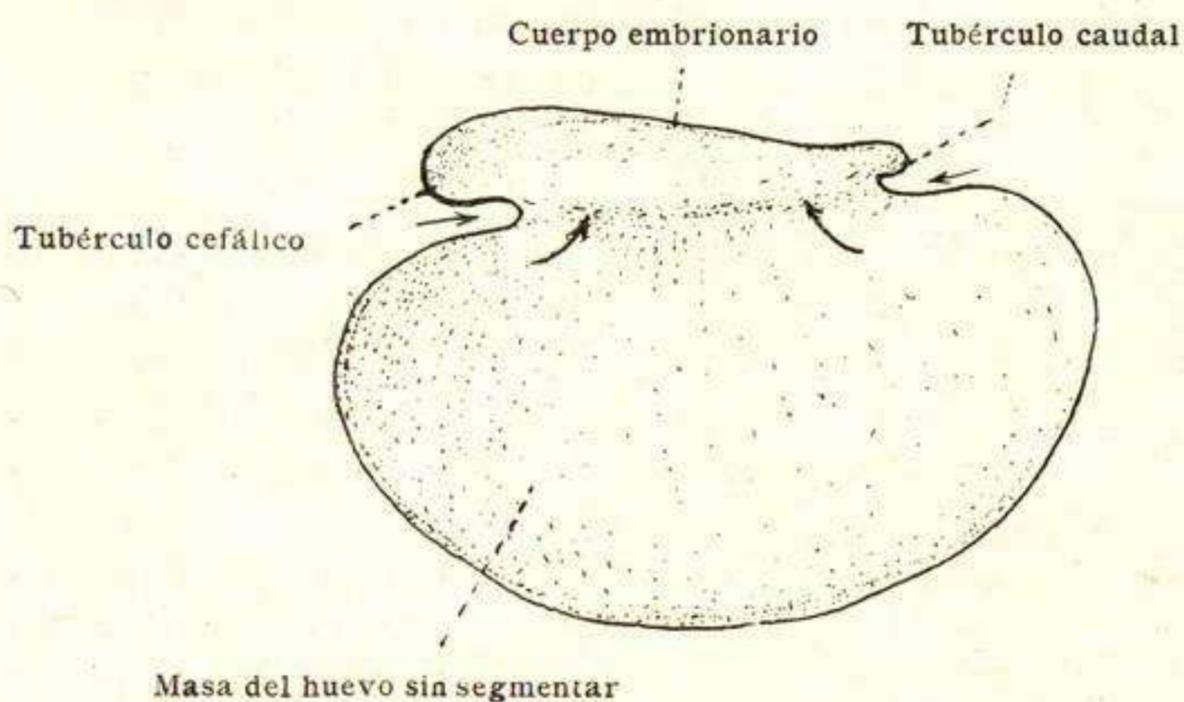
## II. Conformación externa del cuerpo embrionario y sus dependencias en huevos meroblásticos de selacios y otros peces

**95. Formación del cuerpo embrionario.** — Aunque la mayor parte de los peces poseen huevos meroblásticos, los de los *selacios*, no obstante, se prestan mejor, dada su magnitud, para hacer ver la divergencia de fenómenos *somatógenos* en esta clase de huevos, comparados con los de los holoblásticos de anamnióticos. Para ello, traigamos, ante todo, a la memoria la disposición del disco germinal, después de la formación de sus hojas. Según expusimos en su lugar, en los huevos meroblásticos sólo se segmenta una parte del huevo, llamada polo animal: en este polo se forma luego la *blástula* que se reduce a una hoja extendida sobre la gran masa del vitelo, de la que sólo la separa una cavidad más o menos pronunciada, la cavidad *subgerminal* o el *blastocelo*. La gástrula apenas tiene forma de tal, viniendo representada por dos hojas del disco germinal paralelas: una (el *entodermo*) tendida sobre el vitelo, y otra (*ectodermo*), limitando exteriormente el disco. Por entre las dos hojas mencionadas se origina el mesodermo, también bajo la forma de hojas, más o menos paralelas a las anteriores. En este estadio, pues, si prescindimos de la masa vitelina, el embrión se reduce a cuatro hojas planas y hasta cierto punto concéntricas: la configuración de un cuerpo embrional no aparece aún por ningún lado. Veamos, pues, cómo poco a poco se destaca del disco germinal el cuerpo del embrión.

El primer paso para ello, es la formación, delante del escudo embrionario, de un surco (fig. 216, saetas), efecto de la invaginación del *ectodermo* con la hoja parietal del *mesodermo*. Para simplificar, al conjunto de entrambas hojas llamaremos, con Hertwig, *lámina somática* (fig. 218) (1). El surco es el límite entre dos regiones dis-

(1) Así nos parece, puede traducirse la expresión alemana *Rumpfplatte* de O. Hertwig.

tintas: la región del escudo embrional, y lo restante del huevo. A la primera, única que tomará parte en la formación del cuerpo del embrión, suelen llamar los embriólogos *región embrionaria*, y *extraembrionaria* a la otra. Aunque hay que hacer distinción entre una y otra, el nombre de *embrionario* y *extraembrionario* no le parece a Hertwig tan acertado; puesto caso que tienen ambas un origen común, y todo pertenece al embrión. Por esta causa proponemos aquí llamar a la primera región *somatógena*, y *extrasomatógena* a la otra, nomenclatura que desde luego adoptamos en este libro. El surco es expresión no sólo de la dobladura de la *lámina somática*, sino también de la *lámina visceral* (fig. 218), esto es, de la lámina interna, constituida por el entodermo, más la hoja visceral del mesodermo.



**Fig. 216.** Esquema de peces selacios para declarar la formación del cuerpo embrionario en huevos telolecíticos (en corte óptico) y de amnióticos. Las saetas indican el sentido, en que se forma el surco. (Original).

Volviendo al punto de partida, el surco o invaginación, a medida que va penetrando hacia abajo se inclina juntamente hacia dentro y se propaga hacia los lados y atrás, como formando un foso alrededor de la región somatógena, y obligando a ésta a formar como cuerpo aparte, con aspecto vermiforme (fig. 216), que es el embrión. Continuando el proceso de dobladura o invaginación, viene a formarse debajo del cuerpo embrionario un cuello o pedúnculo (fig. 217) que mantiene unido aquél con lo restante del huevo, que cuelga debajo a guisa de un enorme saco. El cuerpo embrionario forma con su parte anterior y posterior como dos prominencias que se llaman, en su primera aparición, *tubérculo cefálico* y *tubérculo caudal* respectivamente; después, cabeza y cola.

El cuello o pedúnculo es en realidad un conducto, formado por doble pared, o por dos tubos concéntricos (fig. 218): uno externo, constituido por el ectodermo y la hoja parietal del mesodermo, y otro interno, compuesto a su vez por dos hojas, por el entodermo y la

hoja visceral del mesodermo. El conducto se llama *conducto vitelino* (fig. 218), puesto caso que pone en comunicación el saco vitelino, de que pronto nos ocuparemos, con el cuerpo del embrión. El punto de su unión con éste se llama o se puede llamar *ombligo*; y como en el conducto hemos distinguido dos tubos, uno externo o lámina somática, y otro interno o lámina visceral, es preciso también distinguir dos ombligos, uno externo somático (cutáneo), y otro interno o visceral. Antes de invaginarse o doblarse esas láminas, no existía tubo digestivo: el entodermo se hallaba extendido como una sábana sobre la masa vitelina. Pero después de su dobladura, la lámina visceral se

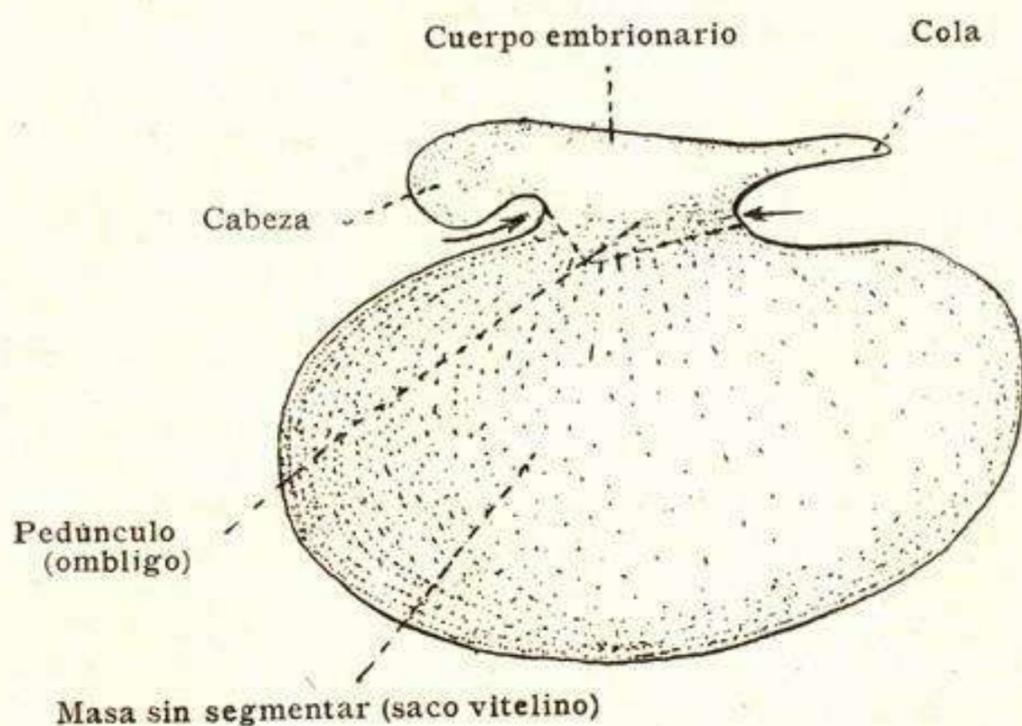


Fig. 217. Esquema para declarar la formación del cuerpo embrionario en huevos telolecitos y de amnióticos representando un estadio más avanzado que el de la figura anterior. Las saetas indican la dirección en que se forma y profundiza el surco. (Original).

nos ha convertido en un tubo o intestino, bien que cerrado aún por ambos extremos. Sólo en el centro posee inferiormente un conducto, por el que se entra en el saco vitelino (fig. 218): y por esta causa le hemos ya llamado *conducto vitelino* (fig. 218). El conducto vitelino se comunica hacia delante con la cavidad del intestino anterior (fig. 218) y hacia atrás con la cavidad del intestino posterior (fig. 218). El punto o paso de un conducto al otro, se llama *puerta*: y como el conducto vitelino comunica hacia delante con el intestino anterior y hacia atrás con el posterior, distinguiremos también dos *puertas*: la *anterior* y la *posterior* (fig. 218).

Ahora ya será fácil entender la formación del cuerpo embrionario de la *tremielga*, *Torpedo ocellata* (selacio), conforme nos dan las figuras tomadas de los modelos de cera de Ziegler (fig. 220).

**96. Dependencias embrionarias en los huevos de selacio.** — En los huevos que ahora nos ocupan, no existen dependencias embrionales fuera del saco vitelino. Hemos hecho arriba

distinción entre la región *somatógena* y la *extrasomatógena*. Esta última está determinada por la gran masa del vitelo. Las hojas germinales van también invadiendo poco a poco, mediante una verdadera epibolia, esto es, un revestimiento, toda esta masa, creciendo hacia el polo opuesto al del cuerpo del embrión: primero, el *ectodermo*, luego el *entodermo*, y por entre los dos, finalmente, también el *mesodermo* con sus dos hojas parietal y visceral (fig. 218), entre las cuales se forma asimismo y se continúa la cavidad que en el cuerpo del embrión hemos llamado celoma o cavidad somática. Una vez han llegado las hojas germinales a envolver completamente el vitelo, forman a

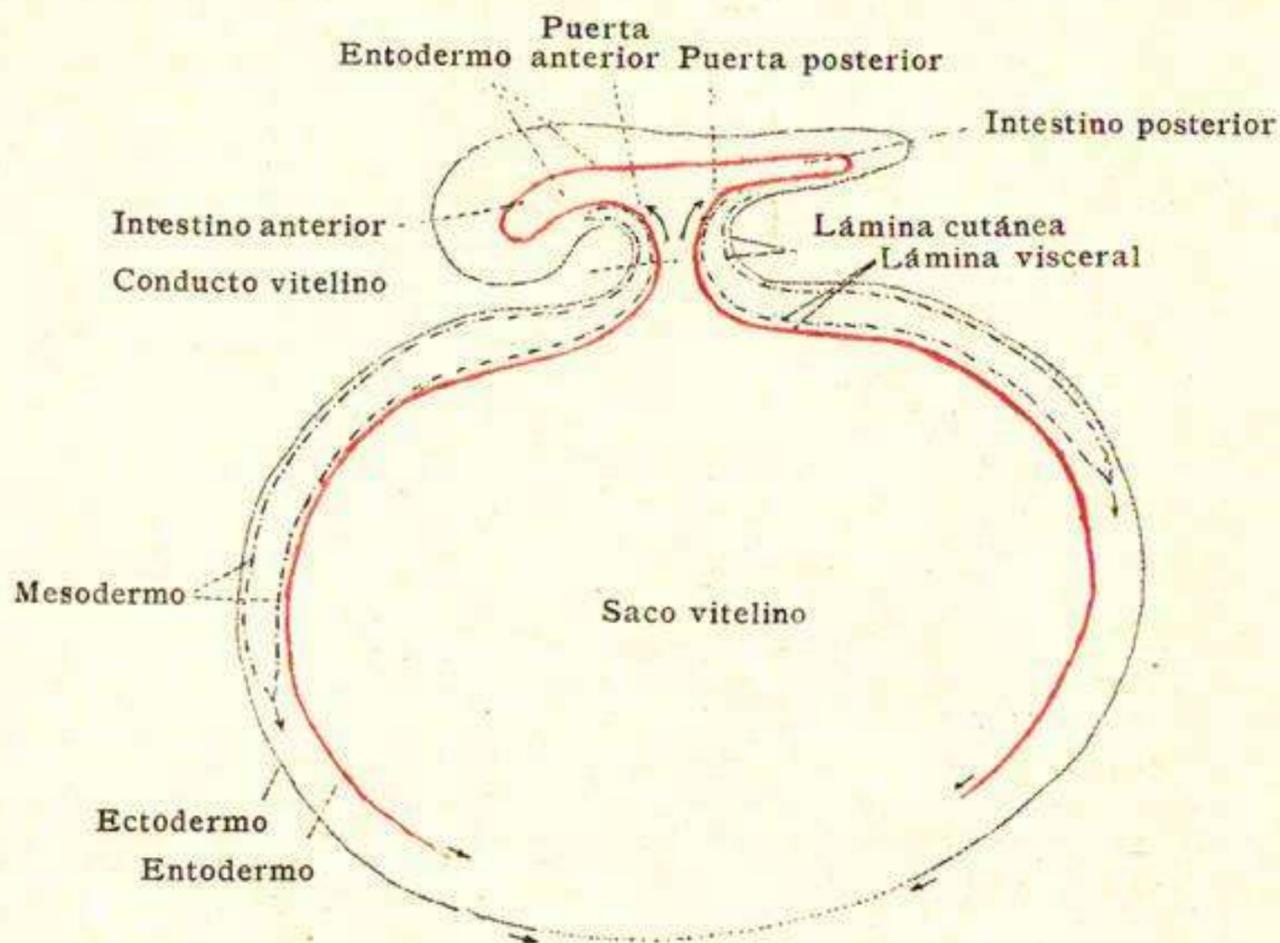


Fig. 218. Esquema para demostrar el saco vitelino y su comunicación con el intestino. Las saetas inferiores, o sea, las del saco vitelino indican la dirección en que crecen las hojas blastodérmicas y el orden en que van creciendo. (Original).

su alrededor como dos sacos concéntricos: el saco externo o *vitelino cutáneo*, constituido por la lámina *somática (cutánea)*; y el interno o *vitelino visceral*, formando por la lámina *visceral* que está en inmediato contacto con el vitelo. Estos sacos están unidos al vientre del cuerpo embrionario por el pedúnculo, que ya hemos considerado en el número precedente, y por cuyo medio se establece exteriormente la unión de continuidad entre la lámina *somática cutánea* del cuerpo embrionario y el saco *vitelino cutáneo*; e interiormente entre la lámina *visceral* del cuerpo embrionario y el saco *vitelino visceral*.

Al principio, el saco vitelino es enorme respecto del cuerpo del embrión (fig. 219); pero, a medida que éste crece, consumiendo el vitelo, se reduce aquél, y, de un enorme saco, pasa a tomar el aspecto de hernia, cada vez más moderada, hasta hacerse insignificante y des-

aparecer, finalmente, sin dejar rastro de sí, ni siquiera bajo la forma de ombligo, convirtiéndose el último resto del saco vitelino visceral en intestino; y el del saco vitelino cutáneo, en piel del vientre. Por supuesto, que el saco vitelino posee numerosos vasos que absorben los productos de la digestión que en él tiene lugar.

Los peces teleósteos ofrecen formas de transición entre el saco vitelino de selacios y el de los anfibios, entendiéndose por saco vitelino, en éstos, la región abultada del vientre; porque en ellos le falta al saco

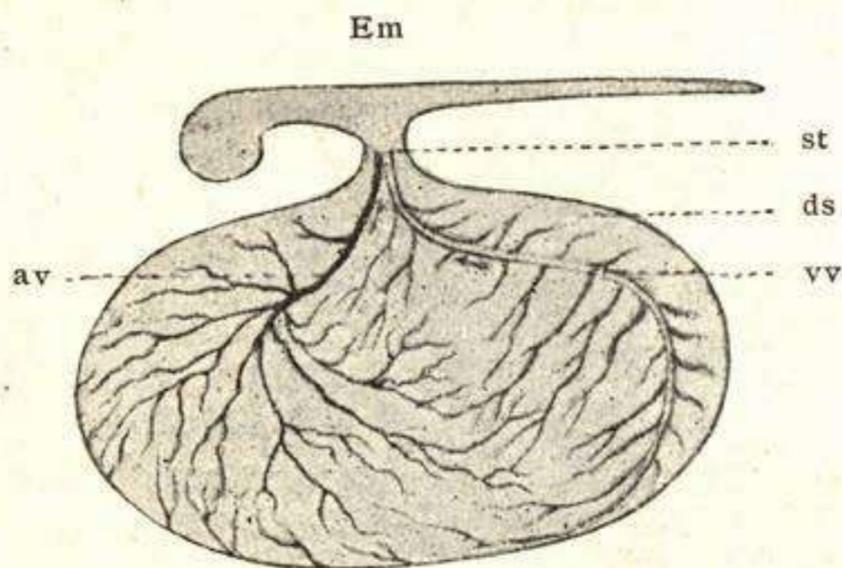


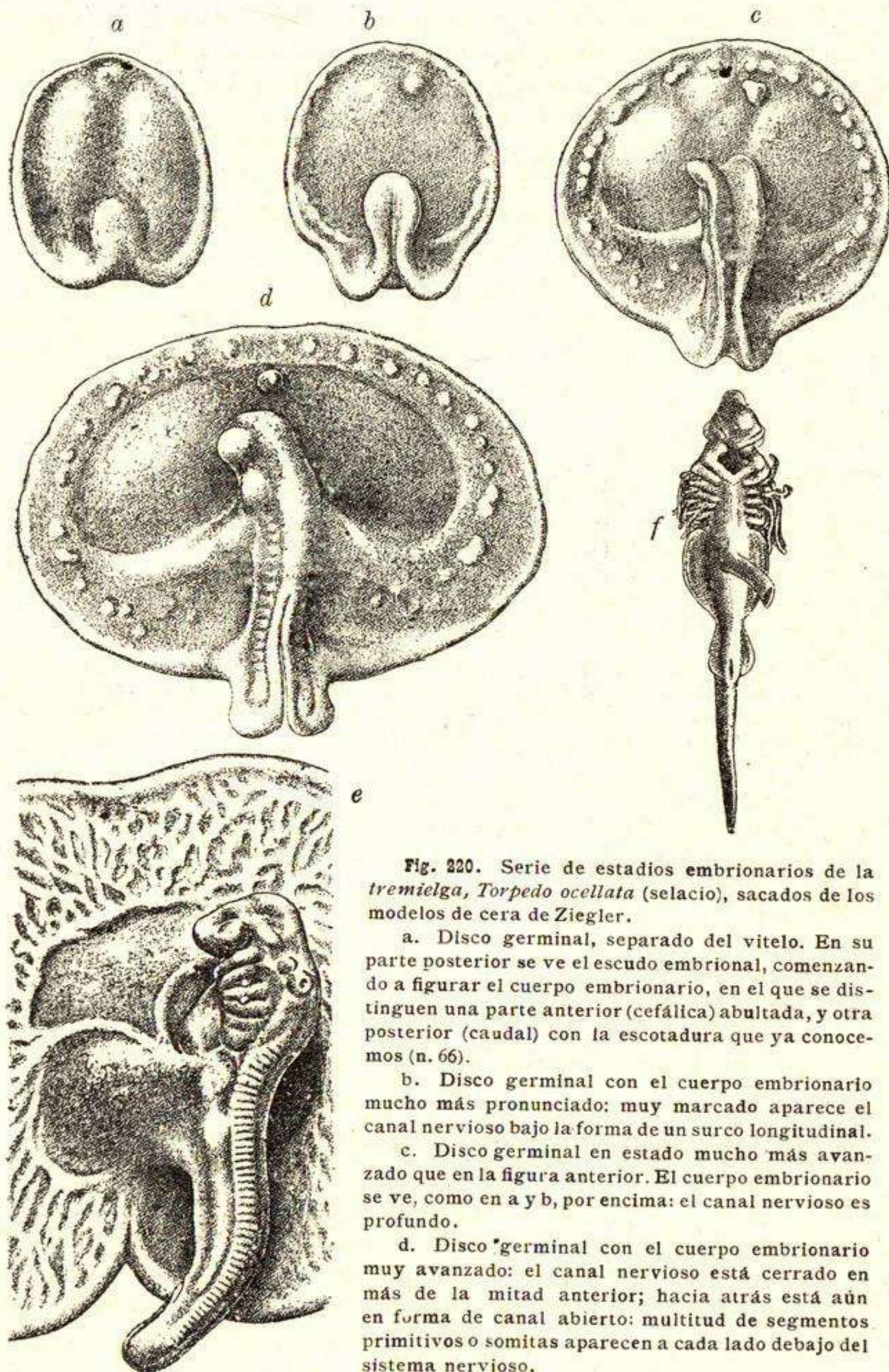
Fig. 219 Embrión del selacio *Pristiurus*, más adelantado que el de la figura 218. Em, embrión; st, pedúnculo del saco vitelino; ds, saco vitelino; av, arteria vitelina; vv, vena vitelina. (Según Balfour. Del libro: Die Elemente etc, de O. Hertwig).

vitelino un pedúnculo y el aspecto externo de los embriones es muy parecido al de los anfibios. Así y todo, es grande la diferencia entre el saco vitelino de los peces y su representante en los anfibios; puesto caso que aquí la masa interna del vientre está constituida por células; y en los peces no.

### III. Formación del cuerpo embrionario y sus dependencias en huevos meroblásticos de reptiles y aves

**97. Formación del cuerpo embrionario.** — La manera de formarse un cuerpo embrionario en los huevos de segmentación discoidal, en reptiles y aves, es exactamente la misma que vimos poco ha en los huevos de selacios. En vez, pues, de una repetición siempre enojosa, nos contentaremos con remitir al discípulo o al lector a lo dicho en los números precedentes y ponerle delante la figura 221 para reptiles y la 222 para aves.

**98. Dependencias embrionarias: el amnios.** — En cambio, las dependencias embrionarias son aquí, como en los demás amnióticos, más en número y revisten en general mayor complejidad.



**Fig. 220.** Serie de estadios embrionarios de la tremielga, *Torpedo ocellata* (selacio), sacados de los modelos de cera de Ziegler.

a. Disco germinal, separado del vitelo. En su parte posterior se ve el escudo embrional, comenzando a figurar el cuerpo embrionario, en el que se distinguen una parte anterior (cefálica) abultada, y otra posterior (caudal) con la escotadura que ya conocemos (n. 66).

b. Disco germinal con el cuerpo embrionario mucho más pronunciado: muy marcado aparece el canal nervioso bajo la forma de un surco longitudinal.

c. Disco germinal en estado mucho más avanzado que en la figura anterior. El cuerpo embrionario se ve, como en a y b, por encima: el canal nervioso es profundo.

d. Disco germinal con el cuerpo embrionario muy avanzado: el canal nervioso está cerrado en más de la mitad anterior; hacia atrás está aún en forma de canal abierto: multitud de segmentos primitivos o somitas aparecen a cada lado debajo del sistema nervioso.

e. Parte del disco germinal: el embrión presenta, además de los segmentos primitivos en mucho mayor número, los surcos y arcos branquiales, ojo, vesícula auditiva.

f. Embrión mucho más desarrollado visto por el vientre: se ve la cavidad bucal, las branquias, el conducto vitelino, el ano y rudimentos de aletas. La larva tenía 15,5 mm de longitud.

(a-e según los modelos de Ziegler: f, según Keibel. Tratado de este autor en el Handbuch etc. de O. Herwig).

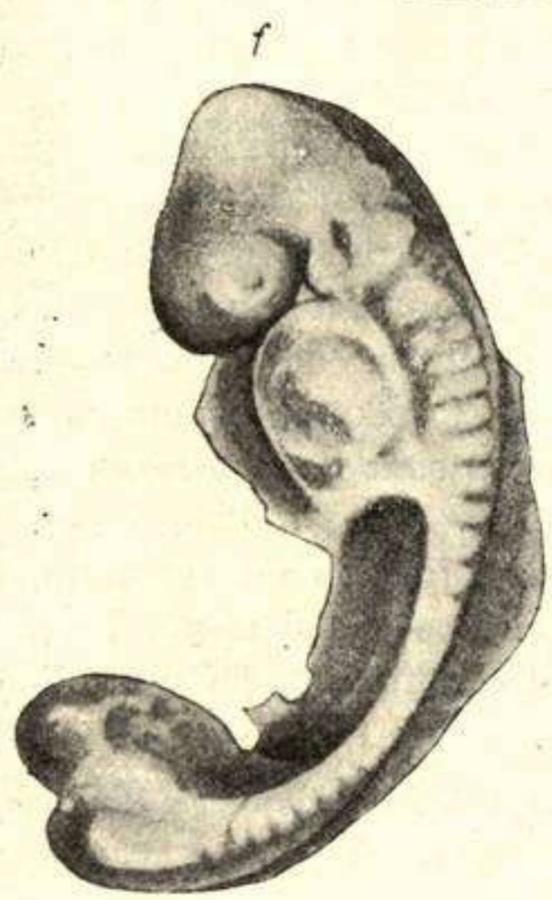
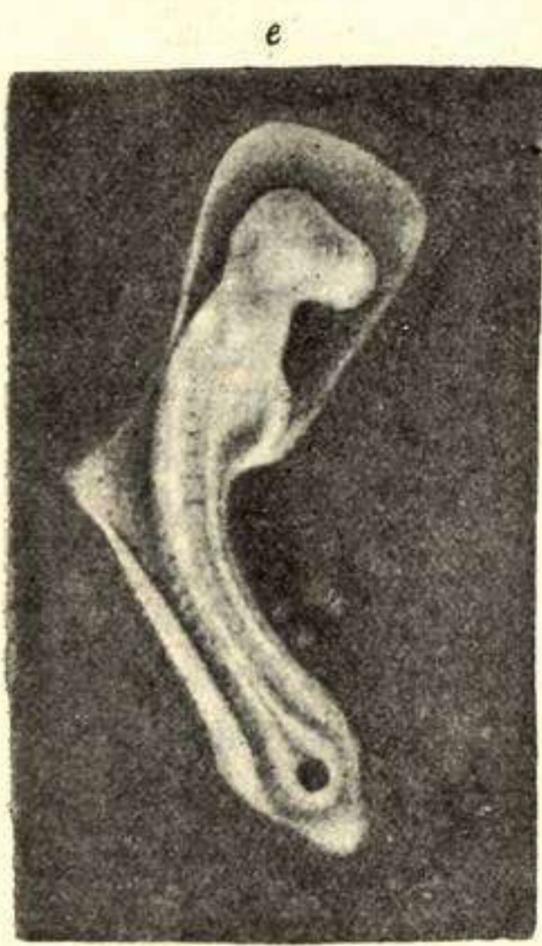
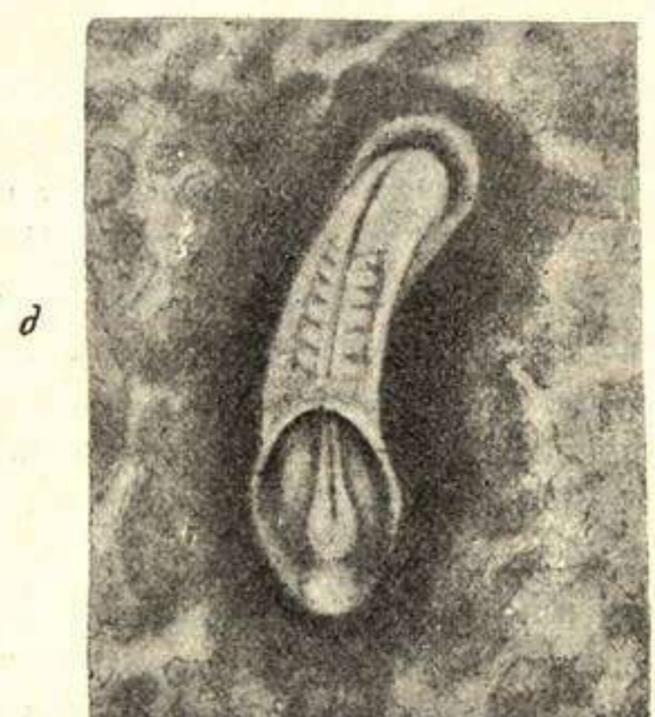
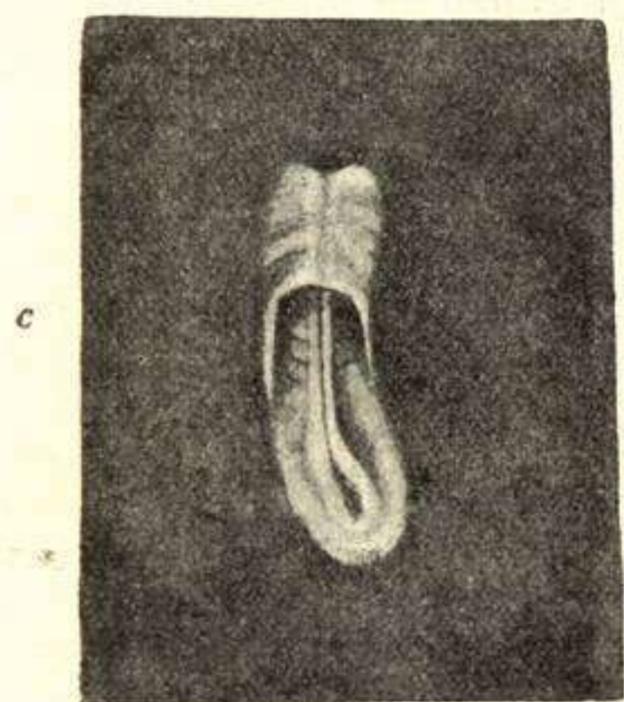
Nos ocuparemos, ante todo, del *amnios*, que es una membrana especial que envuelve al cuerpo del embrión y es propia de reptiles, aves, mamíferos y del hombre: razón por la cual se comprenden todos ellos embriológicamente con el nombre de *amnióticos*. Como el proceso formativo del amnios es el mismo en reptiles y aves, bastará fijarnos en lo que sucede en el huevo de gallina, que es el más estudiado.

Al tiempo, pues, que en el disco germinal ha comenzado a insinuarse el surco alrededor de la región somatogena, para originar y como aislar del resto del disco un cuerpo embrionario vermiforme, según describimos en los huevos de selacios (n. 95), empieza también en el huevo de gallina una dobladura o evaginación de las hojas germinales en el borde externo del surco (fig. 223, daa), y en un punto de la parte anterior del disco, donde en ese momento preciso, no existe aún el mesodermo. La primera dobladura que cae delante del tubérculo cefálico es la *proamnios* (2.º día de incubación). Pronto sigue la dobladura hacia los lados y hacia atrás, interesando el mesodermo. No se doblan las cuatro hojas germinales, para formar el amnios, sino sólo la lámina somática, esto es, la lámina constituida por el ectodermo con la hoja parietal adyacente del mesodermo; la lámina visceral, o sea, la compuesta por el entodermo con la hoja visceral del mesodermo, no toma parte en la evaginación o dobladura amniótica, sino que permanecen adheridas a la masa vitelina. En el punto, pues, de la dobladura, se separan las dos mencionadas láminas, dejando entre sí un espacio muy notable, que es la continuación y ensanche hacia fuera del celoma o cavidad somática; ensanche hacia fuera que aquí de un modo particular recibe el nombre de *exoceloma*.

Las dos cavidades corren en los libros con varios sinónimos: la cavidad mesodérmica somática, esto es, la que se halla en el mismo cuerpo o, mejor, tronco del embrión, es llamada también cavidad *pleuro-peritoneal*, *celoma interno*, *endo-celoma*; la que se halla fuera, cavidad *periembrionaria*, *celoma externo*, *exoceloma*, *cavidad inominada* (G. Pouchet) (1).

La dobladura amniótica va creciendo hacia fuera, hacia arriba y después también hacia dentro, esto es, por encima del cuerpo del embrión, para formarle como un toldo. La dobladura anterior (fig. 224, daa) se llama también vaina o capuchón cefálico, por razón de que envuelve, a guisa de capucha, la cabeza del embrión (fig. 221, c, d; fig. 222, f). Por la misma causa, la porción caudal se llamará *vaina amniótica caudal* o posterior (fig. 224, dap); y *lateral*, la porción que protege y cubre los lados (fig. 225, A, dal, y B). Las dobladuras en cuestión forman en conjunto, al principio, como un muro alrededor del cuerpo embrionario. Juntándose luego los bordes de dicho muro sobre el embrión, de un lado y otro, y de la región

(1) Conf. F. Toureux: Précis d'Embriologie Humaine.



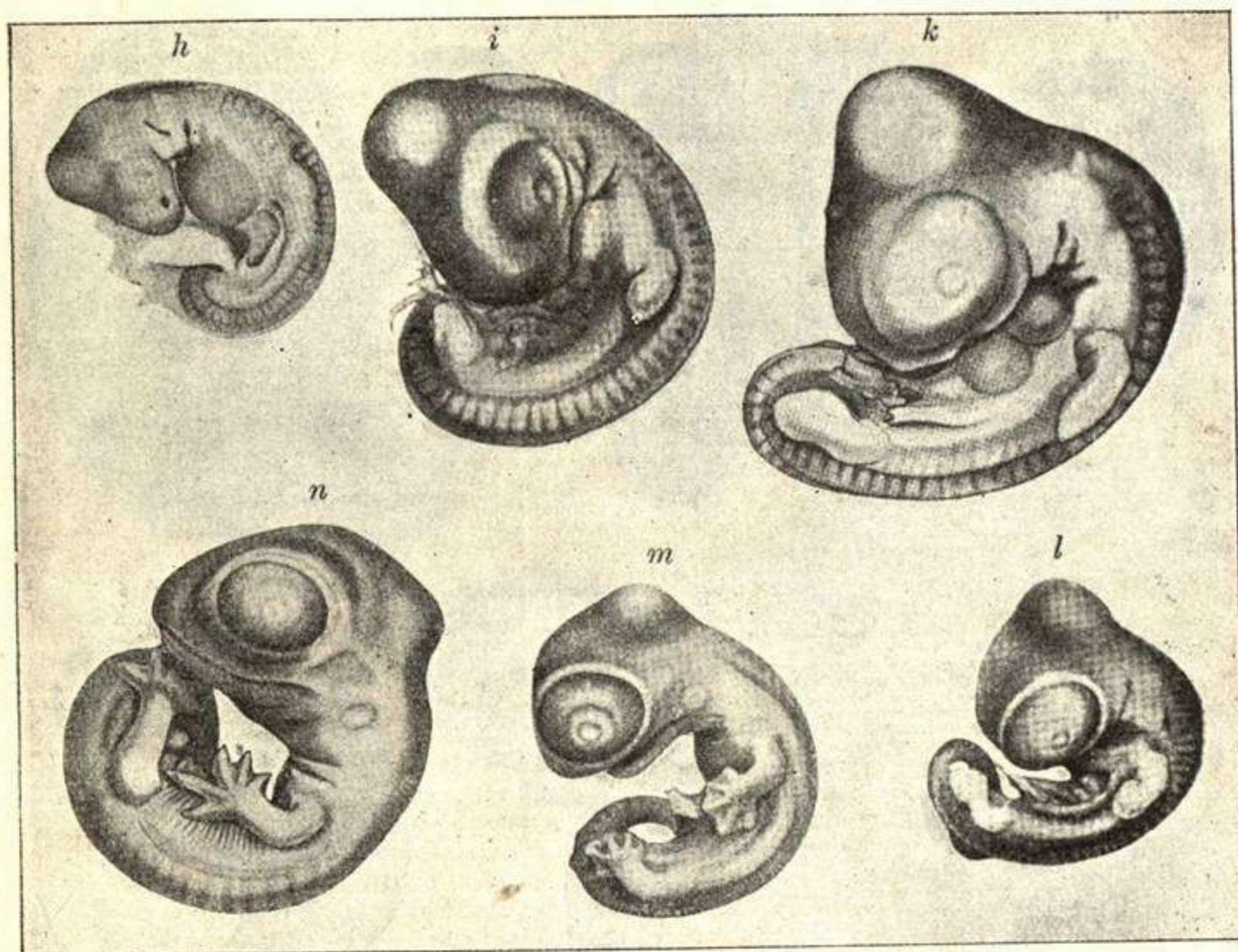
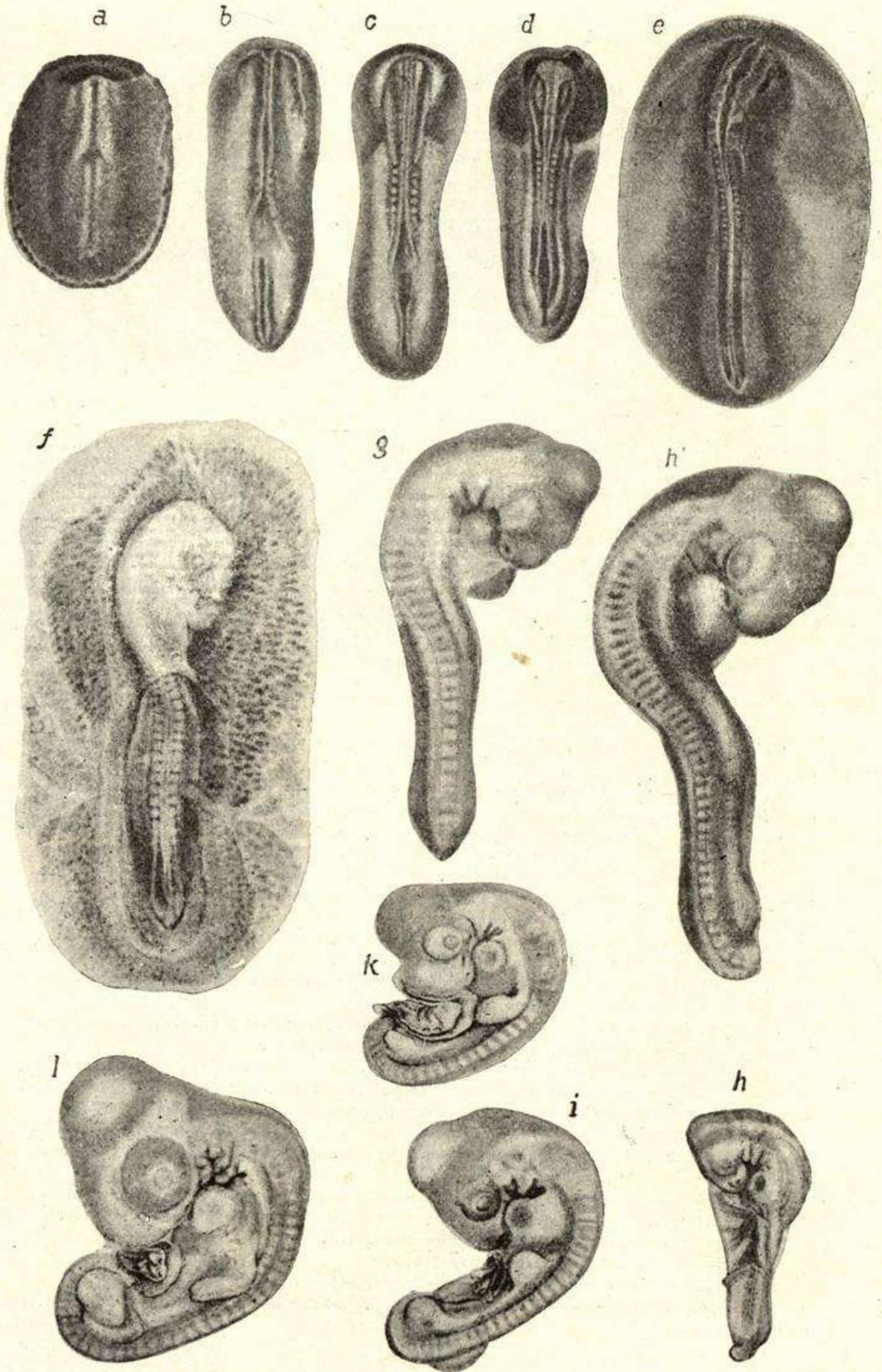


Fig. 221. Serie de figuras para explicar la formación y desarrollo de la conformación externa del cuerpo embrionario del lagarto, *Lacerta agilis*.

- a. Parte del disco germinal cogiendo el embrión (escudo embrionario) en el estado de la formación del saco mesodérmico con su abertura al exterior. A: 20.
  - b. Estadio algo más adelantado que en la figura a. A: 20.
  - c. Estadio en que el cuerpo embrionario se destaca bien y ofrece a cada lado una serie de segmentos primitivos, el canal nervioso casi cerrado hacia delante y bastante abierto hacia atrás. Además, es muy visible la formación del amnios recubriendo, a guisa de funda, casi la mitad anterior del cuerpo. A: 20.
  - d. En este estadio que es como la continuación del de c, el amnios está mucho más desarrollado, cubriendo casi todo el cuerpo. A: 20.
  - e. El embrión dentro del amnios deja distinguir perfectamente la cabeza y un muñón ventral que es el esbozo del corazón. A: 20.
  - f. Embrión separado del huevo. En la cabeza, muy abultada y encorvada, aparecen los ojos. El esbozo del corazón está mucho más marcado. A: 20.
  - g. Embrión mucho más adelantado que el de f. En la cabeza se ve, además del ojo, la foseta olfatoria; más atrás los arcos y surcos faringiales (viscerales); debajo de la cabeza el corazón bajo la forma de doble cuerpo; y, finalmente, los esbozos de las extremidades. A: 20.
  - h. Esta figura representa un estadio no muy distante de g, pero con tendencia marcada a encorvarse. A: 10.
  - i. Estadio en que el encorvamiento del cuerpo embrionario llega a su colmo. A: 10.
  - k. El encorvamiento del embrión vuelve atrás; la cabeza tiende a configurarse. A: 10.
  - l. La cabeza del embrión se va configurando. A: 5.
  - m. La cabeza mucho más configurada. A: 5.
  - n. Estadio, en que se deja prever la forma definitiva del lagarto.
- (g, según Nicolas; las demás según Peter. Tratado de Keibel en el Handbuch, etc., de O. Herwig).



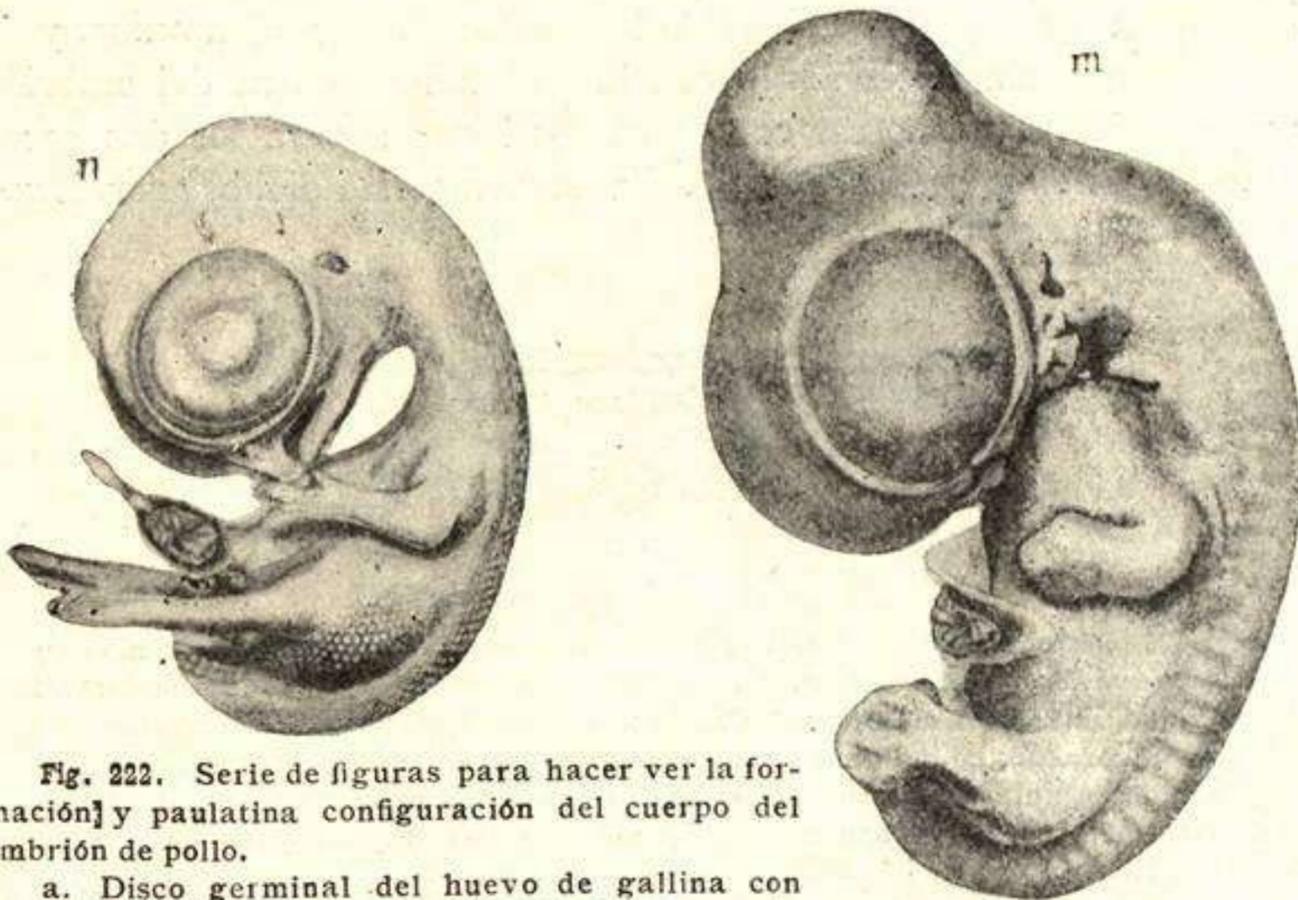


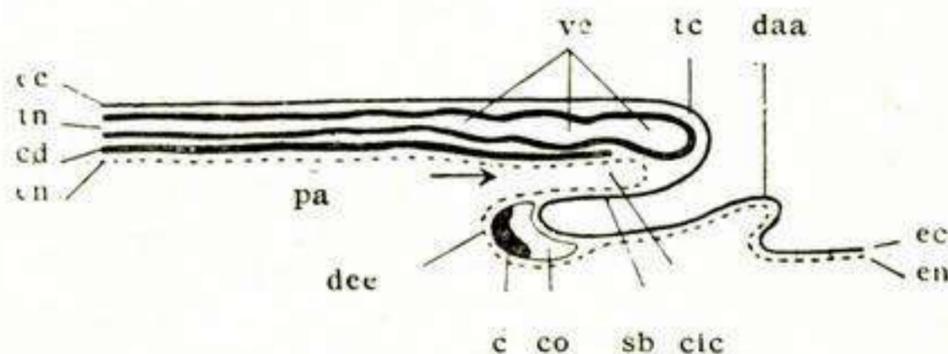
Fig. 222. Serie de figuras para hacer ver la formación] y paulatina configuración del cuerpo del embrión de pollo.

- a. Disco germinal del huevo de gallina con el escudo embrionario en el estadio de línea primitiva y la placa o el canal nervioso incipiente bajo la forma de rodetes: huevo a las 38 horas de incubación, interrumpida ésta, no obstante, por 10 horas durante el primer día. En este estadio se ven aparecer los islotes sanguíneos. A: 10.
- b. Escudo embrionario de pollo, a las 20 horas de incubación: como se ve, está mucho más avanzado que el de a, quizás por haber estado más tiempo en el oviducto o haberlo incubado algo la gallina al ponerlo. La línea primitiva se reduce y el sistema nervioso toma la delantera: aparecen 4 pares de somitas; es probable que el escudo embrionario de la figura a es el atrasado, y no el de b, el adelantado. A: 10.
- c. Escudo embrionario del huevo de gallina a las 24 horas de incubación. El canal nervioso cerrado ya en parte: 7 pares de somitas. A: 10.
- d. Escudo embrionario a las 39 horas de incubación. El encéfalo comienza a diferenciar segmentos. A: 10.
- e. Escudo embrionario a las 46 horas de incubación. El embrión se halla levantado del ectodermo en la parte anterior: el corazón aparece en estado de utrículo S-forme. A: 10.
- f. Embrión de pollo a las 51 horas de incubación. La cabeza o la parte anterior del cuerpo se tuerce; el amnios recubre más de  $\frac{1}{3}$  parte del cuerpo. A: 10.
- g. Embrión de 67  $\frac{1}{2}$  horas aislado del huevo: aparecen claros, el ojo, la foseta olfatoria, los arcos faringales (viscerales) y el corazón a manera de hernia. A: 10.
- h y h'. Embriones de 67 horas. A: de h, 5; de h', 10.
- i. Embrión de 84 horas. A: 5
- k. » » 88 » A: 5.
- l. » » 104 » A: 5.
- m. » » 135 » A: 5.
- n. » » 192 » en el que se deja apreciar ya perfectamente la forma definitiva.

A: 2, 5. (Según Keibel y Abraham. Tratado de Keibel en el Handbuch etc. de O. Herwig).

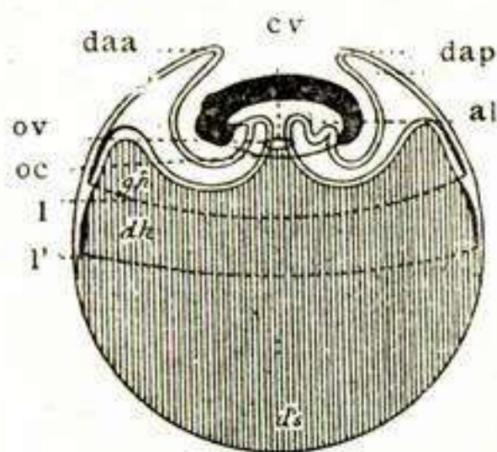
anterior y posterior, sueldan sus hojas (fig. 226): la hoja externa con la externa y la interna con la interna; y, desapareciendo más tarde la unión entre la hoja externa y la interna, resultan dos toldos sobre el embrión: de los cuales el externo se conoce con el nombre de membrana *serosa* (fig. 227, s); ésta, como veremos, se continúa en la región extrasomatógena con el saco vitelino cutáneo: el otro toldo, el interno, constituye el *amnios* (fig. 227, A), la cual se continúa por abajo con la lámina somática del embrión. La cavida debajo del toldo interno, entre éste y el cuerpo embrionario, es la cavidad amniótica

que se llena de líquido; la cavidad existente entre el amnios y la serosa, se continúa hacia abajo con la cavidad somática del embrión por una parte, y, por otra, con la cavidad que separa los dos sacos vitelinos, el *cutáneo* del *visceral* y se llama, como está dicho, *exoceloma*.



**Fig. 223** Esquema de O. Hertwig para explicar la formación del amnios en huevos de ave. ec, ectodermo; en, entodermo; tn, tubo nervioso; cd, cuerda dorsal; cic, cavidad intestinal cefálica; dee', dobladura ecto-entodérmica; tc, tubérculo cefálico; c, corazón; co, celoma o cavidad somática; sb, seno bucal; daa, dobladura amniótica anterior o proamnios; ve, vesícula encefálica; pa, puerta intestinal anterior; dee, dobladura producida por el surco anterior o cefálico. (Del libro: Die Elemente etc.).

Si tenemos presente el modo de originarse el *amnios* y la *serosa*, comprenderemos sin dificultad su constitución histológica. Ambas membranas constan de dos capas, del *ectodermo* y del *mesodermo parietal*. En el amnios, la capa ectodérmica reviste interiormente la cavida amniótica; y la hoja parietal del mesodermo la reviste exteriormente (fig. 226): aquélla se continúa, en el ombligo, con la epidermis del cuerpo embrionario; ésta lo hace, en el mismo sitio, con la



**Fig. 224.** Corte longitudinal esquemático del huevo de gallina durante la formación del amnios. dh, área vitelina; gh, área vascular; l, límite del área vascular hasta donde llega el mesodermo; l', límite del área vitelina, hasta donde llega el entodermo (l y l') señalan la zona del crecimiento envolvente del mesodermo y endermo respectivamente sobre la masa vitelina en l yace además el seno vascular terminal; al, alantoides incipiente; daa, dobladura amniótica anterior; dap, dobladura amniótica posterior; cv, conducto vitelino; oc, ombliigo cutáneo; ov, ombliigo visceral; ds, saco vitelino. Según Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

hoja *fibrosa coriaria* o *del cuero* (n. 85) del mismo cuerpo del embrión, ya que ambos a dos componen la lámina somática de dicho embrión. En la *serosa*, la capa ectodérmica reviste su cara externa; y la cara interna, la *mesodérmica*.

Es de notar que en la pared del amnios muy pronto se desarrollan células fibrosas contráctiles, a las que se deben las contracciones del amnios, fáciles de observar en el embrión de pollo, a partir del quinto día, mediante el ooscopio de Preyer. El número de contracciones,

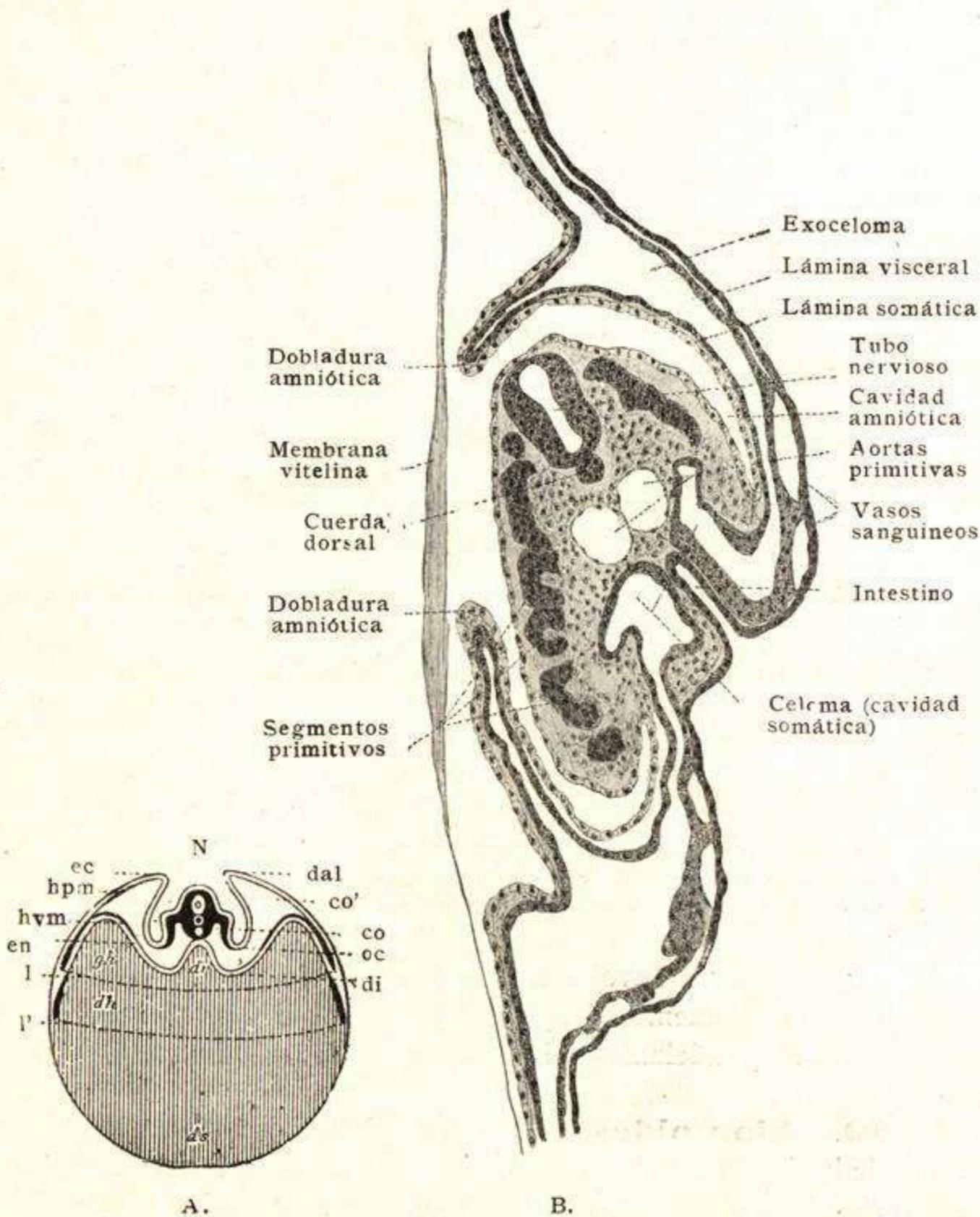


Fig. 225. A.—Corte transversal esquemático del embrión de huevo de gallina al tiempo de la formación del amnios. N, tubo nervioso; dr, canal intestinal; dal, dobladura amniótica lateral; di, dobladura intestinal; en, entodermo; hpm, mesodermo parietal; hvm, mesodermo visceral; co, celoma (cavidad somática); co', exoceloma; oc, ombligo cutáneo; ds, saco vitelino, gh, área vascular; l, límite de esta área, donde yace el seno vascular terminal y representa a la vez la zona de crecimiento envolvente del mesodermo sobre la masa vitelina; dh, área vitelina; l', límite de esta área y juntamente zona de crecimiento envolvente del entodermo sobre la masa vitelina. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente: etcétera).—B. Corte transversal real del embrión de pollo a las 49 horas de incubación, en él se ven con toda perfección las dobladuras laterales de la hoja somática para formar el amnios y la serosa. (Del catedrático L. Aravio-Torre, Pbro.).

10 por minuto el 5.º día, aumenta hasta el 8.º día, decreciendo luego. Dentro de la cavidad amniótica se desarrolla un líquido, el *liquor amnii*.

**99. Saco vitelino.**— En lo substancial, el saco vitelino del huevo de gallina es como el que describimos en los huevos de selacio, con la diferencia *accidental*, no obstante, de que en el huevo de gallina y demás *saurópsidos* (y en general en el de los *amnióticos*) de los dos sacos concéntricos, el *cutáneo* no se continúa, en la región del ombligo, con la lámina cutánea del cuerpo embrionario, como en selacios, sino con la *serosa*. Por lo demás, el saco vitelino está constituido, al principio, por las cuatro hojas; *ectodermo*, *entodermo* y las dos hojas del *mesodermo*. Todas estas hojas van poco a poco envolviendo toda

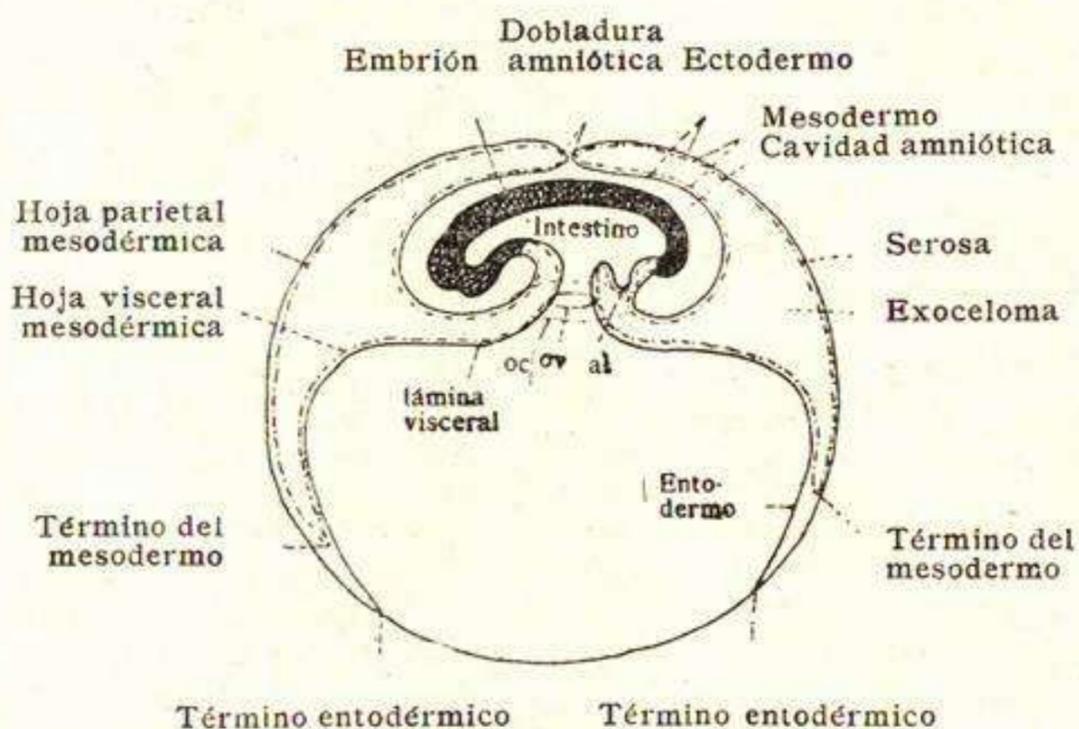


Fig. 226. Corte longitudinal esquemático para explicar la unión y soldadura, sobre el dorso del embrión, de las soldaduras amnióticas: oc, ombligo cutáneo o amniótico; ov, ombligo visceral; al, rudimento de la alantoides. (Original).

la masa vitelina. La envoltura completa y la formación de dos sacos, aislados completamente el uno del otro por el *exoceloma*, no tiene lugar sino muy adelantada la evolución del pollo.

**100. Alantoides.**— Otra dependencia, quizás la más interesante de los huevos de los *amnióticos*, es la llamada *membrana alantoides* o simplemente *alantoides*. Más aún; creemos que la formación del amnios está en función de la *alantoides*. Estudiemos, primero, su origen y formación: después diremos algo de su función.

Insistiendo en el huevo de gallina, mientras en él está en marcha la formación del *amnios*, se inicia una evaginación en la pared ventral (figs. 224, 226, 227 y 228, al), entre el conducto o canal vitelino visceral (n. 96) y el cutáneo, en la región que corresponde a la cloaca. La evaginación interesa sólo la *lámina visceral*, dado que la *lámina somática* ya se ha levantado para formar el *amnios*. La evaginación va

creciendo a manera de hernia dentro del celoma, primero en el cuerpo embrionario y después también por entre el amnios y la serosa, y aun más tarde por entre ésta y el saco vitelino (fig. 228, al), expansionándose por consiguiente en el exoceloma. La primera porción del saco alantoideo, o sea, la parte, en que se continúa con el intestino, es delgada y constituye el *uraco*. De las dos hojas de que consta dicho saco, la externa o parietal se pone en contacto con la serosa y la enriquece de vasos sanguíneos, que representan la ramificación o expansión de los vasos umbilicales; circunstancia que nos obliga a tocar, si quiera brevemente el papel fisiológico de la alantoides.

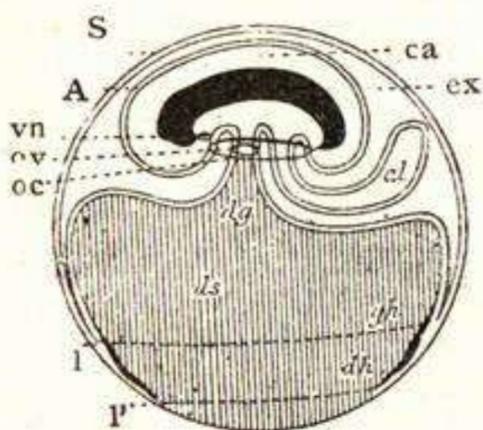


Fig. 227. Corte longitudinal esquemático del huevo de gallina.—A, amnios; S, serosa; ca, cavidad amniótica; ex, cavidad exocelómica; vn, vesícula nerviosa (encéfalo); al, alantoides; oc, ombligo cutáneo o amniótico; ov, ombligo visceral; dg, conducto vitelino; ds, saco vitelino; gh, área vascular; dh, área vitelina; l, límite del área vascular; l', límite del área vitelina. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

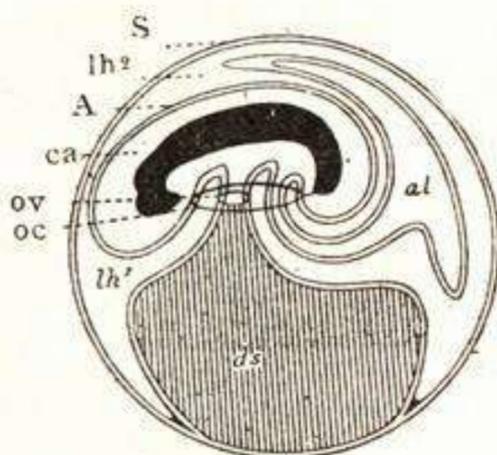


Fig. 228. Corte longitudinal esquemático del huevo de gallina. A, amnios; S, serosa; ca, cavidad amniótica; lh<sup>2</sup>, exoceloma; oc, ombligo cutáneo o amniótico; ov, ombligo visceral; al, alantoides; ds, saco vitelino. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

La función de esta dependencia embrionaria parece ser múltiple, al menos en saurópsidos (reptiles y aves). En efecto; durante la vida embrionaria recoge, ante todo, los productos de excreción urinaria. Pero su gran riqueza de vasos nos hace pensar luego en otra función, tanto o más importante que la anterior, y es la respiratoria. Los vasos o capilares periféricos sirven para el cambio de gases entre la sangre y el aire, eliminándose por ellos el *anhídrico carbónico* y absorbiéndose el *oxígeno*. El aire que se pone en contacto con los capilares, en parte proviene directamente del exterior, a través de la cáscara, *porosa*, como sabemos; y en parte se halla en la cámara aérea del polo obtuso del huevo (fig. 32). Una tercera función del saco alantoideo consiste en la reabsorción de la clara de huevo, que durante la incubación se ha ido espesando cada vez más. La alantoides, que hacia el fin de la incubación ocupa casi toda la cavidad exocelómica, envuelve el residuo de la albúmina ya espesada. En este movimiento envolvente obliga también naturalmente a evaginarse la serosa, la cual forma el revesti-

miento interno de una especie de saco que encierra el residuo albuminoideo (clara del huevo). La alantoides llega a producir vellosidades sanguíneas en la pared de dicho saco que ella integra, introduciéndolas dentro de la masa grumosa albuminoidea. Estas vellosidades recuerdan las de la placenta de los mamíferos que estudiaremos más adelante. Por esta causa, Duval, que fué el primero en llamar la atención sobre esta formación o disposición particular, la describe como *placenta*.

**101. Suerte ulterior de las dependencias embrionarias.** — La suerte de las dependencias embrionarias en saurópsidos es la siguiente. El *saco vitelino*, a medida que va perdiendo su contenido, absorbido por el embrión, se va reduciendo hasta que, finalmente, viene a convertirse en pared intestinal, sin dejar rastro de sí. La serosa, no pudiendo aguantar a la larga el enorme crecimiento del embrión, se rompe, quedando después adherida a la cáscara del huevo. El amnios por fuerza adquiere un extraordinario crecimiento, a medida que aumenta en su interior el cuerpo del pollito; hasta que éste, ya suficientemente desarrollado y capaz de respiración pulmonar, la rompe con el pico y comienza a tomar directamente el aire de la cámara aérea para respirar. Más tarde, hacia el fin de la incubación, pierde el agua y se seca. Igual suerte sufre la *alantoides*: primero, crece enormemente, ocupando todo el espacio que dejan libre el amnios y el saco vitelino. Cuando el pollito, empero, empieza a tener, dentro del mismo huevo, la respiración pulmonar, tomando directamente el aire de la cámara aérea, se va reduciendo poco a poco la circulación alantoidea, obliterándose los vasos umbilicales: la alantoides se seca luego y, rota su unión con el pollito en la región del ombligo, se queda adherida a la cáscara a una con el amnios, al salir o nacer el pollito.

#### IV. Formación del cuerpo embrionario y sus dependencias en mamíferos

**102. Estadios embrionarios.** — Vimos más arriba (n. 74) que los huevos de los mamíferos, aunque *isolecitos* y de segmentación *total*, desarrollaban las *hojas germinales*, al modo que lo hacían los huevos de los *saurópsidos*, esto es, de los reptiles y aves. Pero como los huevos de los mamíferos se desarrollan en la matriz, bien pronto se nota una íntima relación entre ellos y el medio de su desarrollo. El huevo de conejo, por ejemplo, puesto ya en el útero, comienza a aumentar notablemente de volumen; y de 1-1,5 mm. que tiene hacia el quinto día, pasa el séptimo a tener 5 mm, y esto, aun antes de la implantación; pues ésta tiene lugar hacia el fin del sép-

timo día después del coito. Este aumento de volumen se debe principalmente a la adquisición, en su interior, de substancia albuminoidea, exsudada por las paredes del útero. Por la acción del alcohol esta substancia se precipita o coagula bajo la forma de granulaciones. Más aún; esta misma substancia forma, al principio, un precipitado sobre la membrana vitelina, donde aparecen grumos (fig. 229) que recuerdan las vellosidades del *corión* (n. 103): razón por la cual se ha dado a dicha membrana, en este estadio, el nombre de *procorión*. El *procorión*, no pudiendo a la larga sostener el enorme aumento de volumen de que hemos hablado, se rompe.

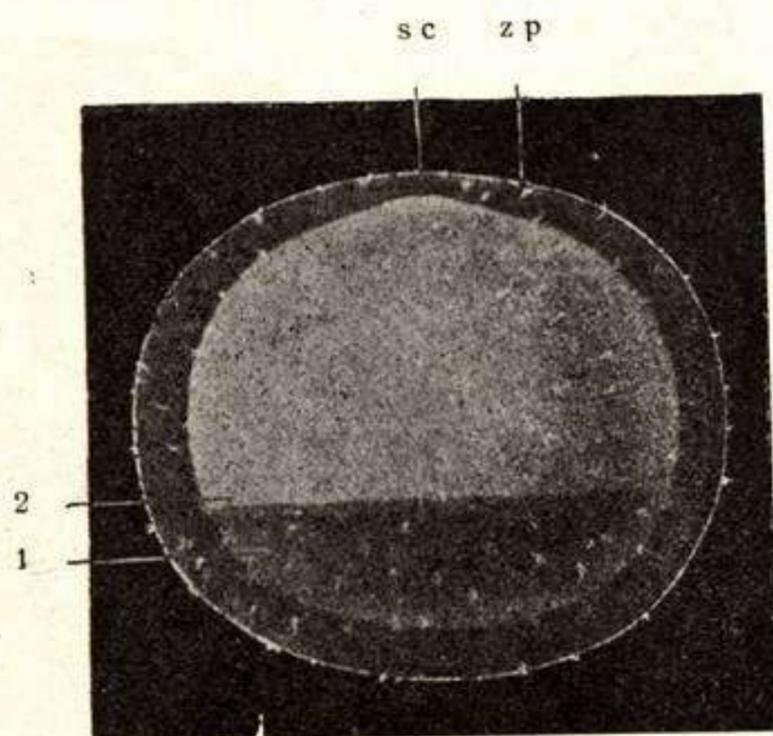


Fig. 229. Huevo de coneja de unos siete a ocho días, visto de lado. s c, escudo embrional; z p, zona pelúcida, sembrada de mameloncitos que constituyen el *procorión*. En el disco embrional mismo hay, además del ectodermo y entodermo, la pululación celular destinada a formar el mesodermo: del disco embrional hasta 2 hay dos hojas, el ectodermo blastular o trofoblasto y el entodermo; y en lo restante, de 1 hasta el polo opuesto, sólo el trofoblasto. (Según Bischoff. Del Handbuch, etc., O. Herwig).

No todos los huevos de mamífero, no obstante, experimentan tan extraordinario crecimiento, antes de implantarse. Así, v. g., los huevos con inversión de hojas blastodérmicas (n. 79) y probablemente los de los *primates*.

El cuerpo del embrión se configura del mismo modo que en los huevos de *saurópsidos*. Una idea de ello nos pueden dar algunos estadios evolutivos de simios (fig. 230). Cuanto a las dependencias embrionarias, bastará decir que el amnios se origina asimismo de una dobladura o evaginación de la lámina somática (fig. 231, B), empezando por la parte anterior del cuerpo embrionario en formación, y terminando por el posterior. Después se cierra sobre el embrión, soldándose la doble hoja: la hoja externa con la externa; y la interna con la interna (fig. 231, C). De la soldadura de la hoja interna resulta el *amnios*; y de la soldadura de la hoja externa, la *serosa* que en breve

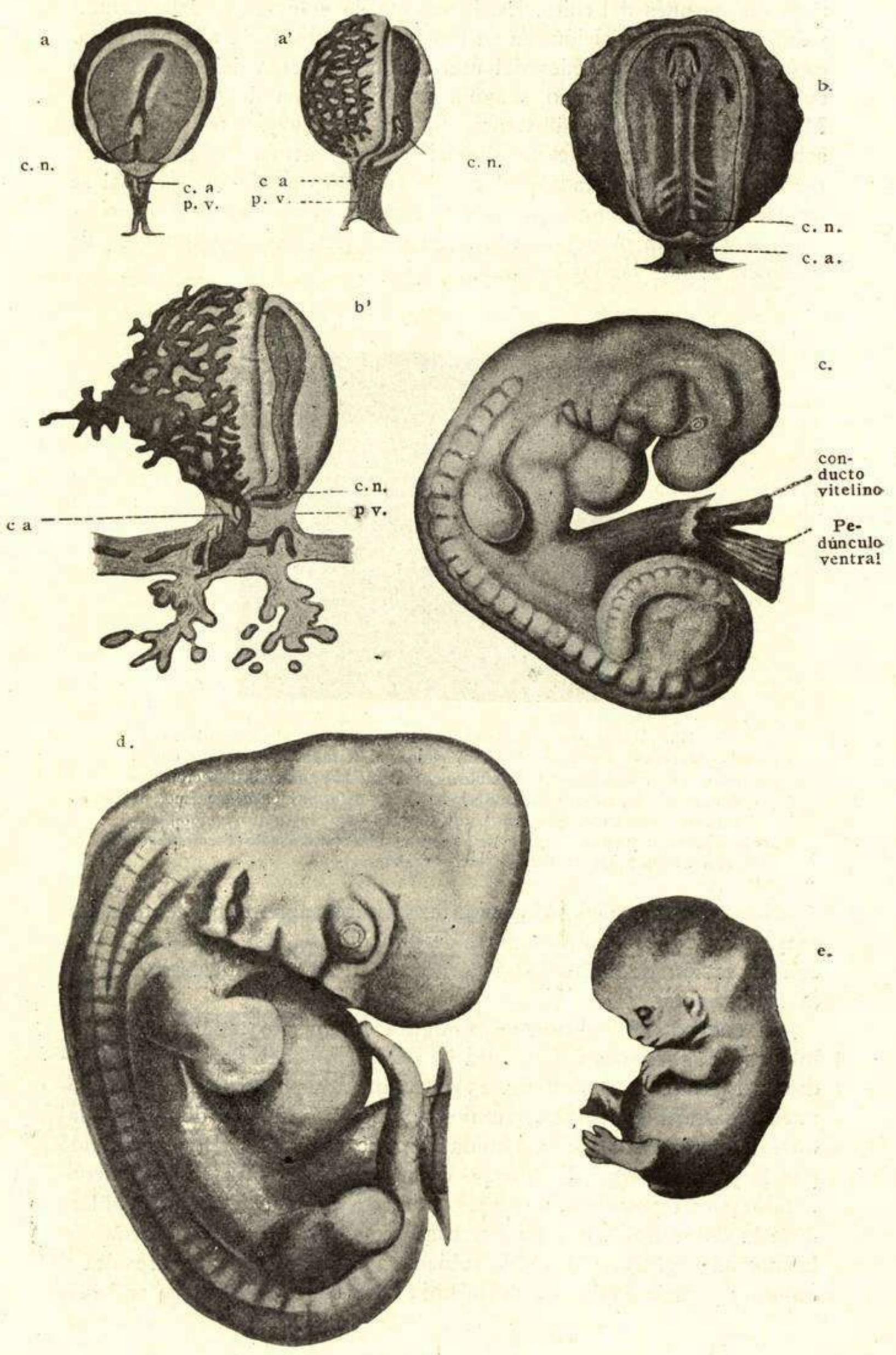


Fig. 230. Serie de embriones de simios para mostrar la paulatina formación y configuración del cuerpo embrionario. — a. Vista dorsal del disco germinal de un gibbon (simio), *Hylobates concolor*. c. a., conducto alantoideo; p. v., pedúnculo ventral; c. n., canal neurentérico. A: 20. De la colección de Selenka.

a'. El mismo visto de perfil. La red que aparece, es de vasos sanguíneos del área vascular; c. n., canal neuréntico; c. a., conducto alantoideo; p. v., pedúnculo ventral. A: 20.

b. Vista dorsal del disco germinal de *Hylobates Rafflesi*. c. a., conducto alantoideo; c. n., canal neurentérico. Aparecen varios somitas. A: 20. Del tratado de Keibel.

b'. El mismo visto de perfil. c. a., conducto alantoideo; p. v., pedúnculo ventral; c. n., canal neuréntico. A: 20.

c. Embrión, aislado del huevo, de *Cercopithecus cynomolgus*, visto de lado con el cordón umbilical descomponiéndose, en el extremo cortado, en dos ramales, que son el conducto vitelino y el alantoideo o, mejor, el pedúnculo ventral. A: 10. a-c, según Selenka.

d. Embrion del mismo *Cercopithecus cynomolgus*, en un estadio más avanzado. A: 10. (Según Kollmann).

e. Embrión a feto de *Hylobates concolor*. A: 2,5. (Según Selenka). (Del tratado de Keibel en el Handbuch de O. Hertwig).

se convierte en *corion* (fig. 231, D, E) en todos los mamíferos placentarios. Una divergencia respecto de la soldadura se nota, no obstante, en algunos mamíferos y, sobre todo, en el hombre. Consiste ésta, en que la *serosa* se mantiene por largo tiempo unida al amnios por una especie de pedúnculo (fig. 232, B). Esto parece que está relacionado con la formación de la *alantoides* y particularmente con el papel que ésta desempeña, de acarrear vasos a la *serosa* que, como en seguida diremos, se convierte en *corion*, desarrollando, al efecto, en su superficie externa numerosas vellosidades para aumentar la superficie de contacto del huevo con la *mucosa uterina*.

También tiene lugar en huevos de mamíferos la formación del *saco vitelino* (fig. 232, A, UV), que aquí suele llamarse de preferencia *vesícula umbilical*, a pesar de que al principio los huevos en cuestión no poseen vitelo, si exceptuamos algunos que tocaremos más adelante (n. 103). Más tarde, ya hemos dicho que adquirirían una substancia albuminoidea que equivale al vitelo; pues su consistencia viene a ser la de la albúmina del huevo de gallina; siendo ésta una de las causas que obligan al huevo, después de la segmentación total, a seguir, en su ulterior desarrollo, un curso parecido al de los huevos de reptiles y aves; y, por tanto, no consta que el fenómeno obedezca a alguna razón de descendencia u origen filogenético, como muchos pretenden. El saco vitelino desarrolla de igual modo vasos sanguíneos (fig. 243, vv), cuyos troncos constituyen los *vasos onfalomesentéricos*. Al medida que el embrión avanza en su desarrollo y aumenta de volumen, decrece o se reduce el saco vitelino, convirtiéndose en una insignificante vesícula.

La *alantoides* se origina de la misma región y por el mismo proceso que en los huevos de *saurópsidos*; teniendo, como en éstos, por especial función, la de llevar a la cara interna de la *serosa* vasos sanguíneos, que se distribuirán por entre las vellosidades coriales, aunque en el caso de formarse pedúnculo ventral, no toma, como parece, la forma de saco libre, sino a lo más de un canal adherente a la pared del amnios. En resumen, la formación del cuerpo embrionario y la de sus dependencias se reduce substancialmente a un esquema (fig. 232, A) que es el mismo que el de los *saurópsidos*.

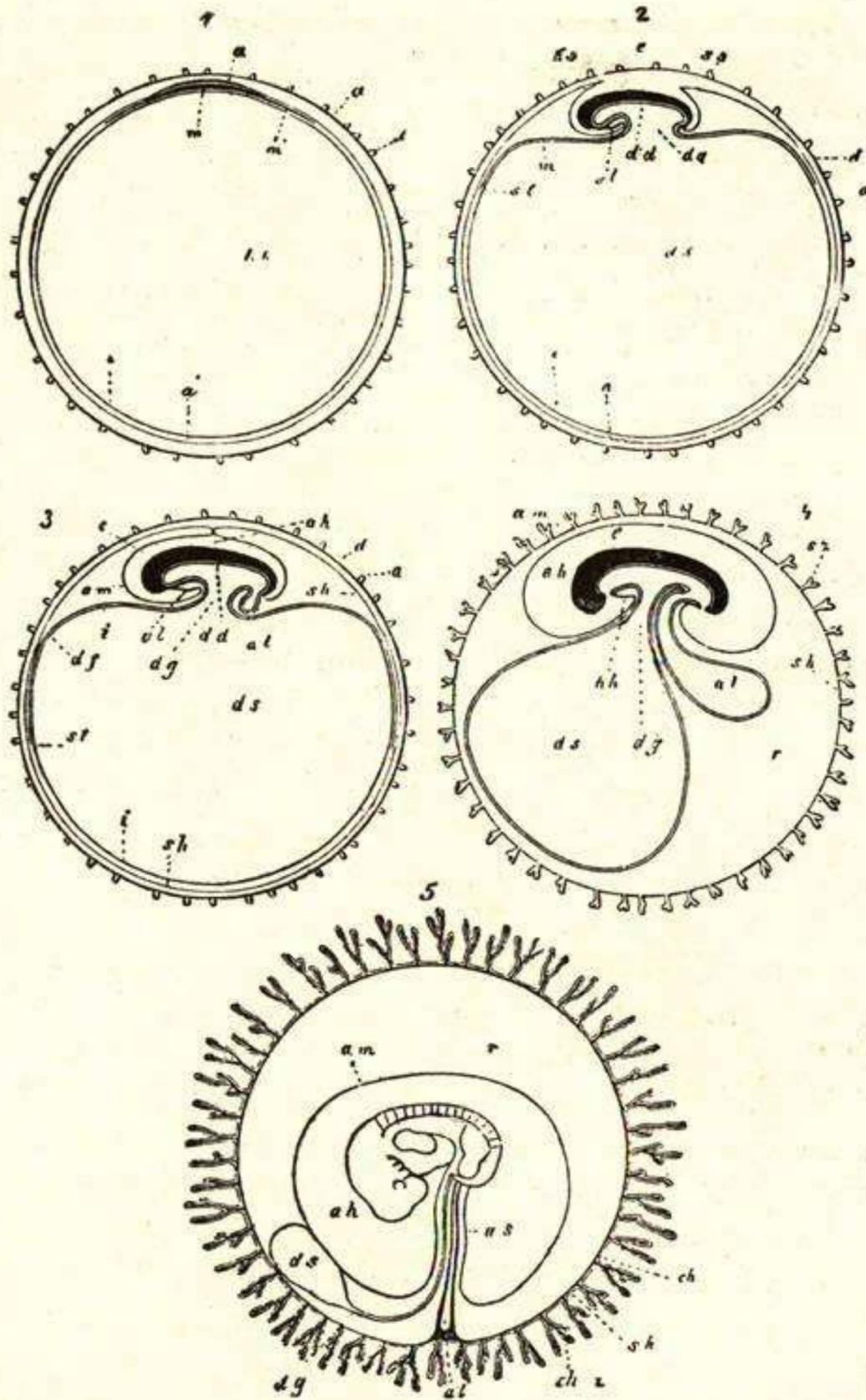


Fig. 231. Esquema de Kölliker para explicar la configuración del cuerpo embrionario con sus dependencias.

1. Corte longitudinal del huevo de mamífero en el estadio de hojas blastodérmicas, tendidas aún sobre la masa vitelina. a, ectodermo; a', ectodermo extrasomático; m, mesodermo somático; m', mesodermo extrasomático; i, entodermo; d, membrana vitelina; d', vellosidades procoriales; kh, blastocele.

2. Corte longitudinal esquemático de un huevo de mamífero en el estadio de formación del amnios. e, embrión; dg, conducto vitelino; d, membrana vitelina; d', vellosidades procoriales; dd, entodermo; a', ectodermo extrasomático; i, entodermo extrasomático; m', mesodermo extrasomático; ks, dobladura amniótica anterior; ss, dobladura amniótica posterior; ds, saco vitelino; st, seno terminal; vl, cavidad somática ventral.

3. Corte longitudinal esquemático de un huevo de mamífero, en un estadio más avanzado que en 2. al, alantoides; am, amnios; i, entodermo extrasomático; dd, entodermo; dg, conducto vitelino; ds, saco vitelino (vesícula umbilical); df, área vascular; d, membrana vitelina; d', vellosidades procoriales; ah, cavidad amniótica; sh, serosa ds, saco vitelino; vl, cavidad somática ventral; e, embrión.

4. Corte longitudinal esquemático de un huevo de mamífero. am, amnios; e, embrión; ah, cavidad amniótica; ds, saco vitelino (vesícula umbilical); dg, conducto vitelino; sz, vellosidades coriales; al, alantoides; sh, serosa; r, cavidad excelómica.

5. Esquema de un embrión humano muy joven con sus dependencias. am, amnios; ah, cavidad amniótica; ch, corion; ch z, vellosidades coriales; as, vaina amniótica; ds, vesícula umbilical (saco vitelino); dg, conducto (pedúnculo) vitelino; al, alantoides. (Según Kölliker. Del libro de Hertwig: Die Elemente etc.).

**103. El Corion: Sus vellosidades.** — Pero la dependencia embrionaria que más se modifica en el huevo de mamíferos, constituyendo el carácter diferencial de muchos de ellos, es la *serosa*;

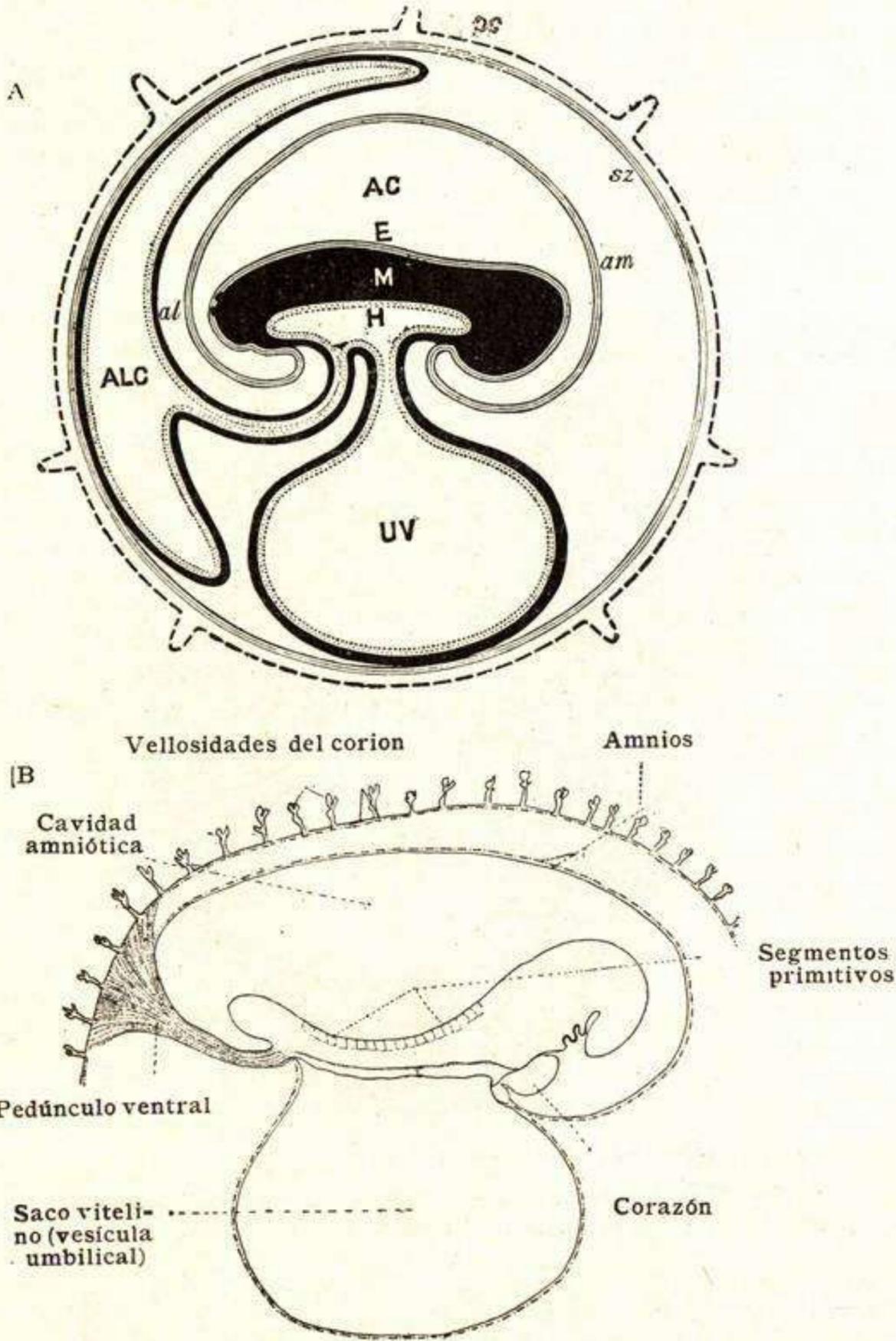


Fig. 232. — A. Esquema de las dependencias embrionarias de un mamífero, según Turner. pc, zona pelúcida con vellosidades *procoriales*; sz, serosa; E, ectodermo embrionario; am, amnios; AC, cavidad amniótica; M, mesodermo embrionario; H, entodermo embrionario; ALC, cavidad alantoidea; al, alantoides; UV, saco vitelino. (Del libro: Die Elemente etc. de O. Hertwig). — B. Esquema para explicar el pedúnculo ventral. (Original).

la cual entra en íntima relación con la mucosa uterina, en orden a alimentar el embrión, transformándose, al efecto, en *corion*, esto es, produciendo su epitelio (trofoblasto de Hubrecht) excrecencias que

Mall llama trofodermo y que, relleniéndose interiormente de mesénquima, constituyen las *vellosidades coriales*. La modificación de dicha membrana puede ser más o menos profunda, distinguiéndose, según esto y según la adherencia del corion con la mucosa uterina, tres casos, correspondientes a tres diversos grupos de animales.

1.º Prescindiendo de los *monotremas* (*Echidna* y *Ornithorhynchus*) que ponen huevos, cuya evolución es muy semejante a la de los huevos de aves, existen los *marsupiales*, cuyos huevos son bastante grandes

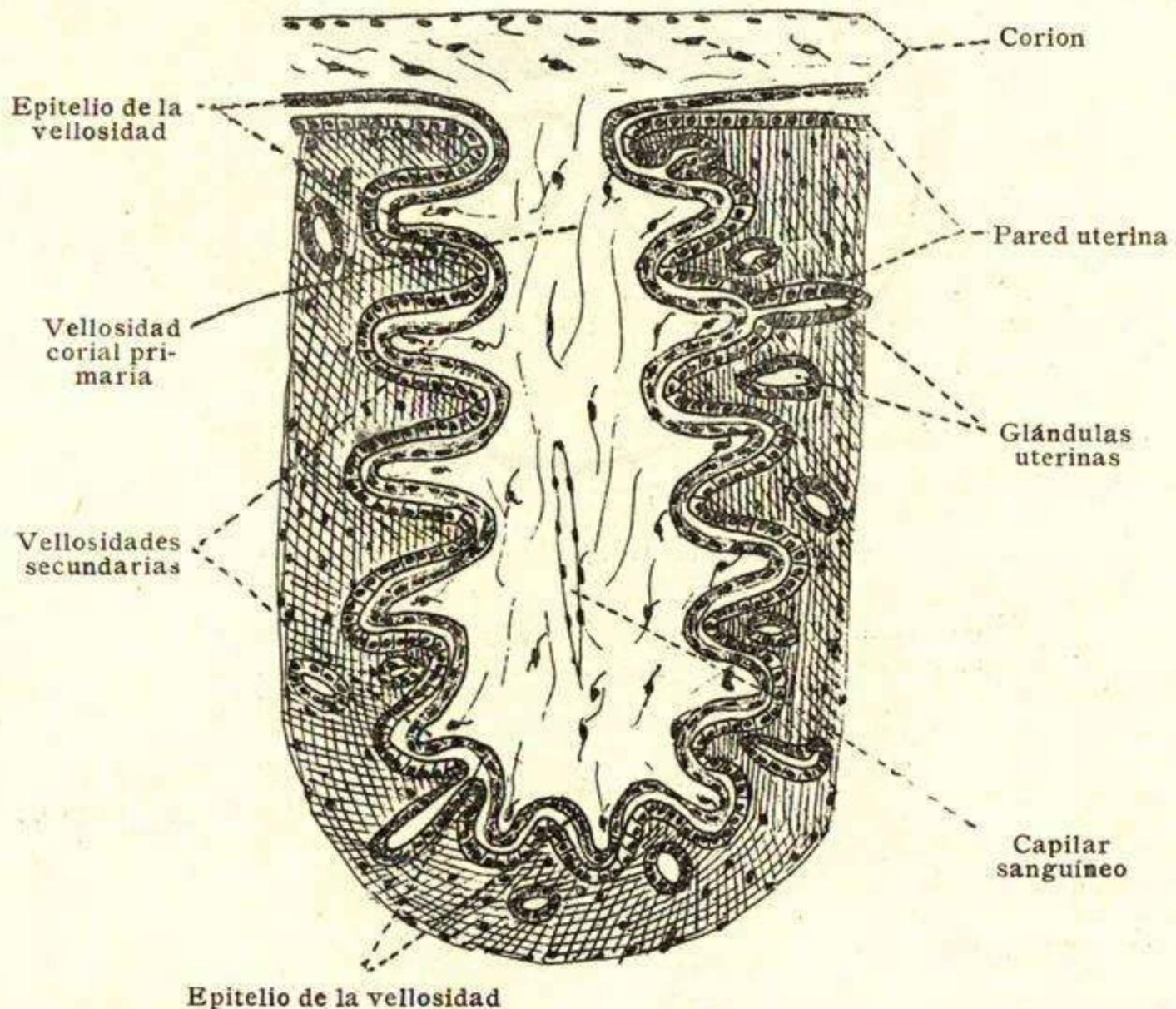


Fig. 233. Esquema de una vellosidad corial del cerdo. (Original). (De una preparación del Instituto Embriológico de Viena).

y bien provistos de deutoplasma. Estos huevos se desarrollan en parte dentro del mismo útero; pero su serosa no se modifica, produciendo vellosidades; se pone, con todo, en inmediato contacto con la mucosa uterina: la cual exsuda un jugo nutritivo, que es absorbido por el huevo mediante células epiteliales vesiculosas, según datos de Selenka. Como se ve, en este primer grupo de animales, la serosa de sus huevos en evolución apenas se diferencia de la de los huevos de aves.

2.º En un segundo grupo de mamíferos, la serosa se convierte en corion, órgano rico en vasos sanguíneos, aportados por la alantoides, al mesénquima de su cara interna, y provisto en su superficie

externa de numerosas vellosidades; las cuales se proveen igualmente de vasos derivados del corion. Estas vellosidades se introducen en las excavaciones o porosidades de la mucosa de la matriz que, a manera de molde, las reciben. En el cerdo, por ejemplo, cada vellosidad más o menos ramificada, se introduce en un seno también ramificado (fig. 233). Esta disposición se halla en *súidos*, *perisodáctilos*, *hipopotámidos*, *tilópodos*, *tragúlidos*, *sirénidos* y *cetáceos*.

Es de notar que en *súidos*, el huevo en el estado de blástula toma, como en rumiantes, la forma de un largo filamento: en su consecuencia, el *saco vitelino* y la *alantoides* se prolongan en dos largas puntas o extremidades.

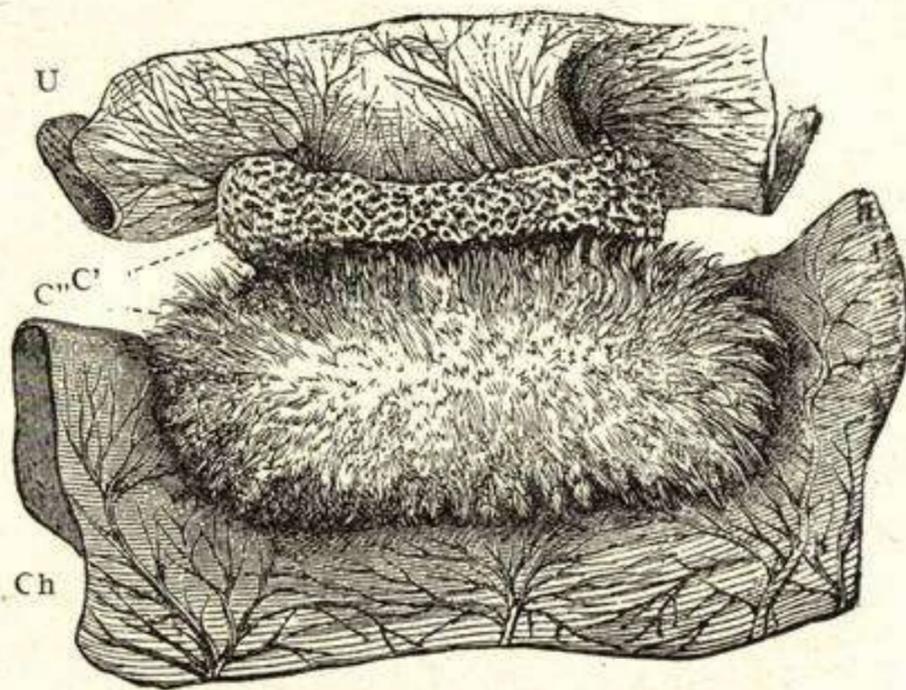


Fig. 234. Un cotiledón o placenta fetal de feto de vaca con la correspondiente carúncula o placenta materna. U, fragmento de la pared uterina con su carúncula; C', carúncula; C''', cotiledón (placenta fetal); Ch, corion. (Según Balfour. Del libro de Hertwig. Die elemente etc.).

En todos estos mamíferos, si se quiere hablar de placentas, ha de ser en el sentido de una *placenta difusa*. Cuando el fruto, llegado a término, se desprende, no hay desgarramiento de la mucosa uterina ni hemorragias. Teniendo en cuenta los diversos grados de unión que existe, en la serie de placentarios, entre el corion y la mucosa, la de éstos mamíferos representa el ínfimo grado: razón por la cual la placenta se llamaría, según Grosser, *epiteliocorial*.

3.º En el tercer grupo se incluyen aquellos mamíferos, cuyos huevos contraen mayor adherencia con las paredes del útero, desarrollando en determinados puntos una placenta, o sea, una peculiar unión de las vellosidades coriales con la mucosa uterina, la cual sufre en dichos puntos una hipertrofia y muchas veces también profundas modificaciones de sus tejidos, como estudiaremos más de propósito, al hablar de la placenta humana. Por su parte el corion manifiesta en los puntos placentarios y cuando la placenta alcanza toda su per-

fección, un extraordinario desarrollo de sus vellosidades con numerosas ramificaciones laterales, constituyendo el llamado *corion frondoso* (fig. 245, 2); y una atrofia de ellas en lo restante que recibe por ello el nombre de *corion liso* (fig. 245, 1'). Así, pues, se deben distinguir en la placenta dos partes, bien manifiestas: la parte que corres-

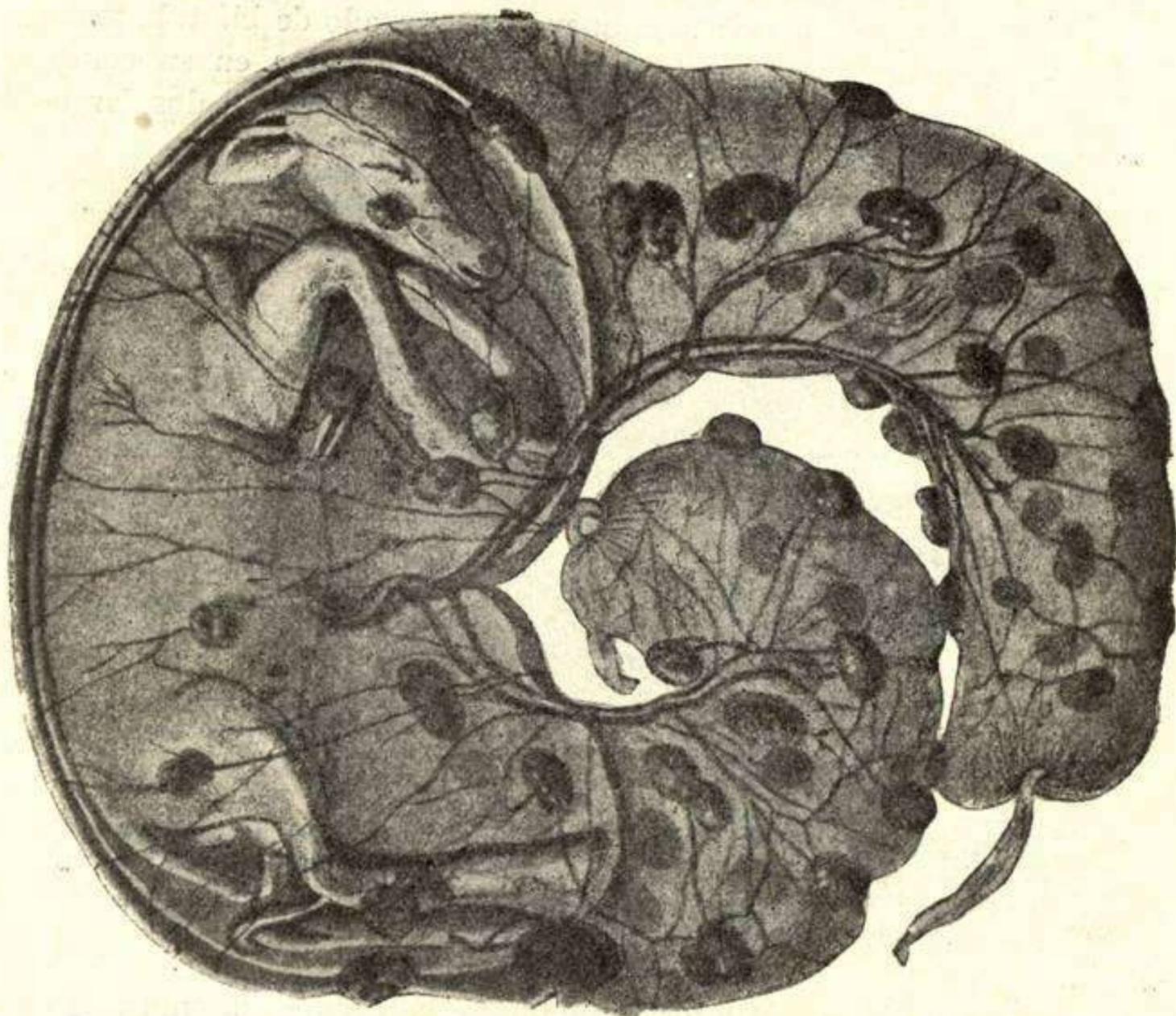


Fig. 235. Feto de oveja muy adelantado dentro de las envolturas del fruto (amnios y corion) con multitud de espesamientos discoidales que son las placentas. Nótese la forma del saco que forman las envolturas por razón de la forma especial de la blástula. (Véase la fig. 157). (Según Schultze. Del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc.).

ponde al embrión o feto, y se llama *placenta fetal*; y la que corresponde a la mucosa del útero, y recibe el nombre de *placenta uterina*. Entrambas constituyen el órgano o aparato nutritivo del embrión.

**104. Semiplacentarios.** — Como queda insinuado, existen naturalmente en particular, grados, variantes y modificaciones, y desde luego merece especial mención la modificación que ofrecen los *rumiantes*, en cuyo huevo se forman muchas placentas. La parte fetal recibe el nombre de *cotiledón*. Los cotiledones son variables en nú-

mero, según los animales: de 60 a 100 en la oveja y vaca; y de 5 a 6 en el ciervo. A cada cotiledón o placenta fetal, corresponde la placenta uterina que llaman *carúncula*; en la cual se encuentran numerosas cavidades largas y estrechas, donde se introducen las vellosidades de los cotiledones, como los dedos de la mano en el guante (fig. 234). Si uno saca el feto de estos animales con sus envolturas, le llamará la atención multitud de discos (fig. 235), distribuídos por toda la superficie del corion: estos discos son las distintas placentas. La unión o adherencia entre la placenta fetal y la uterina no es aquí tan íntima como en los casos que luego veremos, y un pequeño tirón basta para separar la una de la otra, sin notable desgarramiento de la mucosa uterina y desde luego sin derramamiento de sangre. Entonces se ven mejor las numerosas cavidades de la placenta uterina. Tanto la superficie de las vellosidades como la de las cavidades de la mucosa están revestidas de epitelio. Las células epiteliales de éstas segregan grasa y sustancia albuminoidea: en parte se deshacen, dando origen a la llamada *leche uterina* que contribuye a la nutrición del embrión: por esta causa Bonnet le da el nombre de *embriotrofa*, que significa *alimento del embrión* (1). Cosa particular: las glándulas de la mucosa uterina desaguan en los espacios intercotiledonares.

La placenta que acabamos de describir, por razón de la poca adherencia entre la parte fetal y la uterina, se llama *semiplacenta*, y *semiplacentarios* los animales que la poseen. Atendida la unión de la placenta fetal o *cotiledón* con la materna o *carúncula*, mayor o más perfecta que en el caso anterior, esto es, del *cerdo* y demás mamíferos consignados en el número anterior, la placenta de los rumiantes recibe, en la clasificación de Grosser y otros, el nombre de *sindesmocorial*, por tocar el corion o sus vellosidades el tejido subepidérmico, aunque sin interesar los vasos sanguíneos.

**105. Deciduosos.** — En los demás mamíferos la placenta es única, pero en cambio alcanza en ellos gran desarrollo y toda su perfección: las vellosidades del corion frondoso son grandes y ramificadas, llegando a semejar árboles. Por su lado, la mucosa uterina distiende tanto sus vasos que parecen senos; o por ventura representan éstos verdaderas lagunas sanguíneas, originadas por la rotura de aquéllos; donde se inmergen las vellosidades coriales. La estructura de la placenta, la estudiaremos más particularmente, al tratar de la placenta humana.

La unión entre la parte fetal y la materna es tal que es imposible desprender la una sin desgarramiento de tejidos de la otra y, por consiguiente, sin algún derramamiento de sangre. En este caso, la mucosa

(1) Del griego *ἐμβρυον*, feto; y *τροφή*, alimento.

uterina, íntimamente adherida a la placenta fetal, sigue a ésta en su desprendimiento, denominándose por esta causa *caduca* o *decidua*: de

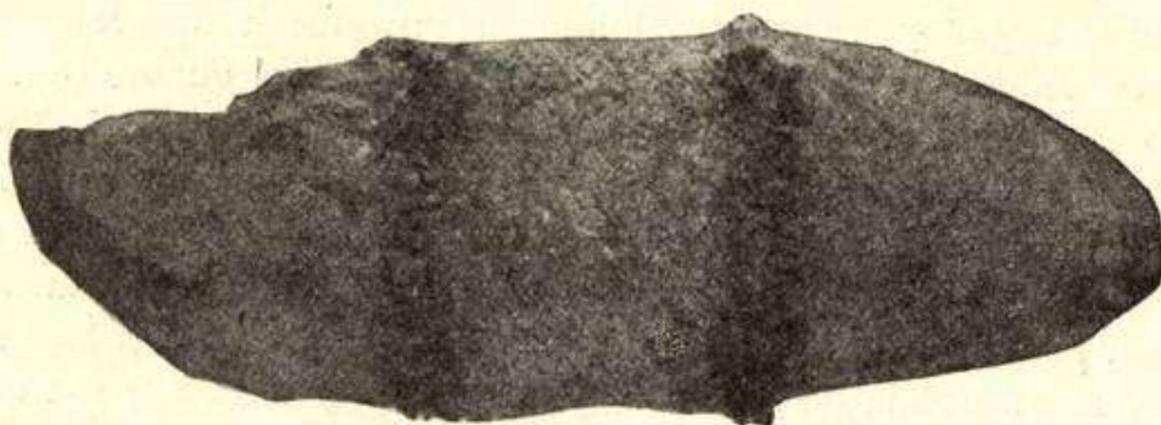


Fig. 236. Saco corial con placenta zonaria de la zorra. (Según Strahl. Del libro de O. Herwig: Die Elemente etc.).

aquí que los animales en que esto sucede, reciban, según la nomenclatura de Huxley, el nombre de *deciduados*.

Aun aquí hay que distinguir dos grados o dos modalidades: una llamada placenta *zonaria*, y es propia de las fieras; y otra placenta *discoidal*, propia de *roedores*, *insectívoros*, *quirópteros*, *prosimios*, *simios* y del *hombre*.

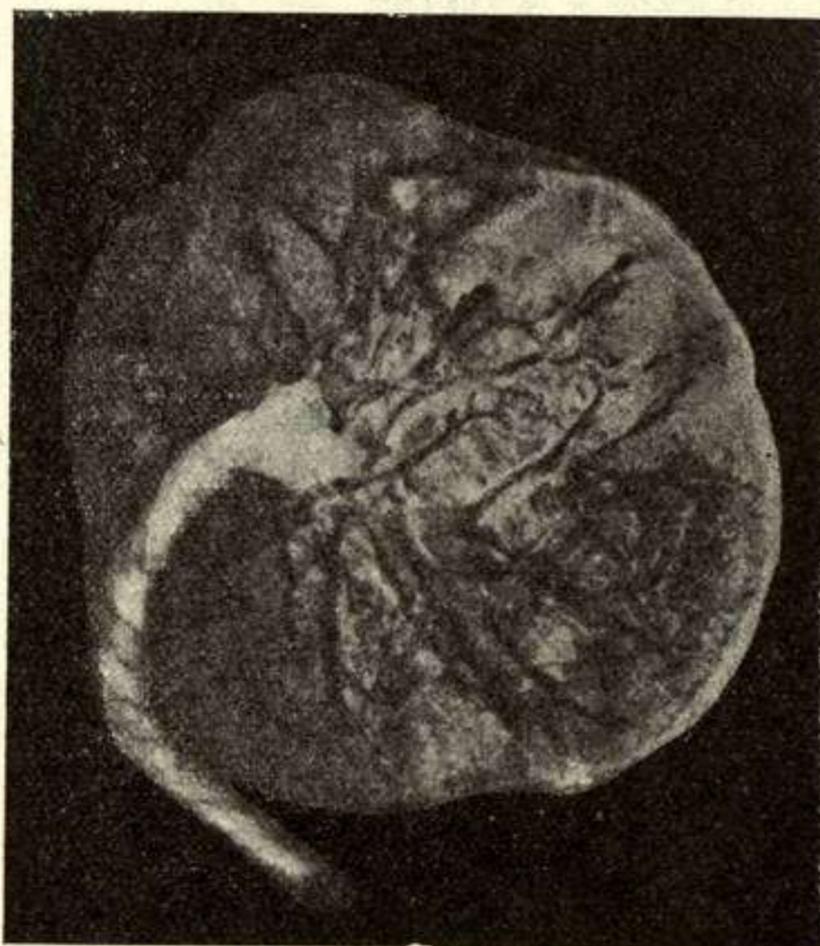


Fig. 237. Placenta humana madura vista por la parte que recubre el amnios.  $\frac{1}{2}$  del diámetro natural. (Según Strahl. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

**106. Placenta zonaria.** — Los huevos de las fieras suelen tener la forma de tonel: en ellos una ancha faja ecuatorial (fig. 236)

se convierte en placenta fetal, desarrollando las vellosidades del corion frondoso que no son tan grandes como en la discoidal. La mucosa placentar del útero, modifica su epitelio en contacto con las vellosidades, transformándole en una capa *sincicial*, sembrada de núcleos. Los capilares sanguíneos se ponen en inmediato contacto con las vellosidades coriales; por cuya razón la placenta resultante se denomina *endotelio corial* en la clasificación de Grosser.

**107. Placenta discoidal.**—La placenta *discoidal* (fig. 237) es más reducida en extensión; en compensación, más desarrollada en profundidad. Las vellosidades del corion constituyen aquí verdaderos árboles; y en la mucosa uterina se originan anchas lagunas sanguíneas para recibirlas. Pero de esta placenta nos ocuparemos más detenidamente en el artículo siguiente, en que estudiaremos el huevo humano. Aquí sólo indicaremos que la unión entre la placenta materna y la fetal es la más íntima y perfecta, como que las vellosidades coriales parecen estar directamente bañadas por la sangre materna: de aquí el nombre de placenta *hemocorial*, que le da Grosser.

La presencia o carencia de dependencias embrionarias y su comportamiento se presta muy bien a una clasificación general de vertebrados como han hecho varios embriólogos (Milne Edwards, Owen, Strahl, O. Hertwig y otros). He aquí esta clasificación que trae A. Ooppel en su *Embryologisches Praktikum*, y O. Hertwig en su libro *Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere*, algo modificada por nosotros.

- I. Anamnióticos; esto es, vertebrados sin amnios:
  - A. Sin saco vitelino: *Amphioxus*, *ciclóstomos*, *anfibus*.
  - B. Con saco vitelino: los más de los peces, máxime los selacios.
- II. Amnióticos; esto es, vertebrados que poseen amnios con las demás dependencias embrionarias que supone la presencia del amnios (saco vitelino, serosa, alantoides).
  - A. Saurópsidos: vertebrados que ponen huevos para incubarlos y carecen de glándulas lactíferas.
    - a. Reptiles.
    - b. Aves.
  - B. Mamíferos: poseen glándulas lactíferas.
    - a. Acoriados, esto es, mamíferos en los que la dependencia embrionaria llamada serosa se conserva lisa o sin desarrollar vellosidades.
      - α) Acoriados ponedores de huevos: Monotremas.
      - β) Acoriados con gestación: Marsupiales.
    - b. Coriados, esto es, mamíferos, en los que la serosa se transforma en corion, desarrollando vellosidades.
      - α) Coriados indeciduados, esto es, mamíferos cuya mucosa uterina no se desprende en el parto.

1. Indeciduados con vellosidades repartidas por igual: *perisodáctilos, súidos, hipopotámidos, tilópodos, tragúlidos, cetáceos*, etc.

2. Indeciduados semiplacentarios, esto es, mamíferos, cuyo corion no desarrolla por igual las vellosidades, sino que en algunos puntos forma los *cotiledones* (semiplacenta de Strahl): *Rumiantes*.

β) Coriados deciduados, esto es, mamíferos, cuyo mucosa uterina sufre quiebra en el parto, desprendiéndose en todo o en parte.

1. Deciduados con placenta (verdadera) *zonaria*: *Carnívoros*.

2. Deciduados con placenta (verdadera) *discoidal*: *Insectívoros, roedores, quirópteros, simios, y el hombre*.

## V. El huevo humano

**108. Primeros estadios.** — Acerca del conocimiento de los primeros estadios evolutivos del huevo humano estamos poco menos que en ayunas, según ya apuntamos más arriba (n. 78 hacia el fin), por razones fáciles de comprender. El hombre es el rey de la creación y sobre él únicamente Dios tiene derecho. De suerte que ni al médico, ni al fisiólogo, ni al biólogo, ni a nadie es lícito poner acción alguna que sea *directamente occisiva* de este huevo en evolución, so pena de hacerse reo de un gravísimo crimen. De aquí que lo poco que se sabe, se debe naturalmente a material habido por casualidad, encontrado en la autopsia, v. g., de una suicida, o proveniente de algún aborto (1).

Por lo que toca, pues, a los primeros estadios evolutivos del huevo humano, no podemos hacer otra cosa que suponer, más por analogía con los huevos de otros mamíferos que por ciencia directa, que el óvulo se fecunda en la trompa de Falopio y en su parte ensanchada o en su comenzamiento: que durante el paso por este conducto se segmenta, y segmentado llega a la matriz; y que, finalmente, la formación de hojas germinales, de un cuerpo embrionario y sus dependencias: serosa, corion y saco vitelino, amnios, alantoides (fig. 238,

---

(1) Llamamos aquí la atención sobre la obligación de bautizar, caso de aborto o extracción, el feto o embrión humano, aunque sea de pocos días. Si el embrión o feto está vivo, hay que bautizarlo *absolutamente*; si consta *cierto* que no vive, no se puede bautizar; pero como esto último, será difícil que conste de un modo cierto, se bautizará condicionalmente, siempre que subsista probabilidad de vida, aunque esta sea muy tenue.

El modo de bautizarlo se hará por inmersión. Se inmerge el huevo en el agua natural (si el agua estuviera tibia, sería preferible para conservar mejor la vida del embrión o feto, si éste viviera): allí, a fin de que el agua pueda tocar el embrión, se rompen con los dedos las envolturas y el que lo tiene metido pronuncia la fórmula del bautismo, absoluta o condicionalmente «si vives yo te bautizo en el nombre del Padre y del Hijo y del Espíritu Santo» según que viva o se dude de su vida; y luego se saca del agua. (Conf. Ferreres: *Compendium Theologiæ Moralis* t. II. p. 175. 1918).

lámina), se verifica por alguno de los procedimientos estudiados en los mamíferos (ns. **79, 102, 103**). Pronto indicaremos, sin embargo, algunas divergencias o particularidades propias de este huevo o por lo menos mucho más pronunciadas en él.

Pero antes de estudiar más en particular en el huevo humano los fenómenos de implantación, y la formación, desarrollo y suerte definitiva de las dependencias embrionarias, conviene fijarnos en la serie de embriones humanos de las figuras (láminas) 239 y 240, tomadas de His por Keibel en el tratado de la configuración externa del cuerpo: lo cual nos servirá así para comprobar lo que llevamos dicho, como para entender mejor lo que aun nos queda por estudiar, máxime en la organogénesis.

**109. Implantación.** — La serie de figuras de las láminas indicadas (figs. 238, 239 y 240) demuestran muy bien que algún conocimiento más poseemos a partir de los 8-15 días; pues se va describiendo de cuando en cuando alguno que otro huevo desde el fin de la primera semana. Estas descripciones nos han dado alguna luz sobre la implantación del huevo y otros fenómenos evolutivos. Cuanto a la implantación de los huevos de placentarios en general, llamada también *nidación*, esto es, formación de nido, distingue Bonnet tres casos, según la relación que guarda el huevo al implantarse, con el eje longitudinal del útero: *céntrico*, *excéntrico* e *intersticial*. *Céntrica* es la nidación, cuando el huevo persiste largo tiempo en el centro o en la cavidad principal del útero, ocupando un segmento notable de él. Esto sucederá siempre que el huevo sea de regular tamaño, como en *súidos*, *rumiantes*, *fieras* y *conejos*. La nidación es *excéntrica*, cuando el huevo cae en algún seno o repliegue lateral o secundario del útero, como sucede con los huevos de pequeño tamaño, v. g., de rata o ratón y del erizo; y es, finalmente, *intersticial*, cuando el huevo, también pequeño, se introduce en el lecho conjuntivo de la mucosa por alguna abertura (rotura) del epitelio, causada sin duda por la presencia del mismo huevo. Ahora bien; era común suponer que el huevo humano se metía dentro de alguno de los repliegues de la mucosa uterina y que los bordes del seno se soldaban luego, recubriéndolo: con lo cual quedaba como sepultado en aquel punto de implantación. Así pertenecería su nidación al tipo excéntrico. Pero las investigaciones de Peters en un huevo de pocos días, hallado en el útero bien conservado de una suicida, han llevado a otro modo de ver respecto del particular. Según gran probabilidad, la implantación del huevo humano, se verificaría de un modo análogo al descrito por el Conde (Graf) de Spee en el huevo del conejito de Indias: la nidación sería *intersticial*. En efecto; parece que el huevo humano, al implantarse o, mejor, para implantarse, destruye sencillamente el epitelio de la mucosa uterina en el punto de implantación, que suele

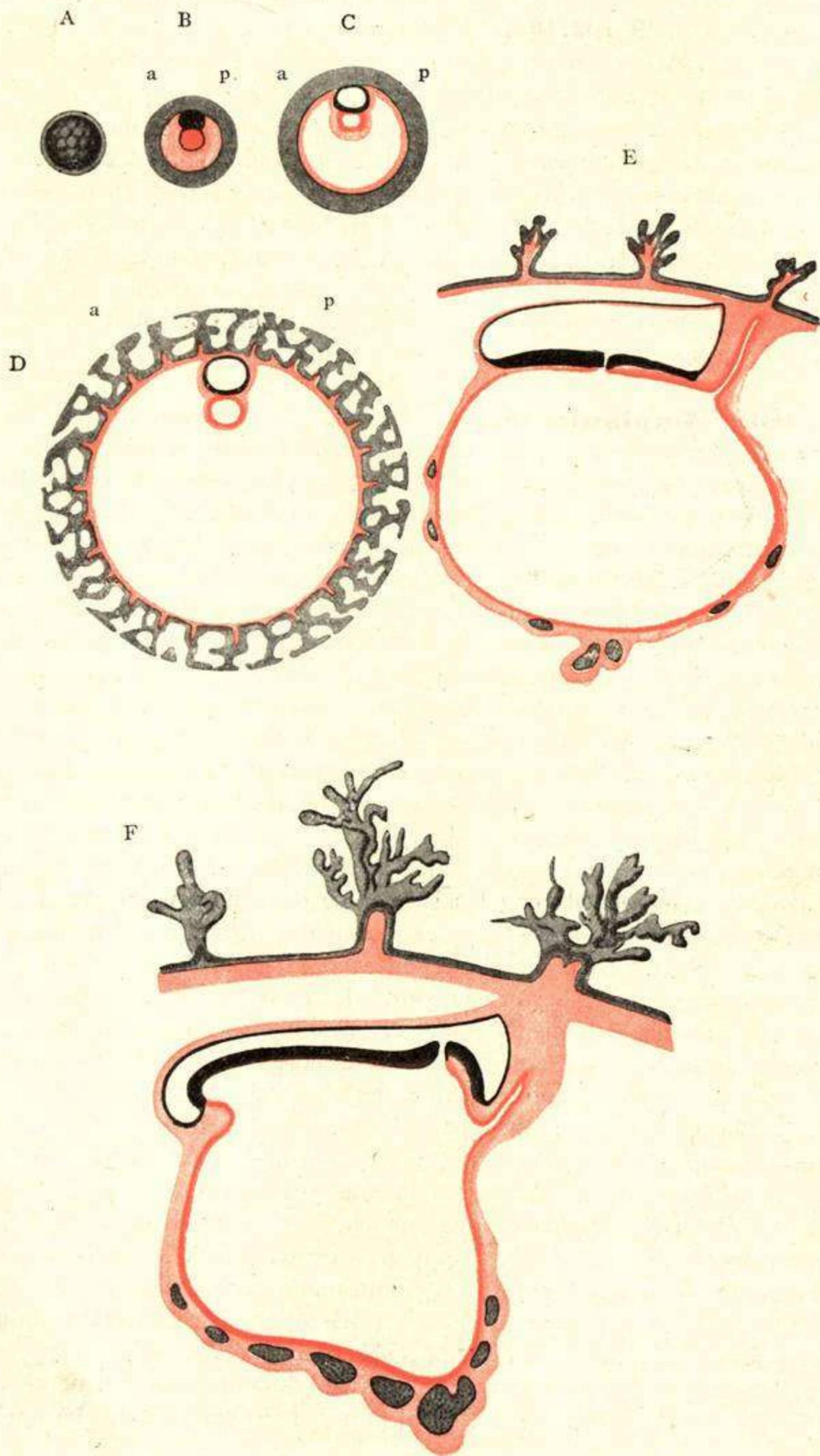


Fig. 233. Esquema de los primeros estadios evolutivos del huevo humano.

A. Huevo segmentado envuelto aún por la zona pelúcida.

B. Corte sagital del huevo adherido a la pared uterina; a, parte anterior; p, parte posterior.

C. Corte sagital del huevo humano en el estadio, en que ha desarrollado un saco o una cavidad vitelina (parte amarilla) y una cavidad amniótica (parte negra). a, parte anterior; p, parte posterior.

D. Corte sagital del huevo humano en el estadio, en que alrededor del trofoblasto (ectodermo blastular, no embrionario) aparecen lagunas que se llenan de sangre; a, parte anterior; p, parte posterior.

E. Corte sagital del huevo humano en el estadio, en que el saco vitelino (vesícula umbilical) ha crecido notablemente y presenta vasos sanguíneos en formación. Separando esta cavidad de la superior amniótica, se halla el esbozo del cuerpo embrionario: la hendidura o comunicación entre ambas cavidades es el canal neurentérico. En la parte posterior del embrión se halla el pedúnculo ventral, unido al corion, éste con sus vellosidades.

F. Corte sagital del huevo humano correspondiente al estadio representado en la figura 169 de Graf. Spee. La explicación como en E.

(Según Keibel y Elze. Del Embryologisches Praktikum de A. Opperl).

ser el fondo del útero. Destruído el epitelio, se aposenta el huevo en el tejido conjuntivo de la mucosa uterina. Los bordes del lecho abierto crecerían luego, envolviendo la cara del huevo que mira hacia la cavidad de la matriz, constituyendo la que llamaremos pronto *decidua* o *caduca refleja*. Queda, no obstante, en el centro, al menos al principio, un orificio obstruido por un coágulo de fibrina.

La cavidad que se forma en el conjuntivo de la mucosa para aposentar el huevo, recibe distintos nombres: *cámara del huevo* (en castellano, mejor, *cámara ovígera*), *cámara fructífera*, *cámara incubadora*, *cavidad del nido* y aun simplemente, *cámara*. La pared conjuntiva que la circuye y limita, es la *cápsula fructífera* o la decidua de la cámara fructífera (1) y es parte integrante de la decidua compacta; la cual permite aquí distinguir tres regiones: *compacta tectriz*, *marginal* y *basal*, según que recubra el huevo, aislándolo de la cavidad uterina, o proteja sus lados, o, finalmente, constituya su apoyo basal, separándolo de la decidua esponjosa, que en breve nos ocupará. La compacta tectriz corresponde a la decidua refleja; la basal, a la serótina; y la marginal, al límite de la vera o parietal. Al principio es la cámara fructífera muy pequeña, dado que el huevo que en ella se alberga, no pasa de 0,2 mm.; pero se hace cada vez mayor, a medida que el huevo va corroyendo los tejidos, hasta constituir definitivamente la placenta.

Pero sea lo que fuere de las tres clases de nidación que distingue Bonnet, el huevo que forma placenta verdadera, tarde o temprano ha de destruir el epitelio de la mucosa, al menos por aquel punto, en que ha de desarrollar la placenta e introducirse en gran parte dentro de la mucosa, que va destruyendo. Esto hemos observado con bastante perfección en el huevo de rata y de ratón (fig. 241).

(1) Conf. Graf. Spee: Anatomie und Physiologie der Schwangerschaft en el Handbuch der Geburtshilfe von Döderlein p 104-105, (1915).

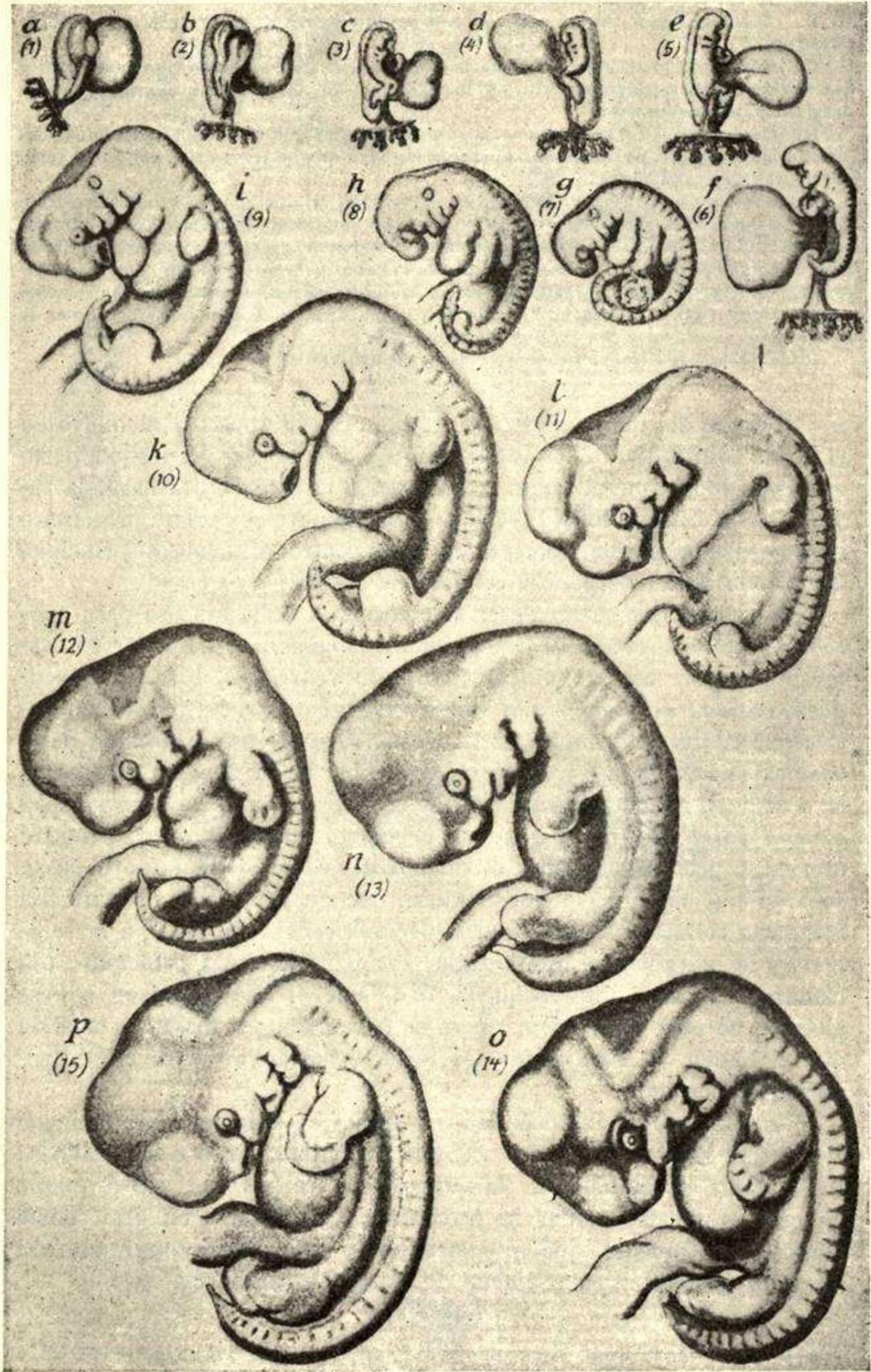


Fig. 239. (Lámina). Embriones humanos de distinta edad.

Fig. 239. a. Embrión humano de 2-2,5 mm. de longitud. El saco vitelino o vesícula umbilical es muy grande y en forma de vesícula: sobre él se ve el cuerpo del embrión a manera de gusano, recubierto por el amnios y adherido al corion, que ya posee numerosas vellosidades, mediante el pedúnculo ventral.

b, c, d, e, f. Recorriendo esta serie se ve que la vesícula umbilical se va reduciendo, al paso que el cuerpo embrionario va adquiriendo cada vez mayor desarrollo.

g, h, i. Tres estadios sucesivos, en que sólo se representa el cuerpo del embrión: en ellos es muy visible el rudimento del ojo, del oído, del olfato y de las extremidades: los arcos faringiales o viscerales están en su forma típica: las inflexiones o curvaturas, máxime las de la nuca son muy notables.

k, l. Estadios más avanzados: los arcos viscerales van transformándose para originar órganos especiales.

m, n, o, p. Nuevos estadios, en que las extremidades superiores comienzan a figurar sus dedos.

N. B. Hasta aquí el aumento de las figuras es 5 diámetros. (Según His; del tratado de Keibel en el Handbuch etc., de O. Hertwig).

TABLA DE KEIBEL SOBRE LA MEDIDA Y EDAD DE LOS EMBRIONES HUMANOS DE LAS LÁMINAS (figs. 239 y 240)

a	(1)	Embrión de	2,1	mm. (en longitud)	12 - 15 días
b	(2)	»	2,2	»	12 - 15 »
c	(3)	»	2,15	»	12 - 15 »
d	(4)	»	2,2	»	12 - 15 »
e	(5)	»	2,6	»	18 - 21 »
f	(6)	»	4,2	»	18 - 21 »
g	(7)	»	4	»	23 »
h	(8)	»	5,5	»	24 - 25 »
i	(9)	»	7,5	»	27 - 30 »
k	(10)	»	10	»	27 - 30 »
l	(11)	»	9,1	»	27 - 30 »
m	(12)	»	9,1	»	27 - 30 »
n	(13)	»	10,5	»	31 - 34 »
o	(14)	»	11	»	31 - 34 »
p	(15)	»	11,5	»	31 - 34 »
q	(16)	»	12,5	»	31 - 34 »
r	(17)	»	13,7	»	31 - 34 »
s	(18)	»	13,8	»	unos 35 »
t	(19)	»	13,8	»	» 35 »
u	(20)	»	14,5	»	» 37 - 38 »
v	(21)	»	15,5	»	» 39 - 40 »
w	(22)	»	16	»	» 42 - 45 »
x	(23)	»	17,5	»	47 - 51 »
y	(24)	»	18,5	»	52 - 54 »
z	(25)	»	23	»	2 meses

N. B. Estos embriões que toma Keibel de la tabla de His, son de distinta procedencia.

Respecto del ratón, se ha querido explicar la destrucción del epitelio uterino por una presión ejercida, parte por la *blástula* y parte por la decidua en crecimiento. En nuestro trabajo sobre las células

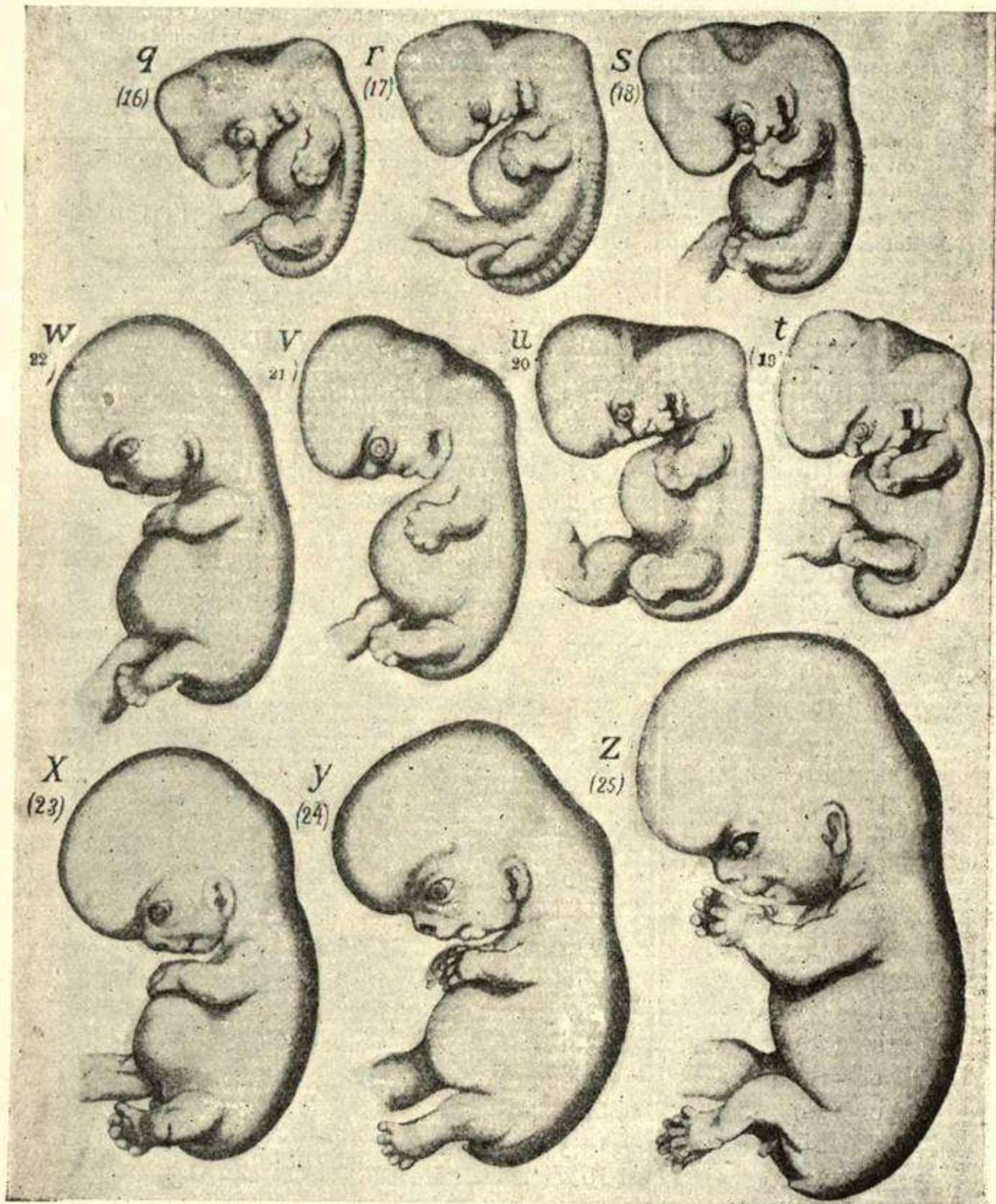


Fig. 240. (Lámina). Serie de embriones humanos continuando la de la figura 239. g, r, s, t, u, v. Estadios sucesivos que enlazan perfectamente la serie de la figura anterior con estos.

w, x, y. Tres estadios que se enlazan por una parte con las figuras anteriores y por otra, reflejan ya la forma definitiva y típica del cuerpo humano. (Según His. Tratado de Keibel en el Handbuch etc. de O. Hertwig).

gigantes en el desarrollo del ratón, *Die Frage der Riesenzellen bei der Entwicklung der Maus v. alba* (Primer Congreso de Naturalistas españoles, Zaragoza, 1909), nos opusimos a esta explicación por varias razones que se pueden leer en él y nos inclinamos a admitir un influjo químico de parte del huevo. Esta idea de un influjo, no mecánico, del huevo sobre la mucosa uterina, la hallamos confirmada por Graf Spee en su tratado: *Anatomie und Physiologie der Schwangerschaft en el Handbuck der Geburtshilfe von Döderlein, 1915.*

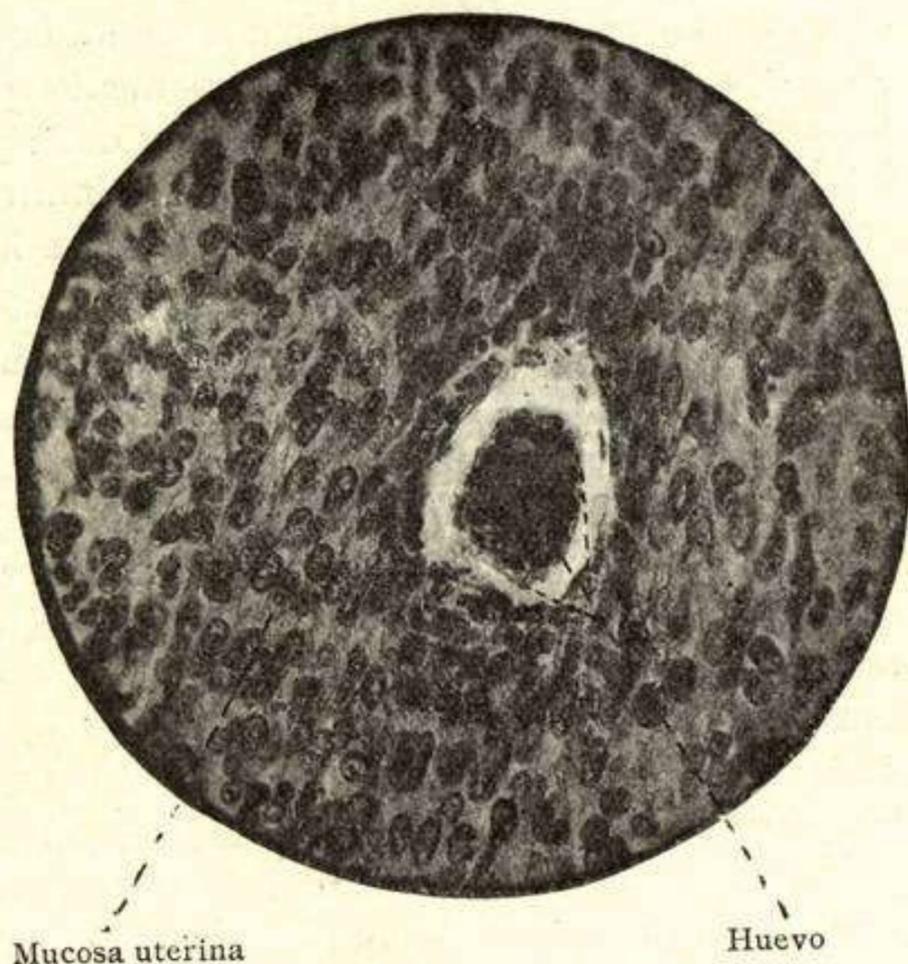


Fig. 241. Corte transversal del útero de rata a los 6 días después de cubierta por el macho. En el centro aparece un cuerpo celular que es el huevo en estado de gástrula e inversión de hojas blastodérmicas. Al rededor del huevo aparece la mucosa ya muy corroída: lo cual supone la destrucción de su epitelio, ya que éste es lo primero con que tropieza. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

Posteriormente nos hemos acabado de convencer de ello en el mismo huevo de conejo, cuya nidación es *céntrica*. En efecto; aunque su nidación se llama *céntrica*, no se ha de entender esto de modo que el huevo se quede en el centro de la luz del útero, poniéndose en contacto con la mucosa por todas partes igualmente. Cortes transversales de un segmento uterino, conteniendo un huevo de siete días menos dos horas (contando siempre desde que el macho cubre la hembra), nos han enseñado otra cosa. El huevo no estaba en el centro de la cavidad del útero, sino muy próximo a la pared de un lado de él, y muy distanciado de la opuesta. Esta conservaba perfectamente su estado normal con sus hermosos senos o repliegues longitudinales (vellosidades en el corte transversal); al paso que en la pared próxima

al huevo los senos y repliegues habían desaparecido casi del todo, y aun los tejidos de la pared uterina de este lado se habían reducido notablemente, en términos que aun por fuera y macroscópicamente la pared aparecía bastante transparente a causa de su delgadez. Ahora bien; en ningún corte encontramos el huevo en contacto inmediato con la pared uterina, sino que entre ésta y aquél existía un espacio bien notable, de modo que se hace muy difícil creer que hubiese sido esto a causa de haberse contraído y retraído el huevo por la acción de los reactivos. Y aun cuando hubiese llegado de hecho a ponerse en contacto, es imposible que una formación tan delicada pueda como aplastar los repliegues (vellosidades) y mucho menos provocar por compresión mecánica la disminución de los tejidos de la pared. Tenemos realmente la convicción de que se impone admitir aquí algún influjo o estímulo químico por parte del huevo sobre la pared uterina y sus tejidos.

Con esta ocasión queremos tocar aquí brevemente un fenómeno relacionado con la implantación de los huevos en los animales que desarrollan varios embriones a la vez. En el ratón, v. g., se observa una regularidad muy notable en la distribución de los huevos, implantándose poco más o menos a igual distancia unos de otros: de suerte que, cuando los huevos están algo desarrollados, cada cuerno del útero parece una legumbre con las paredes infladas de trecho en trecho por la presencia de las semillas. Burckhard es de opinión que las contracciones musculares juegan un papel muy importante en esta parte. Pero aunque hay que conceder a las contracciones peristálticas de las paredes uterinas influencia en la distribución de huevos, todavía no explica esto por qué se colocan a igual distancia unos de otros; antes, si no actúan allí más fuerzas que estas mecánicas, no se ve razón por qué no han de ir a parar todos o varios, al menos, a un mismo punto o seno uterino. En el mencionado trabajo señalamos la posibilidad de que cada huevo segregue alguna substancia, cuya presencia ejerza influjo a su alrededor a la manera de un campo eléctrico estático, impidiendo la entrada de otro huevo en toda la extensión, a que llega la influencia (líneas de fuerza) de dicha substancia.

El huevo en estos estadios, tan jóvenes, es conocido con varios nombres: *vesícula blastodérmica*, *vesícula corial*, *vesícula fructífera*.

**110. Caduca o decidua y sus regiones.**—En los mamíferos de placenta discoidal, al desprenderse el fruto en el parto, se desprende también la parte de mucosa uterina, que constituía la placenta. En el hombre es mucho más extensa la mucosa desprendida, consignándosele con el nombre de *caduca* o *decidua*. En ella distinguen los embriólogos tres regiones llamadas: *decidua reflexa* (decidua o caduca refleja), que es la parte de mucosa que acabamos de ver se

había reflejado sobre el huevo, recubriendo la parte de él que miraba hacia la cavidad uterina; *decidua serotina* (decidua o caduca tardía), que es la parte de mucosa, sobre la cual yace el huevo y que constituye la placenta materna; y *decidua vera* (decidua o caduca verdadera), finalmente, que es lo restante de la mucosa. Al principio, no llena el huevo toda la cavidad del útero; sino que entre la *decidua refleja* y la *vera* queda un espacio que se llena de mucosidades.

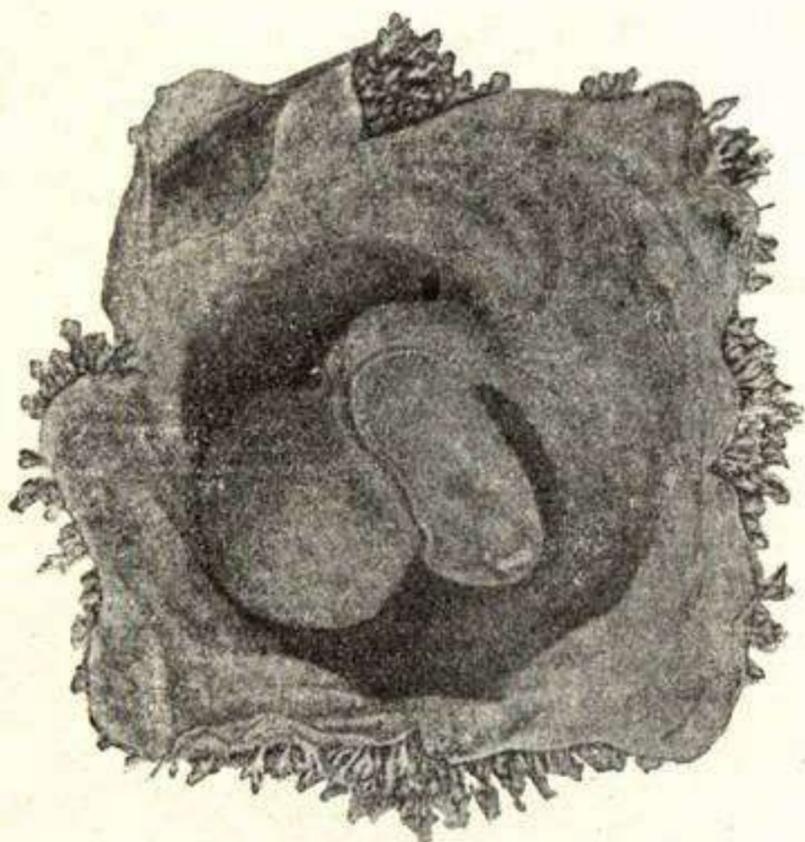


Fig. 242. Embrión humano de 15 a 18 días envuelto con sus cubiertas. El corion está abierto: su cara interna es lisa; la externa cubierta de vellosidades. También se ve bien cómo en la parte posterior del embrión el pedúnculo ventral queda adherido al corion. (Según Coste. Del libro: Die Elemente etc. de O. Hertwig).

**III. Indicaciones sobre la evolución del huevo humano mismo en estadios jóvenes.**— Cuanto a los estadios evolutivos que se suceden inmediatamente después de la implantación, son también bastante escasas las noticias que tenemos. Lo que fácilmente se puede observar en los huevos abortados, es que el corion desarrolla vellosidades notables y ramificadas (fig. 242) en toda su superficie; aunque después, como veremos, en gran parte desaparecen o se reducen. El interior del huevo abortado suele estar deshecho o muy deteriorado, aun cuando el exterior parezca normal. Más de un desengaño nos hemos llevado. Coste, con todo, ha descrito algún embrión muy joven, bien conservado de 15-18; Graf Spee, otro todavía más joven, y Peters otro más joven aún, y Bryee y Teacher el más joven que se conoce. Por la descripción se ve que el cierre del amnios se termina en la parte posterior, donde queda unida a la serosa, contribuyendo a la formación del llamado *pedúnculo* (1)

(1) En libros franceses, de donde pasaría a los libros españoles, es más usada la palabra *pedículo*.

*ventral* de His. Este pedúnculo (figs. 232, B y 243) va desde la parte ventral posterior del embrión hasta el corion y está integrado por tejido mesenquimatoso, recorrido por un tubo epitelial, que corresponde a la alantoides de los demás mamíferos. El pedúnculo está limitado, hacia la cavidad amniótica por el amnios que le forma vaina como revestimiento epitelial, y lleva vasos sanguíneos que son los umbilicales. El modo de originarse dicho pedúnculo parece ser éste. Si el amnios se forma por dobladura de hojas, como en general sucede en los huevos sin inversión de hojas blastodérmicas, la soldadura de las hojas dobladas, termina sin duda sobre el dorso del em-

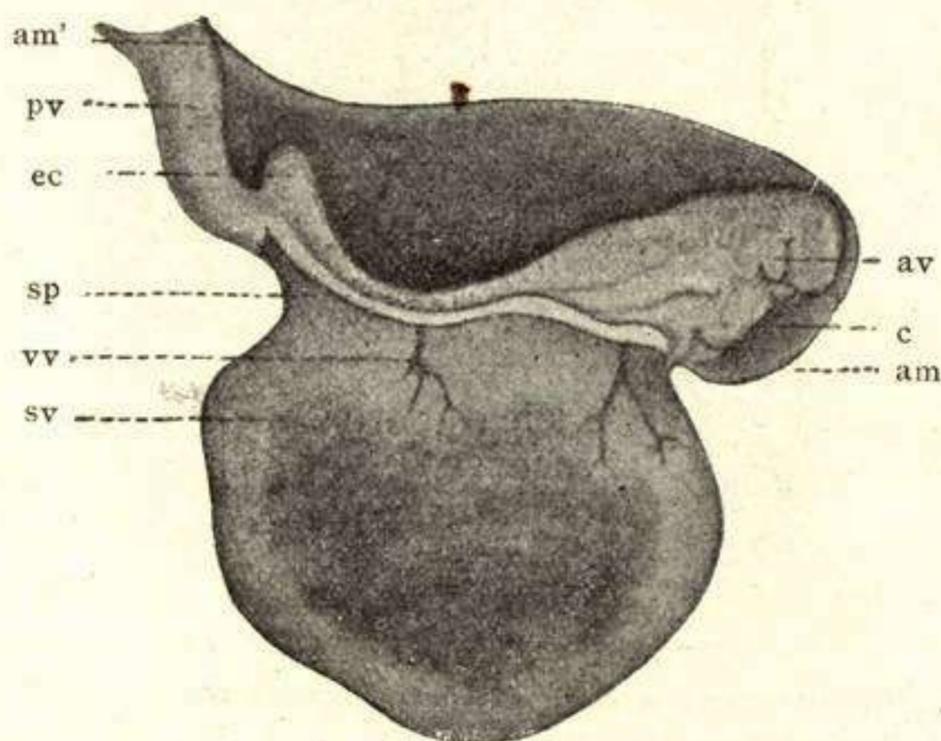


Fig. 243. Embrión humano de 15-18. Se ha quitado el corion que estaba unido por el punto am'. — am, amnios; am', punto en que el amnios queda unida al corion; pv, pedúnculo (pedículo) ventral; ec, extremo caudal del embrión; sp, segmentos primitivos; vv, vasos del saco vitelino; av, arcos viscerales; c, corazón; sv, saco vitelino. (Según Coste, algo modificado por His. Del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc.).

brión, hacia la parte posterior de éste y no desprende del todo la hoja externa (*serosa*), que aquí se convierte en corion, de la interna *amnios*. La pared amniótica de esta región queda, pues, unida a la serosa. Tendría luego lugar la evaginación del *intestino caudal* que corresponde a la *alantoides*: esta evaginación estaría representada, al principio, por un tubérculo o yema celular, encerrando en su interior un delgado canal. Esta formación iría creciendo, arrimada a la pared del amnios, hasta encontrar la serosa o el corion, aportando allí tejido mesenquimatoso y con él los vasos alantoideos o umbilicales. Si así es, la alantoides nunca forma en el hombre una bolsa o vesícula libre, como hemos visto en los demás mamíferos.

Cuanto al saco vitelino, su formación no ofrecería especial diferencia de lo descrito en los demás mamíferos, si el amnios se origi-

na del modo explicado. El saco vitelino, muy grande al principio (figs. 232, B; 238, E, F; 243) con el desarrollo de sus vasos ónfalomesentéricos, se va reduciendo después (fig. 244).

Si no se dispusiese de otro material que el del embrión de Coste, para poder rastrear los estadios evolutivos precedentes del huevo humano, fácilmente nos inclinaríamos a admitir que el proceso de la formación de las hojas blastodérmicas era el descrito, como más ordinario, v. g., en el conejo.

Pero como quiera que existe otra manera de formarse, tanto la cavidad amniótica (que también llaman ectodérmica) como la entodérmica, es a saber, por ahuecamiento de una masa celular sólida, como vimos, cuanto a la formación de la cavidad amniótica, en los

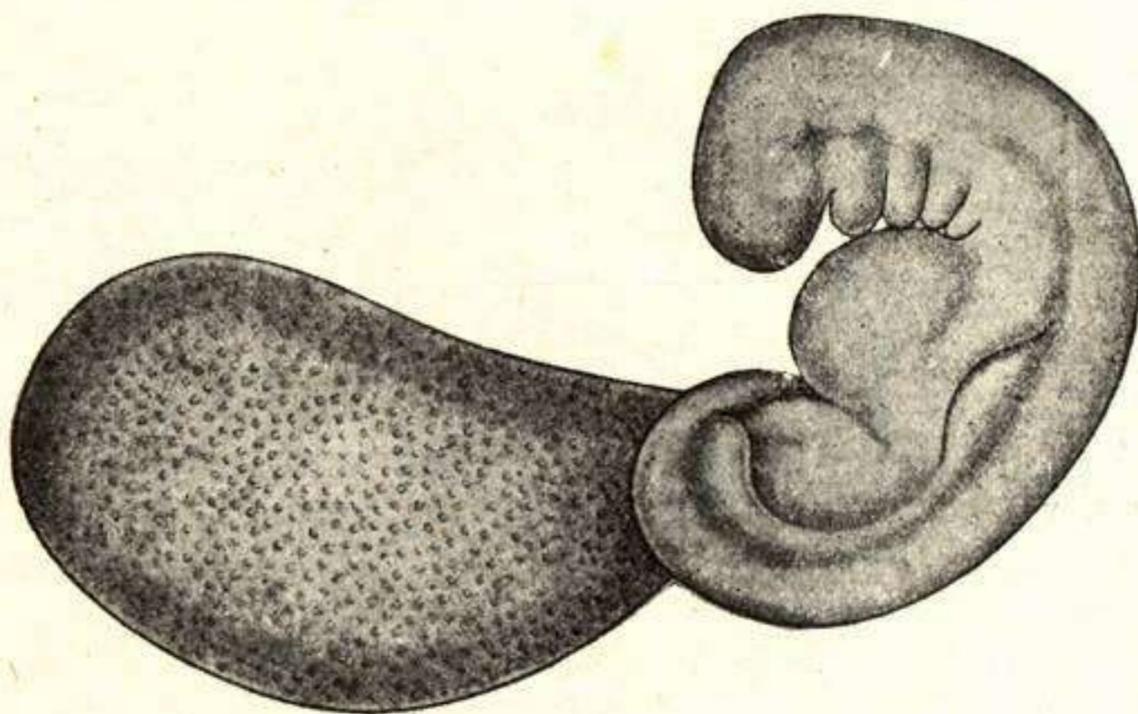


Fig. 244. Embrión humano de la cuarta semana. Regalado a O. Hertwig. por el Prof. Veit. (Del libro: Die Elemente etc. de este último autor).

huevos con inversión de hojas (n. 78), con razón se puede dudar, si es por ventura por este segundo procedimiento que se forman dichas cavidades en el huevo humano. Aunque nadie hasta ahora ha podido observar *directamente* el modo de originarse en él estas formaciones, todavía parece probable que sí, a juzgar por lo que dan los cortes del huevo humano más joven que se conoce, que es el estudiado por Bryce y Teacher (1908); pues aparecen en él estas cavidades relativamente diminutas (fig. 244 bis): lo cual sería indicio de haberse originado por el segundo modo (1).

Sobre otro punto obliga el estudio de los huevos humanos más jóvenes que se conocen, a modificar quizás nuestro modo de ver; punto que no podemos pasar en silencio; y es que en el huevo humano tiene lugar una prematura formación de mesénquima. En los huevos

(1) Conf. Graf Spee: Anatomie und Physiologie der Schwangerschaft en el Handbuch der Geburtshilfe de A. Döderlein. (1915).

de los demás mamíferos, hasta ahora bien estudiados bajo este respecto, el mesénquima aparece bastante tarde o, por lo menos, después de la formación del mesodermo, como que, en general, es producto de él (n. 84): razón por la cual consideramos el mesénquima como una cuarta hoja que llamamos *hoja intermedia*; en el huevo humano, por el contrario, parece que se forma mucho antes el mesénquima y llena toda su cavidad blastular, excepción hecha, naturalmente, de la cavidad ectodérmica (amniótica) y entodérmica (intestinal). Difícil será señalar a punto fijo de qué parte se origina: quizás del trofoblasto, ya que el trofoblasto y el mesénquima tienen significación nutritiva. Ciertamente que más tarde el mesénquima se halla en relación, acaso de mutua dependencia, con el mesoblasto que se deriva de la línea primitiva (1).

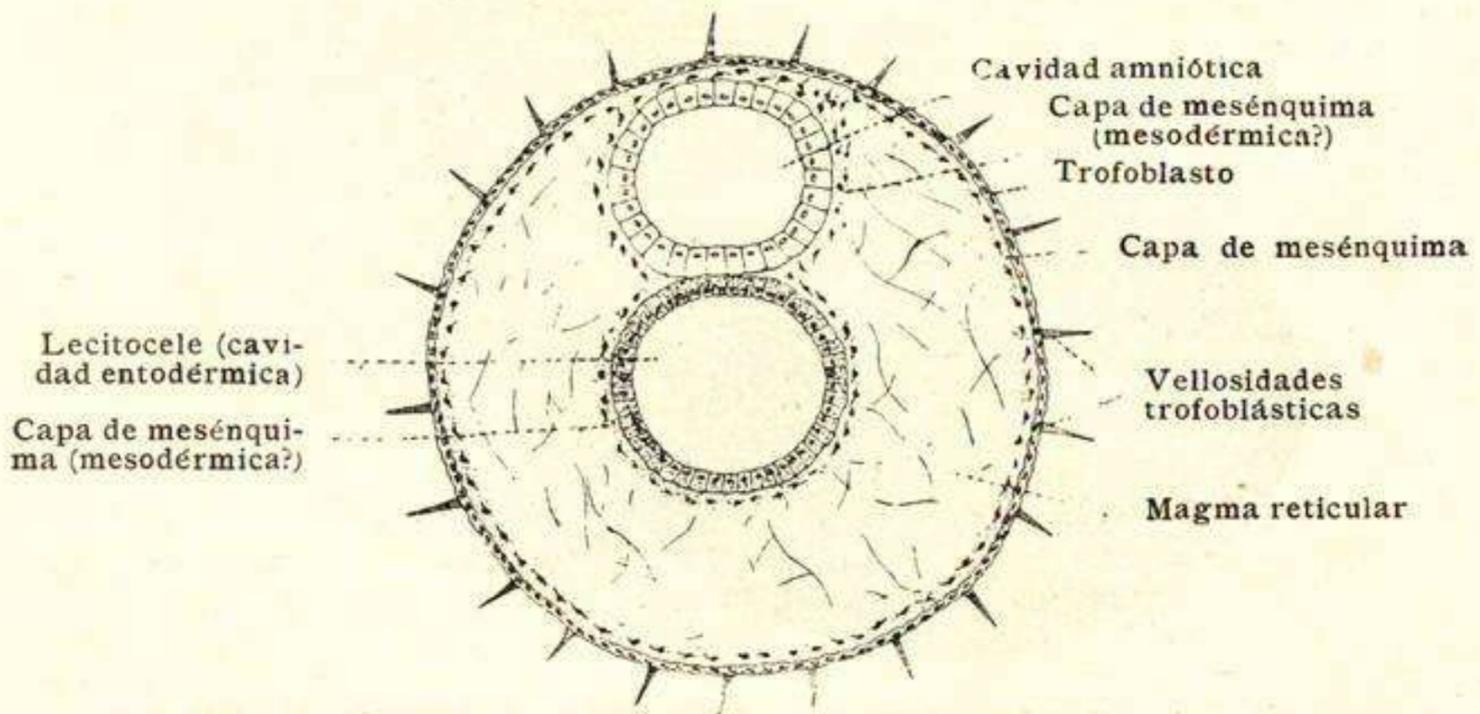


Fig. 244 bis. Esquema remedando la disposición de los huevos humanos más jóvenes conocidos. (De Peters y de Bryce y Teacher).

Es probable que este mesénquima represente una forma de originarse el mesodermo. Lo cierto es que viene luego un estadio, cual representa el huevo humano, estudiado por Peters, que es, sin duda, el más joven que se conoce después del de Bryce y Teacher, en que se forma en el mesénquima una cavidad por licuación de parte del mismo mesénquima que llena la cavidad del primitivo blastocela; cavidad que ahora, en atención a que el residuo del mesénquima reviste tanto el trofoblasto, convertido en corion, como el epitelio de la cavidad amniótica y de la entodérmica, representa el *exoceloma*. El líquido que llena la mencionada cavidad, se halla entrecruzado de finas fibras (fig. 244 bis) sin células o casi sin células mesodérmicas ni fibras conjuntivas. A esta masa que llena la cavidad han llamado

(1) Del mismo autor, p. 64.

*magna reticular* (1), por razón del retículo de finas hebras que la integran.

### 112. Estadios más avanzados y mejor conocidos.

— A medida que el huevo humano va adelantando, aumenta de volumen el embrión y cobra mayor consistencia; de modo que en los casos accidentales, únicos de que nos podemos valer, se deja estudiar con bastante perfección; y así son bien conocidos muchos estadios, tanto del embrión mismo, como de sus dependencias. De éstas nos ocuparemos ahora únicamente, dejando el estudio del embrión mismo, esto es, de la formación de sus órganos definitivos, para la segunda parte,

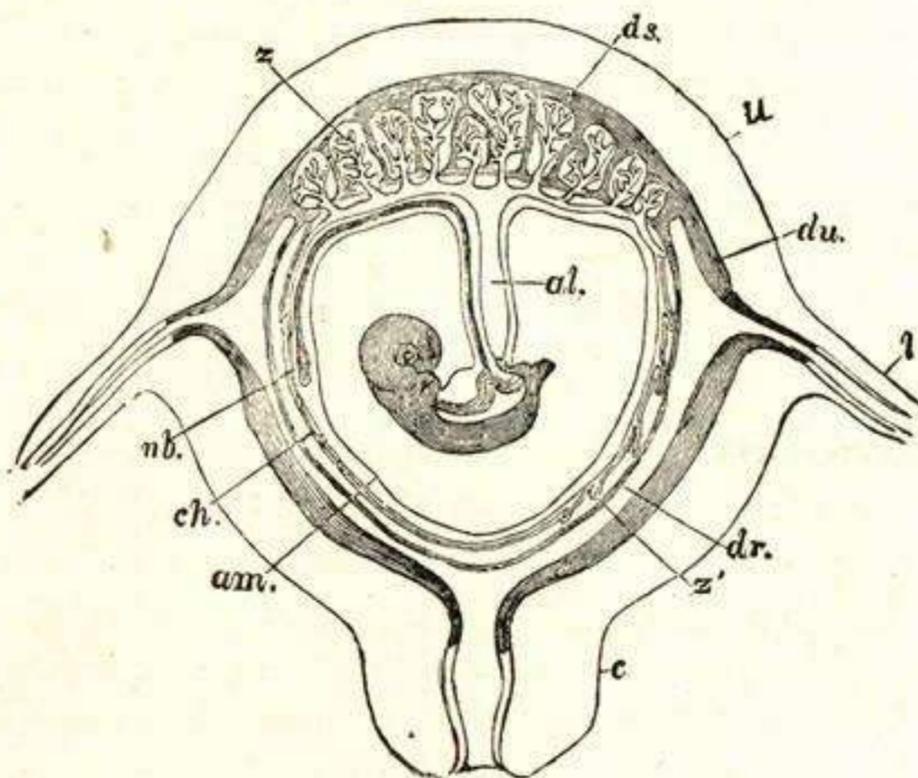


Fig. 245. Esquema representando el embrión dentro del útero, según Longet. al, pedúnculo de la alantoides; nb, vesícula umbilical; am, amnios; ch, corion; ds, decidua o caduca serótina o tardía; du, decidua vera; dr, decidua refleja; l, oviducto; esto es, trompa de Falopio; c, cervix o cuello del útero; z, vellosidades grandes y ramificadas del corion frondoso que constituyen la placenta fetal; z', vellosidades insignificantes del corion liso. (Del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc., quien a su vez lo toma del de Balfour).

o sea, para la *organogénesis*, toda vez que ya no es conocida la configuración externa de su cuerpo en distintos estadios evolutivos (figs. 239 y 240).

**113. Corion.** — El corion experimenta cambios notables a partir del tercer mes. Las vellosidades, que hasta entonces habían recubierto toda su superficie, crecen extraordinariamente en toda la región, en que el corion está en inmediato contacto con la decidua serótina, constituyendo cada vellosidad un árbol con numerosas ramificaciones. Los árboles se introducen en las grandes cavidades o sinuosidades que se originan en la *decidua serótina* (fig. 245, z): en

(1) Del mismo autor, p. 65 - 67.

conjunto, forman los árboles corioidales con la decidua serótina la placenta, de cuya constitución anatómico-histológica nos ocuparemos bien pronto. Ahora bien; esta parte del corion recibe el nombre de *corion frondoso* (*chorion frondosum*), en contraposición al *corion liso* (*chorion laeve*) representado por lo restante de él, donde las vellosidades se reducen (fig. 245, z'), aunque quedan siempre algunas, máxime en las cercanías del *corion frondoso*: razón por la cual el nombre de *corion liso* no cuadra del todo, como oportunamente advierte Hertwig.

Las vellosidades del corion están constituidas, como el mismo corion, exteriormente por el epitelio de la serosa e interiormente, esto es, en su cara interna, por mesénquima o tejido gelatinoso que luégo se convierte en tejido conjuntivo embrionario. Las arterias umbilicales que se habían introducido y distribuido en las vellosidades, se atrofian en el *corion liso*, y se desarrollan mucho en el frondoso: lo cual está en perfecta consonancia con el fin de estas formaciones; pues el corion frondoso es el órgano de nutrición durante lo restante de la vida intra-uterina, constituyendo la placenta fetal, según veremos.

**114. Amnios.** — El saco amniótico crece en el huevo humano tan extraordinariamente, que viene a ocupar todo el exoceloma o la cavidad extraembrionaria, aplicándose, en toda su extensión, a la serosa o corion. La parte que lo une con el embrión, se convierte en una larga vaina, que coge en su interior el saco vitelino, reducido entonces a una vesícula, y la alantoides con sus vasos umbilicales y mesénquima. Este conjunto constituirá en adelante el *cordón umbilical*, que es el medio de unión y transporte entre el embrión y la placenta. En el ombligo, la vaina amniótica del cordón umbilical se transforma en la piel del embrión, y, por consiguiente, su epitelio, proveniente del ectodermo, en epidermis embrionaria, pasando aquí de simple a pluriestratificada.

La cavidad amniótica se llena de líquido (*liquor amnii*), que es el agua del fruto. Su reacción es alcalina y contiene 1 % de sustancias sólidas (albúmina, urea, glucosa). Su cantidad llega a su maximum en el sexto mes de la gestación y puede pesar hasta un kilo y, en el caso patológico de *hidramnios*, muchísimo más. A partir del sexto mes, decrece la cantidad de agua, acaso hasta la mitad, a medida que el embrión o feto (1) va creciendo y ocupando mayor espacio.

**115. Saco vitelino: vesícula vitelina o umbilical.** — El saco vitelino sigue un camino totalmente contrario al

(1) Algunos hacen distinción entre embrión y feto, entendiéndolo por embrión el cuerpo que no tiene aún la forma definitiva; y por feto, cuando la tiene. La Embriología que lo abarca todo, puede prescindir de esta distinción.

del amnios; porque al principio, cuando el intestino no está representado aún más que por una canal boca abajo, es relativamente tan grande (fig. 243), que ocupa durante la segunda y tercera semana más de la mitad de la cavidad exocelómica o extraembrionaria; luego se reduce a un cuerpo ovoidal en embriones más crecidos (fig. 244). Los vasos ónfalo-mesentéricos le proveen de sangre. En embriones de seis semanas, el conducto vitelino se ha convertido en un cordón epitelial sólido, en cuya extremidad distal o libre se halla el saco en forma de vesícula insignificante (fig. 245, nb). Cuando el saco amniótico ha crecido tanto que ocupa toda la cavidad del huevo, dejada libre por el cuerpo embrionario, coge y envuelve a la vesícula umbilical y a la alantoides, formando, según dijimos, la vaina amniótica del cordón umbilical, en el cual cordón queda encerrada la vesícula hasta el tiempo del parto. Si se hace entonces la anatomía del cordón umbilical, se encontrará la mencionada vesícula a algunos centímetros distante de la placenta.

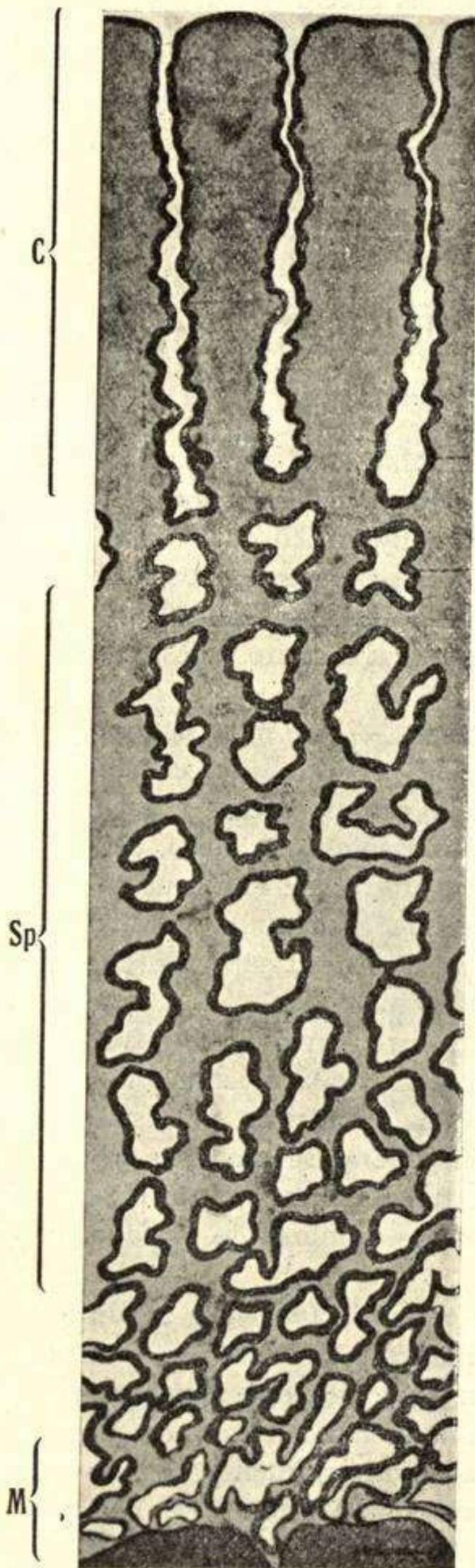
En la pared del saco vitelino (vesícula umbilical) se forman con el tiempo unos senos o excavaciones que se abren hacia dentro del saco y recuerdan glándulas. Y aunque será muy difícil determinar la naturaleza de estas formaciones; todavía no nos parece descabellada la idea de que puedan funcionar como verdaderas glándulas. Al fin, el saco vitelino representa un verdadero intestino o aparato digestivo.

**116. La decidua y sus cambios.** — La mucosa uterina es asiento de grandes cambios durante la preñez. En el estado normal, forma una capa de 1 mm. de espesor próximamente y yace con gran firmeza directamente sobre la capa muscular del útero, por carecer de submucosa la pared de éste. El conjuntivo de esta mucosa es muy rico en elementos celulares, hasta poderse confundir, mirada superficialmente, con epitelios pluriestratificados. En su superficie se abren multitud de glándulas tubulosas, de curso más o menos flexuoso y cuya parte profunda termina en fondo de saco, dividido con frecuencia dicotómicamente. Tanto el epitelio general de la mucosa como el de las glándulas está constituido por células cilíndricas, provistas de pestañas vibrátiles. Pero esta disposición general se modifica notablemente durante el embarazo. Para su estudio dividiremos la mucosa en tres regiones, consignadas antes con los nombres de *decidua vera*, *decidua reflexa* y *decidua serotina*.

a) *Decidua vera* o más modernamente *parietalis* (parietal), según Grosser. Dos estadios se pueden distinguir en la mucosa de esta región: el primero de crecimiento, y el segundo de decrecimiento. Efectivamente; al principio del embarazo la mucosa comienza a crecer hipertrofiándose, y de 1 mm. que tiene en el estado normal y ordinario, según dijimos, alcanza 1 cm. Cuando más tarde el huevo ha crecido en tales proporciones que ocupa ya toda la cavidad del útero, la

decidua reflexa se aplica contra la *vera*; y entonces ésta comienza a decrecer, de modo que poco a poco, hacia el fin del embarazo, vuelve a tener 1-2 mm. de espesor solamente.

Los fenómenos microscópicos que tienen lugar durante el período



de crecimiento, son muchos y complicados. Los tubos de las glándulas se estiran, como es natural, tomando en su primera parte un curso recto; se ensanchan notablemente en su región media y profunda, donde forman divertículos saquiformes (fig. 246, Sp). En el corte transversal de la mucosa, se distinguen dos regiones: una más superficial e interna, esto es, la más próxima a la cavidad uterina, donde las glándulas corren rectas (fig. 246, C); y otra, profunda, donde se hallan los senos y divertículos de dichas glándulas (fig. 246, Sp). La primera recibe el nombre de capa *compacta*; la otra, el de capa *esponjosa*, por razón de la multitud de cavidades u oquedades que ofrece a la vista. Por esta región se rompe, cuando se desprende en el parto. En la *compacta* los trazos o masas conjuntivas que separan un conducto glandular de otro, que aquí corren paralelos, son muy anchas; al paso que en la esponjosa son muy delgadas y a manera de trabéculas irregulares. Las glándulas se abren en la superficie constituyendo diminutas fositas embudiformes. La superficie de la mucosa afecta el aspecto de una criba. El epitelio que recubre la pared glandular conserva al principio (hasta el 4.º o 5.º mes) sus células; después se deshacen en gran parte. Persiste íntegro, sin embargo, en el fondo de las

Fig. 246. Corte transversal de la mucosa uterina al principio del embarazo. C, compacta (región más interna, donde las glándulas corren más rectas y paralelas); Sp, esponjosa, dicha así por estar sembrada de oquedades que son los senos y divertículos de las glándulas en su porción externa o junto a la musculatura; M, musculatura de la pared uterina. (Según Kundrat y Engelmann. Del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc.).

glándulas, sirviendo esta región, bien conservada, para regenerar después toda la glándula y aun el epitelio uterino. En el tejido conjuntivo de la compacta aparecen durante el primer período o de crecimiento, unos elementos grandes, de 30-40  $\mu$ , redondos, que Friedländer llamó *células deciduales*. También se encuentran estos elementos en las trabéculas de la esponjosa; pero aquí toman una forma más bien alargada o fusiforme a consecuencia, sin duda, de las presiones y estiramientos que sufren las trabéculas por hipertrofiamiento de la mucosa.

Durante el segundo período, que es de reducción, la pared uterina, como queda dicho, se adelgaza hasta no tener más que 1-2 mm. de grueso; y en él ambas capas de la mucosa, la *compacta* o interna y la *esponjosa* o externa, sufren nuevos cambios. La compacta se aplasta, merced a la presión que sobre ella ejerce el fruto en crecimiento; las aberturas glandulares desaparecen; se sueldan sus conductos después de la destrucción de su epitelio; y toda la compacta toma aspecto laminar. Las cavidades o senos de la esponjosa se convierten, por causa asimismo de la presión del fruto, en hendiduras paralelas a la pared uterina. Los tabiques que separan unas de otras, han aumentado en grosor. El epitelio glandular de las paredes inmediatas a la compacta se destruye; el de las más profundas o de junto a la capa muscular, se conserva con la misión de regenerar después las glándulas, según se ha apuntado.

b) *Decidua reflexa*. Parecida suerte corre la *decidua reflexa*. Al principio, su constitución es semejante a la de la *decidua vera*, como que, al fin, forma con ésta la pared uterina. Pero sufre mucho antes los efectos de la presión del fruto en crecimiento, por estar en su inmediato contacto. Según datos de Sedgwick Minot, ya el segundo mes comienza a deshacerse por degeneración hialina: la destrucción se halla muy avanzada en el tercer mes, y en el sexto y séptimo ha desaparecido dicha *decidua reflexa*.

c) *Decidua serotina*. Como se deja entender, esta decidua, que también se llama *basal*, es la que sufre cambios más profundos, ya que es la que está destinada particularísimamente a la nutrición del fruto, recibiendo por esta causa el nombre de *placenta uterina*, y de la cual pronto nos ocuparemos.

## VI. Estudio sobre la placenta humana

**117. Placenta.** — La placenta (fig. 237) es una masa blanda y casi pastosa, a guisa de torta, de forma discoidal, cóncava y lisa en la cara que mira al embrión, por estar recubierta por la membrana del amnios; y convexa y muy accidentada en la cara opuesta que integra la pared uterina y que más arriba hemos identificado con la *decidua*

*serótina* o *basal*. Sus dimensiones son: 16-20 cm. de diámetro de superficie, 2 ½-3 cm. de profundidad; y pesa unos 500 gr. (puede llegar a 600 gr.). Desde el punto de vista fisiológico es el órgano de nutrición durante la vida intrauterina. De su centro (fig. 237), en efecto, arranca la extremidad uterina del cordón umbilical envuelto por la vaina amniótica, constituyendo como un árbol, cuyas raíces, representadas por los vasos y sus ramificaciones, están hundidas dentro de la placenta. Ahora bien; el cordón umbilical es el medio de unión entre el embrión o feto y la madre, por el que es transmitida la sangre de aquél a la placenta, para que allí se renueve o, lo que es lo mismo, de venosa se haga arterial y recoja juntamente de la sangre materna por ósmosis los principios nutritivos, y los lleve al cuerpo embrionario.

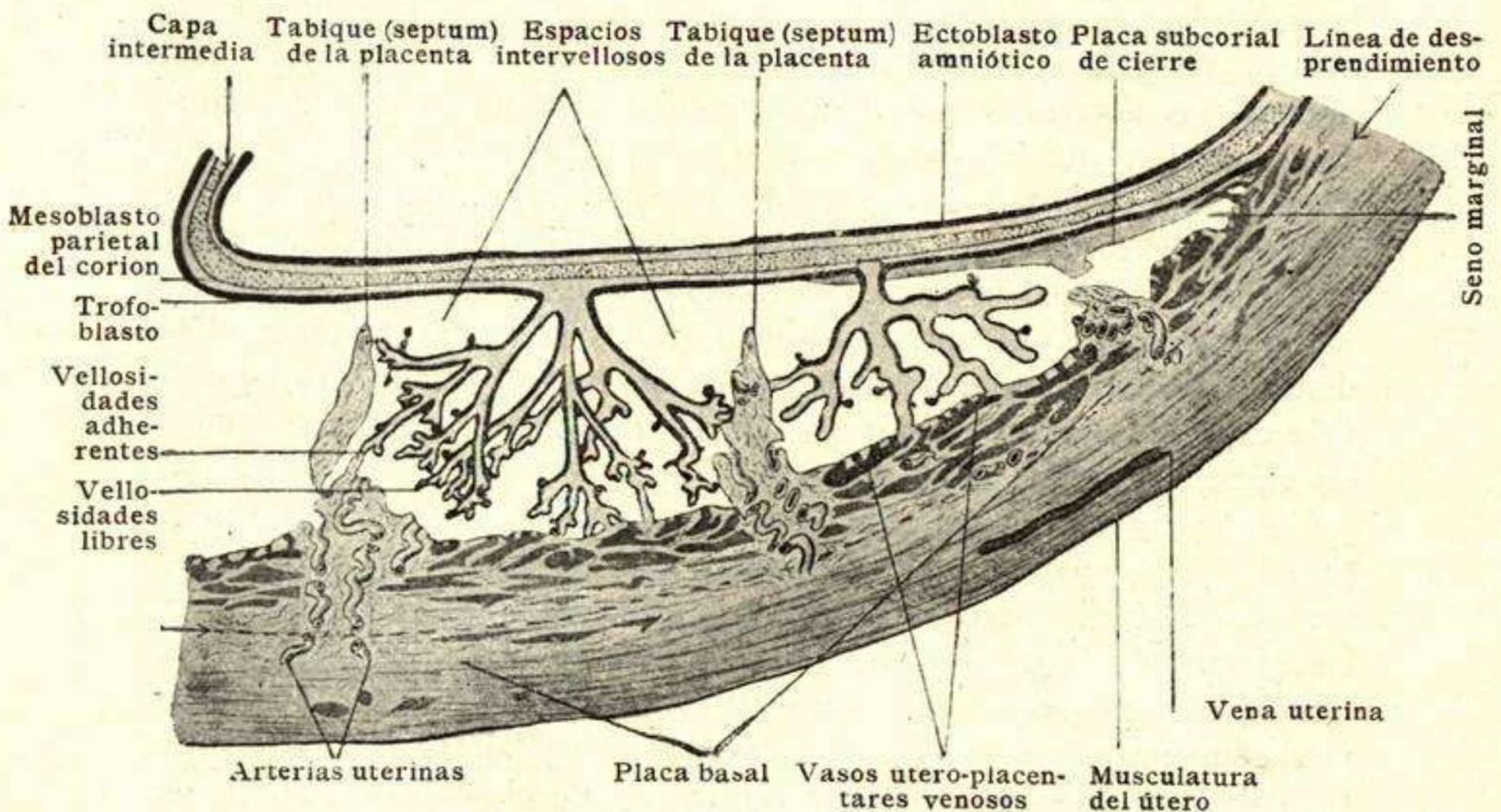


Fig. 247. Corte esquemático de una placenta según Bonet, utilizando un esquema de Strahl. (Del Embryologisches Praktikum de A. Oppel).

a) *Placenta fetal*. Para formarnos un concepto exacto de la disposición anatómico-histológica de la placenta, hemos de distinguir en ella dos partes: una *fetal* (*placenta fetal*) y otra *uterina* (*placenta materna*). Si se practica un corte transversal o perpendicular al disco, se observará una serie de apéndices del corion, largos y abundantemente ramificados a manera de árboles que son las vellosidades del corion *frondoso*, y componen en conjunto la *placenta fetal*. Los árboles con sus ramificaciones se introducen en cavidades o senos de la pared uterina (fig. 247). Parte de las ramas largas del árbol contraen adherencia con los tabiques o salientes que separan unos senos uterinos de otros; otras quedan flotantes, aunque sumergidas en la sangre materna que llena dichos senos: a las primeras llama Kölliker *raíces de adherencia*; y a las segundas, *latiguillos libres* (Ausläufer).

Desde el punto de vista histológico, las arborizaciones de los cotiledones repiten en general la contextura de la membrana del corion, de la que en realidad no son sino expansiones para aumentar la superficie de contacto con la mucosa uterina. Constan, pues, como aquélla, de un revestimiento epitelial, constituido por dos capas: una externa, de carácter *sincicial*, esto es, donde no se pueden distinguir límites celulares (fig. 248, s), llamada por esta causa *plasmoditrofo-  
blasto* por otros autores; y otra interna o de Langhans, cuyos elementos se dejan limitar e individualizar (fig. 248, e); por cuya razón es también conocida con el nombre de *citotrofoblasto*. A esta capa llama Hertwig sencillamente epitelio del corion. Bonnet la llama *capa basal*, y a la sincicial da el nombre de *capa tectriz*. Respecto a esta *capa sincicial*, se ha dudado de su origen, si era de procedencia ma-

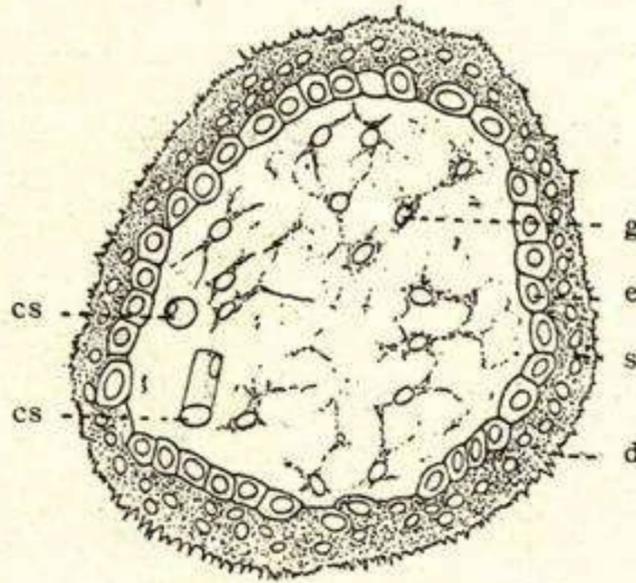


Fig. 248. Corte transversal de una vellosidad del corion de un embrión de la cuarta semana. cs, capilares sanguíneos; g, tejido gelatinoso (mesénquima o conjuntivo embrional); d, dentellones en la superficie; e, epitelio corial; s, sincicio. (Según O. Hertwig. de su libro: Die Elemente etc).

terna o más bien fetal; y la razón de dudar es que esta capa se asemeja mucho a la capa protoplásmica, llena de núcleos en que se convierte el epitelio de la mucosa uterina en varios mamíferos, cuando el huevo se le pone en contacto, soldándose con él. Si es de origen materno, le cuadra mejor el nombre de sincicio o de capa sincicial: porque el concepto de sincicio importa fusión de células; y células maternas, desprendidas de la mucosa y fusionadas, suponen algunos que es la masa o capa que recubre las vellosidades coriales, representando la *embriotrofa* o el *pábulo* del embrión. Mas si la razón asiste a otros, que derivan de las mismas vellosidades coriales su capa periférica o sincicial, ésta sería más bien un *plasmodio*, esto es, una masa protoplásmica, originada por multiplicación de *protoplastos* (células sin membrana), sin demarcaciones celulares y sembrada de sus respectivos núcleos. El nombre más adecuado y propio sería, en este último caso, el de *plasmoditrofoblasto*. Tratándose del huevo humano,

Graf Spee está decididamente por su origen fetal, en el tratado *Anatomie und Physiologie der Schwangerschaft en el Handbuch der Geburtshilfe von Döderlein*, p. 131, 1915.

Estas dos capas, la epitelial propiamente dicha y la sincicial, se comportan de modo que el desarrollo de la una está en razón inversa del de la otra. Efectivamente; en la membrana misma del corion fron-

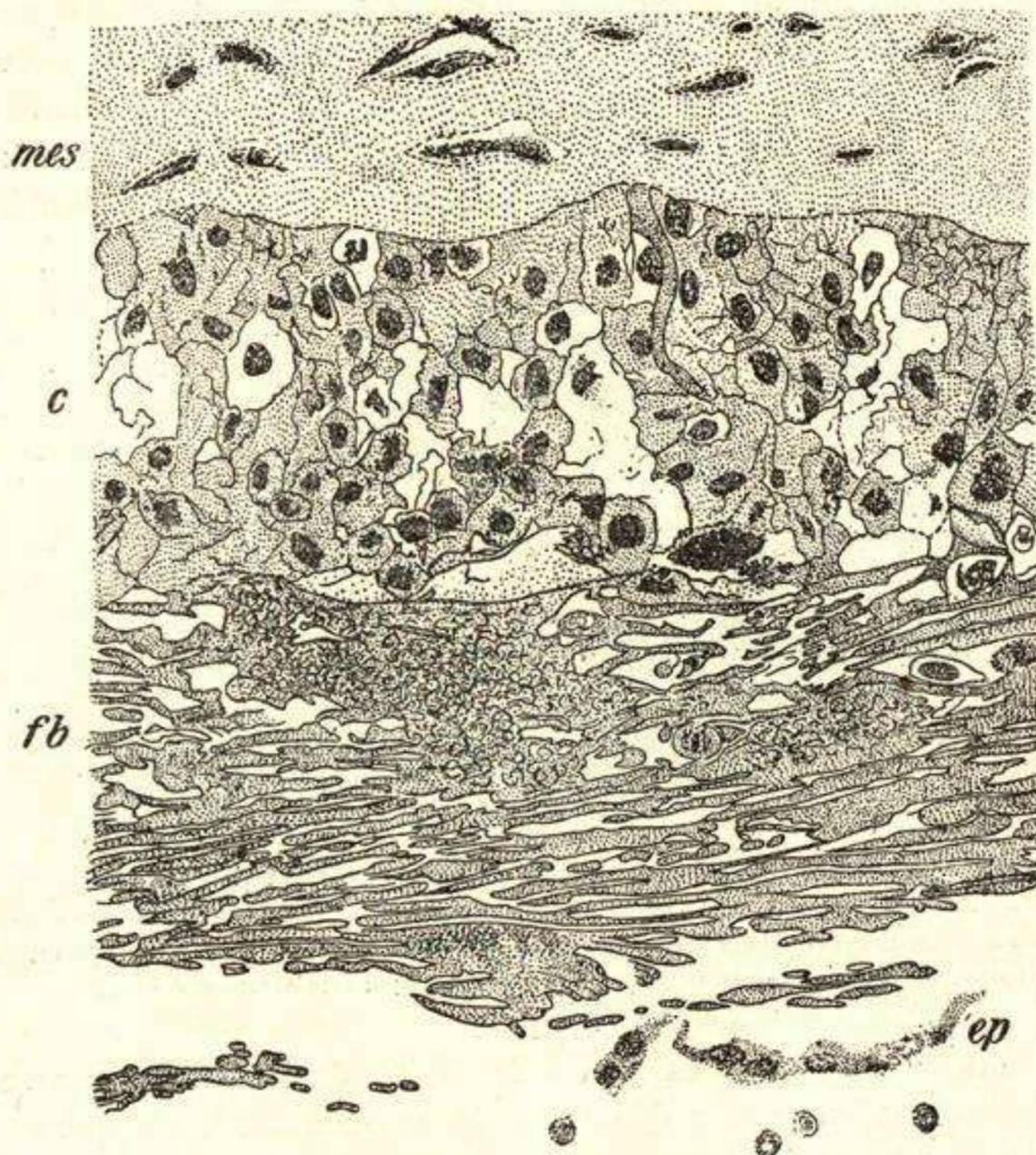


Fig. 249. Corion placentario (frondoso) de un feto de siete meses. mes, mesénquima o estroma mesodermal; c, capa celular; fb, fibrina canalizada; ep, residuo epitelial. Según Sedg. Minot. Del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc ).

doso, forma la epitelial unos como focos celulares en distintos puntos, siendo en lo restante unicelular. En las vellosidades de esta misma región, se hace la capa epitelial insignificante a partir del primer mes; y a los cuatro meses, ya no está representada sino por algunos focos de células, descritos como *nudos celulares* por Langhans y Kastschenko. En las vellosidades del *corion liso*, esta capa epitelial consta de 2-3 estratos de células.

Por el contrario, la capa *sincicial* falta, desde el séptimo mes, en el corion liso; al paso que en las vellosidades del corion frondoso forma capas continuas; adquiere en algunos puntos un grosor particular con la presencia de las llamadas *islas de proliferación*. Sufre, además, en algunos sitios una metamorfosis, transformándose en la llamada *fibrina canalizada*, esto es, en una substancia hialina con nu-

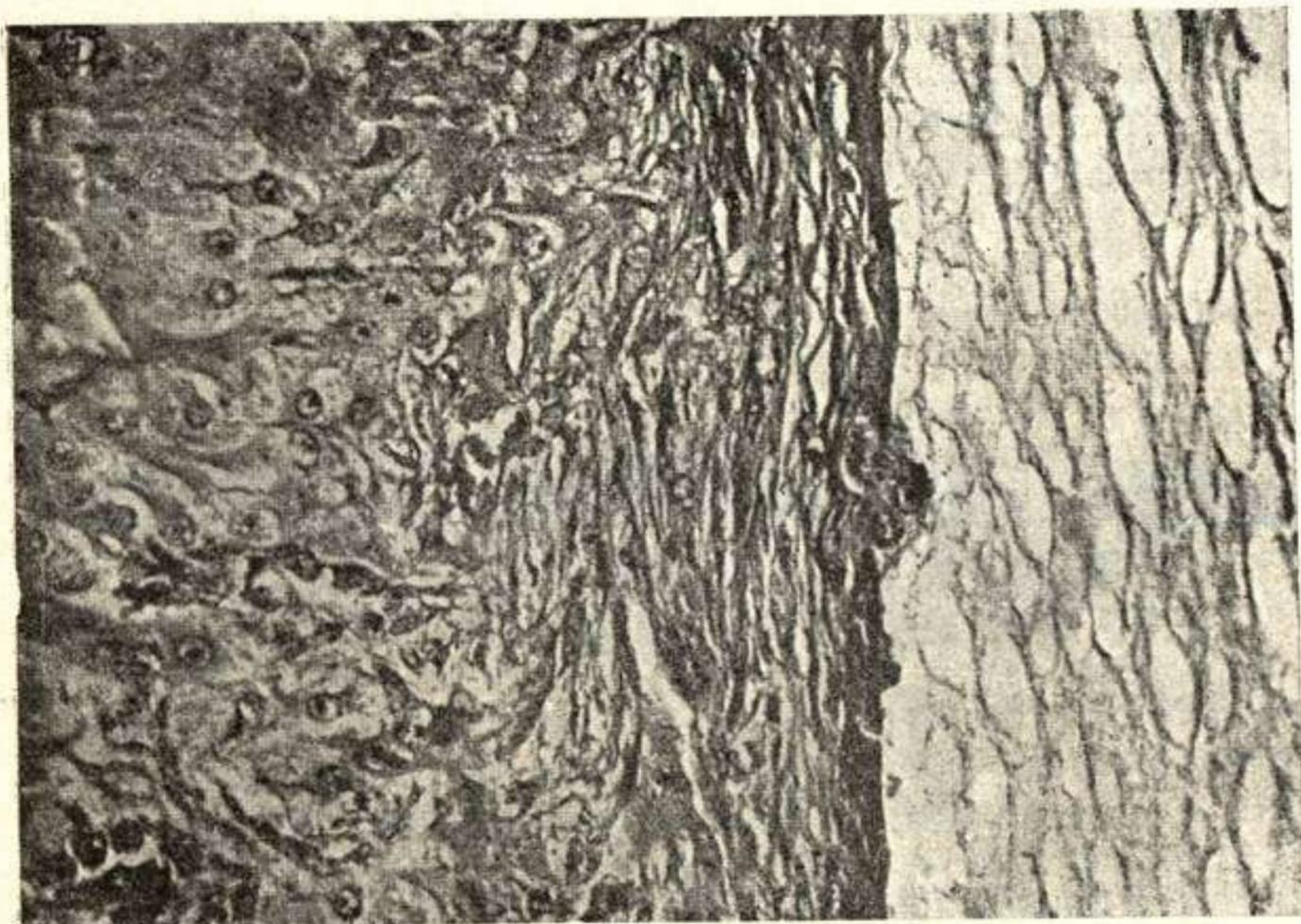


Fig. 250. Corte de la carúncula provocada por injerto de ovario en la mucosa uterina de una cabra (a los 19 meses después del injerto). Yendo de izquierda a derecha, el corte muestra primero la capa que corresponde al fondo de las glándulas hipertrofiadas; luego la capa media que es de células llamadas pulposas por Retterer y Voronoff; y, finalmente, la capa superficial, pálida y reticulada con grandes mallas, que, según dichos autores, correspondería a la fibrina canalizada de la placenta humana (Según Retterer y Voronoff. De la Revista Gynécologie et Obstétrique).

merosas hendiduras o lagunas (fig. 249, fb): substancia que aumenta con la edad de la placenta. Otros explican la presencia de la fibrina canalizada, atribuyendo su origen a la sangre materna.

Recientemente y a propósito de experimentos de injerto de ovario en el útero de la cabra, Ed. Retterer y S. Voronoff (1) parecen derivar la *fibrina canalizada* (fig. 250) que aparece en la carúncula, provocada en la mucosa uterina por la presencia del ovario, en ausencia del embrión, del epitelio de dicha mucosa uterina. Este es un buen argu-

(1) Du placenta maternel ou caruncule expérimentale des ruminants, des cellules dites déciduales et de la fibrine dite canalisée par Éd. Retterer et S. Voronoff. Gynécologie et Obstétrique. Année 1921, t III. N.º 5, p 305 - 326.

mento, dicho sea de paso, para demostrar la propiedad de secreción interna del ovario y su íntima relación con los fenómenos uterinos.

Aunque se da a esta substancia el nombre de fibrina, no posee, con todo, las propiedades histoquímicas características de la fibrina: por lo cual le cuadra mejor el nombre de substancia *fibrinoide* (Grosser).

En la extremidad de las vellosidades coriales en crecimiento, destinadas a contraer adherencia con los *septa placentae*, esto es, con los tabiques o repliegues de la placenta uterina, se forma lo que Graf Spee llama *columna celular*; columna celular que determina el crecimiento en longitud del trofoblasto o trofoderma de la vellosidad que ella misma integra. De las columnas celulares se derivan vástagos que

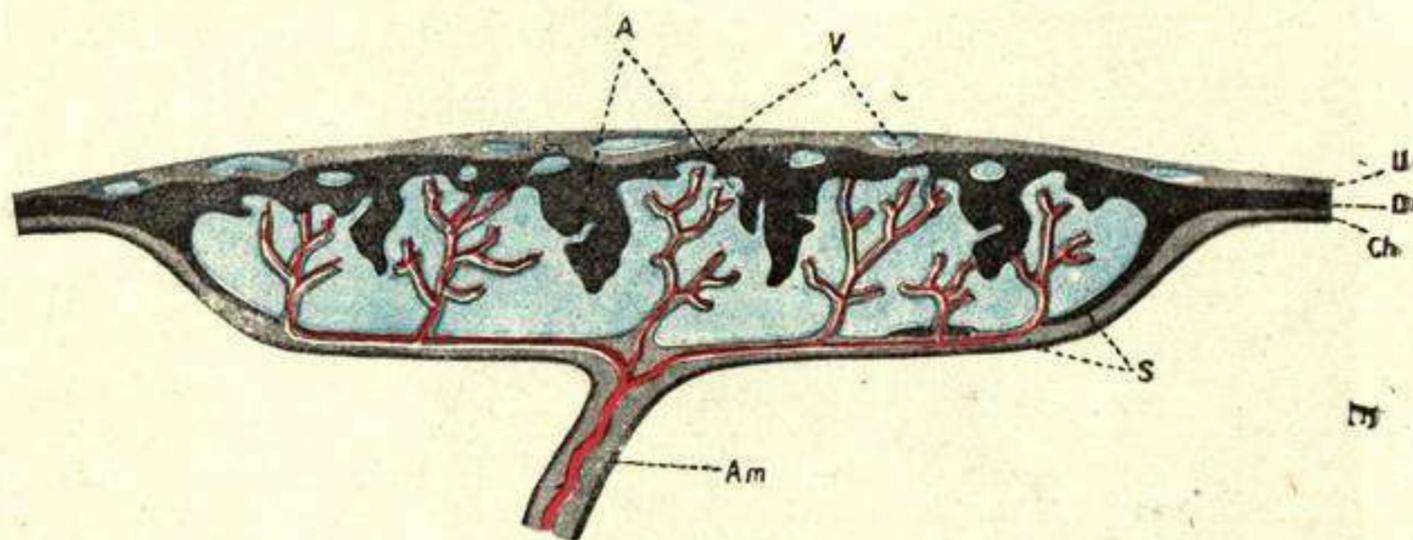


Fig. 251. Esquema de una placenta humana: sirve para hacer ver que no hay comunicación o transfusión de sangre entre el embrión y la madre. Am, amnios envolviendo el cordón umbilical; A, arterias maternas; V, venas maternas; S, placa de oclusión o cierre; Ch, corion; D, decidua; U, pared uterina. El azul gris es sangre materna; el rojo representa la circulación placentar del embrión. (Según Gurwitsch. Del Atlas manual de Embriología de Gurwitsch, vertido al español por Pou y Orfila).

flotan en los espacios intervillosos y se han descrito con el nombre de *islas de células*. Por supuesto que estos vástagos se recubren de su capa sincicial, esto es, de plasmoditrofoblasto. A esta capa plasmoditrofoblástica se atribuye el poder de impedir la coagulación de la sangre materna en los espacios intervillosos; y puede que sirvan especialmente para esto los fragmentos plasmoditrofoblásticos que se desprenden y caen en las lagunas sanguíneas: y en ocasiones pueden quizás ser absorbidos por las venas placentares uterinas y por su medio ser transportados al sistema circulatorio de la madre y a los capilares de sus pulmones. Así Graf Spee en el *Handbuch der Geburtshilfe von Döderlein*, p. 134-139.

La capa sincicial y epitelial de las vellosidades yace, como en la membrana del corion, sobre tejido conjuntivo embrionario o mesén-

quima. Este tejido es el portador de vasos. De las arterias umbilicales, distribuídas por la membrana del corion, sale para cada vellosidad una rama y se introduce en ella, ramificándose como la misma vellosidad, y deshaciéndose, finalmente, en una red capilar cerrada debajo del epitelio. Reuniéndose de nuevo, los vasos forman en cada vellosidad sólo un tronco venoso; y reuniéndose a su vez estos troncos venosos constituyen en conjunto la vena umbilical. De aquí se colige que el embrión o feto tiene su circulación propia y particular, sin que su sangre se mezcle en algún tiempo o punto con la sangre de la madre. La sangre materna, bañando las vellosidades, sostiene por ósmosis así el intercambio gaseoso como el de sustancias nutritivas con la sangre fetal, sin ponerse estas dos clases de sangre, como está dicho, en inmediato contacto (fig. 251).

c) *Placenta materna*. La placenta materna viene representada por la *decidua serótina* (n. 113) o *basal*. Para formarnos una idea exacta de ella, imaginémosnos que hemos separado de ella la placenta fetal, algo así como quien ha separado del guante la mano con sus dedos. Mirada entonces la placenta por encima, se presenta con una superficie muy accidentada, con numerosas cavidades o depresiones irregulares, separadas por tabiques o muros que llaman *septa placentae*. Cada cavidad mayor se subdivide en otras menores por tabiques más pequeños. En las depresiones o cavidades se introducen las vellosidades arborizadas del corion frondoso que, como vimos, constituyen la placenta fetal. Cada haz de estas vellosidades que coge una cavidad grande o principal, recibe el nombre de cotiledón. Habrá, pues, tantos cotiledones cuantas son las cavidades mayores. En los bordes de la placenta, la *decidua serótina* se convierte en la *decidua refleja* y en la *verdadera (vera)*. Esto, vista la placenta por encima.

En un corte transversal, esto es, perpendicular a la pared uterina, la placenta deja ver dos regiones muy distintas: una superficial y otra profunda. La primera es más compacta, correspondiendo a la zona compacta, descrita anteriormente (n. 116 a) y recibe el nombre de *placa basal* de Winkler (fig. 252, PB): de ella parten los tabiques que limitan las distintas cavidades. La otra es esponjosa, correspondiendo también a la zona esponjosa que ya vimos en el lugar citado. Por aquí se rompe, cuando se desprende después del parto.

Si consideramos la placenta uterina en relacion con la fetal, observaremos desde luego que los tabiques de aquélla no llegan, en el centro de la placenta, hasta la membrana del corion; al paso que en la región periférica llegan y se unen al corion, en cuya superficie se expansionan más o menos, constituyendo una lámina o un revestimiento grueso, perforado por las vellosidades periféricas (fig. 252, po). Esta es la *placa de cierre* o de *oclusión* (Winkler), o la *decidua placentaria subcorial* (Kölliker) o el *anillo subcorial de cierre* (Waldeyer).



Cuanto a la estructura histológica de la placenta materna, en general se puede decir que se repite aquí lo estudiado más arriba, al hablar de la decidua *vera y reflexa*. Sin embargo, conviene llamar la atención sobre algunos puntos, y, ante todo, sobre las llamadas *células gigantes*. Son éstas unas masas notables de protoplasma con numerosos núcleos (10-40). Estas células abundan mucho en la *placa basal* y en sus tabiques; pero tampoco faltan en la *esponjosa*. El origen de estas células se ha de buscar sin duda en las transformaciones que sufre la mucosa con la presencia del huevo; transformaciones que

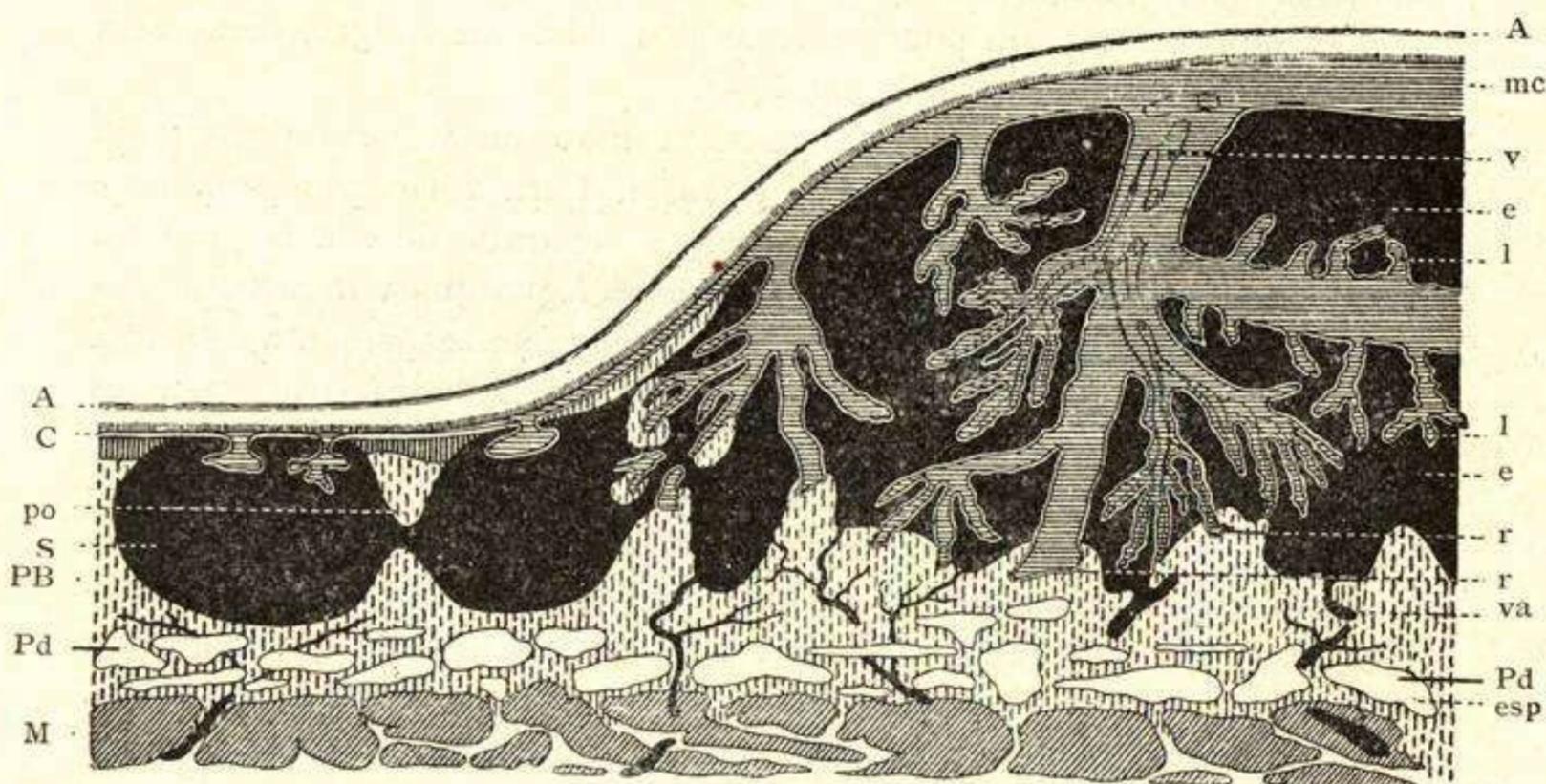


Fig. 252. Corte esquemático de la placenta humana del quinto mes, según Leopold. A, amnios, revistiendo el corion; C, corion; po, placa de cierre o de oclusión (Winkler); S, seno marginal; PB, placa o lámina basal (corresponde a la decidua compacta); Pd, punto de desprendimiento (corresponde a la región esponjosa de la decidua); M, musculatura de la pared uterina; e, espacios intervillosos; mc, membrana del corion; v, vellosidad arbórea; l, latiguillos o vástagos libres (flotantes); r, raíces de adherencia; va, vasos sanguíneos aferentes o arterias; esp, capa esponjosa de la decidua. (Die Elemente etc., de O. Hertwig).

llevarían consigo la destrucción de muchos límites celulares, y la fusión de varias células, resultando las grandes masas protoplásmicas con tantos núcleos.

No es, con todo, esto tan claro, cuando Graf Spee (en su trabajo varias veces citado, p. 138) parece derivarlas del trofoblasto, esto es, de células desprendidas del revestimiento celular de las vellosidades coriales, las cuales se introducirían dentro de la decidua basal, harían desaparecer las células deciduales y, por reabsorción de sangre vecina de la misma decidua, se transformarían en células gigantes de la placenta.

No hay que confundir estas células gigantes con las células de igual nombre que rodean, dentro de la mucosa uterina, el huevo de rata (*Mus rattus*) y ratoncito (*Mus musculus*), así como el de otros animales (erizo, cobayo) y el del mismo hombre en sus primeros esta-

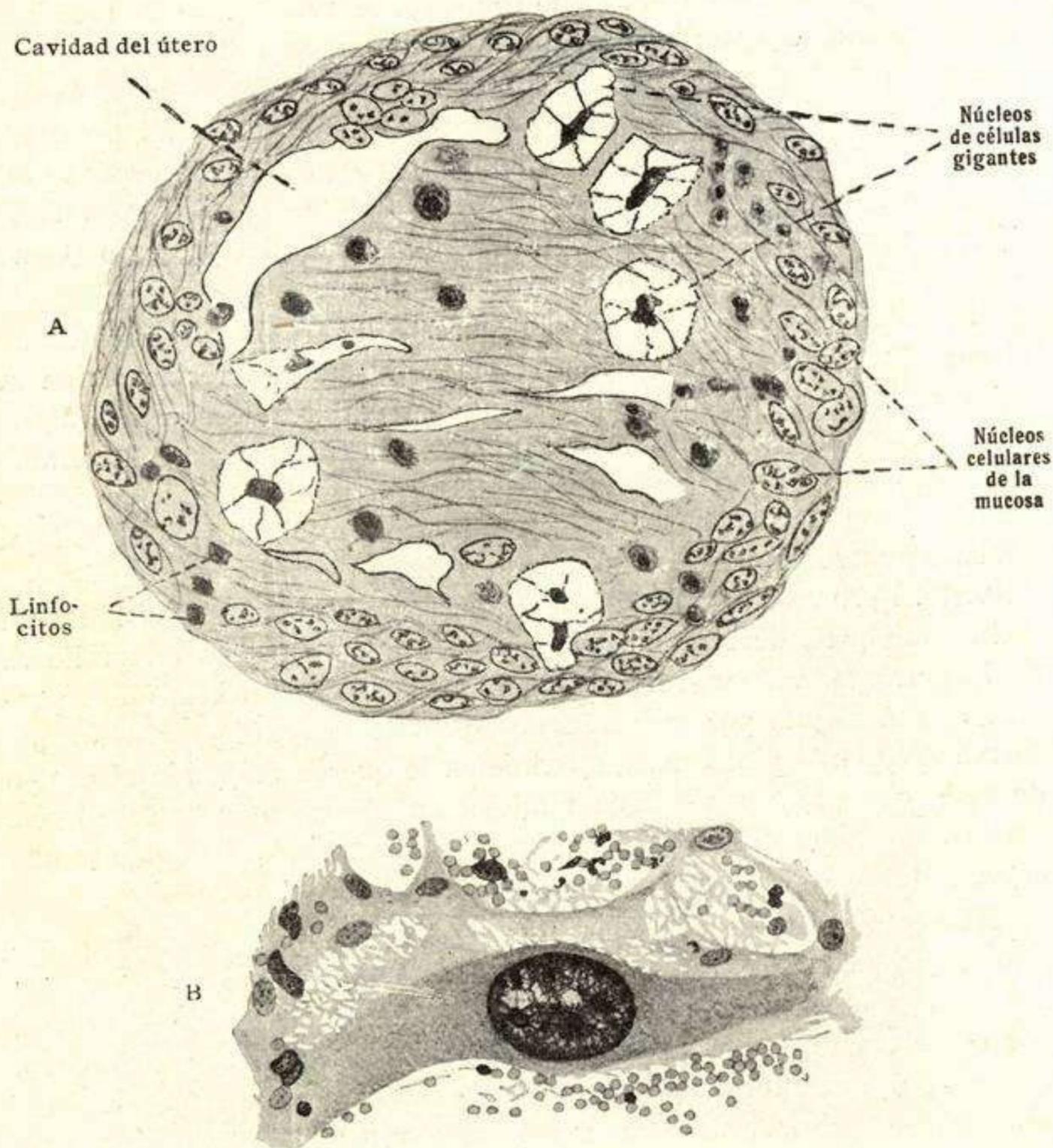


Fig. 253.—A. Fragmento de la mucosa uterina de *rata* (*Mus rattus*) hipertrofiada por la presencia del huevo, con células gigantes. (Dibujo original de una preparación del Instituto embriológico de Viena).—B. Célula gigante aislada del *ratoncito* (*Mus musculus*). Mide unas 159  $\mu$ . (Original).

dios evolutivos, de los cuales se han ocupado varios autores. Las células gigantes de estos roedores en dichos estadios son generalmente uninucleadas, pero el núcleo es muy grande, claro y pobre en cromatina (fig. 253). Duval, que las estudió muy de propósito, las declaró de *origen embrionario*; y de este modo de pensar participaron otros

autores (1). Otros, en cambio, las consideraban como células deciduales. En nuestras investigaciones sobre el particular pudimos demostrar sin género de duda, según creemos, que las células en cuestión son de *origen materno*. Cuanto más próximas al embrión, tanto más corroídas y deshechas se presentan; de manera que se ve claro que sirven de pasto al embrión, como todos concederán sin dificultad. Esta circunstancia fué para nosotros muy luminosa, en orden a poder presagiar desde luego que no procedían del embrión, sino de la madre. ¿Cómo es posible, nos preguntamos, que estando todo tan ordenado en la Naturaleza y con tanta teleología, forme el embrión células para desprenderlas y destruirlas luego, devorando sus propios productos? Imposible. La investigación demostró la verdad del presagio (Conf. Die Frage der Riesenzellen etc. ya citado).

Merecen especial consideración en este lugar los vasos maternos, por donde circula la sangre de la placenta. De la arteria uterina se derivan varias ramas que, atravesando la pared muscular del útero, llegan a la mucosa, transformada ahora en placenta. Por las trabéculas de la esponjosa penetran hasta la *placa basal*, donde se despojan de sus cubiertas musculares, y reduciéndose al endotelio. De aquí suben en curso espiral por los tabiques de la placa basal y se pierden de vista. Pero es cierto que vienen finalmente a abrirse a los lados de dichos tabiques, derramando su sangre en los espacios intervellosos de la placenta. La sangre la recogen luego los vasos venosos, representados asimismo por tubos anchos, provistos sólo de endotelio que forman red en la placa basal, máxime en la que corresponde al centro de cada cotiledón, y se abren también en los espacios intervellosos. En la zona marginal de la placenta se comunican, constituyendo una especie de seno venoso (fig. 252, S).

Respecto de los espacios placentarios intervellosos, es también objeto de discusión su origen. Unos creen que no serían otra cosa que las venas maternas, enormemente distendidas y ensanchadas; otros, por el contrario, explican su aparición por un proceso esquizógeno, esto es, por rasgaduras de la mucosa uterina. No es tan fácil la solución. En todo caso, la última explicación nos parece mucho más natural.

**118. Placenta previa y ectópica.**—No falta sino que añadamos aquí algo sobre el lugar de la pared uterina en que se forma la placenta. Es claro que el sitio de su formación es el sitio de implan-

(1) Graf Spee (*Anatomie und Physiologie der Schwangerschaft* en el *Handbuch der Geburtshilfe von Döderlein* p. 116 [1915]) tratando de estas células en el huevo humano, las tiene por origen trofoblástico. Nosotros nos inclinamos a creer que dichas células en el huevo humano o no son homólogas a las que se encuentran en la rata o, si lo son, no se derivan del huevo, sino de la madre, esto es, de la mucosa uterina: tanta es la evidencia que de ello tenemos tocante a la rata.

tación del huevo, como se desprende de lo dicho más arriba (n. 109). Este sitio suele ser el fondo del útero (fig. 254), a donde desembocan lateralmente las trompas de Falopio. Alguna vez, con todo, el huevo fecundado y segmentado no se detiene en esta primera región que encuentra al salir de la trompa, sino por causas que no sería fácil pre-

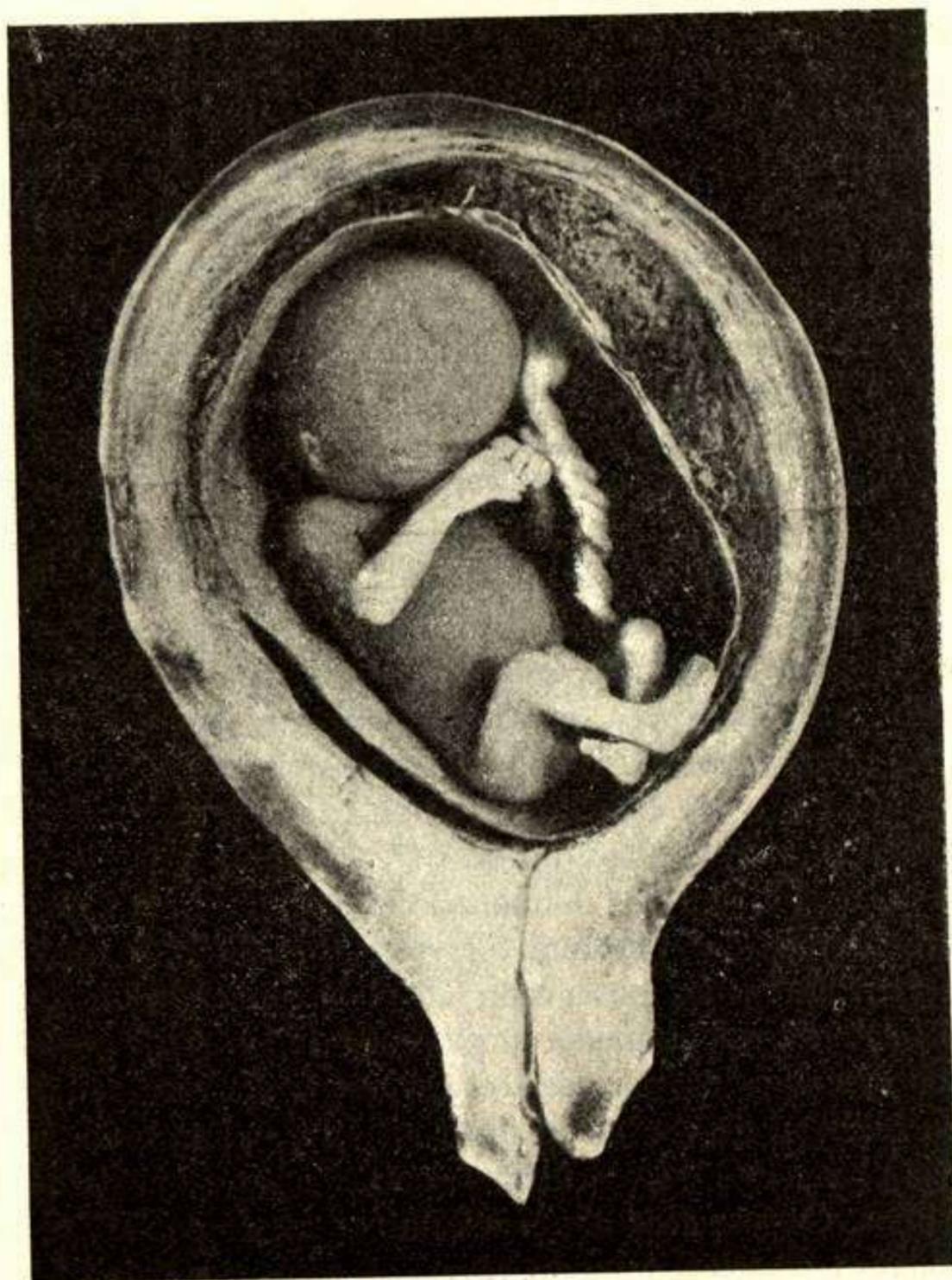


Fig. 254. Corte sagital del útero humano al cuarto mes de la gravidez. El corte deja ver perfectamente la placenta con la modificación del tejido de la pared uterina en el sitio en que se inserta el cordón umbilical. (Según Strahl: Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

cisar, pero que quizá estén en relación con su estado de madurez, desciende hacia el orificio interno del cuello del útero y allí se implanta, y por consiguiente, allí se forma también la placenta, obturando en todo o en parte la entrada del conducto de dicho cuello. Esta es la llamada *placenta previa*; la cual suele llevar como consecuencia un parto peligroso, porque su curso es, en este caso irregular. Apenas merece la pena hacer notar que en los conceptos ectópicos la

placenta se forma no sólo en sitio anormal, sino completamente fuera del útero; lo cual es un argumento poderoso para evidenciar el influjo que ejerce el huevo en los tejidos que le reciben, conforme ya expusimos (n. 109). Es fácil comprender que en los conceptos ectópicos el parto no es posible por vías naturales, y es preciso intervenir.

Pero lo que más llama la atención en los conceptos ectópicos (tubáricos) es que también queda influenciada por ellos la mucosa uterina, la cual se transforma igualmente en decidua y a las veces se desprende íntegra a manera de saco o molde interno del útero. Hemos tenido ocasión de ver y estudiar dicho saco o molde interno, fragmentado en dos partes, procedente de un caso, ocurrido a nuestro discípulo el Dr. F. Carreras. Pero los casos no son tan raros. Alguna vez se ha observado este fenómeno del desprendimiento de la mucosa en la misma menstruación: lo cual quiere decir que existe una relación íntima entre la actividad del huevo, óvulo y aun ovario y la mucosa uterina. La acción que ejercen aquéllos sobre la dicha mucosa en estos casos, como en general en la menstruación, aunque se llame *in distans*, realmente no lo es, sino que se trata de secreciones internas, transmitidas por la sangre; pero tanto más admirables, cuanto más clara es su teleología.

Para terminar el estudio sobre la placenta, añadiremos que en ésta, como en general en otras formaciones, pueden ocurrir variantes. Algunas veces los lóbulos o compartimentos de la placenta que corresponden a los cotiledones, están bastante separados unos de otros, haciendo que la placenta se ofrezca como partida (*placenta partida*); y, según que los lóbulos así separados, sean dos, tres o muchos, tendremos una placenta *bipartida*, *tripartida*, y *multipartida*. Placenta partida hemos observado en el huevo embrión de conejo. El hecho recuerda remotamente la placenta de los rumiantes (n. 104) con discos diseminados por todo el corion; y decimos remotamente, porque en realidad de verdad la distribución y, sobre todo, la estructura de las placentas de estos últimos animales es muy diversa, como ya expusimos. Otras veces algún lóbulo carece de cotiledón, esto es, de vellosidades coriales, estando revestido sólo por hojas fetales, es decir, por la membrana del corion y la del amnios: en este caso la placenta se llama *fenestrada* (*placenta fenestrata*). No es cosa rara que la placenta se presente otras veces relativamente delgada, pero en compensación muy extendida: a esta variedad llaman placenta *membranosa* (*placenta membranacea*). Mencionemos, finalmente, las llamadas placentas *accesorias* o *secundarias*, o sea, aquellos casos, en que además de la placenta ordinaria o principal, aparece otra u otras a cierta distancia de aquéllas; circunstancia que ha de interesar especialmente a los tocólogos: pues puede muy bien suceder que en el alumbramiento salga tan sólo la placenta principal y quede dentro alguna accesoria y ocasione ulteriores hemorragias y produz-

ca fuertes calenturones durante el puerperio. El reconocimiento es fácil, según O. Sarwey (1), de quien tomamos esta doctrina. En efecto; los vasos que abastecen la placenta secundaria, son ramas notables, que parten directamente de la ramificación primaria o casi primaria de los vasos del corion umbilical al arribar a la placenta, y, pasando por encima de la placenta ordinaria, van a implantarse en la secundaria: y se pueden descubrir mirando a trasluz los bordes de la placenta ordinaria.

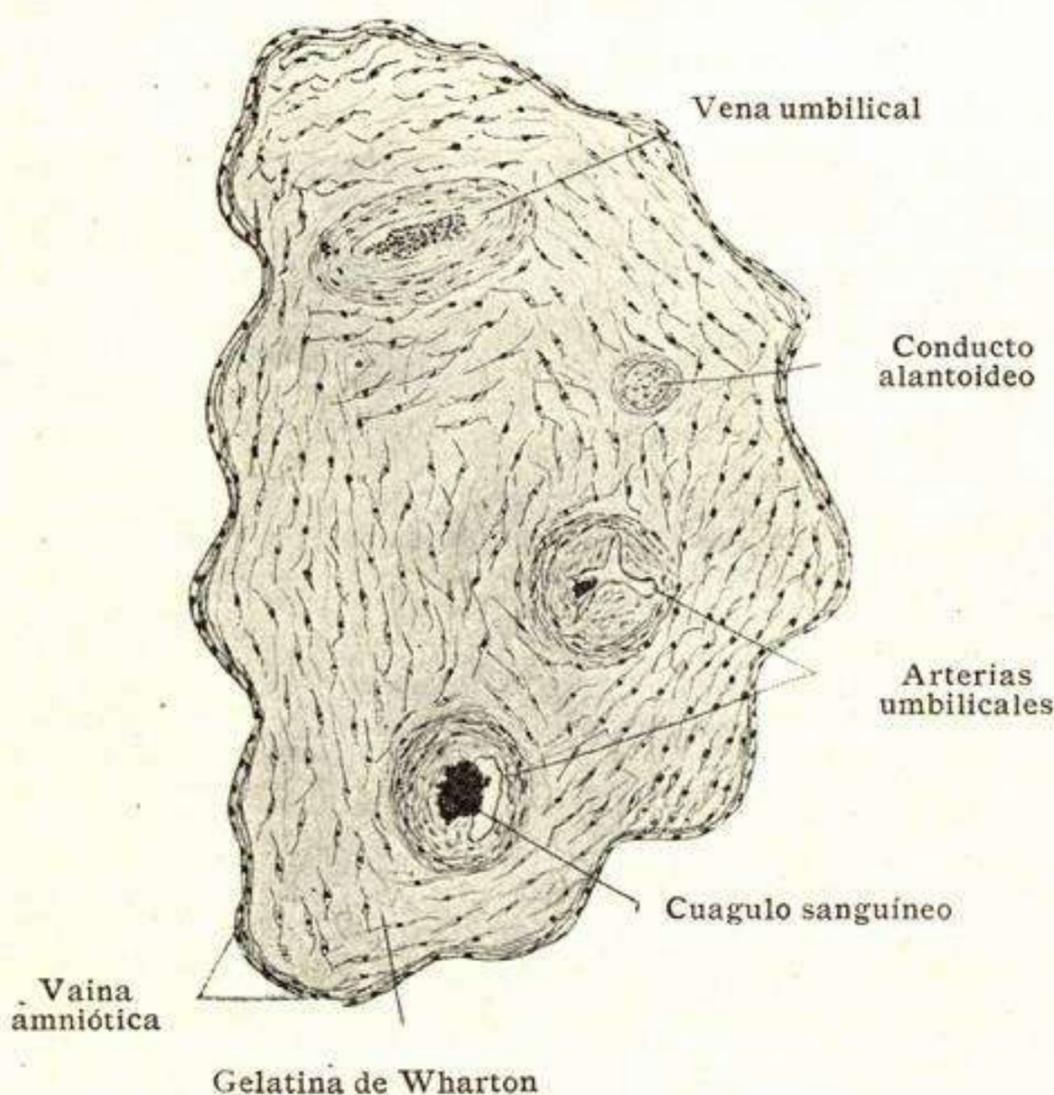


Fig. 255. Corte transversal del cordón umbilical del fruto humano. (Dibujo original).

**119. Cordón umbilical.** — Intimamente relacionado con la placenta se halla el cordón umbilical que ya conocemos (n. 104). Representa un manojo de formaciones, envueltas que el amnios que le forma alrededor una vaina continua e íntimamente adherida. Este cordón, partiendo del vientre del cuerpo embrionario, termina en la placenta. Suele mostrar contorsiones en espiral generalmente *dextrogira*, contando desde el cuerpo del embrión. Su longitud es de 50 - 60 cm. y su grosor de 11 - 13 mm. En su trayecto se hallan frecuentemente nudosidades, que pueden reconocer un doble origen:

(1) Conf. O. Sarwey: Anatomie und Physiologie der Schwangerschaft en el Handbuch der Geburtshilfe von Döderlein, p. 157. 1915.

unas veces la gelatina de Wharton se acumula en un punto determinado, con lo cual el cordón que nos ocupa, afecta allí la forma de un nudo (*falso nudo*). Otras veces, el mismo embrión, moviéndose dentro del líquido amniótico, forma una lazada en el cordón umbilical, por donde acierta a introducirse su cuerpo, resultando en este caso un *verdadero nudo*.

Si practicamos un corte transversal del cordón umbilical (fig. 255), podremos hacernos cargo de su estructura histológica. Varias formaciones lo integran, según indicamos: la gelatina de Wharton, los restos de la alantoides y del conducto vitelino con sus vasos onfalomesentéricos y los vasos umbilicales; y, finalmente, la vaina del amnios. La gelatina de Wharton es el mesénquima embrionario, que representa aquí el substrato o masa fundamental conjuntiva, donde se hallan empotradas o adheridas las demás formaciones: hialina al principio, desarrolla más tarde fibras en abundancia. Los vasos umbilicales son: dos arterias que llevan la sangre del embrión a la placenta, y una ancha vena que la lleva de aquí al embrión. Las dos arterias contorneadas en espiral, como el mismo cordón umbilical, gozan de capa muscular con fibras circulares y longitudinales: son muy contráctiles y tienen una anastómosis, poco antes de llegar a la placenta. La alantoides y el canal vitelino, que al principio eran partes esenciales del cordón umbilical, se reducen luego a tiras epiteliales sin luz interior, y más tarde se fragmentan estas tiras, dejando acá y acullá grupos o nidos de células epiteliales. Los vasos onfalomesentéricos, que tan buen papel fisiológico desempeñaran al principio, pierden luego su función y se hacen rudimentarios, siendo muy difícil hallar vestigios de ellos en el cordón maduro. Finalmente, el amnios que en estadios jóvenes forma la envoltura o vaina a la alantoides y al canal vitelino, dejándose desprender con facilidad, contrae después tal adherencia con la gelatina de Wharton, que ya no sería fácil la disociación, a no ser en las inmediaciones del ombligo.

La inserción del cordón umbilical en la placenta es, de ley ordinaria, *central* (fig. 237). Existen, sin embargo, no escasas excepciones de esta regla. Algunas veces, efectivamente, se inserta en el margen; entonces la inserción se llama *marginal*; otras, más allá del borde placentario, debiendo hacer un recorrido más o menos largo por la pared del útero, revestida del amnios, para llegar a la placenta. Este es el caso de inserción *velamentosa*.

### **120. Las dependencias embrionarias en el parto.**

— La suerte que corren las dependencias o cubiertas embrionarias, al tiempo del parto, es brevemente la siguiente. Al principio del trabajo, se rasga el saco embrionario por la parte que está en contacto con el orificio interno del cuello del útero, formando hernia hacia dentro del canal de éste: la hendidura que se produce, da salida a las aguas.

Continuando el trabajo, las contracciones de la pared uterina echan por la hendidura fuera del útero el fruto maduro, quedando de momento dentro de aquél las envolturas, unidas al fruto sólo por el cordón umbilical. La separación total y definitiva del fruto se hace artificialmente, cortando el cordón umbilical a unos cuatro dedos del ombligo, entre las dos ligaduras, previamente practicadas: una para evitar la hemorragia del fruto, y otra para evitar la de la placenta. Las ligaduras se suelen hacer a los 5 ó 6 minutos, o sea, cuando el cordón deja de latir: lo cual es indicio de que la respiración pulmonar ha substituído ya a la placentaria.

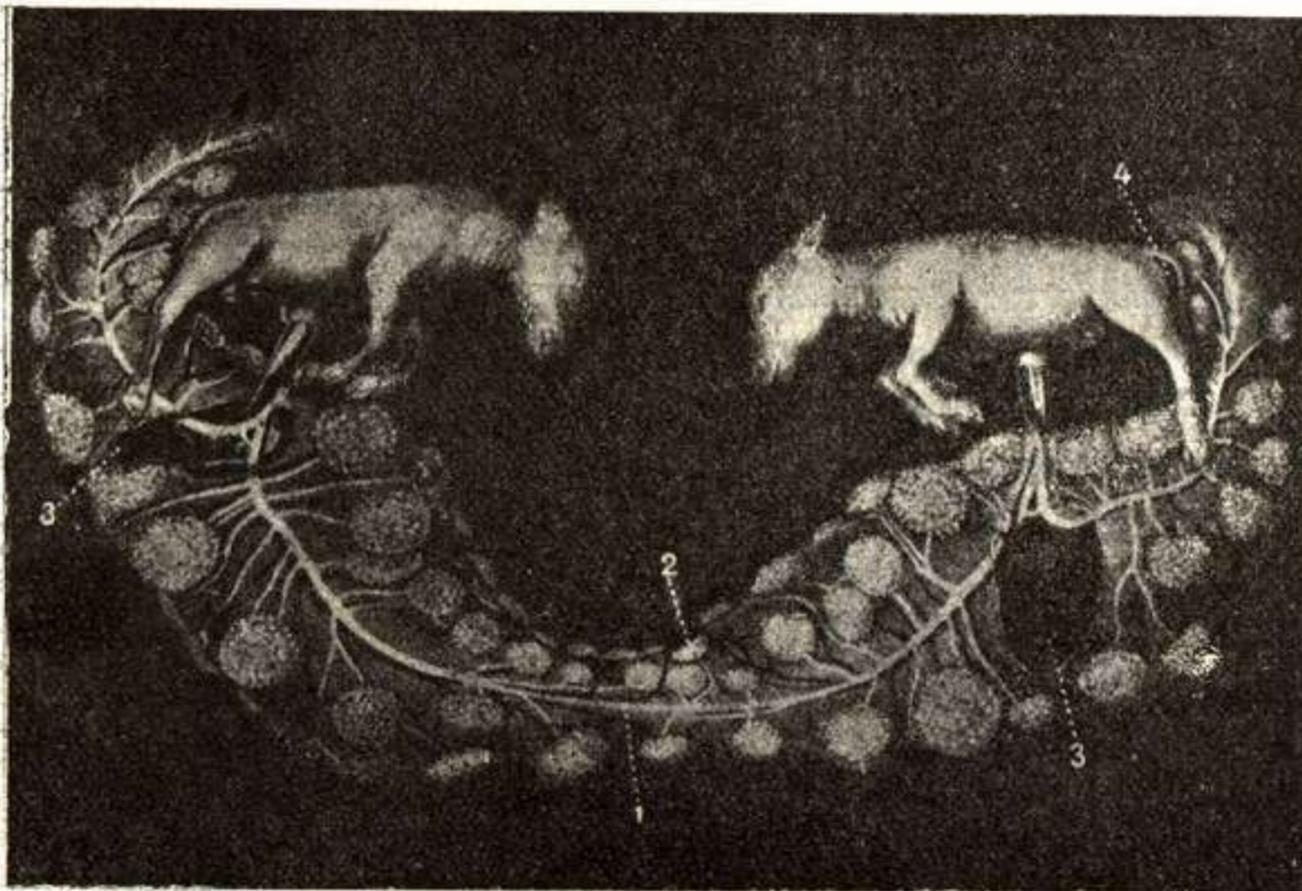


Fig. 256. Gemelos de una vaca con soldadura del corion y placenta y anastomosis del aparato de la circulación placentaria. 1, anastomosis; 2, cotiledón; 3, cavidad del saco embrionario corial; 4, feto intersexual. (Según Lillie. Del libro: Mechanismus und Physiologie der Geschlechtsbestimmung de R. Goldschmidt).

Después de un tiempo más o menos largo de la salida del fruto, nuevas contracciones uterinas expelen también las envolturas con la decidua y placenta, a ellas adherida, fenómeno que recibe en obstetricia el nombre de *alumbramiento*. Salida la decidua, queda la superficie interna de la matriz hecha toda una úlcera. La restauración de estas quiebras, proviene del fondo de las glándulas uterinas, que permaneció intacto conforme se dijo más arriba (n. 116, a). Poco a poco se va regenerando todo, y después de algún tiempo, llamado *puerperio*, torna todo al perfecto estado normal morfológica, histológica y fisiológicamente.

**121. Gemelos.** — En todo lo que llevamos dicho del útero grávido, hemos supuesto la presencia, en él, de un solo embrión o feto. Pero no es rara la existencia de dos, algo más rara la de tres y muy rara la de cuatro y aun cinco. En semejantes casos se suelen formar tantas placentas, cuantos son los embriones, y de cada una de ellas se puede decir lo mismo que se ha dicho de la placenta *única* que hemos supuesto. Por lo que atañe a la causa de la presencia de varios embriones (gemelos, mellizos), dejando a un lado la posibilidad de fecundarse algún glóbulo polar (ns. **34**, nota, y **39**), nos contentaremos ahora con indicar que unas veces (y es sin duda lo más frecuente), depende de haberse desprendido del ovario a un tiempo (en una misma ovulación periódica) y fecundado varios óvulos. No hay por qué advertir que entonces cada óvulo va por su cuenta: los hijos pueden ser del mismo o diverso sexo. Otras veces puede ser que el huevo único se haya fragmentado (esto es, que se hayan separado, v. g., sus primeros blastómeros), originando varios gérmenes. En este último caso, los gemelos se llaman *univitelinos*: suelen tener una placenta más o menos común o, cuando menos, se anastomosan sus circulaciones. El corion es común: sólo el amnios es distinto. El sexo es el mismo en ambos mellizos.

Pero no debe pasar aquí inadvertido que algunas veces los embriones, procedentes de diversos óvulos fecundados, si se desarrollan muy cerca el uno del otro, pueden soldar sus dependencias embrionarias, anastomosar su circulación (fig. 256) y afectar en todo la disposición de embriones univitelinos. Más aún, si los embriones eran al principio de diferente sexo, puede presentar uno de ellos cierto grado de hermafroditismo o de intersexualidad, influenciado sin duda por las hormonas sexuales, producidas por el otro y comunicadas por la sangre de circulación común. Así discurre R. Goldschmid (1921), indicando ser este también el pensamiento de Lillie y Keller-Tandler.

# REPETITORIO

## O BREVE COMPENDIO DEL CUERPO DE DOCTRINA DE ESTE TOMO

---

**ADVERTENCIA:** Tratándose de una obra elemental, destinada a la enseñanza y escrita con intención de poder servir a los discípulos de Embriología como libro de texto, donde puedan ellos preleer, estudiar y repasar la materia del curso, hemos estimado de suma utilidad práctica poner aquí un breve resumen, compendio o repetitorio que poniendo delante del discípulo, en sus rasgos fundamentales, la doctrina expuesta en todo el cuerpo del tomo, le facilite la recordación de puntos o pasos principales y le prepare para el exámen.

1.º *Elementos ontogénicos.* Hemos llegado ya al fin de la primera jornada, en la que nos habíamos propuesto investigar el origen y la formación del cuerpo embrionario de los vertebrados con los órganos temporarios (embrionarios) que aseguren su existencia y ulterior evolución hasta ponerse en condiciones de llevar vida perfectamente independiente. Para ello ha sido preciso estudiar la procedencia, constitución y transformación (durante el período meiótico) de los llamados elementos ontogénicos que en substancia son dos células procedentes de dos distintos individuos de sexualidad diversa: la *célula-óvulo* o gameto femenino, del ovario de la hembra; y la *célula-espermatozoide* o gameto masculino, del testículo del macho. El dimorfismo que muestran estos dos elementos, obedece evidentemente al papel fisiológico que en la ontogénesis han de desempeñar: el *óvulo*, siempre de mayor tamaño y por regla general henchido de substancia de reserva, es el elemento pasivo o *fecundable*; al paso que el espermatozoide, de pequeño tamaño y forma dispuesta para el movimiento, es el elemento *fecundante*. Por razón de la menor o mayor cantidad de substancia de reserva, llamada *vitelo nutritivo*, y su diversa distribución respecto del protoplasma, denominado también *vitelo formativo*, por ser la parte viva y activa de la célula, se dividen los óvulos en *isolecitos* (*alecitos*, *oligolecitos*) (fig. 29), *telolecitos* poco diferenciales (fig. 30), *telolecitos* bien diferenciados (figs. 31 y 32) y *centrolecitos* (fig. 34). Conf. Cap. I, art. I y III.

2.º *Maduración de los elementos ontogénicos.* Antes de la fusión, los elementos ontogénicos que son también los portadores de las propiedades hereditarias del nuevo organismo, se han de librar de la

mitad de la cromatina o del número de cromosomas que se conceptúan como el *idioplasma* o *plasma hereditario*; a fin de que no se multipliquen hasta lo infinito; ya que la célula resultante de la fusión de los dos elementos, ha de tener la misma cantidad de cromatina o el mismo número de cromosomas que tienen las células de sus padres: dado que se ha observado que el número de cromosomas es *constante* para cada especie. Aportando cada elemento ontogénico la mitad de cromosomas, se reintegra por ello en la célula, resultante de la fusión de entrambos, la cantidad normal de cromatina o de cromosomas. En el óvulo se obtiene la expulsión de la mitad de la cromatina mediante la formación de los *corpúsculos de dirección* que son células mucho más pequeñas y de ley ordinaria no fecundables: se llaman también *corpúsculos* o *células polares*. Para ello ejecuta el óvulo (oocito de I orden) dos divisiones consecutivas (figs. 38, 39, 41). En el elemento macho, al dividirse dos veces consecutivas para reducir a la mitad sus cromosomas, produce cuatro células morfológicamente iguales (fig. 55), todas capaces de fecundar. Conf. Cap. I, art. II y IV.

3.º *Fecundación*. Las células que resultan, después de los fenómenos de maduración durante el período meiótico se llaman *gametos*: sus núcleos, *pronúcleos*, masculino y femenino respectivamente. Al fusionarse los gametos y mezclar sus substancias, resulta una célula mixta (figs. 57, 58, 59), de procedencia parte materna y parte paterna que llamamos en este libro *huevo* (u *óvulo fecundado*). El núcleo de esta célula es el *núcleo de segmentación*. Conf. Cap. II, arts. I y II.

4.º *Segmentación*. La célula mixta o huevo bien pronto entra en actividad segmentatriz, esto es, va dividiendo su masa o *total* (huevos *holoblásticos*) o *parcialmente* (huevos *meroblásticos*): los fragmentos que originan, son los *blastómeros*. Estos blastómeros se van a su vez fragmentando. Cuando su conjunto afecta el aspecto del fruto de la zarzamora, el huevo se halla en estado de *mórula*. Finalmente, siendo los fragmentos ya muy pequeños y del tamaño de las células ordinarias, se disponen en capa epitelial, constituyendo su conjunto un revestimiento a una cavidad, llamada *blastocèle*, así como toda la formación recibe el nombre de *blástula* (figs. 64-70). Si el huevo es *meroblástico*, sólo se segmenta una parte de él (disco germinal) (figs. 71-75). Conf. Cap. III, arts. I-IV.

5.º *Gastrulación*. La *blástula* se modifica pronto pasando a *gástrula*. Al efecto; invagina unas veces (huevos *holoblásticos* en general) su pared por algún punto, hundiéndola dentro de la cavidad interior o *blastocèle*, que por el mismo hecho tiende a desaparecer (figs. 83-87); en cambio, se forma otra en comunicación con el exterior que se llama *arquénteron* o *intestino primitivo*, y su abertura al exte-

rior, *blastóporo*. Otras veces, con todo, no hay invaginación, sino formación de otra hoja celular debajo de la ya existente (huevos *me-roblásticos* en general) (figs. 118, 120, 122, 123 y 124). La presencia de dos hojas celulares, en el huevo, es lo que determina su estado de *gástrula*. De estas dos hojas, la externa se llama *ectodermo* o *ectoblasto*, y la interna, *entodermo* o *entoblasto*. Conf. Cap. IV, arts. II-V.

6.º *Formación del mesodermo*. Así como el estado de la *blástula* se transforma en el de *gástrula*, mediante la formación de una segunda hoja blastodérmica o germinal, así el de *gástrula* se complica luego por la interpolación, entre las dos primeras hojas (*ectodermo* y *entodermo*), de una tercera hoja que se llama *mesodermo* o *mesoblasto* (hoja media). Esta nueva hoja consta, a la corta o a la larga, de dos capas celulares, entre la que aparece una cavidad. La capa del mesodermo contigua al ectodermo se llama hoja *parietal* del mesodermo (hoja *somática*, *somatopleura*, al menos en un estadio más avanzado y en su región látero-ventral); la contigua al entodermo, hoja *visceral* del mesodermo (*esplagnopleura*); la cavidad que limitan, es el *celoma* o *cavidad somática*.

El origen del mesodermo es diferente, según la clase de huevos. En *Amphioxus* se debe a una evaginación del entodermo a uno y otro lado de la línea de sutura de los bordes del *blastóporo* (figs. 90-94), al cerrarse éste *excéntricamente*: en los demás huevos parece derivarse de una pululación celular del ectodermo que luego se excava (figs. 97-104; y 112-115). Esto vale especialmente para los huevos de los *amnióticos*. En *reptiles*, la pululación es desde un principio una invaginación del ectodermo, conocida con el nombre de *sáculo mesodérmico* (figs. 126-131); en *aves* y *mamíferos*, la pululación se conoce con el nombre de *prolongación cefálica* (figs. 138-149), algunas veces excavada también desde un principio y, por consiguiente, una verdadera invaginación del ectodermo y el equivalente del *sáculo mesodérmico*, de los reptiles, máxime cuando se presenta excavada. En todo caso, el origen primitivo del mesodermo son los bordes del *blastóporo*; y como éste se cierra *excéntricamente* y corre hacia atrás, es fácil distinguir dos regiones respecto del mesodermo, una que cae por delante del *blastóporo* a uno y otro lado de la línea de sutura de los bordes de dicho *blastóporo*; y otra representada por los bordes del mismo *blastóporo*, donde se inicia la formación mesodérmica: aquél es el mesodermo *paracordal* o *gastral*, y éste, el *peristomal*, pasándose sin interrupción de continuidad, del uno al otro.

Aunque el origen del mesodermo sea distinto para las diversas clases de huevos, todavía se llega más tarde a un estadio, en que se encuentra perfecta homología de formaciones; circunstancia que hace que el mesodermo parezca derivado siempre del entodermo como en *Amphioxus*. Conf. Cap. IV, arts. II-VI.

7.º *Inversión de hojas blastodérmicas.* Hay casos en que la imagen que ofrecen las hojas blastodérmicas es algo complicada y aun expuesta a una mala interpretación; porque parece que el ectodermo (ectoblasto u hoja externa) cae, al parecer, en la cara interna del saco o de la vesícula blastodérmica, y el entodermo (entoblasto u hoja interna), por el contrario, en la cara externa. Sucede esto sólo en algunos mamíferos, cuyas vesículas blastodérmicas son muy pequeñas (roedores y quizás también, al menos en parte, primates). El fenómeno se conoce con el nombre de *inversión de hojas blastodérmicas*, y se debe sencillamente a que la pronta implantación del huevo parece provocar una fuerte pululación celular en el ectodermo de la vesícula o del sáculo que representa el huevo en aquel estadio con solas dos hojas; y esta pululación celular, creciendo hacia el interior de la vesícula, obliga a invaginar la pared que integra, hacia el fondo de la especie de saco. El cuerpo celular, originado por la pululación dicha y que une la vesícula con la pared del útero, es el llamado *trofoblasto* y también *suspensor* (fig. 184). El *trofoblasto* en general es, según Hübner, toda la hoja externa o ectodermo blastular que no toma parte en la formación del cuerpo embrionario. Conf. Cap. IV, art. VII.

8.º *Segmentos primitivos.* El mesodermo, hoja muy fecunda en formaciones, origina luego una serie de segmentos que han recibido varios nombres: *protovértebras* (nombre que se ha de desterrar), *somitas* y *segmentos primitivos*. Se forman en general mediante la aparición de tabiques, transversales respecto del eje longitudinal del vertebrado. La formación de segmentos es metamérica, empezando por la parte anterior (cefálica) del mesodermo y continuándose hacia atrás. En *Amphioxus* el tabique del segmento primitivo interesa todo el mesodermo, de arriba abajo; bien que más tarde otro tabique frontal divide la cavidad de cada segmento en dos (fig. 193): una superior y otra inferior; y más tarde las cavidades inferiores se convierten en una sola cavidad común por la desaparición de los tabiques transversales de esta región inferior: al paso que en los demás vertebrados, sólo su región superior correspondiente a la cuerda dorsal y al tubo nervioso. De aquí las dos regiones que se distinguen en el mesodermo: la superior o raquídea y la inferior, llamada lámina (placa) lateral. Entre las dos regiones se puede distinguir una tercera que se conoce con el nombre de *pedúnculo del segmento primitivo*: y es muy interesante, porque de ella trae origen en gran parte el sistema renal, y en algunos vertebrados también el *esclerótomo*: así como gran parte del segmento primitivo se convierte en miótomo o fuente de la musculatura del tronco. Conf. Cap. V, art. I.

9.º *Mesénquima.* Entre las hojas blastodérmicas que representan superficies epiteliales, se forma un tejido muy distinto del epite-

lial; puesto caso que ni sus elementos ni su textura tienen que ver con la regularidad que es propia de los epitelios. Este nuevo tejido embrional, constituido por células irregulares y dotadas de movimiento amiboideo (fig. 201) es el llamado *mesénquima* o tejido conjuntivo embrionario. Él es, efectivamente, el que rellena los espacios que dejan entre sí las hojas blastodérmicas o germinales y que no han de constituir o integrar la cavidad somática. El mesénquima, tejido embrionario indiferente al principio, es el destinado a originar más tarde toda la serie de tejidos de sostén con sus clases tan variadas como el *conjuntivo* (*conectivo*) con sus variedades *celular*, *fibrilar*, *colágeno*, *elástico*, *reticular*, *adiposo*—el *cartilagíneo* y el *óseo* (incluso el *dentario*).

Este tejido especial y distinto del epitelial de las hojas blastodérmicas, se origina, con todo, de alguna de éstas, ya que no queda ni es posible otra derivación o fuente. El modo de originarse es desprendiéndose células epiteliales, que luego toman forma amoboidea, y se derraman por entre las hojas en el líquido que deben éstas de exsudar. La hoja, particularmente (quizás exclusivamente) encargada de la producción de este tejido mesenquimatoso, es el mesodermo, el cual lo forma en varios puntos: primero, en la región de los segmentos primitivos (fig. 196, esc); luego también en la hoja, tanto *parietal* (fig. 196, hfp) como en la *visceral* (fig. 196, hfv) de la lámina lateral. Finalmente, también en la cara del segmento primitivo, opuesta al *miótomo* (fig. 196, pc). En *amnióticos* la parte del segmento primitivo, especialmente interesada en la producción de mesénquima, es la cara interna del segmento primitivo, así como la cara externa lo está en la de la musculatura (figs. 200 y 202). Conf. Cap. V, art. II.

10.º *Esbozo del corazón.* Uno de los medios indispensables para el desarrollo del huevo es el disponer de vías de transmisión de sustancias nutritivas y productos de digestión a todos los puntos de actividad formatriz, que durante el período embrionario lo son todas las partes del embrión. Esto se obtiene con el aparato circulatorio, cuyo centro es el corazón. Se comprende, por esto, que la formación o el primer esbozo de este órgano se presente muy pronto. Su precocidad, con todo, es mayor en animales superiores o *amnióticos* que en inferiores o *anamnióticos*. Pues mientras en aquéllos se notan las primeras señales del corazón, cuando el cuerpo embrionario cuenta sólo 2-3 segmentos primitivos; en anfibios sólo se notan, cuando el embrión posee 10-12 segmentos, y 25-30 en los ciclóstomos.

Cuanto a la manera de formarse, hemos de hacer diferencia entre huevos de segmentación total (holoblásticos) y huevos de segmentación parcial (meroblásticos): en aquéllos su origen es impar, representado por células, llamadas *vasoformadoras*, que unos derivan del mesodermo y otros del entodermo, y se presentan en la región ventral

(fig. 204, cc) entre el entodermo y los dos sacos mesodérmicos, limitada anteriormente por el seno bucal y por el seno o divertículo hepático del tubo digestivo posteriormente (fig. 203, sc). Este grupo de células vasoformadoras se ahueca y forma la cavidad primitiva del corazón; y las células, el endotelio. En huevos meroblásticos, ya por ser más precoz la formación del corazón, ya por tener el huevo las hojas blastodérmicas extendidas sobre la gran masa del vitelo, el primer esbozo del corazón es par, esto es, se forma uno a cada lado del huevo (fig. 207 y 208). Por lo demás, el proceso de formación es, en cada esbozo, el mismo, apareciendo también entre el entodermo y el saco mesodérmico las células *vasoformadoras*, cuyo conjunto se ahueca para originar la primitiva cavidad del corazón, aquí doble, o par, como está dicho, durante los primeros estadios: en estadios más avanzados se reúnen los dos esbozos debajo del tubo digestivo, para formar la cavidad única del utrículo cardíaco. Conf. Cap. V, art. III.

11.º *Vasos sanguíneos y sangre.* Aparte el corazón, cuyo primer esbozo acabamos de apuntar, se forman vasos y sangre. Se puede sentar como principio que los primeros vasos se forman *in situ*. Grumos o islotes y tiras de células, aisladas unas de otras, son su primera manifestación. Las células más periféricas de dichos grumos y tiras se modifican de modo que, uniéndose entre sí, constituyen un tubo, esto es, el endotelio del vaso, y las células restantes que por el mismo hecho quedan dentro del tubo, son los elementos morfológicos de la sangre, los cuales se multiplican con gran actividad como lo demuestran las numerosas cariocinesis que en los primeros estadios se encuentran en todos los vasos. El plasma sanguíneo lo producirán sin duda los mismos elementos. Creciendo y multiplicándose los grumos y tiras sanguíneas se anastomosan y pronto se tiene un sistema vascular (figuras 209, 210 y 212).

Esto, que de un modo particular se funda en lo observado en huevos de annióticos, tiene lugar primero fuera del escudo o cuerpo embrionario, en la llamada *área vascular* (en el pollo dentro del área opaca). Del área opaca se propaga, al parecer, al área pelúcida y de aquí al cuerpo embrionario. Probablemente la idea de la propagación no es exacta: y se trata, en ambas regiones, de la formación, *in situ* también, de vasos como en el área opaca.

El origen de las células que constituyen los islotes sanguíneos, es asunto controvertido: lo más probable es que provengan del mesodermo. Conf. Cap. V, art. III.

12.º *Conformación de un cuerpo embrionario.* En los huevos holoblásticos, la configuración de un cuerpo embrionario tiene lugar muy pronto, y se comprende; porque siendo huevos pequeños a causa de su poco contenido en substancia de reserva y teniendo dividida en

células toda su masa, ésta puede tomar directamente y sin estorbo la forma definitiva, como se ve en *Amphioxus laceolatus* (fig. 214) y en *anfibios* (fig. 215). Cuando, empero, se trata de huevos meroblásticos, cuya masa vitelina es muy grande, la adquisición de un cuerpo embrionario reviste alguna mayor complicación. Desde luego no puede convertirse directamente todo el huevo en el cuerpo embrionario; pues no todo está segmentado o dividido en células; sino sólo se puede interesar una parte de él, es decir, el disco germinal. En éste, en efecto, distinguimos una región llamada el *escudo embrionario*, que es la que toma pronto la forma como de gusano (fig. 216-218), haciendo saliente o, por lo menos, diferenciándose y como aislándose de lo restante del disco germinal, mediante un surco que se origina a su alrededor: lo cual permite distinguir en seguida dos regiones, la del cuerpo embrionario (región *embrionaria*, región *somatógena*) y otra, representada por lo restante del huevo (región *extraembrionaria*, región *extrasomatógena*): aquélla irá configurando la forma externa del animal, ésta le formará sus dependencias, es decir, los medios de protección por un lado, y la despensa nutritiva, por otro, que la aseguren su ulterior desarrollo durante la vida *intraovular* o *intrauterina*. Y decimos *intrauterina*, porque los huevos de los mamíferos, aunque holoblásticos o de segmentación total, siguen en la formación de hojas blastodérmicas (a partir de la blástula), de un cuerpo embrionario y de sus dependencias, en todo, a los meroblásticos del grupo de los *saurópsidos* (*reptiles* y *aves*). (Véanse las figuras 220, 221, 222, 238, 339, 330). Conf. Cap. VI, arts. I, II, III, IV, V.

13.º *Dependencias embrionarias*. Llámense así ciertos órganos de existencia pasajera que prestan algún servicio al embrión durante su evolución, desapareciendo luego. Son, pues, órganos especiales del embrión y pueden, por lo mismo, ser llamados con toda propiedad *órganos embrionarios*. Las principales dependencias embrionarias son: el *saco vitelino*, el *amnios*, la *serosa*, el *corion* y la *alantoides*. Conf. Cap. VI, art. II, III y IV.

14.º *Saco vitelino*. Esta dependencia embrionaria es la más general y se encuentra en todos los huevos meroblásticos, incluso los de los vertebrados inferiores o anamnióticos como son los peces *teleósteos* y *selacios*. En estos dos grupos de peces, que son los que tienen huevos meroblásticos, el saco vitelino es la única dependencia embrionaria y está representado por la gran masa de vitelo no segmentado, a que van envolviendo paulatina y sucesivamente el ectodermo, el entodermo y las dos hojas del mesodermo, la parietal y la visceral. El saco vitelino, muy grande en un principio (fig. 218), va decreciendo a medida que el vitelo, en él encerrado, es digerido y absorbido: al fin, desaparece del todo integrando sus paredes la del vientre del animal.

En *saurópsidos* (*reptiles* y *aves*) el saco vitelino es al principio enorme (fig. 227) y su contenido no llega a agotarse hasta poco antes de terminada la vida intraovular. También aquí desaparece, al fin, el saco vitelino sin dejar rastro de sí, integrando su último residuo la pared del intestino.

En mamíferos, aun placentarios y en el mismo huevo humano, se forma asimismo saco vitelino (fig. 232, A y B) que aquí se suele llamar de preferencia *vesícula umbilical*; el contenido adquirido en el mismo útero se agota pronto, mucho antes de que haya terminado la evolución de la vida intrauterina. Su residuo no se reabsorbe, sino que se desprende o, mejor, se corta a una con otras dependencias embrionarias, al cortarse el cordón umbilical. Conf. Cap. VI, arts. II, III, IV, V.

15.º *Amnios*. El *amnios* y la *alantoides* son dos dependencias embrionarias correlativas. La presencia de la primera caracteriza a un grupo general de animales, llamados por esta causa *amnióticos*. Su formación se debe a una dobladura de la *lámina cutánea* (ectodermo con la hoja parietal del mesodermo) de la región extra-somatógena: dobladura que, creciendo alrededor del cuerpo embrionario, viene, finalmente, a cubrirle y soldándose por encima de él, le forma una bóveda o toldo (figs. 223, 224 daa, 226 y 227). Como la dobladura de la lámina somática está compuesta por dos hojas, una externa y otra interna, la interna al soldarse sobre el dorso del embrión origina el *amnios*, y la externa la *serosa*. La formación del *amnios* es en substancia la misma en todos los *amnióticos* (*reptiles*, *aves* y *mamíferos*). Conf. Cap. VI, art. III, IV, V.

16.º *Alantoides*. El *amnios* se forma como órgano previo, para, entre otras cosas, defender el cuerpo embrionario contra la acción directa de la *alantoides*. Esta dependencia embrionaria es un divertículo del intestino que forma una especie de hernia en la región de la cloaca (figs. 224, 226, 227 y 228, al). El divertículo o sáculo se hace cada vez más respetable, creciendo por entre el saco vitelino, el *amnios* y la *serosa*, expansionándose cada vez más en la cavidad del *exoceloma*. En *saurópsidos*, al menos en las *aves*, viene con el tiempo a envolver todo el huevo por debajo de la *serosa*. Esta dependencia embrionaria es de suma importancia por sus múltiples funciones. Recibe los productos de excreción: de aquí el nombre de *saco urinario* (Harnsack) que le dan los alemanes. Sirve también a la absorción de principios nutritivos, como que en el huevo de gallina llega a formar una especie de placenta para tomar los últimos residuos de la albúmina o clara de huevo (Duval). Pero la función más sobresaliente de esta dependencia embrionaria en todos los *amnióticos* es servir, de un modo directo o no directo, a la respiración: de un modo directo en los *saurópsidos*,

aportando a la región periférica la tupida red de vasos sanguíneos para recibir el aire de la cámara aérea o del mundo externo a través de los poros de la cáscara del huevo. En los mamíferos, provee de vasos sanguíneos a la serosa o al corion, en que aquélla se transforma, para constituir el órgano de nutrición y respiración, como veremos. Conf. Cap. VI, arts. IV y V.

17.º *Serosa*. La *serosa* es otra dependencia embrionaria, que se halla en todos los amnióticos. Efectivamente, la dobladura de la lámina somática que, según vimos en 15.º, se formaba para originar el amnios, consta de dos hojas (figs. 224, 226 y 227). Al soldarse sobre el cuerpo del embrión la hoja interna forma un toldo inmediato sobre él que es el amnios; la hoja externa, al soldarse, origina otro toldo que cae por encima del mismo amnios y se continúa hacia el polo opuesto envolviendo el saco vitelino. Esta envoltura, la más externa y que cubre todo el huevo, es la *serosa*; lisa en saurópodos, monotremas y marsupiales, se modifica notablemente en los demás mamíferos recubriéndose luego de vellosidades.

18.º *Corion*. En todos los mamíferos placentarios la serosa se transforma en *corion*, que es un órgano no sólo de protección, sino también y principalmente de nutrición y respiración. La transformación de la serosa en corion consiste especialmente en el enriquecimiento de vasos sanguíneos que allí se desarrollan. El origen de estos vasos son las dos arterias umbilicales que aporta allí la alantoides; las venillas y venas forman luego las venas también umbilicales, que al principio son asimismo dos. Para favorecer las dos funciones indicadas, de la absorción de principios nutritivos y de la respiración, aumenta el corion notablemente en superficie, mediante el desarrollo de vellosidades centrífugas, es decir, en la cara externa. Estas vellosidades pueden ser más o menos ramificadas. Al principio aparecen en toda la superficie del corion; más tarde pueden desaparecer de unos puntos para desarrollarse más en otros: de aquí la distinción entre el *corion liso* (*Chorion laeve*) y el *corion frondoso* (*Chorion frondosum*). Respecto de las vellosidades coriales, se pueden distinguir los casos siguientes:

1.º Corion con vellosidades distribuídas *por igual* en toda la superficie: así en *súidos*, *perisodáctilos*, *hipopotámidos*, *tilópodos*, *tragúlidos*, *sirénidos* y *cetáceos*. Suelen llamar a esta disposición *placenta difusa*, y también *placenta epiteliocorial*, por razón de su poca unión entre el corion y la mucosa.

2.º Las vellosidades se desarrollan sólo en determinados puntos del corion, quedando los demás desprovistos de ellas. En rumiantes estos puntos suelen ser muchos (60 a 100 en la oveja y vaca, 5 a 6 en el ciervo). Estos puntos con vellosidades coriales se llaman *cotiledones*; y la parte de la mucosa, algo modificada que las recibe, *carúncula*

(fig. 234). Tampoco aquí es muy profunda la unión entre el corion y la mucosa, aunque algo más que en el caso anterior. De aquí el llamar *semiplacenta* a esta disposición y *semiplacentarios* a los animales que la poseen. Esta es la placenta *sindesmocorial* de Grosser, por razón de que las vellosidades del corion tocan al conjuntivo subepitelial sin interesar a los vasos. El epitelio de la mucosa, en parte deshecho, a una con secreciones uterinas forma la llamada *leche uterina*, la *embriotrofa* o pábulo del embrión.

3.º Otras veces la unión es más íntima y las vellosidades se ponen en contacto con los vasos sanguíneos de la mucosa: tal sucede en la llamada placenta *vera zonaria* propia de los carnívoros o de las fieras: placenta *endoteliocorial*.

4.º Finalmente, la unión más íntima entre las vellosidades coriales y la mucosa uterina se halla en los animales que poseen placenta *vera discoidal* y son los insectívoros, roedores, quirópteros, simios y el hombre. En ellos las vellosidades coriales penetran dentro de los primeros vasos de la mucosa uterina a guisa de haustorios. La placenta se llama *hemocorial*. El desprendimiento de la placenta es imposible sin derramamiento de sangre en este último caso.

En 3.º y 4.º se desprende, en el parto, parte al menos de la mucosa uterina, llamada entonces *decidua* o *caduca*. De aquí que todos estos animales con esta clase de placenta (placenta vera, zonaria o discoidal), se llamen *deciduados*; y, por contraposición, *indeciduados* los otros.

En la presencia o carencia y modo de ser de las dependencias embrionales se funda una clasificación de vertebrados que se puede ver en el lugar en que la expusimos (n. 107). Conf. VI, art. IV.

19.º *El huevo humano*. Sumidos en perfecta ignorancia acerca de la maduración del óvulo, ovulación, fecundación, segmentación y otros primitivos estadios evolutivos del huevo humano, por razones fáciles de comprender, nos vemos obligados a meras conclusiones de analogía en esta parte, y suponemos que todo pasa de un modo análogo a lo observado en otros mamíferos, al menos en los más próximos al hombre en la escala zoológica. Alguna mayor luz se tiene del huevo humano de 8-15 días; y decimos de 8-15 días; porque, no existiendo ningún criterio *cierto* para juzgar de la edad exacta del huevo, todo se ha de fundar naturalmente en conjeturas. Por lo que permiten rastrear los huevos más jóvenes, hasta ahora estudiados (Bryce y Techer, Peters, Graf Spee, Coste), parece tiene allí lugar algún grado de inversión de hojas blastodérmicas (fig. 244 bis); que al formarse el amnios, ésta no se desprende del todo de la serosa, sino que le queda adherida en la región dorso-caudal, contribuyendo esta adherencia a constituir el llamado pedúnculo o pedículo ventral de His (figs. 232, B, 242 y 243). El pedúnculo se llama *ventral*, porque arranca verdaderamente de la parte ventral posterior o caudal del embrión y encierra el conducto

alantoideo, reducido a un estrecho canal o quizás sólo a un cordón celular. El conducto o cordón alantoideo, al formarse y crecer, lo hace sin duda arrimado a la adherencia del amnios con la serosa, y puede que esta sea la principal razón de dicha adherencia, es a saber, servir como de guía al crecimiento de la alantoides. Los ulteriores estadios del huevo humano están ya más estudiados y en substancia no difieren de lo dicho de otros mamíferos.

Cuanto a la *implantación* o *nidación* del huevo humano, se da como cosa resuelta que es *intersticial*, es decir, que el huevo destruye el epitelio de la mucosa uterina en el sitio, donde se va a implantar; y, una vez abierto paso, se aposenta dentro del mismo lecho conjuntivo de dicha mucosa; y aproximándose, después de su paso, los bordes de la abertura, lo recubren, formando lo que se llama *decidua refleja*: queda, sin embargo, en el centro de ésta una cicatriz. La cavidad del lecho conjuntivo que alberga al huevo, se llama *cámara del huevo*, *cámara fructífera*, *cámara incubadora*, *cavidad del nido*, o simplemente *cámara*. Conf. Cap. VI, art. V.

20.º *Decidua* o *caduca*. Toda la mucosa uterina sufre en la especie humana profundas modificaciones durante la gestación, y su parte superficial se desprende después del parto a guisa de molde de la matriz. De aquí el nombre de *caduca* o *decidua*. Se distinguen tres partes en ella: la que recubre el huevo inmediatamente después de su implantación y lo aísla de la cavidad del útero, se llama *decidua refleja* (*decidua reflexa*), según se ha indicado; la que le sirve de lecho a dicho huevo y sobre la que éste descansa, es la *decidua serótina* (*decidua serotina*) y constituirá la *placenta materna*; finalmente, la mucosa intacta del útero, es la llamada *decidua verdadera* (*decidua vera*).

El cambio que en general experimenta la mucosa uterina consiste, primero, en un hipertrofiamiento, aumentando mucho de grosor, y de 1 mm. que tiene en estado normal, alcanza hacia la mitad de la gestación 1 cm.; luego empieza a decrecer y reducirse a 1-2 mm. al tiempo del parto. La *decidua refleja* comienza a entrar en degeneración hialina al segundo mes, y del sexto al séptimo ha desaparecido del todo, y el corion del huevo se pone en contacto con la *decidua verdadera*. La decidua que sufre más profundos cambios, es la *serótina*, por convertirse en *placenta materna*. Conf. Cap. VI, art. V.

21.º *Placenta*. La placenta humana es, como la de los demás mamíferos placentarios, el órgano o aparato de la nutrición y respiración del embrión o feto durante todo el tiempo de la vida intrauterina. Es una masa más o menos pastosa de forma discoidal (fig. 237), de 16-20 cm. de diámetro y 2 ½-3 cm. de profundidad, con un peso de 500-600 gr., que se forma en el sitio de implantación del huevo. Consta siempre de dos partes, como queda suficientemente indicado más

arriba, de una parte fetal (*placenta fetal*) y otra materna (*placenta materna*).

Por lo que toca a la parte fetal, está ésta formada por las vellosidades del corion frondoso (figs. 245 y 247). Estas vellosidades, ramificadas o arborescentes se introducen en los senos de la placenta materna: sus vástagos en parte se adhieren a los tabiques irregulares que separan unos senos de otros (*raíces de adherencia*) y en parte flotan libremente en las cavidades o lagunas de dichos senos que se llenan de sangre (*raíces o latiguillos libres*). Estas vellosidades, las libres sobre todo, representan verdaderos *haustorios o chupadores*. El conjunto de vellosidades que llena un seno principal, constituye un *cotiledón*. Las vellosidades, anatómico-histológicamente consideradas, constan de una masa mesenquimatosa (fig. 248) que lleva los vasos que son derivaciones o ramificaciones de los grandes vasos *umbilicales* (dos arterias y una vena), revestida exteriormente por dos capas celulares, una *epitelial* (*epitelio corial, citotrofoblasto*) y otra *sincicial* o *plasmoidal* (*plasmoditrofoblasto*). El origen de esta última capa es controvertido: unos la hacen provenir de la madre, otros (Graf Spee) del feto con mayor probabilidad.

Cuanto a la placenta *materna*, que no es otra cosa que la mucosa uterina, profundamente modificada, que más arriba hemos llamado *caduca serótina o tardía*, es *cóncava* por la cara que mira a la cavidad uterina, convexa por la opuesta: la primera de estas dos caras ofrece una superficie accidentada y como dividida en lóbulos que corresponden a los cotiledones, y deja distinguir, en el corte perpendicular, dos regiones muy distintas: una superficial y otra profunda. La primera es más densa y se la conoce con el nombre de *compacta* (fig. 246): la profunda, contigua a la musculatura de la pared uterina, es más fofo y se llama *esponjosa* (fig. 246). La primera es más *compacta* por razón de que las glándulas uterinas corren en ella paralelas y sin ramificarse; la profunda es *esponjosa*, porque en ella se hallan las ramificaciones y sinuosidades de las glándulas. Al desprenderse la placenta se rompe por aquí como por el punto más flaco. La parte de mucosa que queda sobre la capa muscular de la pared uterina, después del desprendimiento de la placenta y de la *caduca* en general, regenera los tejidos y toda la mucosa. Alrededor de la placenta queda la membrana del corion en contacto directo con el borde de la placenta, constituyendo su unión o soldadura la *placa de cierre o de oclusión*.

La sangre que llena las lagunas o los senos de la placenta materna, donde se sumergen las vellosidades coriales libres del feto, provienen de las arterias uterinas que sin duda vienen finalmente a abrirse en dichas lagunas; y se recoge, después de una circulación lenta, en las grandes venas y en el gran seno venoso periférico de la placenta (fig. 252, S). Nótese que nunca hay comunicación *directa* entre la sangre de la madre y la del feto.

La placenta se forma donde se implanta el huevo, incluso en los conceptos ectópicos o fuera del útero. El sitio ordinario o más ordinario es el fondo del útero. Algunas veces, con todo, se implanta más abajo y aun junto al cuello del útero (1). Este último caso constituye la llamada *placenta previa*, peligrosa para el parto. Conf. Cap. VI, art. V.

22.º *Cordón umbilical*. El cordón umbilical es el medio de unión y comunicación entre el embrión o feto y la placenta. Representa un manojo de formaciones, envueltas por la vaina que le forma el amnios (fig. 255). Se incluyen en él los vasos *umbilicales* (dos arterias y una vena), el conducto o cordón *alantoideo* y la *vesícula umbilical*, residuo del saco vitelino. Todas estas formaciones se hallan unidas por el mesénquima o conjuntivo embrional, que aquí recibe el nombre de *gelatina de Wharton*. La longitud del cordón umbilical es de 50-60 cm.; su grosor, de 11-13 mm. Suele mostrar contorsiones en *espiral dextro-gira*, mirando desde el cuerpo embrionario: en su trayecto se ven con frecuencia nudosidades que pueden provenir o del acumulamiento de la gelatina de Wharton en determinados puntos (*falsos nudos*) o de haberse formado alguna asa, a través de la cual ha acertado introducirse el feto en sus movimientos, haciéndose un *verdadero nudo*.

El cordón umbilical parte del vientre del feto y termina en el centro de la placenta (*inserción central*); algunas veces, con todo, se inserta *lateralmente* en la placenta (*inserción marginal*), y hasta puede suceder que se inserte por fuera de la placenta y los vasos umbilicales hayan de recorrer un trecho, más o menos largo, entre el amnios y el corion para llegar a la placenta (*inserción velamentosa*).

Cuanto a la suerte de las dependencias embrionarias en el parto, basta indicar que de momento quedan dentro del útero, unidas, con todo, al fruto, aun después de salido, mediante el cordón umbilical. Este se corta artificialmente a cierta distancia del recién nacido, no sin haber practicado antes un par de ligaduras, para impedir el derramamiento de sangre, tanto de parte del fruto como de parte de la placenta. Al poco tiempo, renovándose las contracciones uterinas y con ellas los dolores, es expulsada la placenta y con ella los anejos embrionarios; acto que los médicos suelen llamar alumbramiento. Conf. Cap. VI, art. V.

23.º *Gemelos*. Lo más ordinario, hablando de la especie humana, es que sólo se fecunde y desarrolle un huevo y, por lo tanto, sólo se forme un embrión, feto o fruto. Pero no son tan raros los casos de dos, tres y, aunque más raramente, cuatro y cinco. En estos últimos

---

(1) Recientemente (sesión de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Barcelona, 29 de Abril de 1922), el Dr. F. Terrades dió cuenta de un caso de implantación y desarrollo de un huevo humano que llamó *intersticial*, por haber tenido lugar en el conducto tubérico que recorre el espesor de la pared uterina. La placenta correspondiente se podría llamar *intersticial*.

casos sin duda que la única explicación es que han madurado a un mismo tiempo y se han fecundado varios óvulos. Y no hay por qué decir que entonces se forman tantas placentas cuantos son los frutos. Cuando se trata de dos gemelos, hemos de suponer en general que se deben asimismo a sendos huevos fecundados; pero también puede ser que el germen (huevo fecundado) se haya dividido o fragmentado, separándose, v. g., los dos primeros blastómeros, y cada fragmento (blastómero) haya constituido su fruto. Prácticamente se interpreta como del primer caso (pluralidad de huevos fecundados), cuando los gemelos son *bivitelinos*, esto es, poseen sendas envolturas y placentas, y suelen (pueden) ser de sexo distinto. Cuando, empero, son *univitelinos*, esto es, poseen placenta y corion común, se conceptúan como procedentes de un solo huevo y son del mismo sexo. No queda excluída la posibilidad, en caso de ser univitelinos, que el fenómeno provenga de la fusión de dos huevos vecinos (fig. 261). Por la fusión de placentas de dos huevos distintos y, de consiguiente, por la comunicación de sangre entre ellos, se puede explicar la mucha *influencia hormonal* que puede ejercer un fruto sobre el otro y modificar, al menos, sus caracteres *sexuales secundarios*. Finalmente, indiquemos como posible fuente de gemelos la fecundación (en casos rarísimos) y desarrollo embrionario de algún *corpúsculo polar*.

---

## CAPÍTULO VII

### TÉCNICA EMBRIOLÓGICA : PARTE GENERAL

ADVERTENCIA GENERAL. — Habiendo precedido el tomo de Citología práctica, donde se expusieron con todo detalle los métodos generales de la *Técnica microscópica*, no juzgamos del caso repetirlos aquí, como no lo hicimos tampoco en el tomo anterior que trata de la Histología, Embriología y Anatomía microscópica vegetales. En estos tomos o tratados, pues, que son asimismo teórico-prácticos, suponemos, en cuanto a su parte práctica, que el lector conoce ya de antemano la técnica general microscópica, y sólo hacemos indicaciones muy someras sobre los métodos, cuya exposición detallada hallará el lector en el citado tomo; o tocamos, cuando conviene, con más detalle aquellos puntos que son propios y peculiares del correspondiente tratado y que por lo mismo no pudieron exponerse en el tratado de la técnica general de la Citología. Cuando, pues, se cite algún reactivo o proceso que no se detalle, puede el lector tener la seguridad que lo hallará expuesto en el tomo de la Citología práctica.

#### I. Elementos ontogénicos

**122. Observación en vivo.** — Los elementos ontogénicos se pueden observar en vivo o en material fijado. Los óvulos se prestan menos a la observación en fresco; o porque su preparación resulta en muchos casos prácticamente imposible, o porque, dada su magnitud y opacidad, son impermeables a la luz del microscopio. En todo caso, se pueden observar los de erizo de mar, preparándolos como veremos más adelante, al hablar de la fecundación (n. 124). La observación de espermatozoides vivos es más fácil. Abrese, al efecto, en primavera una rana, después de cloroformarla; y sáquesele el testículo. Luégo se escinde éste con tijeras, y se aplica la superficie abierta sobre una gota de solución fisiológica, puesta en el portaobjetos: se cubre en seguida con la laminilla y se examina con el microscopio, primero con pequeño aumento y luégo con otro fuerte. Los

espermatozoides (fig. 43, k) se agitan en el campo del microscopio. La observación en el fondo oscuro del ultra-microscopio está muy indicada en este caso.

Por el estilo se observarán los espermatozoides de otros animales invertebrados o vertebrados. Son recomendables bajo este concepto las ratas u otros animales de poder reproductivo durante todo el año. Se mata una rata, cloroformándola. Se la extiende luego panza arriba sobre la cubeta de disección: fijando con alfileres sus extremidades extendidas; y se practica una incisión crucial que coja todo el grosor de la pared abdominal: la incisión longitudinal ha de llegar hacia abajo hasta la sínfisis de los pubis: se separan los colgados hacia los

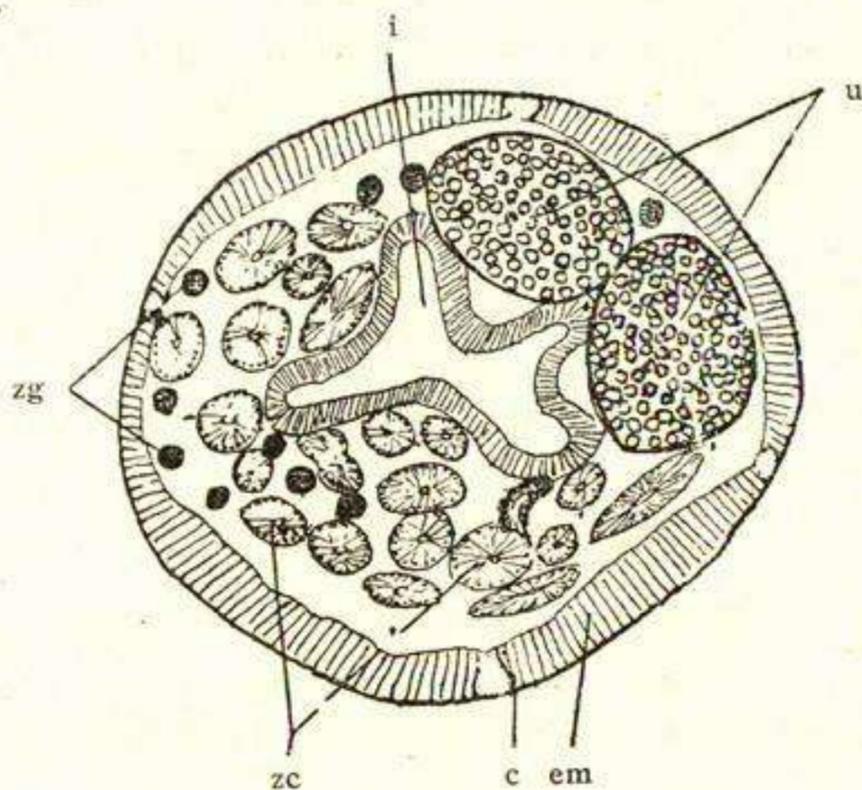


Fig. 257. Corte transversal de la hembra de *Ascaris megalcephala*. c, cutícula; em, capa muscular; zg, zona germinatriz del ovario, cortada varias veces; zc, zona de crecimiento, cortada varias veces; u, útero, esto es, región llena de huevos fecundados y recorriendo ya los primeros estadios embriológicos; i, cavidad intestinal. (Original).

lados. Queda a la vista la vejiga de la orina y detrás de ella los canales deferentes. Nada más fácil ahora que estirar con suavidad un canal deferente y sacar de la bolsa el testículo. De un tijeretazo se puede separar un fragmento del testículo y aplicar la superficie cortada sobre el porta-objetos, provisto de una gota de solución fisiológica, cubrir luego dicha gota con la laminilla y examinarla. En vez de hacerlo con un fragmento de testículo, se puede hacer la operación con un fragmento de canal deferente, que se comprime con el dorso del escalpelo y se hace salir su contenido sobre la gota de solución fisiológica, etc.

También se pueden hacer frotos del jugo espermático, sacándolo o del testículo o del canal deferente y extendiéndolo en delgada capa sobre el porta o cubre-objetos; se fija en alcohol absoluto u otro

buen fijador como el líquido de Flemming, de Zenker, etc. Después del debido lavado, si se han empleado estos últimos líquidos, se tiñe con hematoxilina de Delafield y eosina, o también con la hematoxilina de Heidenhain.

**123. Material fijado.** — El estudio de material fijado se impone, por de pronto, cuando se trata de buscar estadios espermato-génicos u oogénicos. Fragmentos de testículo y ovario, o testículos y ovarios enteros, si son muy pequeños, se fijarán en algún buen fijador (Zenker, Bouin, Boule C., sublimado-pícrico, líquido de Carnoy, etcétera). Inclusión de preferencia en parafina y tinción en la hematoxilina férrica de Heidenhain. Un material muy indicado, así para el estudio de elementos ontogénicos como para ulteriores fenómenos evolutivos, es el de *Ascaris megalcephala* (vulgarmente, lombriz intestinal del caballo), ya que en un solo corte transversal del animal entero (fig. 257) se suelen encontrar diversas zonas del órgano reproductor, y, por consiguiente, diversos estadios en los elementos ontogénicos que contiene. Conviene fijar el material (los gusanos) recién sacado del intestino del caballo y aun caliente; o por lo menos, consérvese caliente entre estiércol de caballo hasta el tiempo de fijarlo. Se puede fijar el gusano entero o también abrir el animal, extraer de él el testículo (respectivamente el ovario) y fijarlo aislado.

Los testículos y ovarios de insectos y de los artrópodos en general no hacen excepción a la regla. Se abre, v. g., una mosca y se le extrae el ovario, fácil de reconocer por el racimo de óvulos. Hecho esto:

1.º Se fija el material en este líquido que he ideado y comprobado:

Alcohol 95º	100 cc.
Formol	25 »
Acido nítrico	4 »
	6 - 12 horas

2.º Después se lava el material en agua (mejor en agua corriente) hasta que desaparezca todo vestigio de ácido nítrico, y luego se pasan al alcohol de 70º.

3.º Tinción en masa con el carmín borácico 6-12 horas.

4.º Diferenciación en alcohol clorhídrico hasta que el material no desprenda color.

5.º Serie alcohólica para la inclusión en parafina o celoidina o también para montar los óvulos *in toto*. Para esto último basta llevarlos hasta el alcohol absoluto y dejarlos luego en la esencia de cedro el tiempo que se quiera. Para montarlos, se pone una gota de bálsamo o de resina d'amar sobre el porta-objetos, y sobre la gota los óvulos, tomándoles directamente de la esencia de cedro. Si hubiera peligro de que el cubre-objetos los aplaste, póngase previamente apoyos

de médula de saúco en las cuatro esquinas, de modo que el cubre descansa directamente sobre estos apoyos.

Si se quiere estudiar los óvulos en cortes, se incluye el ovario (racimo de óvulos), como queda indicado, en parafina (mejor que en celoidina); y se pueden teñir los cortes con hematoxilina y eosina, como se hace con las preparaciones histológicas: lo que ayuda para dar contraste a las formaciones que integran los óvulos; o también con la hematoxilina férrica de Heidenhain, que sirve especialmente para el estudio del núcleo. Claro es que, en estos casos de tinción de los cortes, huelga y aun estorba la tinción en masa del material.

**124. Estudio de la fecundación.** — a) *In vivo*. La fecundación *in vivo* se ha de observar en aquellos elementos ontogénicos que los padres abandonan en las aguas y allí se fecundan. Huevos de peces, muy pequeños y más o menos transparentes, se podrían utilizar para este estudio práctico. A este fin, se hacen salir los elementos sexuales, comprimiendo el abdomen, en sendos recipientes con agua. Luégo se toma de cada recipiente una gota de agua y se mezcla sobre el porta-objetos y cubierto éste debidamente con la laminilla, al momento se observa con el microscopio.

Pero el objeto más indicado para ver *in vivo* los fenómenos de la fecundación y aun ulteriores estadios evolutivos, son los óvulos y espermatozoides del erizo de mar. Para ello se escogen ejemplares, recién sacados del mar (Marzo y Abril parecen ser el mejor tiempo), y se abren en dos valvas por una incisión horizontal media a favor de un serrucho. Al abrir las valvas, se presentará a nuestra vista un cuerpo amarillento en disposición radiada, como exige la simetría del animal. Si la superficie de este cuerpo, que, a primera vista, podría ser tenido por grasa, es menudamente granugienta y bastante regular, se trata del ovario; y si ofrece accidentada por *pequeños* lobulillos, se trata del testículo. En todo caso, un tijeretazo nos sacará de dudas; pues si es testículo saldrá un jugo blanquecino o lechoso que es el esperma. En sendos cristalitos de reloj o en pequeños recipientes apropiados, y llenos de agua de mar, se hace desprender parte del contenido del ovario y del testículo; y luégo con una varita de cristal colóquese en el porta-objetos una gota de cada recipiente; cúbrase luégo con la laminilla, y obsérvese en seguida, con el microscopio, valiéndose de un fuerte aumento, después de la debida orientación con pequeño aumento. Los espermatozoides, que parecen alfileres con su cabecita, pronto hormiguean alrededor de los óvulos (fig. 57). Siguiendo atentos los fenómenos, nos será dado ver la formación del *montículo de concepción* (n. 39) y quizás la entrada o penetración del *espermatozoide* en el óvulo y demás actos de la fecundación, con la aparición de una membrana recia alrededor del huevo, impidiendo la entrada de otros espermatozoides.

Para observar diversos estadios evolutivos del erizo de mar y aun toda la evolución, se mezcla material de óvulos y de espermatozoides, v. g., en una cubeta bastante capaz, con agua de mar: la cual se ha de procurar renovar y precaver contra la invasión de bacterias. De cuando en cuando se saca de allí, a favor de una pipeta, material que se examina con el microscopio. Así se van sorprendiendo diversos estadios evolutivos.

b) *En material fijado.* Cuando la fecundación es *interna*, esto es, tiene lugar dentro del cuerpo de la hembra, es preciso estudiarla en material fijado y hacer series de cortes del punto del oviducto, donde aquélla se realiza. Tratándose de vertebrados amnióticos, convendrá fijar la parte del oviducto (trompa de Falopio en mamíferos) que está más inmediata al ovario, donde suponemos verificarse la fecundación. Los fijadores serán como en el estudio de elementos ontogénicos (n. 123): tinción preferentemente con hematoxilina férrica de Heidenhain.

Entre los invertebrados con fecundación interna se recomienda mucho para este estudio el *Ascaris megalcephala*; escogiendo como zona de investigación la que corresponde al tercio superior, a contar desde la extremidad inferior del animal hasta el poro genital. Fijación y tinción como ántes.

## II. Evolución del huevo

**125. Segmentación.** — Aparte los huevos de erizo de mar, de que ya hemos hablado, se recomiendan los huevos de *Amphioxus* y de anfibios, que se recogen inmediatamente después de fecundados y se guardan en un cristalizador, bastante capaz. La observación *in toto* se puede hacer con lente de bolsillo, con el microscopio simple o con el binocular. También se pueden incluir huevos en parafina o celoidina, para obtener de ellos cortes microtómicos.

La segmentación de huevos telolecitos de selacios, reptiles y aves se estudiará abriendo con cuidado el huevo después de puesto (mejor sería extraerlo ántes que el animal lo ponga), separando de él y fijando el disco germinal. Si se trata de huevos de gallina, la operación se hace con cierta facilidad, abriendo el huevo como quien quiere obtener íntegra la yema y lo vierte en un plato llano. Se busca el disco germinal, que suele caer encima, y con tijeras se corta alrededor, sujetándolo la mano izquierda con pinzas y se levanta luego con ayuda de una espátula ancha y se traslada al fijador que debe estar preparado de antemano. Al levantarlo con la espátula, un ayudante cortará con tijeras por debajo las adherencias de la masa viscosa del vitelo; de lo contrario, se corre peligro de estropear el disco o de que éste resbale de la

espátula y se deshaga. No desalentarse, si al principio se pierden algunos por falta de habilidad. Esta se adquiere poco a poco con la práctica. En el número siguiente pondremos otro modo de proceder que también se puede practicar aquí con ventaja.

Para el estudio de la segmentación de huevos de mamíferos, se ha de abrir el animal y fijar la trompa de Falopio. El tiempo que ha de haber transcurrido, desde que el macho cubrió la hembra, será distinto para cada especie; sobre lo cual la experiencia enseñará. Para el conejo, rata, conejito de India, se probará a los dos o tres días, y una vez hallado algún estadio de segmentación, éste podrá servir de indicador de tiempo para otros estadios, más jóvenes o más avanzados. Aquí la tinción puede ser la hematoxilina de Delafield con la eosina. Téngase presente que es preciso hacer serie completa, o longitudinal o transversal, de toda la trompa hasta dar con el huevo en segmentación.

**126. Blástula.** — Por el estilo se lleva a cabo el estudio de la blástula del huevo. En huevos de anfibios se procederá con cuidado a la inclusión en parafina o celoidina, orientándose convenientemente sobre la dirección de cortes. A este fin, nos ha dado buen resultado el procedimiento siguiente, aplicable a cualquier estadio, en que sea difícil la orientación del material al incluirlo en parafina o celoidina. Se examina a simple vista o con ayuda de la lente de bolsillo el huevo, después de fijado y endurecido. Es relativamente fácil distinguir el polo animal del vegetativo, después de lo dicho más arriba, esto es, que aquél es más oscuro que éste. Colóquese ahora el huevo con cuidado en un fragmento de hígado endurecido (1), practicando, al efecto, previamente, en éste una incisión; de modo que sepamos cómo queda orientado dentro de él el huevo que nos interesa. Al fragmento de hígado se le da tal configuración que nos sirva de medio de orientación sobre el material que contiene; se incluye luego en parafina o celoidina y se corta con el micrótopo en la dirección que nos conviene, a fin de que los cortes del huevo o material que contiene, resulten tal como nosotros deseamos.

En huevos de *reptiles* y *aves* (lo mismo se diga de huevos telolecitos análogos, como los de selacios) se abrirá el huevo y se separará el disco germinal, para fijarlo, como ántes. Tomando como objeto de ensayo el huevo de gallina, se podrá proceder así: Se toma el huevo a las ocho horas de incubación y se pone horizontal. Se rompe el centro de la parte superior de la cáscara y se va agrandando con tijeras el agujero, cortando cada vez más alrededor, hasta tener bien a la vista el disco

---

(1) El hígado endurecido se suele tener ya en depósito de antemano para semejantes casos. Al efecto, se guarda en frasco de alguna capacidad el alcohol de 90 - 95 que ha servido para endurecer material y en este alcohol usado se abandonan, v. g., el hígado de las ratas que se matan con otro objeto.

germinal que es redondo y blanquecino. Se introduce ahora el huevo dentro de una cubeta o cápsula de porcelana con solución fisiológica a una temperatura de 39° o 40°: se corta con tijeras el disco germinal todo alrededor y por abajo, para aislarlo del vitelo: se coge luego con espátula por debajo y se atrae con pinzas hacia fuera del huevo en la solución fisiológica, hundiendo suficientemente en ella todo el huevo. Ya fuera del huevo, se trasladará sin gran dificultad con la espátula al líquido fijador, que podrá ser uno de los antes indicados, sobre todo el *alcohol-formol-ácido nítrico*, que expusimos más arriba en el n. **123** y que viene a ser una modificación del fijador que en nuestra *Citología práctica*, n. **30**, p. 52 (1918), llamamos Boule C.; ya que la única diferencia consiste en substituir el ácido acético por el nítrico, y esto con intención de dar más consistencia a la masa vitelo, a fin de que no se torne friable, circunstancia esta última que no podría menos de ofrecer serios inconvenientes al tiempo de seccionar el material y someter los cortes a la serie de manipulaciones que exige su ulterior preparación.

La misma técnica se empleará en otros estadios más adelantados del huevo de gallina y de las aves en general.

La blástula de mamíferos muy pequeños como *ratas*, *ratoncitos*, *musarañas*, etc., se estudiará fijando y seccionando entero el útero (respectivamente uno de sus cuernos), como antes la trompa para el estudio de la segmentación. Los cortes del útero, tanto en este estadio como en los inmediatos, pueden ser longitudinales (fig. 262) o transversales (fig. 259). Tinción como en la segmentación.

En mamíferos mayores, conejo, etc., donde el seccionamiento microtómico del útero ofrecería particular dificultad y obligaría a llenar infinitos porta-objetos, se abrirá el útero con mucho cuidado, para recoger las vesículas blastodérmicas, antes de implantarse en aquél. La experiencia enseñará prácticamente la circunstancia de tiempo para dar con la blástula en este estadio. Nosotros la hemos hallado libre en el útero de la coneja a los seis días después de cubrirla el macho. Para esta operación abrimos con tijeras, dentro de una cápsula de Petri, provista de solución fisiológica, primero un cuerno del útero y luego el otro, siguiendo la línea opuesta al *mesometrio*. Si se sacude con suavidad el útero abierto, caen las blástulas libres en la cápsula, dentro de la cual flotan en la solución fisiológica y se las descubrirá fácilmente con el microscopio binocular. A simple vista se llegan también a descubrir, apareciendo en forma de esferitas confundibles con una bola de grasa.

También es fácil distinguir, aun por fuera y antes de abrir el útero de la coneja, la presencia de las blástulas; pues en el segmento, donde se encuentran, la pared del útero se adelgaza y por lo mismo se hace más o menos transparente, al menos por un lado; y esto aun antes de la implantación. Como se trata de formaciones delicadas, váyase con

mucho cuidado al abrir el cuerno del útero, para que no se aplasten y deshagan. Para la técnica ulterior, se pueden fijar las blástulas en el líquido de Kleinenberg, en alcohol pícrico, en Boule C., Bouin, etc. En este último líquido las dejamos unas 24 horas, y las pasamos luego al alcohol de 70°, 80°, 90° y se pueden llevar hasta el de 95°, todo con el

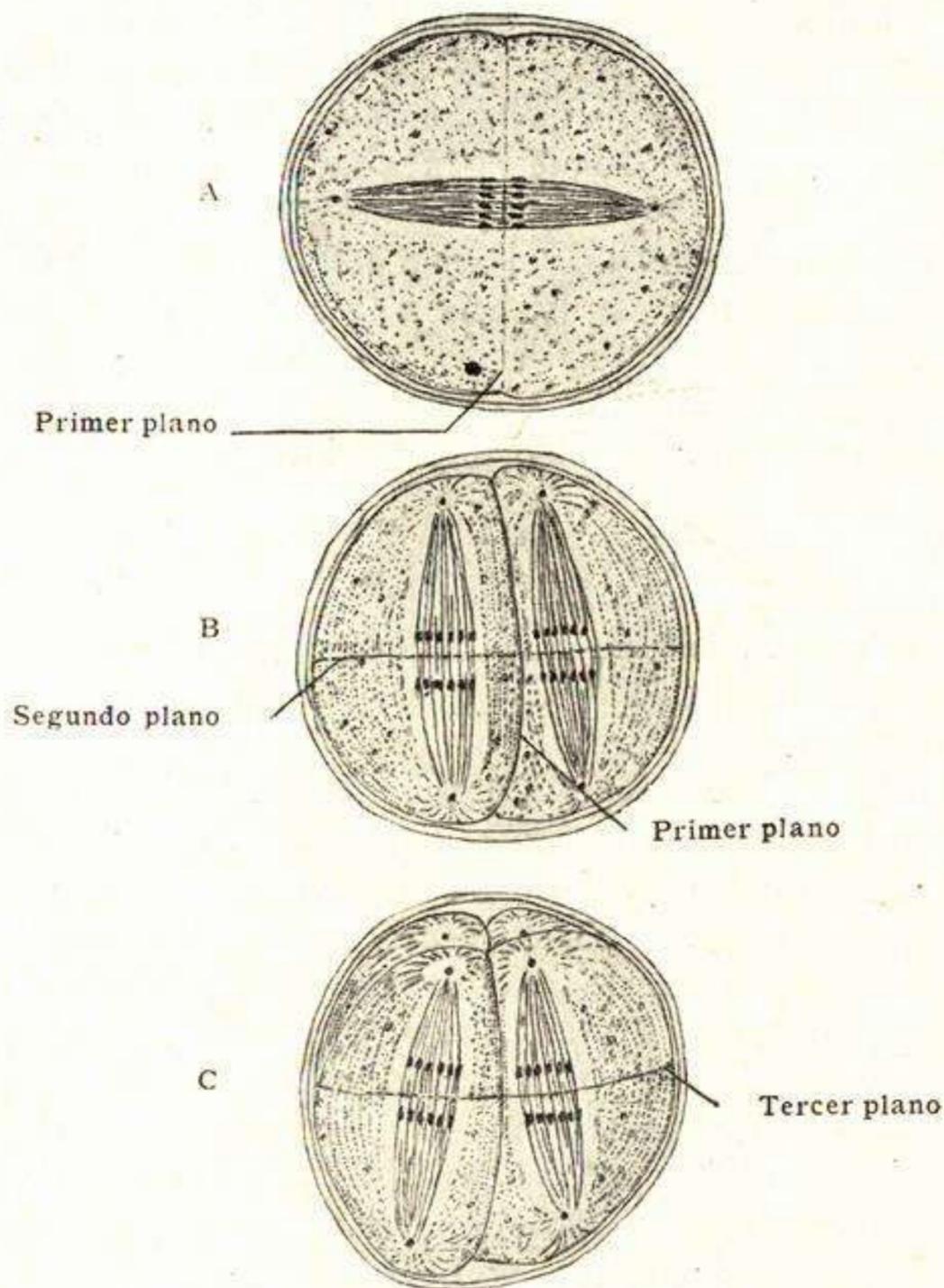


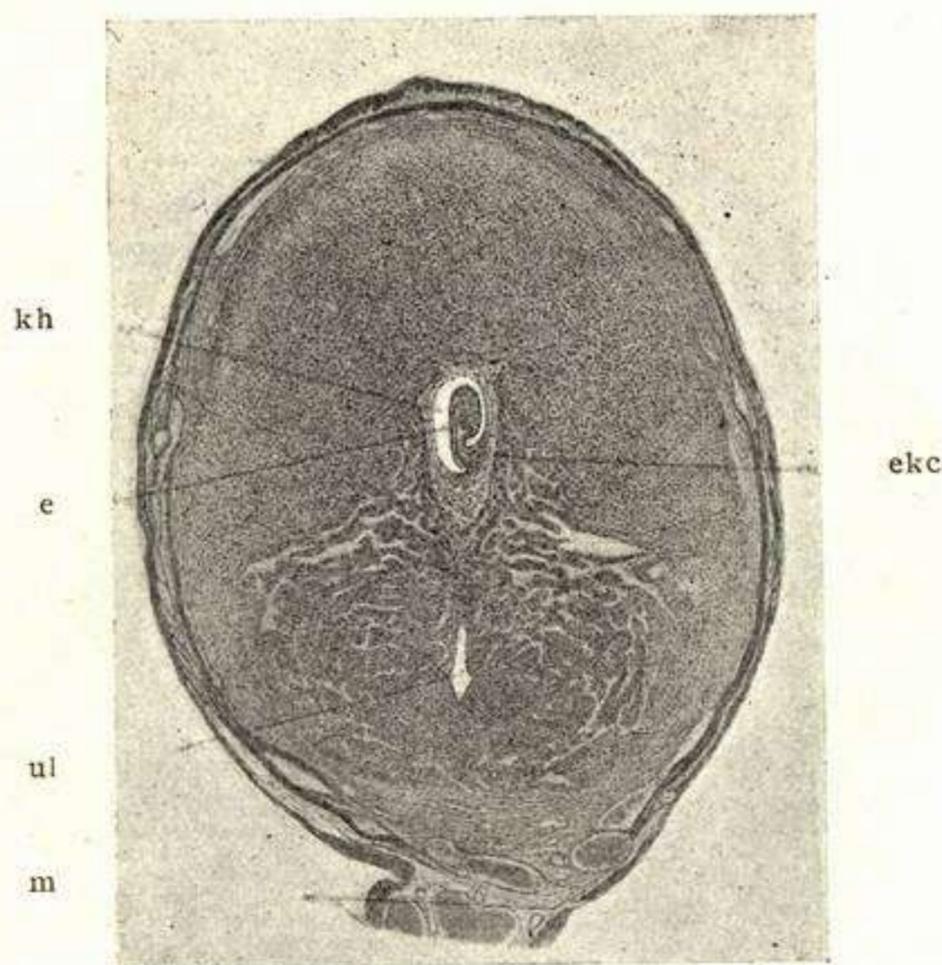
Fig. 258. Esquema de los tres primeros planos de segmentación de un huevo *holoblástico* o de segmentación total.—A, primera división del huevo en dos blastómeros; B, segunda división; C, tercera división. (Original).

fin de que se endurezcan lo suficiente. Es peligroso querer incluirlas en parafina o celoidina; pues los líquidos por que han de pasar, v. g., el aceite de cedro, las arrugan. Como, por otro lado, no hay necesidad de seccionarlas para su estudio, se aconseja teñirlas con carmín borácico, muy diluido, y conservarlas en tubitos con alcohol de 80-90°.

Para llegar sin ningún percance a feliz término, procedemos así. Después que la blástula está ya endurecida en alcohol de 90-95°, vol-

vemos atrás por pasos contados: del alcohol de 90° se pasa al 80°, y más tarde al 70°, y luego al 60°, 50°, 40°. Llegados aquí, se echa en el líquido (alcohol), en que yace la vesícula, algunas gotas de carmín borácico alcohólico y se deja hasta tanto que aquélla se haya teñido (tinción progresiva).

Logrado el punto de tinción, sin diferenciar (se requiere mucho cuidado, si se quiere rebajar la tinción con el alcohol clorhídrico que contrae con facilidad la blástula), se pasa gradualmente otra vez por la serie alcohólica 50°, 60°, 70°, 80°, 90°, donde se conserva definitiva-



**Fig. 259.** Corte transversal del útero de un ratoncito con un huevo de 6 días en el centro. m, mesometrio, esto es, lámina de tejido, con que se adhiere el cuerno uterino a la pared dorsal del abdomen; ul, luz (cavidad) del útero; e, embrión (huevo); kh, cavidad blastular (blastocela); ekc, cono ectoplacentario o suspensor. (Del trabajo del autor. Die Frage der Riesenzellen bei der Entwicklung der Maus).

mente, como está dicho. Si en vez del carmín borácico alcohólico se quiere usar el acuoso, hay que llevar la blástula, después de endurecida por la serie alcohólica descendente hasta el agua destilada.

Nótese que aquí usamos la palabra blástula en sentido lato; pues de hecho la vesícula ya posee a los seis días varias hojas blastodérmicas, al menos incipientes (ectodermo, entodermo y mesodermo).

**127. Hojas blastodérmicas.** — El estudio de la formación de las demás hojas blastodérmicas, *entodermo*, *mesodermo*, con sus inmediatas complicaciones, presupone, generalmente hablando,

cortes microtómicos y, por consiguiente, la fijación del material y su inclusión en parafina. Los huevos que se desarrollan libremente fuera de la hembra, se fijarán enteros, si son pequeños, o tomando el disco germinal, como hemos explicado en el huevo de gallina en el estadio anterior. Los que se desarrollan en el útero, fijando el segmento de éste que los contiene, al menos cuando se trata de animales pequeños como ratas, ratoncitos; si son grandes, se abre el útero y con cuidado se separa con tijeras el huevo entero, si es posible (la operación es harto difícil), o cortando el fragmento de pared uterina, donde el huevo se halla implantado, fijándolo a una con el huevo.

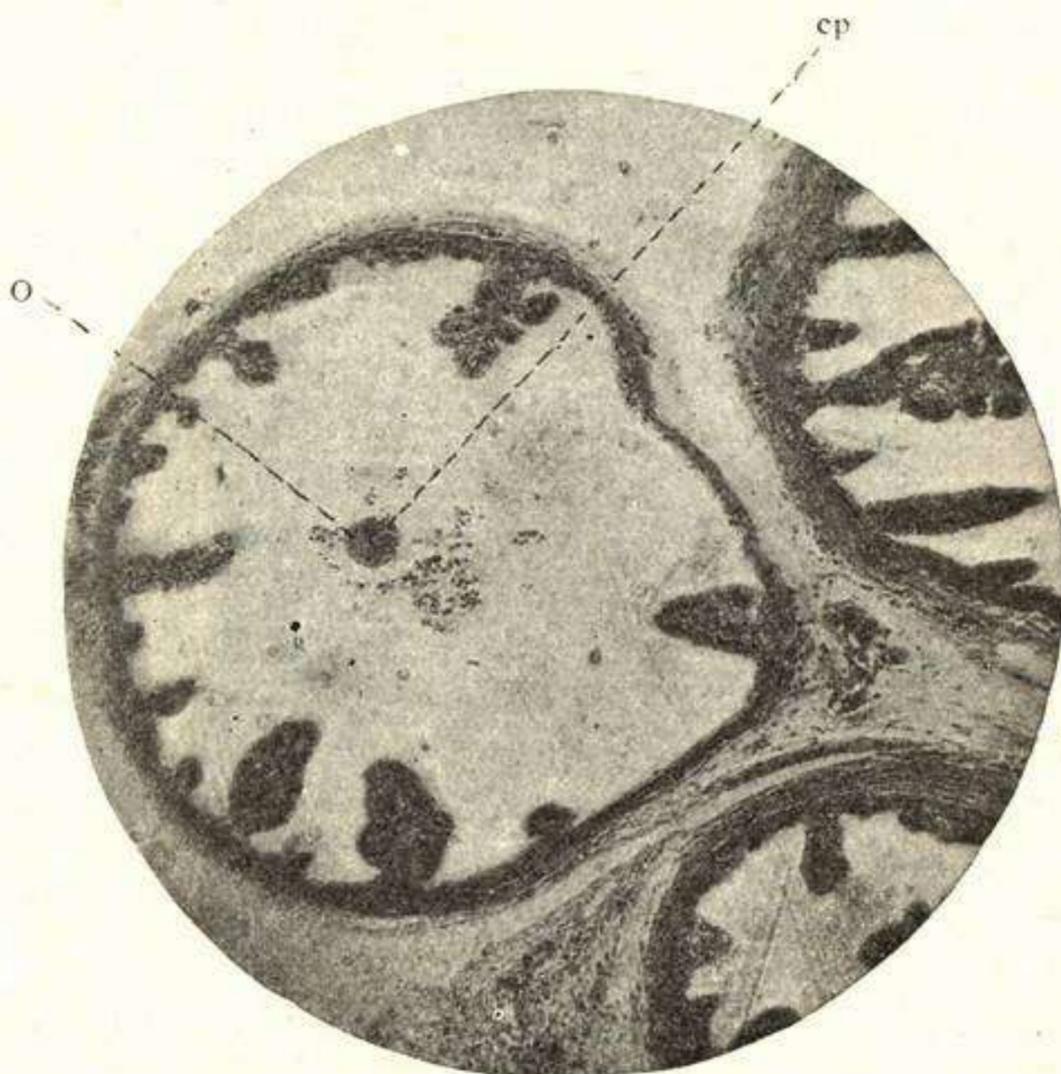


Fig. 260. Corte transversal de la trompa de Falopio de la *rata* (*Mus rattus*), conteniendo en su interior el óvulo, expulsando un corpúsculo polar. O, óvulo; cp, corpúsculo polar. (Original).

**128. Estadios evolutivos del huevo de rata.** — Hemos dado con el estadio de maduración del óvulo de este mamífero a las 12-16 horas, después de cubrirla el macho. Abierta la rata, se separa de ella y fija el ovario con la trompa de Falopio, ya que la maduración quizás empiece en el mismo ovario: nosotros encontramos el óvulo en la trompa (fig. 260).

Para el estadio de la fecundación, se abrirá la rata a las 24-30 horas después de cubierta, y se fijará sólo la trompa de Falopio, aunque para coger bien ésta, se podrá fijar también el ovario o la parte de él contigua y aun la parte del útero inmediata a la trompa.

La segmentación la encontramos incipiente a las 36-40 horas después de cubierta la hembra; el estadio de mórula (fig. 261), a eso de las 60-70 horas. También aquí será suficiente la fijación de la trompa de Falopio solamente, bien que para mayor seguridad se podrá juntamente fijar parte del ovario y del útero, por si el huevo ya hubiese entrado en él (fig. 262).

No hay por qué decir que se requiere mucho cuidado en la técnica y, además, hacer serie completa.

Por estos datos es fácil sacar el tiempo que ha de transcurrir para el estudio de estadios más avanzados. La implantación será hacia el 5.º-6.º día; de 6.º-7.º la formación de inversión (n. 79) de hojas blastodérmicas, etc. Este último dato, lo podemos confirmar con la experiencia. En efecto; con el fin de dar con el estadio de la inversión de las hojas, abrimos un miércoles (3 p. m.) una rata, fecundada la noche

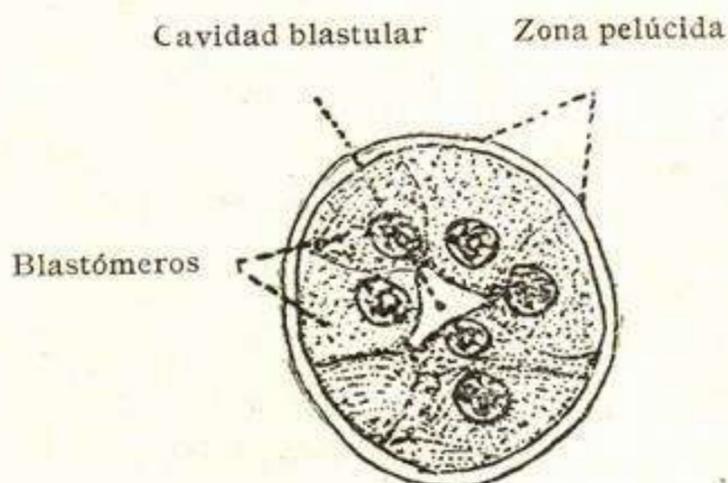


Fig. 261. Huevo de *rata* (*Mus rattus v. alba*) en estado de mórula encontrado en la entrada del útero contigua a la trompa de Falopio. A: cerca de 500. (Original. De una serie de cortes pertenecientes a los discípulos de Embriología, E. Suñer, M. Giralt, F. Saval y L. Roca).

entre el lunes y martes de la semana anterior; y hallamos el huevo con las hojas blastodérmicas perfectamente invertidas (fig. 263). Luégo uno o dos días ántes habría empezado la inversión. Así se podrán presumir otros estadios.

Acerca del modo de proceder en la técnica, queremos hacer alguna que otra indicación que nos parece de utilidad. En general, para el estudio de la implantación, de la inversión de hojas y su reversión o enderezamiento del embrión, lo más acertado es seccionar el útero mismo. Excepto en el estadio de implantación, la presencia del huevo se nos manifiesta exteriormente por los abultamientos seriados del útero que afecta la forma de una legumbre: cada abultamiento encierra un huevo en desarrollo. Se fija el útero. Para la inclusión en parafina se hacen del útero tantos fragmentos, cuantos huevos (abultamientos) tiene. Para facilitar la entrada de los líquidos, sobre todo de la parafina, es muy bueno cortar de cada fragmento con la navaja por uno y otro lado un pequeño disco tangencial y paralelo al meso-

metrio, que se lleve, v. g., un tercio de la pared. Débese cortar el disco en la dirección dicha; porque el embrión se implanta de ley ordinaria en el útero junto al mesometrio y el utrículo que forma al invertir las hojas, es paralelo al mesometrio.

No hay por qué decir que los cortes microtómicos han de ser paralelos al plano que han dejado los discos separados, por las razones que acabamos de dar.

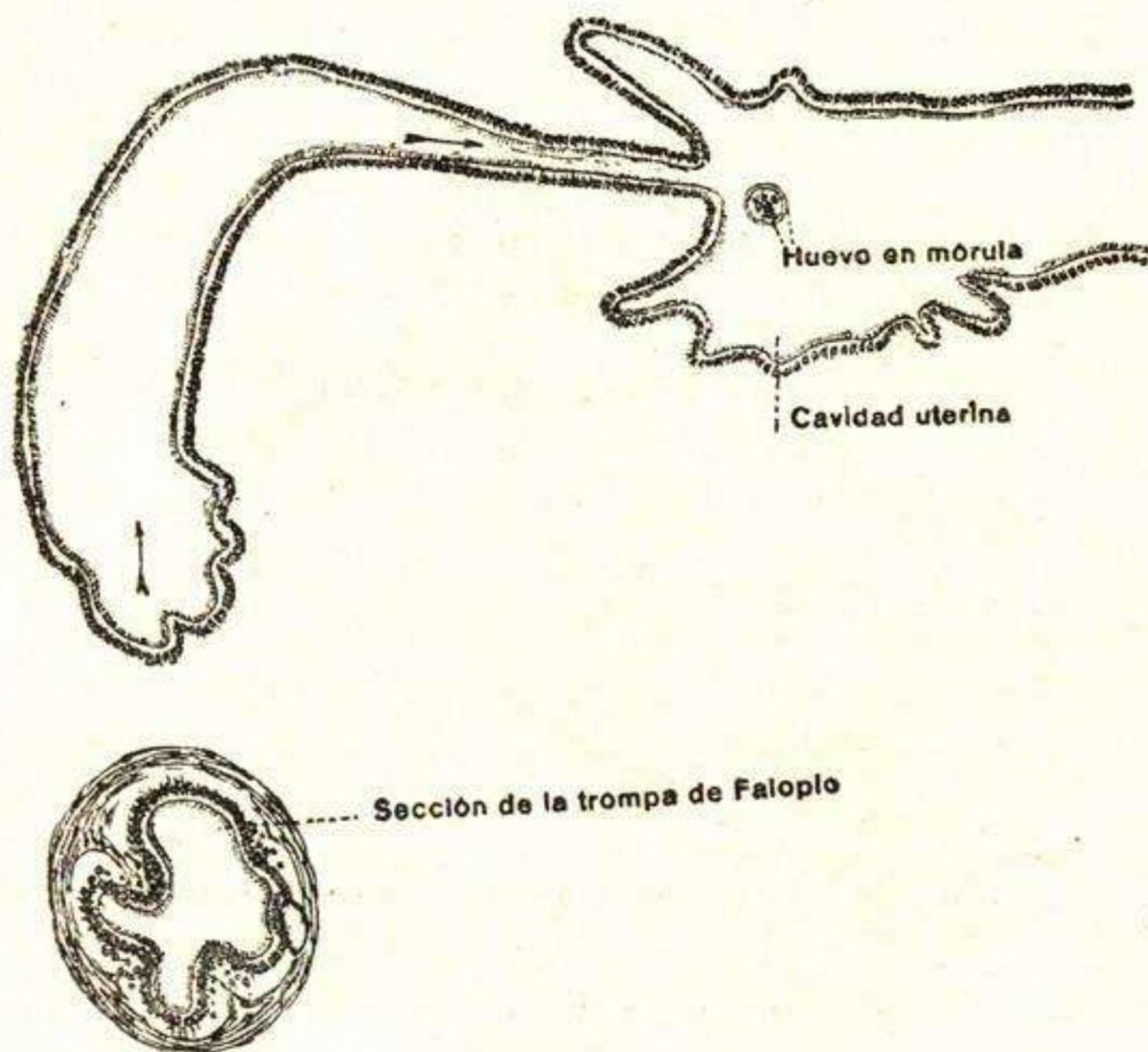


Fig. 262. Sección longitudinal de la trompa de Falopio y de porción contigua del útero de *rata* (*Mus rattus v. alba*). En la entrada del útero se ve el huevo en estado de *mórula*, dibujado con mayor aumento en la figura precedente 261. (Original. De una serie de cortes perteneciente a los discípulos de Embriología, E. Suárez, M. Giralt, F. Saval y L. Roca).

Por el estilo se deberá proceder para los estadios inmediatos. Pero en cuanto el cuerpo embrional esté lo suficientemente formado, se separará el embrión, abriendo, a este fin, el útero y fijando solamente el embrión, y aun más adelante, cuando el fruto esté próximo a ser expulsado, será aconsejable y por ventura necesario, fijar sólo aquella parte del embrión que nos interesa particularmente en nuestro estudio.

Todo esto se ha de observar *a fortiori*, cuando se trata de un mamífero mayor, conejo, perro, cerdo, etc.

Conviene tener muy presente que, si se han de tocar embriones muy tiernos, v. g., para trasladarlos de un recipiente a otro, se haga siempre con mucho cuidado, y no valiéndose de pinzas, sino de alguna

espátula; pues una pequeña presión puede estropear formaciones de importancia.

**129. Aclaramiento del material.** — Llamamos, finalmente la atención sobre la circunstancia de la ventaja grande que puede tener para orientarse acerca del estado evolutivo y la posición que guarda el huevo dentro del útero, el aclarar debidamente el segmento de éste que lo contiene. Esto se puede obtener mediante el largo yacimiento del material, después de preparado convenientemente para ello, en líquidos aclaradores como son las esencias y los hidro-

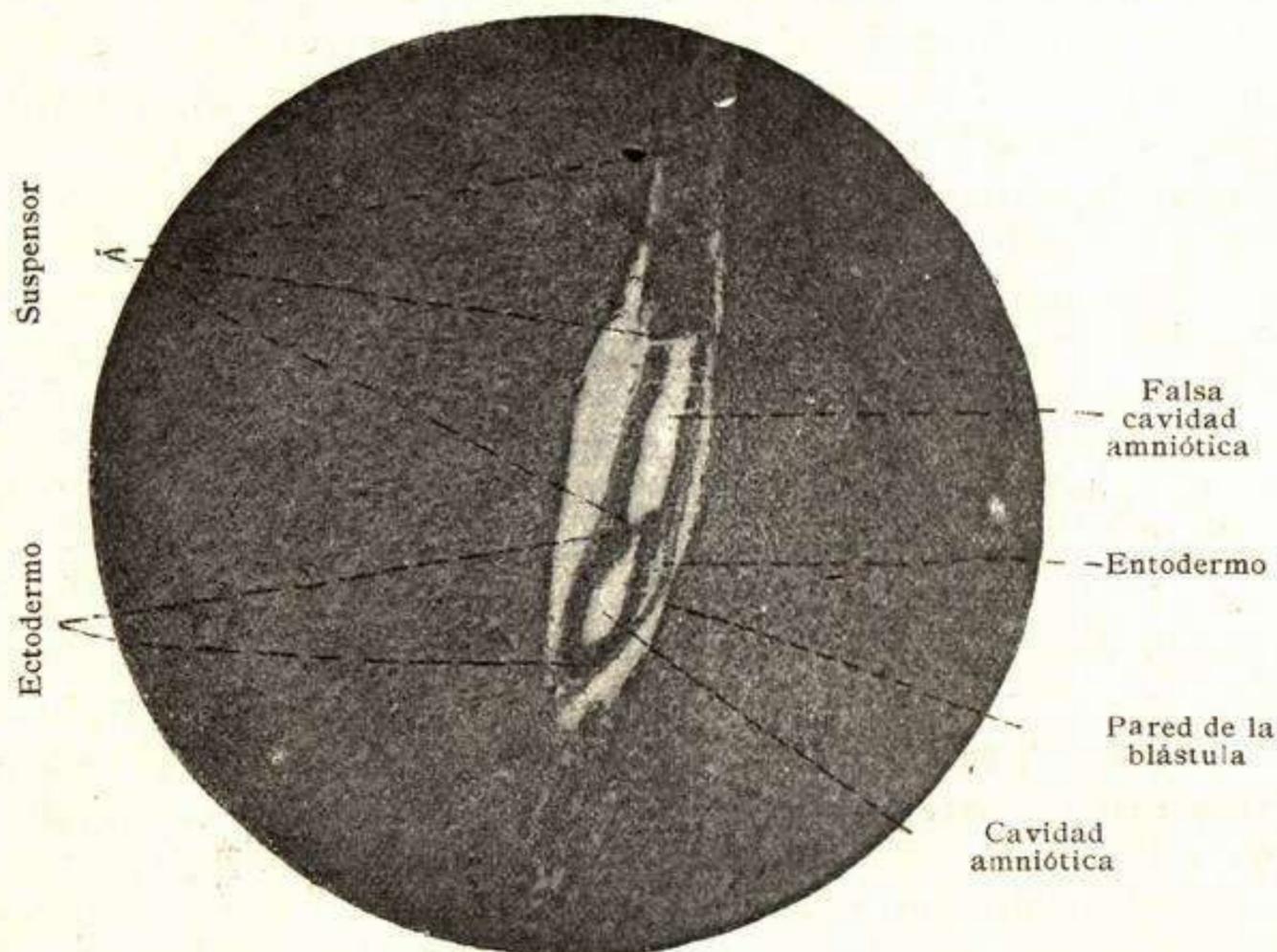


Fig. 263. Corte transversal del útero de rata (*Mus rattus*), con el embrión en medio en forma de utrículo alargado. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

carburos. El material una vez deshidratado por el alcohol de 95° o el absoluto, se deja en una esencia o hidrocarburo (aceite de cedro, de orégano, de clavo, fenol, toluol, xilol, etc.). El aclarador se renovará, si el material es grande y requiere bastante cantidad de líquido. La esencia, v. g., va poco a poco penetrando los tejidos; y toda la pared del útero se hace transparente, en algunos puntos casi hialina, y permite ver el disco germinal o el embrión: todo lo cual sirve admirablemente, entre otras cosas, para orientarse, al querer pasar el material a la parafina y hacer una serie embriológica. Particularmente ayudará el aclaramiento del material para incluir en parafina; pues entonces se puede separar con tijeras finas y mucho cuidado, el embrión o disco embrionario y darle la orientación que se quiere en el bloque de parafina.

### III. Orientaciones metro - cronológicas

**130. Indicación general.** — Es de suma utilidad para los estudios embriológicos saber el tiempo que necesita el embrión para desarrollarse, hasta hallarse en condiciones de dejar la vida intrauterina o intraovular: porque de este conocimiento se desprenden dos consecuencias prácticas para el embriólogo: la primera es que, conociendo el tiempo de la fecundación (al menos de un modo aproximado), le es más fácil saber a qué tiempo ha de abrir el huevo o el animal preñado, para sorprender el embrión en determinado estadio evolutivo que le interesa. La otra consecuencia práctica es que, correspondiendo a cada estadio y a cada época evolutiva una medida determinada del embrión, del tamaño de éste podremos deducir su edad embriológica: lo cual es tanto más de apreciar cuanto que muchas veces se sorprende la presencia de un embrión, sin saber cuándo fué la fecundación, máxime tratándose de la especie humana. No se nos oculta que no siempre resulta exacta la relación entre el tiempo y tamaño; porque podrá muy bien suceder que circunstancias favorables hayan acelerado el desarrollo; o al revés, circunstancias desfavorables la hayan retardado. Pero esto no quita que se pueda establecer una ley aproximada dentro de las circunstancias normales: lo cual es suficiente para la debida orientación que se puede pedir en esta clase de estudios.

**131. Vida intra-ovular de algunas aves, esto es, tiempo de incubación.** — La siguiente tabla está tomada del Précis d'Embriologie Humaine de F. Tourneux, en la cual recoge este autor datos de varios otros autores:

Aloba	15	días de inc.	Pavo real	30	días de inc.
Avestruz	50	» » »	Gorrión	12 - 16	» » »
Codorniz	22	» » »	Perdiz	21	» » »
Pato	28	» » »	Urraca	18 - 20	» » »
Casoar	62	» » »	Palomo	16 - 18	» » »
Cigüeña	30	» » »	Pinzón	10 - 12	» » »
Cuervo	20	» » »	Pintada (1)	25 - 30	» » »
Cuclillo	11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	» » »	Gallina	21	» » »
Cisne	40	» » »	Ruiseñor	18 - 20	» » »
Pavo de Ind.	30	» » »	Canario	15 - 18	» » »
Faisán	22 - 25	» » »	Tórtola	16	» » »
Golondrina	15	» » »	Frailecillo	21	» » »
Mirlo	12	» » »	Ganso	30	» » »

(1) Pintada o gallina de Guinea.

**132. Tabla** metro-cronológica del embrión de pollo, según Oppel, M. Duval, Keibel y Tourneux:

	Horas de inc.	Longitud en mm.	Somitas.
1. <sup>er</sup> día	17	2,6	»
	18	3,1	2
	20	3,3	»
	24	3,8	3 - 4
2. <sup>o</sup> día	26	3,9	8
	27	4,2	8
	28	4,5	8
	32	4,7	»
	43	5	11 - 12
	48	6,3	17 - 18
3. <sup>er</sup> día	52	6,5	24
	62	6,6	31
	70	6,8	38
4. <sup>o</sup> día	80	7,2	»
	94	7,5	»
5. <sup>o</sup> día	114	10	»
	125	12	»
6. <sup>o</sup> día	144	14,5	»
7. <sup>o</sup> día	158	16,3	»
8. <sup>o</sup> día	175	19	»
	186	21,5	»
9. <sup>o</sup> día	193	18	»
	205	22	»
10. <sup>o</sup> día	242	22,4	»

**133. Vida intra-uterina de algunos mamíferos.**

— Tabla de promedias sacadas de varios autores en el citado libro de Tourneux:

Comadreja	35 días de gest.	Canguro	39 días de gest.
Tejón	65 » » »	Conejo	30 » » »
Oveja	147 » » »	Liebre	30 » » »
Castor	120 » » »	León	110 » » »
Ciervo	280 » » »	Lobo	70 » » »
Camello	320 » » »	Nutria	63 » » »
Gamuza	154 » » »	Marmota	35 » » »
Gato	55 » » »	Morsa	270 » » »
Murciélago	35 » » »	Oso	120 » » »
Caballo	336 » » »	Pantera	63 » » »
Cabra	154 » » »	Foca	240 » » »
Perro	62 » » »	Cerdo	115 » » »
Cobaya	63 » » »	Veso	63 » » »

Corzo	:65 días de gest.	Rata	21 - 31 (1) días de gest.
Ardilla	30 » » »	Zorra	63 » » »
Elefante	660 » » »	Reno	230 » » »
Hurón	40 » » »	Rinoceronte	530 » » »
Gazela	210 » » »	Tití	210 » » »
Girafa	440 » » »	Ratón	24 » » »
Hipopótamo	300 » » »	Tapir	120 » » »
Hombre	275 » » »	Topo	29 » » »
Erizo de tierra	48 » » »	Vaca	285 » » »
Zebra	300 » » »		

**134. Medidas aproximadas del embrión humano según los meses lunares en cm.,** entresacadas de la tabla de Tourneux:

Meses	De la coronilla al coxis	Total
1.º	0,035 a 0,8	—
2.º	0,8 a 2,4	—
3.º	2,4 a 7	10
4.º	7 a 12	10 a 17
5.º	12 a 18	17 a 27
6.º	18 a 24	27 a 35
7.º	24 a 27	35 a 39
8.º	27 a 30	39 a 42
9.º	31 a 33	42 a 46
10.º	33 a 37	46 a 50

N. B. Quien se interese especialmente por el diagnóstico del embarazo (y deben interesarse desde luego los tocólogos y médicos en general), no debe desconocer el método de Abderhalden. A este fin, gustosos le remitimos, además del libro de este autor: *Fermentos defensivos del organismo animal*, traducido de la 3.ª edición alemana por Manuel Dalmau (Barcelona, Casa editorial: Estudios, 1914), a los trabajos del Dr. Nubiola, publicados por la Societat de Biologia de Barcelona (1914), donde se expone la técnica, algo complicada y trabajosa, para preparar el tejido placentario materno, y los resultados obtenidos por dicho doctor en la aplicación del método.

---

(1) Según la época de la fecundación (Laguesse).

## APÉNDICE SOBRE EL ABORTO

**135. Prenotandos.** — Dirigiéndose esta obra principalmente a los médicos y discípulos de Medicina, que representan, si no la clase más culta de la sociedad, al menos una de las más intelectuales y, por ende, más capaces de penetrar la razón de los principios morales y la transcendencia de la cuestión, por una parte; y entendiendo, por otra, que en ninguna cosa está mejor empleada la labor del embriólogo que en defender los derechos del *fruto humano*: nos ha parecido conveniente tratar aquí un punto de *Moral Médica*, de alto interés y capital importancia para toda la sociedad humana: nos referimos al *aborto* y a la *liceitud* o *iliceitud* en procurarlo.

Ante todo, conviene fijar bien los términos de la cuestión, para no dar golpes en falso. Se da aquí el nombre de *aborto* al desprendimiento del fruto o embrión humano, ántes de ser *viable* o, lo que es lo mismo, ántes de que sea capaz de vivir fuera del seno materno. Generalmente hablando, el fruto no es viable ántes del séptimo mes: en todo caso, será tanto menos viable cuanto más joven.

De aquí se colige lo que se entiende por *procurar el aborto*, que no es otra cosa, sino tomar medidas *directamente* encaminadas a obtener el desprendimiento del fruto, ántes que sea *viable*. Cuando se ponen los medios con esta intención y no se consigue el efecto, se tiene *aborto intentado* (un atentado contra el embrión); cuando se ponen con dicha intención los medios y éstos surten su efecto, se tiene el *aborto consumado*.

No es lo mismo intentar o procurar el aborto que *permitirlo*. Podrá ser que una operación quirúrgica, necesaria para salvar la vida de la madre, v. g., la extirpación *necesaria* de un tumor, lleve consigo y como *consecuencia* la caída del fruto, el aborto: y el mismo efecto podrá producir una medicina, tomada para curar de una enfermedad grave que así lo exija, según se explica en los principios del número siguiente. En este caso el aborto se llama *indirecto*.

**136. Principios.** — A una mujer embarazada, gravemente enferma, se le pueden dar las medicinas y hacer las operaciones que directamente tienden a curar la enfermedad y que lícitamente se le darían y harían, si no estuviera embarazada, siempre que la enfermedad no sea efecto del embarazo; y esto aunque se prevea que tal vez

de la medicina o de la operación quirúrgica haya de sufrir el feto, con tal de que el peligro de que se intenta librar a la madre sea proporcionado al daño que ha de sufrir el feto, y con tal que no se intente el daño o muerte del feto, sino que en cuanto se pueda, se evite.

Se funda esta doctrina en el principio de moral que enseña ser lícito poner una acción buena o indiferente, de la cual se siguen *inmediatamente* dos efectos, uno bueno y otro malo, con tal que sólo se intente el bueno y haya causa proporcionalmente grave para permitir el malo.

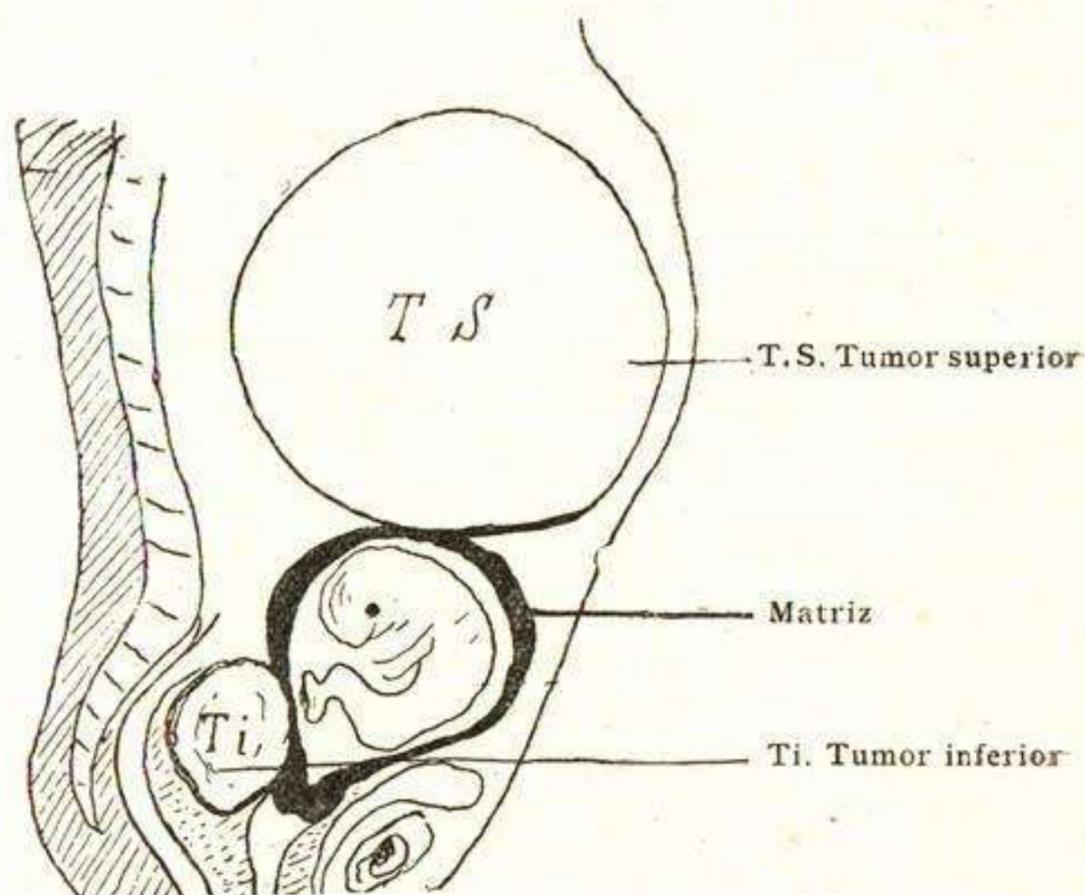


Fig. 264. Esquema hecho por el quirurgo, para explicar la disposición de dos tumores en una mujer embarazada, uno sobre la matriz y otro detrás de ella. La extirpación de este último ocasionó la discusión sobre la liceitud o iliceitud del caso.

No sería lícita la acción, si de ella se siguiera *inmediatamente* sólo el efecto malo (v. g., el aborto) y *mediante* éste el bueno (v. g., la salud de la madre como efecto de verse libre del feto).

El efecto malo no debe intentarse, ni en la intención, ni con una acción que *directa e inmediatamente* tienda a matar el feto, aunque uno diga que no quiere matar el feto, pues la acción dice lo contrario.

Una aplicación práctica de este principio fué el caso ocurrido en Barcelona y que a muchos pareció ilícito, pero el P. Ferreres, después de bien examinado, lo dió por lícito (1). El caso consistió, dicho en dos palabras, en la necesidad de extraer a una mujer un tumor en putrefacción, colocado detrás de la matriz (fig. 264), a una con la matriz

(1) Conf. P. Ferreres: De vasectomia duplici, necnon de matrimonio mulieris excisae cum appendice de casu quodam clinico, p. 133, 134. (1913).

misma que contenía un feto de cuatro meses y medio, por no ser posible otra cosa. Pues, en este caso, se hizo lo que se debería haber hecho, si no hubiese existido el feto; ni era el tumor una consecuencia natural de la presencia del feto. Y la causa proporcionalmente grave para permitir aquel efecto, era la muerte segura de la madre, la cual hubiese llevado también consigo la del feto. El feto se pudo bautizar.

Por el contrario, intentar o procurar el aborto en el sentido ántes explicado, esto es, poniendo una acción *directamente occisiva* del embrión o feto, digámoslo muy alto y de una vez para siempre, **nunca y en ningún caso es lícito**, aunque sea para salvar la vida de la madre, como en el mal llamado *aborto terapéutico*: porque no se puede hacer un mal para obtener un bien: no se puede hurtar, v. g., un duro para hacer decir una misa. Ahora bien; matar de intento el embrión humano es cosa *intrínsecamente mala*.

La razón general que hace intangible el embrión humano, la hemos apuntando más arriba (n. 108), y se reduce a que el hombre es el Rey de la creación: *todas las cosas de este mundo para el hombre como su rey, y el hombre para Dios*: por lo cual sólo Dios tiene derecho sobre su existencia y vida. De manera que ni la autoridad privada, ni la pública, ni nadie, aunque sea rey o papa, puede nada contra la vida de un *hombre inocente*, so pena de hacerse reo de un gravísimo crimen, arrogándose un derecho que a solo Dios compete. Y lo que es más, ni el mismo hombre puede dar autoridad para ello a nadie, ni conceder derecho contra su propia vida; porque tampoco él tiene derecho para disponer de ella. Este derecho se lo ha reservado Dios para sí. De aquí se sigue que ni los padres, ni los médicos, ni nadie se puede considerar autorizado en *ningún caso*, para atentar contra la vida del fruto humano que se desarrolla dentro del seno materno, sin cometer un homicidio: toda vez que el embrión o feto es un *verdadero hombre*, un ser racional, contra el que no hay, como queda dicho, poder sobre la tierra. Y si en alguna nación o estado se dieran leyes o disposiciones que o autorizasen o, lo que sería peor, impusiesen el aborto en determinadas circunstancias, tales leyes y disposiciones serían *inícuas*, como inícua sería la acción que permitirían o prescribieran; y, por consiguiente, tales leyes no serían leyes y tales disposiciones serían sin fuerza y sin valor moral alguno; no sólo no habría obligación de cumplirlas, sino positiva obligación de *hacer contra* ellas.

Estos son los principios inflexibles de la verdad moral, contra los cuales nada valen ni las lamentaciones de los padres, ni las persuasiones de la familia, ni la fuerza del vil metal, con que pueden dejarse seducir médicos de conciencia laxa. Y todo lo que se haya escrito o publicado en contrario, se funda o en la *ignorancia* de estos principios morales o en su mal entendida aplicación; y por consiguiente, se ha de tener por falso y erróneo.

**137. Objeciones.**—Ni vale aquí decir que en algún caso, de no matar el fruto, se seguiría la muerte así de la madre como del mismo fruto, nó; porque, si tomadas todas las demás medidas lícitas que prescribe la ciencias, dicta la prudencia y permite la posibilidad, no se logra salvar a la madre y, como consecuencia, sucumbe también el hijo, la desgracia no se puede atribuir más que a las causas naturales; y, por consiguiente, se debe tomar esto como una permisión o voluntad de Dios, el cual tan dueño es de la vida del hijo como de la de la madre.

No han faltado quienes, para probar la liceitud del aborto en algunas circunstancias hayan querido apoyarse en el principio de la *defensa natural*, considerando el fruto, cuando a causa de su existencia peligraba la vida de la madre, como un *agresor* de ésta.—Pero tampoco esta razón tiene consistencia alguna o, por mejor decir, se niega el supuesto de que el embrión o feto sea un *verdadero agresor* en el sentido que pretende la objeción. Porque el fruto hace lo único que puede hacer, que es seguir las leyes naturales de su desarrollo. Y si existe y sigue su tendencia natural, se debe esto a los padres, los cuales *voluntaria y libremente* pusieron una acción, encaminada por su misma naturaleza a la producción del fruto; y la pusieron, debiendo estar a todas las consecuencias que de allí se pudieran seguir; porque, una vez puesta la acción, ésta produce su efecto natural y no está ya en manos de los padres evitar sus consecuencias; como no está en manos del que tira una piedra, evitar que haga daño, una vez ya tirada. No existe, pues, por parte del fruto por de pronto agresión *injusta*; y si su presencia y desarrollo se quiere considerar como una especie de agresión *material*, ésta más se ha de imputar a los padres que al mismo fruto, el cual, como está dicho, en tanto existe en cuanto han querido los padres, al menos en su causa. Y en este caso a nadie es lícito, por lo mismo, bajo pretexto de defender o defenderse matar un ser vivo que es un verdadero hombre, so pena de cometer un *verdadero homicidio*.

Este argumento tiene la misma fuerza tanto en las concepciones tópicas (dentro del útero) como en las ectópicas (fuera del útero), como se le alcanzará a cualquiera que lo considere un poco y sea capaz de comprender su valor.

Otros invocarán quizás otro principio que a primera vista parece concluir en favor de la liceitud del aborto en los casos de peligro para la madre, y es que el hijo, si pudiera, se ofrecería al sacrificio para salvar la vida de la madre. Luego se puede presumir su voluntad, como se presume en otras cosas.—Aquí ocurre una mala inteligencia o, mejor, una mala aplicación del principio de caridad. Hay casos, en que uno puede por caridad exponerse a la muerte por otro, y esto es un acto heroico de virtud; pero no hay ningún caso, en que uno pueda matarse a sí mismo o dar permiso a otro para que lo mate:

y así mal puede hacer uso de un derecho que no tiene, y mal se puede presumir una voluntad que, aunque existiera, no daría ningún derecho a lo que se pretende.

Pero insistirá por ventura alguno, en que por lo menos se puede presumir la voluntad de Dios, esto es, del único dueño de la vida del sér humano, al menos en todos aquellos casos, en que con el aborto se consigue salvar la vida de la madre y con ella el bien y la felicidad de toda una familia, y sin el aborto se viene encima la infelicidad que lleva consigo la miseria o la infamia.—Estando en los principios de razón, esto es, discurrendo por los principios que dicta la razón natural y, por consiguiente, que *todos* han de reconocer so pena de renunciar a ser hombres, ora sean católicos, ora no, contestaremos a esta objeción, diciendo que, para que la presunción prevaleciera contra un derecho *real* y *cierto* que tiene el fruto humano a la vida, la presunción debería convertirse en una manifestación *clara* y *evidente* de la voluntad del Autor de la Naturaleza: cual no nos consta se haya hecho a nadie. Por el contrario, hay razones muy sólidas y muy positivas que hacen *absolutamente imposible* tal presunción. Porque, si en algún caso fuese permitido el aborto *directo*, el abuso en materia tan delicada y resbaladiza sería inevitable y el peligro que por esta causa correría el género humano, muy grande. ¡Con cuánta facilidad se propondría el aborto! (1). Y ¡qué de males tan grandes no se podrían temer de médicos de conciencia laxa, o qué no conseguirían de ellos las mismas mujeres, ora para hurtar el cuerpo a las molestias de la gestación y, sobre todo, del parto, ora para librarse quizás de la infamia, si en algún caso estuviera en manos de los médicos el poder lícitamente procurar el aborto! No, jamás, en ningún caso se puede presumir permisión divina; antes por el contrario, Dios es el que quiere que se mantenga siempre en pie el derecho *cierto* y *real* que tiene el inocente, como es el fruto humano, a la vida. De aquí se entenderá cuánta ignorancia de la Moral revela lo que acaso toman algunos como regla, esto es, que si tres médicos lo dicen, se puede

---

(1) En cierta ocasión me hizo llamar una señora que me conocía personalmente, para consultarme. Estaba en cinta y hacia el cuarto mes de la gestación. Tenía algunos tumores que la molestaban mucho. Los médicos le habían dicho que si la operaban, no habría tiempo suficiente para estar bien cicatrizadas las heridas o robustecidos los tejidos; y al tiempo del parto correría mucho peligro. Habida consulta, no faltó quien propusiera el aborto y así se resolvió: lo cual supone que sería este el parecer de la mayoría de los médicos que intervinieron en la consulta. Llena de aflicción la pobre señora por las circunstancias y quizás más aún por las dudas de conciencia, me preguntó que debía hacer. Viéndola tan bien dispuesta, me opuse resueltamente al parecer de los médicos y le expliqué brevemente los principios de Moral respecto del particular, diciéndole que era ilícito procurar el aborto. La animé y exhorté a tener confianza en Dios. Consolada con mis palabras, comenzó a encontrarse cada vez mejor y a su tiempo dió a luz felizmente a una hermosa niña, que, como se deja entender, es la alegría y felicidad así de sus padres como de toda la familia. Y lo que es más, sin necesidad de operación alguna los mismos tumores desaparecieron por si mismos sin sentir ahora molestia para nada.

procurar el aborto. ¡Cómo si los médicos fueran árbitros de la vida y de los derechos del hombre!

Y nadie crea que por esta inflexibilidad de las leyes morales, establecidas por el mismo Dios, pierdan ni los individuos ni las colectividades. Porque hay que admitir, aun por la luz natural, que existe Divina Providencia, y por tanto la tendrá Dios especialmente de todos aquellos que por sujetarse a su ley moral reciban con resignación los casos adversos, que El envía o permite para *conseguir*, por su medio, *mayores bienes o bienes de orden superior*.

Con esto queda contestada tácitamente también otra objeción y es la que supone que es en bien de la sociedad humana salvar la vida de la madre, matando la criatura. Que no sea así, sino al revés, se sigue como corolario de lo que acabamos de disputar. Jamás se arruinará una sociedad, en que la madre sea para el hijo, como exige el mismo concepto de maternidad: el árbol es para el fruto y no el fruto para el árbol. Por el contrario, ¿qué no se puede temer de una sociedad entregada al abuso del aborto?

Hasta aquí hemos hablado como *hombres*. Si hemos de hablar ahora como *católicos* y basar en principios revelados nuestra doctrina, condenando como criminal la acción del aborto directo en *cualquiera suposición* que se haga; comenzaremos por recordar que el quinto mandamiento de la ley de Dios, promulgada en el Sinaí, es *no matarás*; y peca contra este mandamiento el médico que practica o aconseja el aborto, lo repetimos, en cualquiera suposición: porque este mandamiento o esta ley es general y se extiende a todos los casos, donde *evidentemente* no se pruebe la excepción. Y que en nuestro caso no se prueba la excepción, se desprende bien del hecho de que ni en el antiguo, ni en el nuevo testamento, ni en la tradición de la Iglesia, ni en sus leyes, decisiones y decretos, no hay ni vestigio de semejante excepción; antes por el contrario, declaraciones positivas, prohibiendo en absoluto el aborto, y lanzando excomunión contra los que lo procuran (1).

No queda, pues, más liceitud en esta materia que lo que ántes hemos llamado *aborto indirecto* o permitido en circunstancias especiales, es a saber, cuando, v. g., la necesidad ineludible de alguna

(1) Conf. Codex juris canonici: canon 2350. — Procurantes abortum, matre non excepta, incurrunt, effectu secuto, in excommunicationem latæ sententiæ Ordinario reservatam; et si sint clerici, præterea deponantur: que traducido al castellano dice así: Incurrer de hecho en excomunión, reservada al Ordinario (Obispo), los que procuran el aborto, no exceptuada la madre, si se sigue el efecto: y si fueren clérigos, sean además depuestos.

Item Ferreres: Compendium Theologiæ Moralis, t. I. n. 500 y siguientes; y t. II. n. 1268, donde se expone la excomunión o pena eclesiástica contra los que procuran el aborto.

N. B. Pueden absolver de la excomunión no sólo el Obispo sino también todos los sacerdotes que tengan facultad o del papa o del obispo, que son muchos.

intervención quirúrgica, para otro objeto, lleva como *consecuencia* el aborto, según hemos expuesto ya en los ns. 135 y 136.

Por lo demás, estamos plenísimamente convencidos de que, si la vida de los casados hubiese sido siempre muy ordenada y morigerada, y se procediese en todo como Dios manda, se disminuirían notablemente en esta parte los casos patológicos y de verdadero compromiso, y en ellos no les faltaría la Divina Providencia, la cual de los mismos males que afligen al hombre en esta vida mortal, sabe sacar infinitos bienes para provecho del mismo hombre, aun en el lugar de su peregrinación y destierro; pero sin comparación mucho más en la patria de su eterno destino.

**138. Corolario.** — Aunque aquí hemos hablado sólo del aborto tal como arriba lo definimos y a él sólo se refiere la excomunión o pena eclesiástica; con todo, como la razón fundamental de su ilicitud es la muerte del embrión o feto, *directamente* procurada, se sigue que será también ilícita cualquiera otra acción, *directamente occisiva* del mismo, sea como fuere y llámase como quiera. Ilícita y prohibida es, por consiguiente, la embriotomía o la craneotomía (cefalotripsia), esto es, la operación, cuyo objeto es destruir el cráneo del infante vivo, v. g., para facilitar su salida o extracción del seno materno: lo mismo sería, si se diese alguna substancia o específico que deshiciese y resolviese dentro del útero al embrión o feto. Y aquí queremos llamar la atención sobre lo criminal que es vender semejantes específicos para destruir o hacer abortar el fruto humano. Los gobiernos que estiman en algo el bien y la prosperidad de su nación, deberían prohibir con rigurosas leyes la venta de esos específicos, ejercer la más rigurosa vigilancia sobre su cumplimiento y castigar con severas penas a los transgresores. Porque, al fin, todo es matar el inocente, cosa *intrínsecamente* mala y, por lo mismo *siempre* y en *todo* caso o en todo suposición prohibida (1).

---

(1) Recomendamos a todos la lectura del elocuente discurso, que con el título de *El Ministerio de sanidad en España*, pronunció el Decano de la Facultad de Medicina, Dr. Martínez Vargas, en la sesión conmemorativa del tercer cincuentenario de la Real Academia de Medicina de Barcelona (29 de Diciembre de 1920), y muy particularmente el párrafo: *Peligros para la raza: aspecto moral*, donde el aborto en unión de otros nefandos males se ponen de relieve como destructores de la raza, y por lo mismo de la Sociedad. He aquí transcritos algunos párrafos:

«El espectáculo del mundo respecto al problema de la especie es de lo más desconsolador. Una ola de amoralidad va invadiendo la masa social y la inclina a ahogar todo esfuerzo y sacrificio, al propio tiempo que estimula el apetito de los goces fáciles, sin parar mientes en que ha de sofocarse toda virtud y enajenarse la propia dignidad. El mundanismo frívolo, el afán del lujo, la relajación de los vínculos de la familia, el egoísmo que acobarda a la mujer ante el penoso deber de la maternidad, la carestía de la vida que ahuyenta del matrimonio a los varones son causas de que disminuya la nupcialidad, lecho legítimo de la natalidad y engendro de una raza robusta. Es evidente la fragilidad de los hijos ilegítimos y su endeble colaboración social».

**139. Medidas provechosas.** — Mucho sería de desear que los médicos, que por razón de su profesión se han de ver con frecuencia en casos de difícil resolución desde el punto de vista de la Moral, tuviesen obligatorio en su carrera con su respectivo examen un *curso de Moral Médica*. Esto ayudaría poderosamente a quitar, por un lado, escrúpulos y ansiedades de los timoratos y cohibiría, por otro, la temeridad y audacia de los sin conciencia.

Este curso se podría dar por vía de una conferencia semanal, dada por un buen profesor que, por una parte, no careciese de los conocimientos de Medicina y Cirugía suficientes para proponer a los discípulos, con claridad y precisión, los casos en que se pueden encon-

---

«Además del descenso de la nupcialidad, conviene anotar como idea censurable el *plan del hijo único* que conduce a los fraudes conyugales y la profusión con que se practica el aborto.»

«Otra causa funesta para la especie es la *esterilización voluntaria* de la mujer. Pero como esta operación ha revelado sus quiebras, son raras las mujeres que piden al cirujano la extirpación de sus ovarios para entregarse al placer sin límites y sin riesgo de descendencia; verdad es que se llega al mismo resultado por los procedimientos *anticoncepcionistas*.»

«De Alemania ha venido esta nueva plaga; dos profesores alemanes, Sarwey de la Universidad de Tubingia, defiende el derecho de la anticoncepción, y Hulb, de la de Heidelberg, enseña la técnica para hacer práctica la evitación de la prole. Eran muchas las fábricas que allá por el año 1913, preparaban pastillas esterilizadoras de la semilla humana... A tal punto llegó el escándalo, que en el Parlamento alemán se pidieron medidas de represión para el que anunciara o propagara substancias o aparatos anticoncepcionistas y se acordó imponer una multa de 1.300 marcos y, en caso de insolvencia, seis meses de prisión.

Esta tendencia destructora de la especie humana invadió a Bélgica y bien pronto en 19 de abril de 1913 se promulgó la ley en que se condena el derecho al aborto y se recargó la penalidad contra esta clase de propagandas; poco después pasó a Francia y no obstante las simpatías que allí ha tenido la prolificidad limitada, en el Senado se promovió un debate del cual resultó condenado el maltusianismo práctico; afirmada una multa de 100 a 5 000 francos para castigar a todo aquel que propagara sus doctrinas y censurada la conducta de varios diputados que asistieron a algunas conferencias anticoncepcionistas.»

Muy recomendable es también la lectura de la muy interesante conferencia del distinguido ginecólogo Dr. Víctor Conill, publicadas en la revista Española de Obstetricia y Ginecología (Año I. Núms. 10, 11 y 12) Su lectura no sólo horripila, al ponernos delante las enormes cifras de abortos criminales, que vienen a ser como una especie de comercio de médicos sin conciencia e infames comadronas; sino que abre los ojos para que todo el mundo entienda las horribles consecuencias que lleva consigo el aborto provocado, así para las madres de las que mueren seguramente más de la mitad, como para la sociedad humana que ve mermada la vida de tanto ciudadano. Verdaderamente hay que exclamar que el pecado lleva consigo su castigo, y señaladamente el pecado del aborto provocado, el más pernicioso para la salud y vida de la madre como para la sociedad.

No dudamos de que si el eminente ginecólogo hubiese podido leer este nuestro apéndice sobre el aborto, dados los sentimientos católicos que le distinguen, así como habla con tanta energía contra el aborto criminal así hubiese sido más explícito en hablar contra el llamado aborto *terapéutico* o *curativo*, cuya prohibición eclesiástica cita y acata; y hubiese evitado cierta expresión equívoca que puede ingerir en el ánimo del lector que pueda ocurrir aquí conflicto entre la ciencia y la Religión: no puede ocurrir, porque la ciencia (esto es, la razón natural) será la primera en condenar como intrínsecamente mala la acción *directamente occisiva* de un ser humano, aunque sea para un buen fin; ya que, como hemos declarado, *non sunt facienda mala ut eveniant bona*, esto es, no se puede hacer mal para obtener un bien.

trar, y poseyese, por otra, con mucha perfección la ciencia de Teología Moral.

Para que los jóvenes médicos, una vez terminada su carrera, fuesen a ejercer en los pueblos con los principios de Moral frescos aún, el curso de Moral Médica se debería dar el último año de carrera. Ayudaría mucho y aun sería indispensable, así para estudiar la asignatura como para no olvidar más tarde, mientras ejercen, lo aprendido, que se les escribiese un libro de texto, un *Compendio de Moral Médica*, con su correspondiente parte de casos; a la manera que lo tienen los confesores. Creemos sinceramente que de estas medidas se seguirían infinitos bienes para toda la sociedad.

---



## BIBLIOGRAFÍA O LITERATURA

---

ADVERTENCIA. — Algunos trabajos que se podrían citar también aquí, son más propios del segundo tomo, donde hallarán cabida.

ALVARADO, S. — Plastosomas y leucoplastos en algunas fanerógamas. (Trabajos del Laboratorio de investigaciones biológicas de la Universidad de Madrid. t. XVI. fasc. 1.º — Abril 1918.

BORDÁS, M. P. SCH. P. — Doctrinas actuales sobre la reducción numérica de cromosomas y su aplicación a la espermatogénesis de *Sagitta bipunctata* Quoy et Gaim. Madrid. Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural. t. X. Memoria 1.ª 1914.

— La profase de reducción en la ovogénesis de *Dendrocaelum lacteum* Oerst. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias. Serie Zoológica. Núm. 44. 1921.

BURCKHARD. — Die Implantation des Eies der Maus in die Uterinschleimhaut und die Umwandlung derselben zur Decidua. Arch. f. micr. Anat. Bd. 57, 1901.

BRACHET, A. — Traité d'Embryologie des vertébrés. Paris Masson C.ª 1921.

BRASS, A. — Das Affen - Problem. Leipzig. Biologischer Verlag. 1909.

— Das Menschen - Problem. I. Zur Abstammung des Menschen. Leipzig. Biologischer Verlag. 1914.

CARNOY, J. B. — La Cytodiérèse de l'oeuf: La vésicule germinative et les globules polaires de l'*Ascaris megalocephala*. La Cellule, t. II. 1886.

CHRISTIANI. — L'inversión des feuillets blastodérmiques chez le rat albinos. Archiv. de Physiologie normale et pathologique. 5ª série, t. IV, année 24.

CONILL, V. — Conferencia sobre el aborto criminal. Revista Española de Obstetricia y Ginecología. Año I. Números 10, 11 y 12, 1920.

- DILAGE, J. — L' Hérédite et les grands problèmes de la Biologie général. Paris 1902.
- DISSE, J. — Die Eikammer bei Nagern, Insektivoren und Primaten, Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. XV Bd. 1905.
- Die Vergrößerung der Eikammer bei der Feldmaus (*Arvicola arvalis*). Arch. f. micr. Anat. Bd. 68, 1906.
- DOMINGO P. Y J. VILLASECA. — Sobre la histología de la glándula genital. Treballs de la Societat de Biologia 1918.
- DUVAL, M. — Le Placenta des rongeurs. Journ. de l'anatomie et physiologie normal et pathologique 1889-1892.
- DRIESCH, H. — Philosophie des Organischen. Bd. I.
- EDWARD, M. — East und Donald F. Jones: Inbreeding and outbreeding, their genetic und sociological significance. Philadelphia and London. 1919.
- ÉTERNOD, A. C. F. — Les Premiers Stades du Développement de l'Oeuf humain. XVIII th International Congress of Medicine. Anatomy and Embryology. London, 1913.
- FERNÁNDEZ NONIDEZ. — Los cromosomas en la espermatogénesis de *Blaps lusitanica* Herbes. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, 1914.
- FÜRBRINGUER, P. E. — Steinnach (Wien) Verjüngung durch experimentelle Neubelebung der alternden Pubertätsdrüse. Deutsche Medizinische Wochenschrift. Nr. 36. 2 September 1920.
- GARCÍA BANÚS, M. — La estructura del testículo del *Pleurodeles Waltli* Mich. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Zoológica. N.º 24. Madrid, 1916.
- GILSON, G. — Étude comparée de la spermatogénèse chez les arthropodes. La Cellule. t. I y II, 1884, 1886.
- GOLDSCHMIDT, R. — Mechanismus und Physiologie der Geschlechtsbestimmung. Verlag von Gebrüder Bornträger. Berlin 1920.
- GRAF SPEE. — Anatomie und Physiologie der Schwangerschaft. En el Handbuch der Geburtshilfe, herausgegeben von A. Döderlein. Erster Band. Wiesbaden. Verlag von J. F. Bergmann 1915.
- Vorgänge bei der Implantation des Meerschweincheneies in die Uteruswand. Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft and der 10. Versammlung. Berlin 1896.

- GUILERA, L. G. — Contribución al estudio de la génesis y evolución del folículo de Graaf. Boletín de la Soc. Esp. de Biología. Febrero, 1919.
- Origen, formación y evolución del folículo de Graaf. Histogénesis del cuerpo lúteo. Monografías de Biología y Medicina. Calpe, Madrid, 1919.
- HERTWIG, O. — Allgemeine Biologie: Die Zelle und die Gewebe. Jena, 1906.
- Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere. Jena, 1907.
- KEIBEL, F. — Die Entwicklung der äusseren Korperform der Wirbeltierembryonen, insbesondere der menschlichen Embryonen aus den ersten 2 Monaten. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere de O. Hertwig, Bd. I. t. I. zweite Hälfte 1906.
- KOLSTER, R. — Über die Zusammensetzung der Embryotrophe der Wirbeltiere. Anatomische Hefte. XVI Bd. 1906.
- Zur Kenntnis der Embryotrophe beim Vorhandensein einer Decidua capsularis. Anatomische Hefte. H. 69, 1903. Wiesbaden.
- KORSCHULT, E. UND HEIDER, K. — Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Jena, 1902.
- KUPFFER, C. — Das Ei von *Arvicola arvalis* und die vermeintliche Umkehr der Keimblätter an derselben. Sitzungsber. d. K. bayer. Akademie. Bd. 12; 1882.
- LAMS, H. ET J. DOORME. — Nouvelles recherches sur la Maturation et la Fécondation de l'œuf des Mammifères. Extrait des Arch. de Biologie. T. XXIII, 1907.
- MÜHSAM, R. — Über die Beeinflussung des Geschlechtslebens durch freie Hodenüberpflanzung. Deutsche Medizinische Wochenschrift. Nr. 30. 22. Juli 1920.
- NOVAK, J. — Die Beziehungen zwischen Ovulation und Menstruation, sowie die daraus sich ergebenden Folgerungen über die Altersbestimmung von Feten und über die wahre Schwangerschaftsdauer. Biologisches Centralblatt. Januar 1921.
- NUBIOLA, P. — Preparació del teixit placentari en el método de Abderhalden. Treballs de la Soc. de Biologia de Barcelona, Any segon, 1914.

- NUBIOLA, P. — Contribució al método de la diálisi de Abderhalden. *Ibidem*. Any segón, 1914.
- De la forma exteriors dels embrions humans en els primers temps. *Ibidem*. Any tercer, 1915.
- La constitució del còs groc. *Treballs de la Soc. de Biologia de Barcelona*. Any quart 1916.
- L'evolució del fol·licul de Graaf. *Ibidem*. Any cinqué, 1917.
- PANTEL, J. ET DE SINÉTY, R. — Les cellules de la lignée mâle chez le *Notonecta glauca* L. *La Cellule*, t. XXXIII. 1906.
- PICK, L. — Über den wahren Hermaphroditismus des Menschen und der Säugetiere. *Arch. für mik. Anatomie*, Bd. 84, II. 1914.
- PRENANT, A. BOUIN, P. ET MAILLART, L. — *Traité d'Histologie*. t. I. Cytologie. Paris Masson et C. Editeurs. 1904.
- PUJIULA, J. S. J. — Conferencias Biológicas: Estudios críticos sobre la teoría de la evolución. Barcelona, Casals. 1910.
- Die Frage der Risenzellen bei der Entwicklung der Maus, (*Mus musculus*, v. *alba*). Primer Congreso de Naturalistas Españoles. Zaragoza 1908.
- El apéndice vermiforme del ciego. *Estudios*. Año IV. n. 60. Junio 1906. Buenos Aires.
- Espinas del Transformismo. *Estudios*. Año VIII. n. 93. Marzo 1919. Buenos Aires.
- Explicació bionòmica d'alguns fets observats en l'ou d'*Alytes obstetricans*. *Wagl. Treballs de la Societat de Biologia de Barcelona*. 1918.
- Histología, Embriología y Anatomía microscópica vegetales, o sea los tejidos vegetales, sus orígenes y sus relaciones. Barcelona, Editorial Científico Médica 1921.
- La vida y su evolución filogenética. Barcelona, Casals, 1915.
- Los órganos embrionarios, su significación y sus residuos. Discurso de recepción en la Real Academia de Medicina y Cirugía. Imprenta de la Librería Religiosa. Barcelona, 1921.
- Nota embriológica sobre la blástula de *Lepus cuniculus*. *Treballs de la Societat de Biologia de Barcelona* 1918.

- PUJULA, J. S. J. — Otra espina del transformismo. Estudios. Año IX. n. 105. Marzo 1920. Buenos Aires.
- Tercera espina del transformismo. Estudios. Año X. n. 105. Buenos Aires, 1921.
- RAMÓN Y CAJAL, P. — Algunos datos morfológicos sobre el epitelio folicular del ovario. Trabajos del Laboratorio de investigaciones biológicas de la Universidad de Madrid. Marzo, 1919.
- RETTERER, ÉD. ET VORONOF S. — Du placenta maternel ou caruncule expérimentale des ruminants, des cellules dites déciduales et de la fibrine dite canalisée. Gynécologie et Obstétrique. t. III. annec 1921, n. 5.
- ROUX, W. — Zur Verjüngungsmethode Steinnachs. Deutsche Medizinische Wochenschrift. Nr. 32. 5 August, 1920.
- RÜCKERT, J. UND MOLLIER, S. — Die erste Entstehung der Gefäße und des Blutes bei Wirbeltieren. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. I. T. I. 1906.
- SCHAUINSLAND, H. — Die Entwicklung der Eihäute der Reptilien und der Vögel. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. I. T. I. Zweite Hälfte 1906.
- Die Entwicklung der Wirbelsäule nebst Rippen und Brustbein. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. III. T. II. 1906.
- SELENKA. — Keimblätter und Gastrulaform der Maus. Biologisches Centralblatt. II. Bd. Nr. 18.
- Über die Entwicklungsgeschichte der Tiere. 1. Heft: Keimblätter und Primitivorgane der Maus. Wiesbaden 1883.
- SELLHEIM, HUGO. — Die Physiologie an weiblichen Genitalien en el Handbuch der Physiologie des Menschen von W. Nagel 1907.
- SOBOTTA, J. — Die Befruchtung und Furchung des Eies der Maus. Dasselbst Bd. 45; 1895.
- Die Bildung der Richtungskörper bei der Maus. Arch. f. mik. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. 45; 1895.
- Die Entwicklung des Eies der Maus von Schlusse der Furchungsperiode bis zum Auftreten der Amnionfalten.

- STRAHL, H. — Die Embryonalhüllen der Säuger und die Placenta. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. I. T. I. Zweite Hälfte. 1906.
- TESTUT, L. — Embriología en el Tratado de Anatomía humana. Traducción de J. Corominas y Sabater y Antonio Riera Villaret. Salvat e hijos, editores. Barcelona.
- TOURNEUX, F. — Précis d'Embryologie humaine. Paris Octave Doin, Editeur. 1909.
- TRÍAS, A. — Contribució al coneixement de la ovogénesis. Treballs de la Soc. de Biologia. 1919.
- VON HERFF. — Beiträge zur Lehre von der Placenta und von den mütterlichen Eiküllen. Zeitsch f. Geburtshilfe und Gynäkologie Bd. 35.
- ZIEGLER, H. E. — Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der niederen Wirbeltiere. Jena. Gustav Fischer. 1902.
-

## ÍNDICE O REGISTRO ALFABÉTICO DE AUTORES

---

- |  |  |
|--|--|
| <p style="text-align: center;"><b>A</b></p> <p>Agassiz, 92.</p>  | <p>Coste, 235, 236, 237, 268.<br/>Cowper, 66.<br/>Cuvier, 20.</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>B</b></p> <p>Abderhafden, 288.<br/>Aravio-Torre, 149, 211.<br/>Baer V. (C. F.), 40, 105.<br/>Balbiani, 47.<br/>Balfour, 42, 130, 181, 203, 221, 239.<br/>Ballowitz, 54, 55, 56, 57, 58.<br/>Barry, Martín, 68.<br/>Benda, 61.<br/>Beneden, van, 39, 48, 53, 70, 85,<br/>132, 136, 159, 161.<br/>Bischoff, 215.<br/>Bonne, 179.<br/>Bonnet, 154, 223, 227, 229, 245.<br/>Borretzky, 96.<br/>Bouin, M. P., 56, 59.<br/>Boule, 275, 279.<br/>Boveri, 70, 72.<br/>Brachet, 22, 39, 50, 73, 94, 107, 110,<br/>114, 115, 121, 127, 136, 159, 176,<br/>197, 198.<br/>Brass, 36.<br/>Brehm, 26, 35.<br/>Bromann, 56.<br/>Brunn, 53.<br/>Bryce, 235, 237, 238, 268.<br/>Burekhard, 234.</p> | <p style="text-align: center;"><b>Ch</b></p> <p>Chun, 12.</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>C</b></p> <p>Carius, 157.<br/>Carnoy, 65.<br/>Carreras, F., 254.<br/>Caullery (Maurice), 17.<br/>Claus, 20, 21, 24, 29, 53.<br/>Conill, V., 296.</p>   | <p style="text-align: center;"><b>D</b></p> <p>De l'Isle, 89.<br/>Döderlein, 47, 50, 56, 67, 70, 73,<br/>229, 233, 237, 246, 248, 252, 255.<br/>Doorme, 70.<br/>Driesch, 11, 12, 13, 73.<br/>Dubois, 36.<br/>Dumas, 78.<br/>Duval, 133, 150, 151, 214, 250, 251,<br/>266, 287.<br/>Duvernoy, 53.</p> |
|  | <p style="text-align: center;"><b>E</b></p> <p>Ecker, 53.<br/>Edwards, 225.<br/>Elze, 229.</p>   |
|  | <p style="text-align: center;"><b>F</b></p> <p>Fernández, M., 73.<br/>Ferrerres, 226, 290, 294.<br/>Fol, H., 69, 70.<br/>Fraser, 166.</p>  |
|  | <p style="text-align: center;"><b>G</b></p> <p>Gasser, 90.<br/>Gilson, G., 65.<br/>Götte, 122, 133.<br/>Goldschmidt, R., 17, 257, 258.<br/>Graf (1) Spee, 40, 45, 46, 47, 50, 56,<br/>67, 70, 73, 163, 227, 229, 233, 235,<br/>237, 246, 248, 250, 252, 268, 270.</p>                                |

(1) Graf no es aquí apellido sino título de nobleza que significa Conde. En castellano diríamos: el Conde de Spee.

Grobber, 21, 24, 53.  
 Grönroos, 78.  
 Grosser, 221, 223, 225, 241, 248,  
 268.  
 Gurwitsch, 248.  
 Gurwitsch-Pou Orfila, 21, 248.

**H**

Hamm, 5.  
 Haekel Kner, 22.  
 Hatschek, 83, 104, 105, 108, 109,  
 173, 174, 175, 196, 198.  
 Hartsoeker, 5.  
 Heape, 163.  
 Heidenhain, 275.  
 Heider, 60, 69, 71, 83.  
 Henneguy, 70.  
 Hensen, 142, 145, 146, 147, 154,  
 155, 157, 161.  
 Hertwig, O., 8, 12, 13, 21, 68, 107,  
 136, 158, 199, 200, 225, 245.  
 His, 97, 130, 193, 227, 232, 235.  
 Hubrecht, 151, 152, 171, 219.  
 Hulb, 296.  
 Huxley, 224.

**I**

Iablonowski, 124.

**K**

Kastschenko, 246.  
 Keller-Tandler, 258.  
 Keibel, 227, 231, 232.  
 Kleinenberg, 279.  
 Kölliker, 91, 133, 152.  
 Kollmann, 163, 164, 217.  
 Kopsch, 198.  
 Korschelt, 60.  
 Kundrat, 242.  
 Kupffer, 39, 131, 136, 162, 164, 189.

**L**

Lams, 70, 71.  
 Langhans, 245, 246.  
 Leeuwenhoek, 5.  
 Lenhossék, 52, 60.  
 Leopold, 250.  
 Leunis-Ludwig, 18, 19, 20, 22, 23,  
 24, 27.  
 Lieberkühn, 160.  
 Lillie, 257, 258.  
 Longet, 239.

**M**

Mall, 220.  
 Martín, 188.  
 Martínez Vargas, 295.  
 Mathew, 71.  
 Mayer, 193.  
 Mehnert, 130, 131, 132, 134, 135,  
 136, 137, 138, 139, 140, 141.  
 Meves, 52, 56, 62, 63.  
 Minot, Sedg., 243, 246.  
 Mollier, 185, 186, 187, 193.  
 Morgan, T. H., 12.  
 Müller J., 21.  
 Mühsam, 16.

**N**

Nagel, 47.  
 Nägeli, 9, 13.  
 Nicolas, 207.  
 Nuhn, 20.  
 Nubiola, 288.

**O**

Oppel, A., 21, 83, 88, 89, 174, 175,  
 225, 229, 244, 287.  
 Owen, 225.

**P**

Pander, 41, 42, 132.  
 Pantel, S. J., 65.  
 Pereda Martínez, 33, 34.  
 Perrier, Ed., 21.  
 Perrier, R., 21.  
 Persdotter, 16.  
 Peters, 207, 227, 235, 238, 268.  
 Pézard, 66.  
 Pfüger, 44, 45.  
 Pick, 16.  
 Pouchet, G., 205.  
 Prenant, A., 21, 59, 72.  
 Prevost, 78.  
 Purkinje, 38, 41, 42.

**R**

Rabl, 128, 158, 183, 193.  
 Rauber, 151, 152, 164.  
 Ray Lankester, 196.  
 Reichert, 39.  
 Remack, 81.

Retterer, 247.  
 Retzius, 58.  
 Ribera, 32, 30, 33.  
 Roca L., 283, 284.  
 Roux, W., 8, 12.  
 Rusconi, 111, 112, 113, 157, 158.  
 Rückert, 93, 189, 191, 192, 187, 188,  
 189, 190, 191, 192, 193.  
 Russell, E. S., 17.

**S**

Samassa, 94.  
 Sarwey, 255, 296.  
 Schauinsland, 143, 145, 147.  
 Schultze, 88, 89, 222.  
 Selenka, 165, 166, 167, 168, 169,  
 170, 217, 220.  
 Selys-Longchamp, de, 114.  
 Sertolí, 64.  
 Sinéty, de, S. J., 65.  
 Sobotta, 67, 78.  
 Spallanzani, 68.  
 Spencer, 13.  
 Steinnach, 16.  
 Strahl, 224, 225, 244, 253.  
 Strasburger, 7.

**T**

Teacher, 235, 237, 238, 268.

Terrades, F., 271.  
 Tourneux, 21, 179, 205, 286, 287.

**V**

Van Beneden, 39, 48, 53, 70, 85,  
 131, 136, 150, 156, 157, 161.  
 Van der Stricht, 47, 70, 71, 190.  
 Virchow, 92, 93, 94.  
 Vogt, 89.  
 Voronoff, 247.

**W**

Wagner, 38.  
 Waldeyer, W., 44, 52, 57, 62, 65,  
 249.  
 Weismann, 8, 9, 10, 11, 12, 13.  
 Wharton, 255, 256, 271.  
 Whitman, 92.  
 Wijhe, 177.  
 Wilson, E. B., 12, 69, 71.  
 Will, 137.  
 Winkler, 53, 249, 250.  
 Wolff, 118, 148, 149, 181.  
 Wolff, Gaspar Federico, 5.

**Z**

Zenker, 275.  
 Ziegler, 125, 127, 201, 204.



## ÍNDICE O REGISTRO ALFABÉTICO DE MATERIAS

---

### A

- Abertura anal, 105.  
 Aborto (apéndice sobre el), 289.  
 Aborto (definición del), 289.  
 Aborto directo, 289.  
 Aborto indirecto, 289.  
 Aborto (males del), 296.  
 Aborto (principios morales sobre el), 289-290.  
*Accipenser sturio* (esturión), 23.  
 Aclaramiento del material (técnica), 284.  
 Acoriados, 225.  
 Acranios (leptocardios), 21.  
 Aerogénesis, 197.  
 Acrosoma (perforatorio), 52.  
 Agamogénesis (reproducción asexual), 37.  
 Agua del fruto (liquor amnii), 240.  
 Águila, 27.  
 Alantoides del embrión humano, 236.  
 Alantoides de mamíferos, 217.  
 Alantoides de saurópsidos, 212.  
 Alantoides (función de la), 213.  
 Alantoides (repetitorio), 266.  
 Alas mesodérmicas en aves, 143, 144.  
 Alas mesodérmicas en reptiles, 137, 138, 139.  
 Alas mesodérmicas en mamíferos, 153, 155, 156.  
 Alces, 27.  
 Alecitos (isolecitos, oligolecitos) óvulos, 40.  
 Aletas, 19.  
 Alimentos, 34.  
 Almizcleros (tragúlidos), 32.  
 Aloba (incubación del huevo de), 286.  
 Alumbramiento, 257.  
*Alytes obstetricans* (sapo comadrón), 76.  
*Alytes obstetricans* (sapo comadrón), glóbulos rojos del, 193, 194.  
*Alytes obstetricans* (segmentación del huevo de), 89, 90.  
 Amibas, 19.  
 Amnios (contracciones del), 221, 212.  
 Amnios del huevo humano, 240.  
 Amnios de reptiles y aves, 203.  
 Amnios (repetitorio), 266.  
 Amniótica (cavidad) primitiva, 65, 209.  
 Amnióticos (animales), 205, 225.  
*Amphioxus lanceolatus* (*Branchiostoma lanceolatum*), 20, 21, 103.  
*Amphioxus lanceolatus* (conformación del cuerpo de), 195, 196.  
*Amphioxus lanceolatus* (huevo de), 83, 86.  
*Amphioxus lanceolatus* (origen de la cavidad somática), 173, 174.  
*Amphioxus lanceolatus* (pez lanceata, segmentos primitivos de), 172, 173.  
 Ánades (patos), 28.  
 Anamnióticos (animales), 225.  
 Anatomía, 103.  
 Anélidos (anillados), 19.  
 Anfibios, 19, 23, 41.  
 Anfibios (esbozo del corazón en), 184, 185.  
 Anfibios (fecundación en), 76.  
 Anfibios (gastrulación del huevo de), 111.  
 Anfibios (notocordio o cuerda dorsal de), 134.  
 Anfibios (segmentación primitiva de), 174, 175, 176.  
 Anfibios (*Rana fusca*): conformación del cuerpo embrionario de, 197, 198.  
*Anguis fragilis* (culebra de cristal), 189.

- Anillo subcorial de cierre (placa de cierre o de oclusión, decidua placentaria subcorial), 249.
- Animaculistas, 5.
- Animal (polo) en el huevo de *Amphioxus*, 86.
- Anterior (puerta) del intestino, 201.
- Anticlinos (planos), 97.
- Anticoncepcionistas (procedimientos), 296.
- Antropomorfos (monos), 35, 36.
- Anuros, 25.
- Apéndice sobre el aborto, 289 y sigs.
- Ápodos (gimnofiones), 24.
- Arco dorsal, 18.
- Arco ventral, 18.
- Ardilla, 33.
- Ardilla (tiempo de gestación de la), 288.
- Área opaca, 130, 133.
- Área pelúcida (transparente), 130, 132.
- Área vascular en el embrión de pollo, 189, 190, 193.
- Área vitelina, 193.
- Armadillos, 31.
- Armadillos (poliembrionía en), 73.
- Arquénteron (intestino primitivo), 104.
- Arquénteron (intestino primitivo), en huevos de selacio, 123.
- Artiodáctilos, 32.
- Artrópodos, 19.
- Arvicola arvalis* (topo roedor), 33.
- Arvicola arvalis* (topo roedor), (inversión de hojas blastodérmicas de), 164, 166.
- Astacus fluviatilis* (cangrejo de río), 53, 54.
- Ascaris megalocephala*, 47.
- Ascaris megalocephala* (figura de un corte transversal de), 274.
- Ascaris megalocephala* (huevo de), 83.
- Ascaris megalocephala* (lombriz intestinal del caballo), 53, 54.
- Asexual reproducción (agamogénesis), 37.
- Ascidias, 19.
- Asno, 31.
- Áster, 70.
- Atípicas (cariocinesis), 41.
- Aureola de Fol, 70.
- Autorregulación, 12.
- Auxiliares (principios), 99.
- Ave-fría (*Vanellus cristatus*), 56, 58.
- Aves, 19, 26, 41.
- Aves de ribera, 28.
- Aves (fecundación en), 77.
- Aves (formación de mesénquima en), 141.
- Aves (polispermia en), 93.
- Avestruz (incubación del huevo de), 286.
- Aves y reptiles (amnios de), 203.
- Avestruces, 27.
- Axial (cavidad) en huevos de selacio, 125.

## B

- Ballenas, 31.
- Basal (capa, capa de Langhans, citotrofoblasto), 245.
- Bióforos, 9.
- Biogénesis de O. Hertwig, 13.
- Bisontes, 32.
- Blastocele, 97, 103.
- Blastocele (cavidad blastular) en el huevo de erizo de mar, 84.
- Blastocele (cavidad blastular) en huevos de reptiles, 130.
- Blastodérmicas (germinales) hojas en huevos de mamíferos y del hombre, 149.
- Blastodérmicas (hojas en general), 97.
- Blastodérmicas (hojas: técnica), 281.
- Blastodérmica (vesícula) de rumiantes, cerdo, etc., 153, 154.
- Blastodermo, 102.
- Blastóforo (punto embrional) de huevos de mamíferos, 86.
- Blastómeros, 78.
- Blastómeros (primeros) en el huevo de erizo de mar, 83, 84.
- Blastóporo (boca primitiva), 104.
- Blastóporo (cierre excéntrico del), 113.
- Blastóporo de anfibios, 113.
- Blastóporo de huevos de mamíferos, 152.
- Blastóporo de huevos de selacio, 124.
- Blástula de huevos de selacio, 123.
- Blástula de súidos, 221.
- Blástula del conejo (*Lepus cuniculus*), 85.

Blástula del huevo de erizo de mar, 84.  
 Blástula (técnica), 278.  
 Blastular cavidad (blastocelo) en huevos de reptiles, 130.  
 Blástulas (derivación de), 96.  
 Boca primitiva (blastóporo), 104.  
*Bombyx (Sericaria) mori* (semillas de), 78.  
 Bóveda deuterotérica, 114.  
*Branchiostoma lanceolatum* (*Amphioxus lanceolatus*), 21.  
 Branquias, 19.  
 Búfalos, 32.

C

Caballo, 31.  
 Caballo (tiempo de gestación del), 287.  
 Cabra (tiempo de gestación de la), 287.  
 Cabras, 32.  
 Cacatúas, 27.  
 Caduca (decidua), 224, 269.  
 Caduca (decidua, repetitorio), 269.  
 Caduca refleja (reflexa), 229.  
 Caimanes, 26.  
 Cámara aérea, 43.  
 Cámara del huevo, 229.  
 Cámara fructífera, 229.  
 Cámara incubadora, 229.  
 Cámara ovígera, 229.  
 Cambios ulteriores en los huevos de mamíferos, 160.  
 Camello (tiempo de gestación del), 287.  
 Camellos, 32.  
 Canal blastoporal de Brachet (sáculo mesodérmico de O. Hertwig, invaginación arquenterica de van Beneden), 136.  
 Canal neurentérico, 108.  
 Canal neurentérico del embrión (huevo) humano, 162.  
 Canal neurentérico en huevos de anfibios, 122.  
 Canal neurentérico en huevos de mamíferos, 162.  
 Canal neurentérico en huevos de reptiles, 141.  
 Canal primitivo (blastóporo) en huevos de aves, 142.  
 Canal primitivo (blastóporo) en huevos de mamíferos, 161.

Canarios, 27.  
 Canario (tiempo de incubación del), 286.  
 Canguros, 30.  
 Canguro (tiempo de gestación del), 287.  
 Cánidas, 34.  
 Capa basal (capa de Langhans, citotrofoblasto), 245.  
 Capa de Langhans (capa basal, citotrofoblasto), 245.  
 Capa de Rauber (tectriz), 151.  
 Capa sincicial (plasmoditrofoblasto), 245.  
 Capa tectriz (de Rauber), 151.  
 Capacete (gálea), 52.  
*Caprimulgus* (chota-cabras), 55, 57.  
 Cápsula fructífera, 229.  
 Capuchón cefálico del amnios, 205.  
 Caracoles, 19.  
 Caracteres sexuales secundarios, 16.  
 Cariocinesis atípicas, 49.  
 Cariocinesis heterotípicas, 49.  
 Cariocinesis homeotípicas, 49.  
 Carnívoros (fieras), 34.  
 Carúncula de la placenta de ruminantes, 223.  
 Castor, 33.  
 Castor (tiempo de gestación del), 287.  
 Casuario (tiempo de incubación del), 286.  
*Casuarus galeatus* (casuario), 27.  
 Caudal (tubérculo), 200.  
 Causa de la inversión de hojas blastodérmicas, 170.  
 Causas desconocidas, 11, 14.  
*Cavia cobaya*, 62.  
 Cavicórnidos, 32.  
 Cavidad amniótica, 209.  
 Cavidad amniótica falsa, 167.  
 Cavidad amniótica primitiva, 165.  
 Cavidad amniótica verdadera, 167.  
 Cavidad blastular (blastocelo) en huevos de erizo de mar, 84.  
 Cavidad blastular (blastocelo) en huevos de reptiles, 130.  
 Cavidad del nido, 229.  
 Cavidad ectodérmica (amniótica), 237, 238.  
 Cavidad gastral axial en huevos de selacio, 125.  
 Cavidad gastral periférica en huevos de selacio, 125.

- Cavidad interamniótica del conejito de Indias, 169.  
 Cavidad pleuro-pericardial, 185, 187.  
 Cavidad pleuro-peritoneal (celoma interno, endoceloma), 205.  
 Cavidad somática (celoma), 108, 177.  
 Cavidad somática de *Amphioxus lanceolatus* (origen de la), 173-174.  
 Cavidad somática en huevos de anfibios, 121.  
 Cavidad somática virtual en huevos de selacio, 125.  
 Cebra, 31.  
 Cefálico (tubérculo), 200.  
 Cefalogénensis, 197.  
 Cefalotripsia (craneotomía), 295.  
 Celenterados, 19.  
 Celénteron, 105.  
 Celoma (cavidad somática), 108, 177.  
 Celoma (cavidad somática) en huevos de anfibios, 121.  
 Celoma externo (exoceloma, cavidad innominada), 205.  
 Celoma interno (cavidad pleuro-peritoneal, endoceloma), 205.  
 Células deciduales de Friedländer, 243.  
 Células (corpúsculos) polares, 15.  
 Células de Sertoli (copulación de las), 64.  
 Células de Sertoli (nutritivas), 64.  
 Células de Sertoli (sincicio de las), 64.  
 Células gigantes de la placenta, 250.  
 Células gigantes de la rata y ratón (figura de), 251.  
 Células gigantes del ratón (origen de las), 252.  
 Células gigantes de roedores, 251.  
 Células nutritivas (de Sertoli), 64.  
 Células polares, 51.  
 Células testiculares, 66.  
 Células vasoformadoras en anfibios, 185.  
 Células vasoformadoras en huevos meroblásticos y amnióticos, 186, 187.  
 Céntrica (nidación del huevo), 227.  
 Céntrico (cierre del blastóporo), 106.  
 Centrolecitos (óvulos), 43.  
 Centrosomas (nódulos), 53.  
*Cercopithecus cynomolgus*, 217.  
 Cerdo (tiempo de gestación del), 287.  
 Cerdos (súidos), 32.  
 Cerdo (vesícula blastodérmica del), 153, 154.  
 Cérvidos, 32.  
 Cetáceos, 31.  
 Cetáceos, (vellosidades coriales de), 221.  
*Chiromys*, 34.  
*Chrysophrys*, 20.  
 Cielóstomos, 21, 41.  
 Cielóstomos (gastrulación del huevo de), 111.  
 Cielóstomos (segmentación del huevo de), 89.  
 Cierre céntrico del blastóporo, 106.  
 Cierre del blastóporo, 106.  
 Cierre excéntrico del blastóporo, 106, 113.  
 Cierre excéntrico (experimento del), 114.  
 Ciervo (tiempo de gestación del), 287.  
 Ciervos, 32.  
 Cigüeña (tiempo de incubación de la), 286.  
 Cigüeñas, 28.  
 Cisne (tiempo de incubación del), 286.  
 Cisnes, 28.  
 Citotrofoblasto (capa basal, capa de Langhans), 245.  
 Clara del huevo, 43.  
 Clasificación de vertebrados por sus dependencias embrionarias, 225.  
 Cobaya (tiempo de gestación de la), 287.  
 Cobayo (inversión de hojas blastodérmicas del), 168.  
 Cocodrilos, 26.  
 Codornices, 28.  
 Codorniz (tiempo de incubación de la), 286.  
 Coincidencia de imágenes entre el huevo de *Amphioxus* y de anfibios, 121.  
 Cola del espermatozoide en la fecundación, 70.  
 Cola doble, 119.  
*Columba domestica* (palomo), 28, 55, 57.  
 Columna celular, 248.

- Comadreja, 34.  
 Comadreja (tiempo de gestación de la), 287.  
 Comadreja (vida intra-uterina de la), 287.  
 Compacta basal, 229.  
 Compacta (capa de la mucosa uterina), 242.  
 Compacta marginal, 229.  
 Compacta tectriz, 229.  
 Comparación de blástulas, 95, 96.  
 Comparación entre el huevo de *Amphioxus* y el de anfibios, 119.  
 Comparación entre el huevo de peces, reptiles y aves, 134.  
 Compendio de Moral Médica, 296.  
 Conceptos ectópicos, 253-254.  
 Condropterigios, 22.  
 Conducto vitelino de selacios, 201.  
 Conejillo de Indias, 33.  
 Conejillo de Indias (escudo embrional del), 160.  
 Conejo (corte longitudinal de un embrión de 11 días: figura), 183.  
 Conejo (embrión de 200 horas con grumos sanguíneos: figura), 190.  
 Conejo (huevo de 7 días: figura), 215.  
 Conejo (nidación del huevo de), 233, 234.  
 Conejo, *Lepus cuniculus* (blástula del), 85.  
 Conejo (segmentos primitivos en el embrión de), 179.  
 Conejo (tiempo de gestación del), 287.  
 Conejos, 33.  
 Conformación del cuerpo de *Amphioxus*, 195, 196.  
 Conformación del cuerpo embrionario de anfibios (*Rana fusca*), 197, 198.  
 Conformación de un cuerpo embrionario (repetitorio), 264.  
 Conformación externa del cuerpo embrionario, 195.  
 Conformidad entre huevos de reptiles y aves, 145-149.  
 Conirrostras (aves), 27.  
 Conjuntivo (mesénquima) intervascular, 192.  
 Cono de atracción o impregnación (montículo de concepción), 69.  
 Cono ectoplacentario, 170.  
 Conservación del fondo de las glándulas uterinas, 242-243.  
 Consiguiente (segmentación), 93.  
 Constelación (de unidades biológicas), 9.  
 Constitución del liquor amnii (agua del fruto), 140.  
 Contracciones del amnios, 211-212.  
 Copulación externa, 69.  
 Copulación interna, 69-70.  
 Corazón (esbozo del), en anfibios, 184-185.  
 Corazón (esbozo del) en huevos meroblasticos y amnióticos, 186.  
 Corazón (esbozo del) (repetitorio), 263.  
 Cordón umbilical, 240, 255.  
 Cordón umbilical (falso nudo del), 256.  
 Cordón umbilical (inserción central en la placenta), 256.  
 Cordón umbilical (inserción marginal en la placenta), 256.  
 Cordón umbilical (inserción velamentosa en la placenta), 256.  
 Cordón umbilical (repetitorio), 271.  
 Cordón umbilical (verdadero nudo del), 256.  
 Cordones de Pflüger, 45.  
 Coriados, 225.  
 Coriaria (hoja fibrosa), 182.  
 Corion, 217-219, 239.  
 Corion frondoso (chorion frondosum), 240.  
 Corion liso (chorion laeve), 240.  
 Corion (repetitorio), 267.  
 Corion (vellosidades del), 218-219.  
 Cormogénesis, 199.  
 Córnea hoja (epidermis primitiva o epiblasto), 107-108.  
 Corona radiada, 47.  
 Corpúsculo de dirección (corpúsculo o célula polar), 15, 46, 47.  
 Corredoras (aves cursoras), 27.  
 Corte sagital de un útero humano del cuarto mes (figura de un), 253.  
 Corte transversal de *Ascaris megalocephala* (figura de un), 274.  
 Corte transversal del cordón umbilical (figura de un), 255.  
 Corte transversal del embrión de pollo de 49 horas (figura de un), 211.

- Corte transversal del útero de rata con un embrión de 6 días (figura de un), 233, 286.
- Corte transversal de la mucosa uterina al principio del embarazo (figura de un), 242.
- Corte transversal de una vellosidad del corion (figura de un), 245.
- Corzo (tiempo de gestación del), 288.
- Corzos, 32.
- Costillas, 19.
- Cotiledón de la placenta humana, 249.
- Cotiledones de la placenta de ruminantes, 222, 223.
- Cotorras, 27.
- Craneotomía (cefalotripsia), 295.
- Crecimiento desigual (principio del), 97.
- Cristales de espermina, 66.
- Crítica de las teorías embriológicas, 11.
- Cromidios, 9.
- Cromosoma X, 15.
- Cromosomas, 13..
- Cromosomas (individualidad de los), 70.
- Crustáceos, 19.
- Ctenóforos, 12.
- Cuadro sinóptico de los huevos por razón de su segmentación, 81.
- Cuajar (del estómago de los ruminantes), 32.
- Cuelillo (tiempo de incubación del), 286.
- Cuerda dorsal en huevos de anfibios, 121-122, 174.
- Cuerda dorsal en huevos de reptiles, 139.
- Cuerda dorsal (notocordio), 109-110.
- Cuerpo amarillo (corpus luteum), 50, 73.
- Cuerpo tiroides, 100.
- Cuervo (tiempo de incubación del), 286.
- Culebra (*Anguis fragilis*), 189.
- Culebra común (*Tropidonotus natrix*), 26, 55.
- Cumulus oophorus (cumulus ovigerus), 46.
- Curso de Moral Médica, 296.
- Cursoras (aves corredoras), 29.
- Cutisplatte (lámina o placa del cutis), 183.

## Ch

- Chalaza, 43..
- Chimpancé, 36.
- Chota-cabras (*Caprimulgus europaeus*), 55, 57.

## D

- Decidua (caduca), 224.
- Decidua (caduca), reflexa (refleja), 229, 234, 241, 243.
- Decidua (caduca), serotina (serótina), 229, 234, 239, 241, 243.
- Decidua (caduca) vera, parietalis (verdadera parietal), 229, 234, 241.
- Decidua o caduca (repetitorio), 269.
- Decidua placentaria subcorial (placa de cierre o de oclusión, anillo subcorial de cierre), 249.
- Decidua y sus cambios, 241 y sigs.
- Deciduales (células de Friedländer), 243.
- Definición embriológica de un organismo, 98.
- Delfines, 31.
- Dependencias embrionarias en el parto, 256-257.
- Dependencias embrionarias en huevos de selacio, 201, 202, 203.
- Dependencias embrionarias en saurópsidos (suerte de las), 214.
- Dependencias embrionarias (repetitorio), 265.
- Derivación de blástulas, 96.
- Derivación del mesodermo en huevos de anfibios, 122.
- Desarrollo central del embrión, 135.
- Desarrollo marginal del embrión, 135.
- Descendencia (teoría de la), 2.
- Desconocidas (causas), 11, 14.
- Desdentados, 30.
- Desigual crecimiento (principio del), 97.
- Desprendimiento (principio del), 99.
- Determinación del sexo, 15.
- Determinantes, 9.
- Deutentérica (bóveda), 114.
- Deutentérica (zona), 197.

Deutéteron, 114.  
 Deutoplasma (metaplasma, paraplasma, trofoplasma), 39.  
 Deutoplasmólisis, 71.  
 Díada, 49.  
*Didelphis marsupialis* (zarigüeya), 30.  
 Difusa (placenta), 221.  
 Digestivo (tubo) de *Amphioxus*, 110.  
 Dimorfismo de espermatozoides, 56.  
 Dinoterios, 33.  
 Dipnoideos, 22.  
 Dipnoideos (segmentación del huevo de), 89.  
 Discoidal (placenta), 224.  
 Discusión sobre el tipo enterocélico y esquizocélico, 159.  
 Discusión transformista sobre los huevos de mamíferos, 150.  
*Discus proligerus*, 42, 46.  
 Distinción entre embrión y feto, 240, nota.  
 Distribución de los huevos en el útero de rata, 234.  
 Distritos formativos (teoría de los), 7.  
 Divina Providencia, 294.  
 División del trabajo, 13.  
 División del trabajo fisiológico, 101-102.  
 División heterogénea, 12.  
 División homogénea, 12.  
 División reductriz del período meiótico, 48.  
 Doble cola, 119.  
 Dorsal (arco de la vértebra), 18.  
 Dorso-craneal (labio de la gástrula de *Amphioxus*), 107.  
 Dragones, 26.  
 Dromedarios, 32.  
 Dugongs, 31.

**E**

Ebolía, 202.  
 Ebolía (evaginación), 98.  
*Echidna*, 29.  
*Echinus microtuberatus* (erizo de mar), 12.  
 Ectoblasto (ectodermo), 103.  
 Ectodérmico labio del mesodermo en huevos de anfibios, 120.  
 Ectodermo (ectoblasto), 102.

Ectodermo embrional, 151, 152.  
 Ectodermo embrional o formador, 165.  
 Ectópicos (conceptos), 253-254.  
 Ectoplacentario (cono), 170.  
*Elaps corallinus* (víbora o serpiente del coral), 266.  
 Elasmobranquios, 22.  
 Elefante africano, 33.  
 Elefante asiático, 33.  
 Elefante (tiempo de gestación del), 288.  
 Elementos ontogénicos (células sexuales), 4, 37.  
 Elementos ontogénicos (repetitorio) 259.  
 Elementos ontogénicos (técnica), 273 y sigs.  
 Embolía (invaginación), 98.  
 Embriología (concepto de la), 1.  
 Embriología (importancia de la), 2.  
 Embriología (su relación con la Anatomía e Histología), 3.  
 Embriológica (definición de un organismo), 98.  
 Embriológicas (teorías), 4.  
 Embriológicos (principios), 97.  
 Embrión, 240, nota.  
 Embrión de *Bombinator*, 122.  
 Embrión de pollo (segmentos primitivos en el), 179.  
 Embrión de tritón, 119.  
 Embrión de *Pristiurus*, 203.  
 Embrión humano de la cuarta semana (figura de un), 237.  
 Embrión humano de 15-18 días (figura de un), 235.  
 Embrión humano (medidas del), 288.  
 Embrional (ectodermo), 151, 152.  
 Embrional (escudo), 130.  
 Embrional (escudo) del conejito de Indias, 160.  
 Embrional (escudo) del huevo de conejo, 153.  
 Embrional (escudo) del huevo de mamíferos, 151, 153, 154.  
 Embrional (nudo) de Hubrecht, 151.  
 Embrional (punto) en huevos de mamíferos, 86.  
 Embrional (tejido conjuntivo o mesénquima), 181.  
 Embrionaria (región), 200.  
 Embrionarias (dependencias) en huevos de selacio, 201-203.

- Embriones humanos (serie de), 227, 230, 231, 232.  
 Embriones teratológicos de rana por intervención, 118.  
 Embriotomía, 295.  
 Embriotrofa (leche uterina), 223.  
 Embriotrofa (pábulo del embrión), 245.  
 Emidosaurios, 26.  
 Enaliosaurios, 25.  
 Endocardio primitivo en amnióticos, 187.  
 Endocardio primitivo en anfibios, 185.  
 Endoceloma (celoma interno, cavidad pleuro-peritoneal), 205.  
 Endotelial (placenta), 225.  
 Enterocélicos, 158.  
 Entoblasto (entodermo), 103.  
 Entodérmica (masa) de Duval, 151.  
 Entodérmico labio del mesodermo en huevos de anfibios, 120.  
 Entodermo de mamíferos (formación de), 150, 151.  
 Entodermo (entoblasto), 102.  
 Entrada del huevo de mamíferos en el útero, 150.  
 Epiblasto (ectodermo formador de Hubrecht), 170.  
 Epiblasto (hoja córnea o epidermis primitiva), 107, 108.  
 Epidermis primitiva (hoja córnea o epiblasto), 107, 108.  
 Epidídimo, 66.  
 Epigénesis, 5, 13.  
 Epitelio corial (placenta), 221.  
 Epitelio folicular, 46.  
 Epitelio germinal, 45, 51.  
 Equinodermos, 19.  
 Equinodermos (fecundación de), 74.  
*Equus zebra* (cebra), 32.  
*Erinaceus* (erizo de tierra), 33.  
 Erizo de tierra (tiempo de gestación del), 287.  
 Erizo de mar (*Echinus microtuberculatus*), 12.  
 Erizo de mar (estadio de mórula del huevo del), 84.  
 Erizo de mar (*Strongylocentrotus lividus*, formación de mesénquima del), 182.  
 Erizo de mar (*Strongylocentrotus lividus*, maduración, fecundación del óvulo y segmentación del), 82, 83, 84.  
 Erizo de mar (*Toxopneustes*), 71.  
 Erizos de mar, 19.  
 Erizos de tierra (*Erinaceus*), 33.  
 Esbozo del corazón en anfibios, 184, 185.  
 Esbozo del corazón (repetitorio), 263.  
 Esbozo primero del corazón en huevos meroblásticos y amnióticos, 185.  
 Esbozos primeros del sistema vascular, 184.  
 Esclerótomo, 176.  
 Esclerótomo de selacios, 182.  
 Escudo embrional, 130.  
 Escudo embrional del conejito de Indias, 160.  
 Escudo embrional del conejito de Indias (figura 165).  
 Escudo embrional del huevo de conejo, 153, 154.  
 Escudo embrional de mamíferos, 151.  
 Espaldar, 26.  
 Espermacentro (centrosoma), 70.  
 Espermatidos, 57, 58.  
 Espermatoцитos de primer orden, 58.  
 Espermatoцитos de segundo orden, 58.  
 Espermatogénesis, 15, 56.  
 Espermatogénesis (resumen de la), 62.  
 Espermatogonios, 57.  
 Espermatogonios (período de crecimiento de los), 58.  
 Espermatozoide, 7, 36.  
 Espermatozoide (entrada del... en el óvulo), 70.  
 Espermatozoide (gameto masculino), 51.  
 Espermatozoide humano, 56, 58.  
 Espermatozoide (estructura del), 52.  
 Espermatozoides (dimorfismo de), 56.  
 Espermatozoides enanos, 56.  
 Espermatozoides eupirenos, 56.  
 Espermatozoides gigantes, 56.  
 Espermatozoides oligopirenos, 56.  
 Espermatozoides (resistencia de los), 67.  
 Espermio (espermatozoide), 57.  
 Esplagnopleura (hoja visceral), 177.

Esponjosa (capa) de la mucosa uterina, 242.  
 Esqueletógeno de selacios, 182.  
 Esqueleto primitivo (cuerda dorsal), 110.  
 Esquema de la fecundación, según Boveri, 72.  
 Esquema de la placenta humana del quinto mes, según Leopold, 250.  
 Esquema de la placenta humana, según Bonet y Strabl (figura de la), 244.  
 Esquema de los tres primeros planos de segmentación (técnica), 280.  
 Esquema del embrión humano dentro del útero, 239.  
 Esquema del estadio más joven conocido del huevo humano, 238.  
 Esquema del mesodermo peristomal y paracordal en huevos de anfibios, 117.  
 Esquema de una placenta humana para mostrar la incomunicación de vasos fetales y maternos (figura de una), 248.  
 Esquema de una vellosidad corial del cerdo, 220.  
 Esquema de un caso quirúrgico, 290.  
 Esquema para explicar el crecimiento en amplitud del disco germinal, 126.  
 Esquema para explicar la formación del cuerpo de un selacio,  
 Esquema para hacer ver la segmentación total y desigual, 87.  
 Esquema para mostrar la segmentación discoidal, 95.  
 Esquema resumiendo la espermatogénesis, 51.  
 Esquemas de cortes transversales de selacio, 177.  
 Esquemas para explicar la formación de la alantoides, 210, 211, 212, 213.  
 Esquemas para explicar la formación del amnios en huevos de ave, 210, 211, 212, 213.  
 Esquemas para explicar la formación de las dependencias embrionarias en mamíferos, 218, 219.  
 Esquemas para explicar la formación del saco vitelino en saurópodos, 210, 211, 212, 213.

Esquizocélicos,  
 Estadios de maduración, 47.  
 Estadios evolutivos del huevo de rata (figura), 282.  
 Estegocéfalos, 24.  
 Estímulos externos, 13.  
 Estímulos internos, 13.  
 Estímulos íntimos, 14.  
 Estrellas de mar, 19.  
 Estría (línea) primitiva, 135.  
 Estría (línea) primitiva en huevos de mamíferos, 154.  
 Estría (línea) primitiva en aves, 142.  
 Estructura del espermatozoide, 52.  
 Estudio de la fecundación en vivo (técnica), 276.  
 Estudio sobre la placenta humana, 243 y sigs.  
 Esturión (*Accipenser sturio*), 23.  
 Esturión (segmentación del huevo de), 89.  
 Eupirenos (espermatozoides), 56.  
 Excéntrica (nidación del huevo), 227.  
 Excéntrico cierre del blastóporo, 106, 113.  
 Exoceloma en el huevo de pollo, 205.  
 Experimentos en huevos de anfibios, 114.  
 Extraembrionaria (región), 200.  
 Evaginación (ecbolía), 98.  
 Evolución del huevo (técnica), 277 y sigs.  
 Evolución (teoría de la), 4.

## F

Faisanes, 28.  
 Faisán (tiempo de incubación del), 286.  
 Falsa cavidad amniótica, 167.  
 Fecundación, 67.  
 Fecundación de óvulos de equinodermos, 68.  
 Fecundación (estudio en material fijado), 277.  
 Fecundación (estudio en vivo de la), 276.  
 Fecundación externa, 74.  
 Fecundación interna, 74.  
 Fecundación (repetitorio), 260.  
 Félidas, 34.  
 Femenino (pronúcleo), 70, 71.

- Fenestrada (fenestrata) placenta, 254.  
 Fetal (placenta), 222, 244.  
 Feto, 240, nota.  
 Feto de oveja muy adelantado (figura de), 222.  
 Fibrina canalizada (figura de la), 246-247.  
 Fibrinoide (substancia) de Grosser, 248.  
 Fibrosa (hoja) coriaria, 182.  
 Fibrosa (hoja) visceral, 182.  
 Fieras (carnívoros), 34.  
 Filamento espiral del espermatozoide, 53.  
 Filamento marginal del espermatozoide, 54.  
 Filamento principal del espermatozoide, 53.  
 Filamentos accesorios del espermatozoide, 54.  
 Filogénesis, 2.  
 Flagelados, 19, 51.  
 Flamencos, 28.  
 Foca (tiempo de gestación de la), 287.  
 Focas (lobos marinos), 34.  
 Folicular (epitelio), 46.  
 Folículo de Graaf, 40, 46.  
 Folículo primitivo, 46.  
 Foraminíferos, 19.  
 Formación blastopórica o deuterica del mesodermo en huevos de selacio, 127.  
 Formación de hojas blastodérmicas en huevos de mamíferos y del hombre, 149.  
 Formación de hojas blastodérmicas en huevos de peces, 123.  
 Formación de hojas blastodérmicas en huevos de reptiles y aves, 130.  
 Formación de mesénquima, 180.  
 Formación de mesénquima en el huevo humano, 237-238.  
 Formación de mesénquima en equinodermos, 181.  
 Formación de mesénquima en reptiles, aves y mamíferos, 183.  
 Formación de mesénquima en selacios, 181.  
 Formación del cuerpo embrionario de la tremielga (*Torpedo occe-llata*), 201, 204.  
 Formación del cuerpo embrionario del lagarto (*Lacerta agilis*), 206, 207.  
 Formación del cuerpo embrionario del pollo, 208.  
 Formación del cuerpo embrionario de simios, 215, 216, 217.  
 Formación del cuerpo embrionario en huevos de reptiles y aves, 203.  
 Formación del cuerpo embrionario y sus dependencias en mamíferos, 214 y sigs.  
 Formación del cuerpo embrionario en huevos meroblásticos de selacios y otros peces, 199.  
 Formación del entodermo en mamíferos, 150, 151.  
 Formación del mesodermo en huevos de anfibios, 115.  
 Formación del mesodermo en huevos de aves, 141.  
 Formación del mesodermo en huevos de mamíferos, 153.  
 Formación del mesodermo en huevos de reptiles, 135.  
 Formación del mesodermo en huevos de selacios, 124.  
 Formación del mesodermo en el huevo humano, 238.  
 Formación del mesodermo (repetitorio), 261.  
 Formador (ectodermo), 165.  
 Formativos (distritos): teoría de los, 7.  
*Forskalia* (sifonóforo), 53.  
 Foseta primitiva, 142.  
 Foseta primitiva del huevo humano, 162.  
 Foseta primitiva en aves, 142.  
 Frailecillo (tiempo de incubación del), 286.  
*Fringilla caelebs* (pinzón), 55, 56.  
 Fruto humano (intangibilidad del), 291.  
 Fruto humano no agresivo, 292.
- G**
- Gacela (tiempo de gestación de la), 288.  
 Gálea (capacete), 52.  
*Galeopithecus volans*, 35.  
 Gallinas, 28.  
 Gallina (tiempo de incubación de la), 286.

Gallipatos (*Pleurodeles*), 25.  
*Gamassus crassipes*, 53.  
 Gameto femenino, 37.  
 Gameto masculino (espermatozoide), 51.  
 Gamogénesis, 4, 7, 37.  
 Gamos, 32.  
 Gamuza (tiempo de gestación de la), 287.  
 Ganoideos, 23.  
 Ganoideos (gastrulación del huevo de), 111.  
 Ganoideos (segmentación del huevo de), 89.  
 Gansos, 28.  
 Ganso (tiempo de incubación del), 286.  
 Garzas, 28.  
 Gastral (mesodermo) en huevos de mamíferos, 161.  
 Gastral (paracordal) mesodermo en reptiles, 137.  
 Gastral (paracordal) mesodermo en huevos de selacios, 125.  
 Gástrula de *Amphioxus*, 103.  
 Gástrula de anfibios (simetría dorso-ventral de la), 115.  
 Gastrulación, 105.  
 Gastrulación en huevos de aves, 131.  
 Gastrulación en huevos de reptiles, 130.  
 Gastrulación en huevos de selacios y teleósteos, 123.  
 Gastrulación en huevos holoblásticos (repetitorio), 260.  
 Gato, 34.  
 Gato (tiempo de gestación del), 287.  
 Gato de mar (*Mustelus laevis*), 21, 22.  
 Gato (esbozo del corazón en un embrión de), 186, 188.  
 Gavilán, 27.  
 Gelatina de Wharton, 256.  
 Gemelos, 59, 73, 258.  
 Gemelos de una vaca (figura de), 257.  
 Gemelos (repetitorio), 271.  
 Germinales (blastodérmicas) hojas en huevos de mamíferos y del hombre, 149.  
 Germinales hojas, 97.  
 Gibbon, 36.  
 Gigantes células de la placenta, 250.  
 Gimnofiones (ápodos), 24.

Girafa (tiempo de gestación de la), 288.  
 Glándula pineal (esbozo de... en huevos de anfibios), 122.  
 Glándulas de Cowper, 66.  
 Glándulas de la mucosa uterina, 241.  
 Glándulas del saco vitelino, 241.  
 Glándulas uterinas, 66.  
 Glándulas uterinas (conservación del fondo de las), 242-243.  
 Glóbulos rojos del sapo comadrón (*Alytes obstetricans*), 193, 194.  
*Glyptodon*, 31.  
 Golondrina (tiempo de incubación de la), 286.  
 Gorila, 36.  
 Gorrión (*Passer domesticus*): disco germinal de, 145.  
 Gorrión (tiempo de incubación del), 286.  
 Gorriones, 27.  
 Gran duque, 27.  
 Grullas, 28.  
 Grumos sanguíneos, 187, 188, 189.  
 Grumos sanguíneos en el embrión de conejo, 179, 190.  
 Grumos sanguíneos en *Lacerta muralis* (lagartija), 191.  
 Grumos sanguíneos en reptiles, 189.  
 Gusanos, 19.

H

Halcón, 27.  
*Halicore dugong*, 31.  
*Haliplana*, 143.  
 Hemiembryo lateralis, 8.  
 Hemiembryo posterior, 8.  
 Hemocorial (placenta), 225.  
 Hereditario (plasma), 6.  
 Herencia, 13.  
 Hermafroditismo verdadero, 16.  
 Heterogénea (división), 12.  
 Heterotípica (cariocinesis), 49.  
 Hidramnios, 240.  
 Hiena, 34.  
 Hígado (esbozo en el embrión de *Bombinator*), 122.  
 Hipoblasto, 110.  
 Hipopotámidos (vellosidades coriales de), 221.  
 Hipopótamo, 32.  
 Hipopótamo (tiempo de gestación del), 288.

- Histogénesis del espermatozoide, 57  
 Histología, 3.  
 Hoja córnea (epiblasto o epidermis primitiva), 107, 108.  
 Hoja fibrosa coriaria, 182.  
 Hoja fibrosa visceral, 182.  
 Hoja intermedia (mesénquima), 180.  
 Hoja parietal del mesodermo, 109.  
 Hoja parietal (somatopleura), 177.  
 Hoja tegumentaria sensitiva, 105.  
 Hoja visceral del mesodermo, 109.  
 Hoja visceral (esplagnopleura), 177.  
 Hojas blastodérmicas de anfibios, 111.  
 Hojas blastodérmicas (formación de) en *Amphioxus*, 102.  
 Hojas blastodérmicas (germinales), 97.  
 Hojas blastodérmicas (germinales) en huevos de mamíferos y del hombre, 149.  
 Hojas blastodérmicas (germinales) en reptiles y aves (formación de), 130.  
 Hojas blastodérmicas (técnica), 281.  
 Hojas germinales (blastodérmicas), 97.  
 Holoblásticos (huevos), 78.  
 Holoblásticos (huevos) o de segmentación total, 81.  
 Holotúridos (micropila de), 73.  
 Hombre, 36.  
 Hombre (fecundación en el), 77.  
 Hombre (tiempo de gestación del), 288.  
 Homeotípica (cariocinesis), 49.  
 Homogénea (división), 12.  
 Homología en la formación mesodérmica entre los huevos de reptiles, aves y mamíferos, 155.  
 Homología entre los huevos de mamíferos y demás vertebrados, 160, 163.  
 Homología entre los huevos de reptiles y anamnióticos, 139.  
 Homologuización de los huevos de todos los vertebrados, 160.  
 Huevo, 37.  
 Huevo de *Amphioxus lanceolatus*, 83, 86.  
 Huevo de *Ascaris megalocephala*, 83.  
 Huevo de conejo de 7 días (figura de), 215.  
 Huevo de gallina, 41 (figura), 42.  
 Huevo de gallina (segmentación del), 90, 91.  
 Huevo de mamíferos (entrada en el útero), 150.  
 Huevo de murciélago (canal cordal del), 157.  
 Huevo de rana (mórula del), 89.  
 Huevo de rata (estadios evolutivos de: técnica), 282.  
 Huevo de rata (figura de la mórula del), 283.  
 Huevo de rata o ratón (segmentación en la trompa), 84.  
 Huevo de zorra (figura del), 224.  
 Huevo (embrión de tritón), 114, 116, 119, 121.  
 Huevo humano, 226 y sigs.  
 Huevo humano (formación del mesénquima en el), 237-238.  
 Huevo humano (implantación del), 227.  
 Huevo humano (primeros estadios evolutivos), 162.  
 Huevo humano (repetitorio), 268.  
 Huevos de erizo de mar (segmentación de), 81.  
 Huevos de mamíferos (formación del mesodermo de), 153.  
 Huevos de mosaico, 12.  
 Huevos de rana, teratológicos por intervención, 118.  
 Huevos de segmentación parcial (meroblásticos), 81.  
 Huevos de segmentación total e igual, 81.  
 Huevos de segmentación total (holoblásticos), 81.  
 Huevos de segmentación total y desigual, 81.  
 Huevos holoblásticos, 78.  
 Huevos holoblásticos (de segmentación total), 81.  
 Huevos meroblásticos de segmentación discoidal, 81.  
 Huevos meroblásticos (de segmentación parcial), 81.  
 Huevos meroblásticos de segmentación superficial, 81.  
 Hurón, 34.  
 Hurón (tiempo de gestación del), 288.  
*Hyla arborea* (rana de los bosques), 86.

*Hylobates concolor* (gibbon), 217.  
*Hylobates Rafflesii*, 217.

I

*Ichthyosaurus*, 25.  
 Idantes, 9.  
 Ides, 9.  
 Idioplasma (teoría del), 6.  
 Idiozoma, 47, 62.  
 Implacentarios, 29.  
 Implantación del huevo humano, 227.  
 Indeciduos, 225.  
 Indicaciones metro-cronológicas de los embriones, 286.  
 Indicaciones sistemáticas, 17.  
 Infusorios, 19.  
 Insectívoros, 33.  
 Insectos, 19.  
 Inserción central del cordón umbilical en la placenta, 256.  
 Inserción marginal del cordón umbilical en la placenta, 256.  
 Inserción velamentosa del cordón umbilical en la placenta, 256.  
 Intangibilidad del fruto humano, 291.  
 Interamniótica (cavidad) del conejito de Indias, 169.  
 Intercambio de la nutrición, 102.  
 Intermedia (hoja) o mesénquima, 180.  
 Intersticial (nidación del huevo), 227.  
 Intervascular (conjuntivo o mesénquima), 192.  
 Intervención en el huevo de anfibios, 117.  
 Intestino primitivo (arquenteron), 104.  
 Intestino primitivo (arquenteron), en huevo de selacio, 123.  
 Intra-uterina (vida) de algunos mamíferos (duración de la), 287.  
 Intra-ovular vida de algunas aves, 286.  
 Invaginación arquenterica de van Beneden (sáculo mesodérmico de O. Hertwig, canal blastopóico de Brachet), 136.  
 Invaginación (embolía), 98.  
 Inversión de hojas blastodérmicas, 163.

Inversión de hojas blastodérmicas (causa de la), 170.  
 Inversión de hojas blastodérmicas de *Arvicola arvalis*, topo roedor, 164, 166.  
 Inversión de hojas blastodérmicas, en el cobayo (*Cavia aperea*), 168.  
 Inversión de hojas blastodérmicas en múridos (rata, ratón), 166.  
 Inversión de hojas blastodérmicas en primates, 171.  
 Inversión de hojas blastodérmicas (repetitorio), 262.  
 Invertebrados, 19.  
 Invólucro externo del espermatozoide, 53.  
 Invólucro interno del espermatozoide, 53.  
 Islas de células, procedentes de la columna celular, 248.  
 Islas de proliferación de la capa sincicial, 247.

L

Labio dorso-cranial de la gástrula de *Amphioxus*, 107.  
 Labio ectodérmico del mesodermo de anfibios, 120.  
 Labio entodérmico del mesodermo de anfibios, 120.  
 Labio ventral de la gástrula de *Amphioxus*, 107.  
 Labios del blastóporo (figura 97), 114.  
*Lacerta agilis* (lagarto), 55.  
*Lacerta agilis* (lagarto), (formación del cuerpo embrionario de), 206, 207.  
*Lacerta muralis* (lagartija): disco germinal (con grumos sanguíneos), 191.  
 Lagartijas, 26.  
 Lagarto (*lacerta agilis*), 55.  
 Lagarto (*Lacerta agilis*) (formación del cuerpo embrionario de), 206, 207.  
 Lagartos, 26.  
 Lámina de figuras de los primeros estadios evolutivos del huevo humano, 228.  
 Lámina lateral del mesodermo, 175, 177.  
 Lámina lateral en amnióticos, 178.

- Lámina (placa) de los segmentos primitivos, 174.  
 Lámina (placa) de los segmentos primitivos en amnióticos, 178.  
 Lámina (placa) del cutis (Cutisplatte), 183.  
 Lámina somática, 199, 200.  
 Lámina visceral, 200.  
 Lampreas (*Petromyzon*), 22.  
 Látebra de Purkinje, 42.  
 Lateral (lámina) del mesodermo, 175, 177.  
 Lateral (zona), 179.  
 Latiguillos libres de la placenta humana, 244.  
 Latitudinales (planos de segmentación), 78.  
 Leche uterina (embriotrofa), 223.  
 Lechuza, 27.  
 Lecitocela de van Beneden, 131.  
 Lecitóforo de van Beneden (paradermo de Kupffer, entodermo), 131.  
 Lemúridos, 35.  
 León, 34.  
 León (tiempo de gestación del), 287.  
 Leopardo, 34.  
 Leptocardios (acranios), 21.  
*Lepus cuniculus*, conejo, (blástula de), 85.  
 Leyes de Balfour y O. Hertwig en los planos de segmentación, 80.  
 Libro del estómago de rumiantes, 32.  
 Liebre (tiempo de gestación de la), 287.  
 Liebres, 33.  
 Línea (estría) primitiva, 135, 142.  
 Línea (estría) primitiva, en huevo de mamíferos, 154.  
 Línea (estría) primitiva, en el huevo humano, 162.  
 Línea (estría) primitiva en los huevos de ave, 142.  
 Líquido perivitelino, 71.  
 Liqueur amnii, agua del fruto (constitución del), 240.  
 Liqueur folliculi, 46.  
 Lobo, 34.  
 Lobo (tiempo de la gestación del), 287.  
 Lobos marinos (focas), 34.  
 Lombrices, 19.  
 Lombriz intestinal del caballo (*Ascaris megalocephala*), 48, 53.  
 Loros, 27.
- LI**
- Llamas, 32.
- M**
- Maduración de los elementos ontogénicos (repetitorio), 259.  
 Maduración del óvulo, 47.  
 Magma reticular del huevo humano, 239.  
 Males del aborto, 296.  
 Mamíferos, 19, 28.  
 Mamíferos (fecundación en), 77.  
 Mamíferos (formación de mesénquima en), 183.  
 Manatí, 31.  
 Manchas germinativas de Wagner, 38.  
*Manis longicaudata* (pangolin), 31.  
 Marginal (zona) de la blástula de anfibios, 111, 112.  
 Marmota (tiempo de gestación de la), 287.  
 Marsupiales, 29.  
 Marsupiales (desarrollo de los huevos de), 220.  
 Marta, 34.  
 Masa entodérmica de Duval (nudo embrional de Hubrecht), 151.  
 Masa intermedia, 53.  
 Masculino (pronúcleo), 70 71.  
 Mastodontes, 33.  
 Material fijado (técnica), 275.  
 Medidas del embrión humano, 288.  
 Medidas de longitud y tiempo de la serie de embriones humanos, 231.  
 Medidas provechosas, 296.  
 Medular (placa) en huevos de anfibios, 121, 122.  
 Medusa, 53.  
 Medusas, 19.  
 Megaterios, 31.  
 Meiótico (período), 15, 48.  
 Membrana celular, 38.  
 Membrana testae, 43.  
 Membrana timonera del espermatozoide, 54.  
 Membrana ondulante del espermatozoide, 53, 54.  
 Membrana vitelina (oolema), 38.

- Meridionales (planos) de segmentación, 78.
- Meroblásticos huevos de segmentación discoidal, 81.
- Meroblásticos huevos de segmentación superficial, 81.
- Meroblásticos huevos o de segmentación parcial, 81.
- Merocitos de Rückert, 93.
- Mesénquima (conjuntivo) intervascular, 192.
- Mesénquima (formación de), 180.
- Mesénquima (formación de) en equinodermos, 181.
- Mesénquima (formación de), en reptiles, aves y mamíferos, 183.
- Mesénquima (formación de), en selacios, 181.
- Mesénquima (principio de la formación de), 101..
- Mesénquima (repetitorio), 262.
- Mesoblasto (mesodermo), 103.
- Mesodérmico (sáculo) de reptiles, 159.
- Mesodermo gastral (paracordal) en huevos de selacios, 125.
- Mesodermo gastral (paracordal) en huevos de reptiles, 137.
- Mesodermo paracordal en huevos de anfibios, 116, 117.
- Mesodermo paracordal en huevos de aves, 144.
- Mesodermo paracordal en huevos de mamíferos, 160.
- Mesodermo paracordal en huevos de reptiles, 137.
- Mesodermo paracordal en huevos de selacios, 125.
- Mesodermo (parte deutentérica o blastopórica en huevos de selacio), 127.
- Mesodermo (repetitorio), 261.
- Mesodermo peristomal en anfibios, 116.
- Mesodermo peristomal en aves, 144.
- Mesodermo peristomal en mamíferos, 160.
- Mesodermo peristomal en reptiles, 137.
- Mesodermo peristomal en selacios, 125.
- Metagástrula de huevos de mamíferos, 150.
- Metamorfosis de anfibios, 24.
- Metaplasma (paraplasma, deutoplasma, trofoplasma), 39.
- Metazoos, 158.
- Metro-cronológicas indicaciones de los embriones, 286.
- Microcosmos, 36.
- Micropila, 76.
- Microscópico proceso de la formación de la sangre, 191.
- Microsomias, 9.
- Miocele, 176.
- Miótomo, 176.
- Miótomo de selacios, 182.
- Mirlo (tiempo de incubación del), 286.
- Mochuelo, 27.
- Moluscos, 12, 19.
- Monofiodontes, 30.
- Monos perezosos, 31.
- Monotremas, 29.
- Monotremas *Echidna* y *Ornithorhynchus* (huevos de), 220.
- Montículo de concepción (cono de atracción o impregnación), 69.
- Moral Médica (compendio de), 296.
- Moral Médica (curso de), 296.
- Morfogénesis, 9, 10.
- Morfoplasma, 9.
- Morsa (tiempo de gestación de la), 287.
- Morsas, 34.
- Mórula del huevo de erizo de mar, 84.
- Mórula del huevo de rana, 87.
- Mórula del huevo de rata, 283.
- Mosaico (teoría del), 8.
- Mucosa uterina, 241.
- Mucosa uterina de la decidua vera (verdadera) durante el período de crecimiento en el embarazo, 242.
- Mucosa uterina de la decidua vera (verdadera) durante el período de decrecimiento en el embarazo, 243.
- Mucosa uterina (glándulas de la), 241.
- Mulita (*Tatusia hybrida*), 73.
- Musaraña (*Sorex araneus*), 33.
- Mus decumanus*, 168.
- Mus musculus*, 61.
- Mus rattus* (rata), 53, 168.
- Mustelus laevis* (gato de mar), 20, 21, 22.
- Mustelus laevis* (lugar de desarrollo de), 76.

Murciélago (canal cordal del huevo de), 157.  
 Murciélago (tiempo de gestación del), 287.  
 Murciélagos, 34.  
 Murciélagos (fecundación en los), 68.

## N

Nefróstoma, 176.  
 Nematodos, 19.  
 Neurentérico (canal), 108.  
 Neurentérico (canal) del embrión (huevo humano), 162.  
 Neurentérico (canal) en huevos de mamíferos, 162.  
 Neurentérico (canal) en huevos de reptiles, 141.  
 Nervioso (tubo) en huevos de anfibios, 121, 122.  
 Nervioso (tubo) en huevos de reptiles, 140.  
 Nidación céntrica, 227.  
 Nidación del huevo de conejo, 233, 234.  
 Nidación excéntrica del huevo, 227.  
 Nidación (implantación), 227.  
 Nidación intersticial, 227.  
 Nódulos (centrosomas) del espermatozoide, 53.  
 Notocordio (cuerda dorsal), 109, 110.  
 Notocordio (cuerda dorsal) de anfibios, 174.  
 Notogénesis, 197.  
 Núcleo del óvulo, 38.  
 Núcleo de segmentación, 70.  
 Núcleo vitelino, 47.  
 Núcleo vitelino de Pander, 42, 132.  
 Núcleo vitelino (función del), 47.  
 Nucléolos, 38.  
 Nudo embrionario de Hubrecht (masa entodérmica de Duval), 151.  
 Nudo de Hensen en huevos de mamíferos, 154.  
 Nudo de Mehnert (placa primitiva de His), 130, 135, 136.  
 Nudo primitivo de Hensen, 142.  
 Nudo primitivo de Hensen en aves, 142.  
 Nudos celulares del citotrofoblasto, 246.  
 Nuevos términos sin necesidad, 114.  
 Nutria, 34.  
 Nutritivas (células de Sertoli), 64.

## O

Objecciones a la doctrina sobre el aborto, 292.  
 Observación en vivo, 273.  
 Observaciones a la teoría del mesodermo (mesoblasto), 158.  
 Obstetricia, 1.  
 Ofidios, 25.  
 Oligolecitos (isolecitos, alecitos), óvulos, 40.  
 Oligopirenos espermatozoides, 56.  
 Ombligo, 240.  
 Ombligo en el huevo de selacios, 201.  
 Ontogénesis, 1.  
 Ontogénicos elementos, 4.  
 Ontogénicos elementos (técnica), 273 y sigs.  
 Oocito, 44, 46.  
 Oocito de primer orden, 48, 51.  
 Oogénesis, 39, 44.  
 Oogonio, 44.  
 Oogonio (crecimiento del), 46.  
 Oogonios, 45, 51.  
 Oolema (membrana vitelina), 38.  
 Opaca (área) del huevo, 130.  
 Orangután, 36.  
 Organogénesis, 17, 45.  
 Órganos primitivos en las hojas blastodérmicas, 172.  
 Órganos temporarios (dependencias embrionarias), 195.  
 Origen del mesodermo en aves, 141.  
 Origen del sistema nervioso en *Amphioxus*, 107.  
*Ornithorhyncus*, 29.  
 Oso (tiempo de gestación del), 287.  
 Osos hormigueros, 31.  
 Ovario, 45.  
 Ovejas, 32.  
 Oviducto de la gallina, 42.  
 Ovogénesis (= oogénesis), 38.  
 Ovovivíparos (animales), 76, 77.  
 Ovulistas, 5.  
 Óvulo, 7, 37 y sigs.  
 Óvulo (gameto femenino), 37.  
 Óvulo humano (tamaño del), 40.  
 Óvulo maduro, 51.  
 Óvulos centrolecitos, 43.  
 Óvulos con imperfecta polarización, 41.  
 Óvulos con perfecta polarización, 41.

Óvulos isolecitos (alecitos, oligolecitos), 40.  
Óvulos polarizados, 41.

**P**

Pabulo del embrión (embriotrofa), 245.  
Pájaros bobos, 28.  
Palmípedas, 28.  
Palomas, 28.  
Palomas torcaes, 28.  
Palomo (*Columba domestica*), 55, 57.  
Palomo (tiempo de incubación del), 286.  
*Paludina vivipara* (molusco), 53, 55, 56.  
Pangolín (*Manis longicaudata*), 31.  
Pantera, 34.  
Pantera (tiempo de gestación de la), 287.  
Panza de rumiantes, 32.  
Paquidermos, 32.  
Paracordal (mesodermo en huevos de anfibios, 116, 117.  
Paracordal (mesodermo en huevos de aves, 44.  
Paracordal (mesodermo en huevos de mamíferos), 160, 161.  
Paracordal (mesodermo en huevos de reptiles, 137.  
Paracordal (mesodermo en huevos de selacio, 125.  
Paradermo de Kupffer (lecitóforo de van Beneden), 131.  
Paraplasma (metaplasma, deutoplasma, trofoplasma), 39.  
Parietal hoja (somatopleura), 177.  
Partenogénesis, 4, 15, 37.  
Partida (placenta), 254.  
*Passer domesticus*, gorrión (disco germinal de), 145.  
Pato (corte transversal de un embrión de): figura, 181.  
Pato (tiempo de incubación del), 286.  
Patos (ánades), 28.  
Pavo de Indias (tiempo de incubación del), 286.  
Pavos de Indias, 28.  
Pavo real (tiempo de incubación del), 286.  
Pavos reales, 28.  
Peces, 19.

Peces (fecundación de), 75.  
Pedúnculo del segmento primitivo (pieza intermedia), 175..  
Pedúnculo ventral de His, 217, 219, 235, 236.  
Peligros para la raza, 295.  
Pelúcida (área) del huevo, 130, 132.  
Pelúcida (zona) del óvulo, 46.  
*Perca fluviatilis* (espermatozoide de), 54, 55.  
*Perca fluviatilis* (perca de río), 23.  
Perdices, 28.  
Perdiz (tiempo de incubación de la), 286.  
Perforatorio (acrosoma) del espermatozoide, 52.  
Periblasto de Agassiz y Whitman (sincicio marginal de H. Virchow), 92.  
Periclinos (planos), 97.  
Periférica cavidad gastral en huevos de selacio, 125.  
Periférico sincicio, 133.  
Período de crecimiento del óvulo, 51.  
Período de crecimiento en el espermatogonio, 58.  
Período de crecimiento de la mucosa uterina durante el embarazo, 242, 243.  
Período de decrecimiento de la misma, 243.  
Período de maduración, 49, 51.  
Período gonial, 51.  
Período meiótico, 15, 48.  
Período meiótico (maduración) de los espermatoцитos, 58.  
Perisodáctilos, 31.  
Perisodáctilos (vellosidades coriales de), 221.  
Peristomal mesodermo en huevos de anfibios, 116.  
Peristomal mesodermo en huevos de aves, 144.  
Peristomal mesodermo en huevos de mamíferos, 160, 161.  
Peristomal mesodermo en huevos de reptiles, 137.  
Peristomal mesodermo en huevos de selacios, 125.  
Perivitelino líquido, 71.  
Perro, 34.  
Perro de mar (*Scyllium canicula*), 124.

- Perro de mar (*Scyllium canicula*), (segmentación del huevo del), 92, 94.
- Peto de la tortuga, 26.
- Petromyzon* (lampreas), 22.
- Pez barroso (*Protopterus annectens*), 33.
- Pico carpintero, 27.
- Pieris crataegi*, mariposa, (segmentación superficial del huevo de), 96.
- Pieza de unión (región conjuntiva) del espermatozoide, 53.
- Pineal (glándula): esbozo en huevos de anfibios, 122.
- Pinnípedos, 34.
- Pintada o gallina de Guinea (tiempo de incubación de la), 286.
- Pinzón (*Fringilla caelebs*), 55, 56.
- Pinzón (tiempo de incubación del), 286.
- Piscicultura, 75.
- Placa basal de Winkler en la placenta humana, 249.
- Placa de oclusión (= placa basal de Winkler etc.), 249.
- Placa (lámina) del cutis (Cutisplatte), 183.
- Placa medular en huevos de anfibios, 121.
- Placa nerviosa en huevos de reptiles, 139, 140.
- Placa nerviosa en huevos de selacios, 129, 130.
- Placa primitiva de His (nudo Mehnert), 130, 136.
- Placenta, 29.
- Placenta de rumiantes, 222.
- Placenta difusa, 221.
- Placenta discoidal, 224, 225.
- Placenta en aves, 214.
- Placenta endotelial, 225.
- Placenta epiteliocorial, 221.
- Placenta fenestrada (fenestrata), 254.
- Placenta fetal, 222, 244.
- Placenta hemocorial, 225.
- Placenta humana (estudio de la), 243 y sigs.
- Placenta humana fetal (latiguillos libres de la), 244.
- Placenta humana fetal (raíces de adherencia), 244.
- Placenta humana (figura de la), 224.
- Placenta humana (repetitorio), 261-270.
- Placenta materna humana, 249.
- Placenta materna humana (vasos de la), 252.
- Placenta membranácea, 254.
- Placenta partida, 254.
- Placenta previa, 252-253.
- Placenta sindesmocorial, 223.
- Placenta uterina, 222, 243.
- Placenta zonaria, 224.
- Placentas accesorias o secundarias, 254.
- Placentarios (mamíferos), 29.
- Plan de esta obra, 17.
- Planos anticlinos, 97.
- Planos de segmentación, meridionales, ecuatorial y latitudinales, 78.
- Planos periclinos, 97.
- Planos tangenciales, 79.
- Plasma germinal (teoría del), 8.
- Plasma hereditario, 6.
- Plasmoditrofoblasto, 245.
- Platelmintos, 19.
- Platydictylus* (salamanquesas), 189.
- Plesiosaurus*, 25.
- Pleurodeles* (gallipatos), 25.
- Pleuro-pericardial cavidad, 185, 187.
- Pleuro-peritoneal cavidad, 205.
- Polar (célula, corpúsculo), 15, 47.
- Polarizados (óvulos), 41.
- Poliembrionía, 73.
- Pólipos, 19.
- Polispermia, 73, 93.
- Polispermia en aves, 93.
- Polispermia en reptiles, 93.
- Polispermia en selacios, 93.
- Polispermia en urodelos, 93.
- Polo animal del óvulo o huevo, 41, 103.
- Polo animal en el huevo de *Amphioxus*, 86.
- Polo vegetativo del óvulo o huevo, 41, 103.
- Polo vegetativo en el huevo de *Amphioxus*, 86.
- Pollo (área vascular del huevo de), 193.
- Pollo (figura de un corte del disco embrionario para ver la formación de la sangre), 192.

- Pollo (figura de un corte transversal del embrión de 49 horas), 211.
- Pollo (embrión formando grumos de sangre), 189, 190.
- Pollo (formación del cuerpo embrionario del), 208.
- Pollo (segmentos primitivos en el embrión de), 179.
- Pollo (tabla metro-cronológica del embrión de), 287.
- Posterior puerta del intestino, 201.
- Precocidad del mesodermo en huevos de anfibios, 122.
- Precocidad en la formación del corazón en amnióticos, 184.
- Precordial zona, 197.
- Preformación (teoría de la), 4.
- Prensoras (aves), 27.
- Primates, 215.
- Primates (inversión de hojas blastodérmicas en), 171.
- Primer esbozo del corazón en huevos meroblásticos y amnióticos, 186.
- Primeros blastómeros en el huevo de erizo de mar, 83.
- Primeros esbozos del sistema vascular, 184.
- Primeros estadios evolutivos del huevo humano, 162.
- Primitiva estría (línea) en el huevo de aves, 142.
- Primitiva foseta en aves, 142.
- Primitiva foseta en el huevo humano, 162.
- Primitiva línea, 135.
- Primitiva línea en el huevo humano, 162.
- Primitiva línea en huevos de mamíferos, 154.
- Primitivo canal, 142.
- Primitivo canal en aves, 142.
- Primitivo endocardio en amnióticos, 187.
- Primitivo endocardio en anfibios, 185.
- Primitivo esqueleto (cuerda dorsal), 110.
- Primitivo nudo de Hensen, 142.
- Primitivos órganos en las hojas blastodérmicas, 172.
- Primitivos segmentos (somitas), 110.
- Primitivos segmentos (somitas) en amnióticos, 178.
- Primitivos segmentos (somitas) en *Amphioxus*, 172.
- Primitivos segmentos (somitas) en selacios, 177.
- Primordial tejido, 85.
- Principio de la división del trabajo fisiológico, 101-102..
- Principio del crecimiento desigual, 97.
- Principio del desprendimiento, 99.
- Principio de resolución (reabsorción de tejidos), 100.
- Principio de soldaduras, 99.
- Principios auxiliares, 99.
- Principios embriológicos, 97.
- Principios morales sobre el aborto, 289.
- Pristiurus* (embrión de), 203.
- Pristiurus melanostomus* (disco embrional de), 93.
- Pristiurus melanostomus* (embrión de), 128.
- Proamnios del huevo de pollo, 205.
- Problemas biológicos, 14.
- Proboscídeos, 33.
- Procedencia del mesodermo en huevos de anfibios, 116.
- Procedimientos anticoncepcionistas, 296.
- Proceso microscópico de la formación de la sangre, 191.
- Procoriales vellosidades, 219.
- Procorion, 215.
- Procorion del huevo de conejo, 153, 154.
- Proespermios (proespermatidos, espermatoцитos de II orden), 58.
- Prohibición divina, 293.
- Prolongación cefálica, 144.
- Prolongación cefálica de aves y mamíferos, 159.
- Prolongación cefálica en aves, 144.
- Prolongación cefálica en huevos de mamíferos, 155, 160.
- Pronúcleo femenino, 48, 70, 71.
- Pronúcleo masculino, 70, 71.
- Prooídos (prooíulos, oocitos de II orden), 58.
- Prooíulos (prooídos, oocitos de II orden), 58.
- Prosimios (semi-monos), 34.
- Próstata, 66.
- Protoplasma, 7.

Protoplastos (células sin membrana), 245.  
 Protopterus annectens (pez barroso), 23.  
 Provechosas medidas, 296.  
 Protovértebras (segmentos primitivos), 172.  
 Providencia divina, 294.  
 Pseudo-hermafroditismo, 16.  
 Puerperio, 257.  
 Puerta anterior y posterior del intestino, 201.  
 Punto embrional en huevos de mamíferos, 86.

## Q

Quelonios, 26.  
 Quiromíidos, 35.  
 Quirópteros (murciélagos), 34.

## R

Radiada (corona), 38.  
 Radiada (zona), 47.  
 Rana de los bosques (*Hyla arborea*), 86.  
*Rana esculenta*, 55, 86, 114.  
*Rana fusca*, 86.  
 Ranas, 25.  
 Rapaces diurnas, 27.  
 Rapaces nocturnas, 27.  
 Raquídea zona, 179.  
 Rata (figura de un corte longitudinal de la trompa y útero de la), 283.  
 Rata (huevo en estadios evolutivos: técnica), 282.  
 Rata (la distribución de huevos en el útero de la), 234.  
 Rata (tiempo de gestación de la), 288.  
 Ratas, 33.  
 Ratón, *Mus musculus* (inversión de hojas blastodérmicas del), 167, 169.  
 Ratón (tiempo de gestación del), 288.  
 Ratones, 33.  
 Reabsorción de tejidos (principio de la), 101.  
 Reactivos fijadores (técnica), 275.  
 Región conjuntiva (pieza de unión), 53.  
 Región embrionaria del huevo, 200.

Región extraembrionaria del huevo, 200.  
 Región extrasomatógena del huevo, 200.  
 Región somatógena del huevo, 200.  
 Relación de los primeros planos de segmentación, 78.  
 Reno (tiempo de gestación del), 288.  
 Repetitorio, 259 y sigs.  
 Reptiles, 19, 25, 41.  
 Reptiles (canal neurentérico en el huevo de), 141.  
 Reptiles (fecundación del huevo de), 77.  
 Reptiles (formación de mesénquima en el huevo de), 183.  
 Reptiles (polispermia en), 93.  
 Reptiles y aves (amnios de), 203.  
 Reproducción asexual (agamogénesis), 37.  
 Resistencia de óvulos y espermatozoides, 67.  
 Resolución de tejidos (principio de la), 101.  
 Resumen de la espermatogénesis, 62.  
 Resumen de la oogénesis en un esquema, 51.  
 Retículo del estómago de rumiantes, 32.  
 Rinoceronte (tiempo de gestación del), 288.  
 Rinocerontes, 31.  
 Rodentia (roedores), 33.  
 Rodete blastodérmico de Duval (rodete marginal de Götte, rodete germinal de Kölliker), 133.  
 Rodete germinal de Kölliker, 133.  
 Rodete marginal de Götte, 133.  
 Roedores (rodentia), 33.  
 Ruiseñor (tiempo de incubación del), 286.  
 Rumiantes, 32.  
 Rumiantes (placenta de), 222.  
 Rumiantes (vesícula blastodérmica de), 153, 154.

## S

Saco mesodérmico (= invaginación arquenterica de van Beneden = canal blastopórico de Brachet), 136.  
 Saco vitelino cutáneo de selacios, 202.

- Saco vitelino de saurópsidos, 212.  
 Saco vitelino del embrión humano, 236-237.  
 Saco vitelino (equivalente del mismo en anfibios), 113, 115.  
 Saco vitelino (repetitorio), 265.  
 Saco vitelino (vesícula umbilical de mamíferos), 217, 218, 219.  
 Saco vitelino (vesícula umbilical del huevo humano), 240.  
 Saco vitelino visceral de selacios, 202, 203.  
 Sacos (senos) mesodérmicos, 109.  
 Sáculo mesodérmico de reptiles, 144, 159.  
*Salamandra maculosa*, 25, 53, 55, 61, 77.  
 Salamanquesas (*Platydictylus*), 189  
 Salmón (*Salmo*), 23.  
 Salpas, 19.  
 Sanguijuela, 19.  
 Sanguíneos (grumos), 187, 188, 189.  
 Sanguíneos (grumos) en el embrión de conejo, 179, 190.  
 Sanguíneos (grumos) en *Lacerta muralis* (lagartija), 191.  
 Sanguíneos (grumos) en reptiles, 189.  
 Sangre (proceso microscópico de la formación de la), 191.  
 Sangre (repetitorio), 264.  
 Sapo comadrón (*Alytes obstetricans*), 76.  
 Sapo comadrón (*Alytes obstetricans*), (glóbulos rojos del), 193, 194.  
 Sapo comadrón (*Alytes obstetricans*), (segmentación del huevo del), 89, 90.  
 Sapos, 25.  
 Saurios, 26.  
 Saurópsidos, 27.  
*Scolopendra angulata*, 56, 59.  
*Scyllium canicula* (perro de mar), 124.  
*Scyllium canicula* (perro de mar), (segmentación del huevo de), 92, 94.  
 Secundarios (sexuales caracteres), 16.  
 Segmentación del huevo, 78.  
 Segmentación del huevo consiguiendo o tardía, 93.  
 Segmentación del huevo de gallina, 90, 91.  
 Segmentación del huevo de rana, 86, 87, 88, 89.  
 Segmentación del huevo de rata o ratón, 84.  
 Segmentación del perro de mar (*Scyllium canicula*), 92.  
 Segmentación del huevo (repetitorio), 260.  
 Segmentación del huevo (técnica), 277.  
 Segmentación de los huevos de erizo de mar, 81.  
 Segmentación discoidal, 90.  
 Segmentación parcial superficial de *Pieris crataegi* (mariposa), 96.  
 Segmentación superficial, 94, 95.  
 Segmentación total y desigual, 86.  
 Segmentos primitivos, 110.  
 Segmentos primitivos en amnióticos, 178.  
 Segmentos primitivos en *Amphioxus*, 172.  
 Segmentos primitivos en el embrión de conejo, 179.  
 Segmentos primitivos en el embrión de pollo, 179.  
 Segmentos primitivos en selacios, 177.  
 Segmentos primitivos (repetitorio), 262.  
 Selacio (dependencias embrionarias del huevo de), 201, 202, 203.  
 Selacio (esquemas de cortes transversales de), 177.  
 Selacio (saco vitelino de), 202, 203.  
 Selacios, 41.  
 Selacios (conducto vitelino de), 201.  
 Selacios (esclerótomo de), 182.  
 Selacios (esqueletógeno de), 182.  
 Selacios (fecundación en), 70.  
 Selacios (formación de mesénquima en), 181.  
 Selacios (miótomo de), 182.  
 Selacios (polispermia en), 93.  
 Seno marginal del área vascular, 193.  
 Senos (sacos) mesodérmicos, 109.  
 Semen humano, 65, 66, 68.  
 Semen (lo esencial del), 68.  
 Semilla de *Bombyx (Sericaria) mori*, 78.  
 Semi-monos (prosimios), 34.  
 Semiplacenta, 223.

- Semiplacentarios (mamíferos), 222, 223.  
 Sensitiva (hoja), 105.  
 Septa placentae (tabiques placentares), 248, 249.  
*Sericaria (Bombyx) mori* (semilla de), 78.  
 Serie de embriones humanos, 227, 230, 231, 232.  
 Serosa (dependencia embrionaria), 209.  
 Serosa (repetitorio), 267.  
 Serpiente del coral (*Elaps corallinus*), 26.  
*Serranus*, 20.  
 Sexuales caracteres secundarios, 16.  
 Simetría del huevo, 73.  
 Simetría dorsiventral de la gástrula de anfibios, 115.  
 Sincicial capa (plasmoditrofoblasto), 245.  
 Sincicio central, 133, 134.  
 Sincicio marginal, 133, 134.  
 Sincicio periférico, 133.  
 Sincicio vitelino central (periblasto de Agassiz y de Whitman), 92.  
 Sincicio vitelino de H. Virchow, 92.  
 Sindesmocorial placenta, 223.  
 Sinóptico cuadro de los huevos por razón de su segmentación, 81.  
 Sirénidos (vellosidades coriales de), 221.  
 Sistema vascular (primeros esbozos del), 184.  
 Sistemáticas (indicaciones), 17.  
 Soldaduras (principio de), 99.  
 Somática (cavidad), 177.  
 Somática (cavidad) celoma, 108.  
 Somática (cavidad), de *Amphioxus lanceolatus* (origen de la), 173, 174.  
 Somatopleura (hoja parietal), 177.  
 Somitas (segmentos primitivos), 172.  
*Sorex araneus* (musaraña), 33.  
*Strongylocentrotus lividus* (erizo de mar): formación de mesénquima, 187.  
 Substancia fibrinoide de Grosser, 248.  
 Substancia intermedia del espermatozoide, 53.  
 Suerte de las dependencias embrionarias en saurópsidos, 214.  
 Súidos (blástula de), 221.  
 Súidos (vellosidades coriales de), 221.  
*Sula cynops* (prolongación cefálica de), 147.  
 Suspensor (trofoblasto, cono ectoplacentar), 165.
- T**
- Tabla metro-cronológica del embrión de pollo, 287.  
 Talpa europaea (topo insectívoro), 33.  
 Talpa europaea (topo insectívoro), (inversión de hojas blastodérmicas de), 163, 164.  
 Tangenciales (planos), 79.  
 Tapir (tiempo de gestación de), 288.  
 Tapires, 31.  
 Tapón de Rusconi, 111.  
 Tapón vitelino en huevos de mamíferos, 158, 160.  
 Tardía (segmentación), 93.  
*Tarsius spectrum* (tarsio espectro), 34.  
*Tatusia hybrida* (mulita), 73.  
 Técnica embriológica, parte general, 277 y sigs.  
 Tegumentaria (hoja), 105.  
 Tejido conjuntivo embrionario (mesénquima), 181.  
 Tejido primordial, 85.  
 Tejón, 34.  
 Tejón (tiempo de gestación del), 287.  
 Teleósteos, 23, 41.  
 Teloblastema, 197.  
 Telolecitos (óvulos), 40.  
 Temporarios órganos (dependencias embrionarias), 195.  
 Teoría de la descendencia, 2.  
 Teoría de la preformación, 4.  
 Teoría del idioplasma, 6.  
 Teoría del mosaico, 8.  
 Teoría de los distritos formativos, 7.  
 Teoría del plasma germinal, 8.  
 Teorías embriológicas, 4.  
 Teratológicos, embriones de rana por intervención, 117.  
 Término de la segmentación, 85.  
 Términos nuevos sin necesidad, 114.  
*Testudo graeca* (tortuga), 26.  
*Testudo mauritanica*, 55.

- Tétrada, del período meiótico, 49.  
 Tiburón (*Charcarias*), 22.  
 Tiempo de incubación (vida intra-ovular de algunas aves), 286.  
 Tigre, 34.  
 Tilópodos, 32.  
 Tilópodos (vellosidades coriales de), 221.  
 Timo, 100.  
 Tipo enterocélico y esquizocélico (discusión sobre el), 159.  
 Tiroides (cuerpo), 100.  
 Topo roedor (*Arvicola arvalis*), 33.  
 Topo roedor (*Arvicola arvalis*), (inversión de hojas blastodérmicas del), 164, 166.  
 Topo (*Talpa europaea*), 33.  
 Topo (*Talpa europaea*), inversión de hojas blastodérmicas del), 163, 164.  
 Topo (tiempo de gestación del), 288.  
 Toros, 32.  
*Torpedo ocellata*, tremielga, (disco germinal de), 125, 126.  
*Torpedo ocellata*, tremielga, (formación del cuerpo oembrionario de), 201, 204.  
*Torpedo* (tremielga) figura de cortes transversales, 187, 188.  
 Tórtolas, 28.  
 Tortuga (*Testudo mauritanica*), 55.  
 Tortugas, 26.  
 Trabajo fisiológico (principio de la división del), 101-102.  
 Tragúlidos (almizcleros), 32.  
 Tragúlidos (vellosidades coriales de), 221.  
 Transformación del espermatozoide en espermatozoide, 62.  
 Transformista, discusión sobre los huevos de mamíferos, 150.  
 Transformistas (interpretación de los), 3.  
 Tremielga (*Torpedo ocellata*): disco germinal de, 125.  
 Tremielga (*Torpedo ocellata*), (formación del cuerpo embrionario, 201, 204.  
 Trepadoras (aves), 27.  
 Tritón (corte sagital en el estadio de 17 somitas), 185.  
 Tritón (corte transversal en el estadio de 16 somitas), 185.  
 Tritón (corte transversal en el estadio de 20 somitas), 187.  
 Tritones, 25.  
 Trofoblasto de Hubrecht, 152, 219.  
 Trofoplasma, 7, 9.  
 Trofoplasma (metaplasma, paraplasma, deutoplasma), 39.  
 Trofoderma de Mall, 220.  
 Trompa de Falopio de la rata o ratón (corte transversal de la), 84.  
 Trompa de Falopio y útero de la rata (figura de un corte longitudinal de la), 283.  
*Tropidonotus natrix* (culebra), 25, 55.  
 Tubérculo caudal, 200.  
 Tubérculo cefálico, 200.  
 Tubo digestivo de *Amphioxus*, 110.  
 Tubo nervioso en huevos de anfibios, 121, 122.  
 Tubo nervioso en huevos de reptiles, 140.  
 Tunicados, 19.
- U
- Ulteriores cambios en huevos de mamíferos, 160.  
 Umbilical(cordón), 255.  
 Umbilical (cordón) (repetitorio), 271.  
 Umbilicales (vasos), 256.  
 Univitelinos (gemelos), 258.  
 Uraco, 213.  
 Urodelos, 24.  
 Urodelos (fecundación en urodelos), 76.  
 Urodelos (polispermia en), 93.  
 Uterina leche (embriotrofa), 223.  
 Uterina placenta, 222.
- V
- Vaca (tiempo de gestación de la), 288.  
 Vaina amniótica caudal, 205.  
 Vaina amniótica lateral, 205.  
*Vanellus cristatus* (ave-fría), 56, 58.  
 Vascular (área) del pollo, 189, 193.  
 Vascular (sistema): primeros esbozos del, 184.  
 Vasoformadoras células en anfibios, 185.

- Vasoformadoras células en huevos meroblásticos y amnióticos, 186, 187.
- Vasos de la placenta materna, 252.
- Vasos onfalomesentéricos de mamíferos, 217.
- Vasos sanguíneos en el área pelúcida, 193.
- Vasos sanguíneos en el cuerpo del embrión, 193.
- Vasos sanguíneos (repetitorio), 264.
- Vasos umbilicales, 256.
- Vegetativo polo en el huevo de *Amphioxus*, 86.
- Vejiga natatoria, 20.
- Vellosidades coriales en suidos, perisodáctilos, hipopotámidos, tilopodos, tragúlidos, sirénidos y cetáceos, 221.
- Vellosidades del corion, 218, 219.
- Vellosidades procoriales, 219.
- Ventral (arco) de la vértebra, 19.
- Ventral (labio) de la gástrula de *Amphioxus*, 107.
- Vértebra, 18.
- Vertebrados, 18.
- Vértebras primitivas (segmentos primitivos), 172.
- Vesícula blastodérmica, 234.
- Vesícula blastodérmica de rumiantes, 153, 154.
- Vesícula corial, 234.
- Vesícula fructífera, 234.
- Vesícula germinal de Purkinje, 28.
- Vesícula seminal, 66.
- Vesícula umbilical (saco vitelino), 217, 218, 219.
- Vesícula umbilical (saco vitelino del huevo humano, 240.
- Veso (tiempo de gestación del), 287.
- Víbora o serpiente del coral (*Elaps corallinus*), 25.
- Vida, 14.
- Vida intra-ovular de algunas aves (tiempo de incubación), 286.
- Vida intra-uterina de algunos mamíferos, 287.
- Visceral hoja (esplagnopleura), 177.
- Visceral hoja fibrosa, 182.
- Visceral lámina, 200.
- Vitelina (área), 193.
- Vitelino (conducto) de selacios, 201.
- Vitelino (núcleo), 47.
- Vitelino (saco cutáneo) de selacios, 202, 203.
- Vitelino (saco): equivalente, 113, 115.
- Vitelino (saco visceral) de selacios, 202, 203.
- Vitelino (sincicio) de H. Virchow, 92.
- Vitelino (tapón) en mamíferos, 158.
- Vitelo, 38.
- Vitelo amarillo, 42.
- Vitelo blanco, 42.
- Vitelo formativo (vitellus formativus), 39.
- Vitelo nutritivo, 39.
- Vuelta del huevo teratológico por intervención a la normalidad, 199.

## Z

- Zancudas, 28.
- Zarigüeyas, 36.
- Zebra (tiempo de gestación de la), 288.
- Zona deutentérica, 197.
- Zona lateral, 179.
- Zona marginal de la blástula de anfibios, 111, 112.
- Zona pelúcida, 38, 46.
- Zona precordial, 197.
- Zona radiada, 47.
- Zona raquídea, 179.
- Zonaria (placenta), 224.
- Zorra, 34.



**EDITORIAL PUJIULA** :: Calle Gerona, 27, 2.º, 1.º

---

**OBRAS DEL MISMO AUTOR**

---

Conferencias Biológicas:

**ESTUDIOS CRÍTICOS SOBRE  
LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN**

140 páginas 20 × 12 cm. con varios grabados en el texto y cinco láminas fuera de él.

Precio: 2'50 pesetas en rústica (1910).

---

**LA VIDA Y SU EVOLUCIÓN FILOGENÉTICA**

208 páginas 20 × 12 cm. con numerosos trabajos en el texto y 3 láminas fuera de él.

Precio: 2'50 pesetas en rústica (1915).

---

**CITOLOGÍA - Parte teórica XVI**

295 páginas 14 × 22 cm. con 156 figuras complejas que suman más de 300 sencillas, tres a dos colores, dos láminas en papel couché, una a cinco colores

Precio: 8 pesetas en rústica (1914).

---

**CITOLOGÍA - Parte práctica XII**

507 páginas 14 × 22 cm. con 200 figuras, de las cuales varias son de página entera, otras complejas y algunas a dos colores

Precio: 12 pesetas en rústica En tela inglesa, 14. - (1918).

---

**HISTOLOGÍA, EMBRIOLOGÍA Y ANATOMÍA  
MICROSCÓPICA VEGETALES**

Un magnífico tomo en 4.º mayor (25 × 18 centímetros) de más de 550 páginas, impreso en papel satinado superior, con más de 400 grabados intercalados en el texto, algunos en colores

Precio: 32 pesetas en rústica Encuadernado, 37. - (1921).

---

---

P. J. PUJOLA-S.

EMBRIOLOGIA  
DEL HOMBRE Y  
DEMAS VERTE-  
BRADOS :: :: :: ::

---

---

TOMO I

---

PRECIO DE LOS  
DOS TOMOS

55 PESETAS

---