

- partes publicadas en Santiago, respectivamente en los años 1911, 1912, 1912, 1912, 1915, 1916.
- PETERSCHMITT, E. (1951): Sur la variation de l'intensité macroseismique avec la distance épícentral. Publ. Bur. Centr. Seism. Intern. Serie A, Fasc. 18, p. 183.
- RICHTER, C. F. (1958): Elementary Seismology. San Francisco.
- STEFFEN, H. (1907): Contribuciones para un estudio

- científico del terremoto del 16 de agosto de 1906. An. Univ. de Chile, Vol. 120, p. 623.
- WADATI, K. e HIRONO, T. (1958): On the abnormal distribution of seismic intensity. Comt. Rend. Ass. Seism. UGGI N° 12, p. 133.
- WANNER, E. (1943): Über die Wellenlangenabhängigkeit der Absorption von elastischen Raumwellen. Jahrb. Erdbebendienst, p. 23.
- WILLIS, B. (1929): Earthquake condition in Chile. Washington.

MECANISMOS DEL DESARROLLO DE LOS ANIMALES

por CARLOS A. MARTÍNEZ

Ayudante 1º de la cátedra de Embriología de la Escuela de Medicina

III Y FINAL

Existe otro grupo importante de animales en los cuales hay fenómenos de diferenciación del tipo de la inducción embrionaria semejantes a los observados en los vertebrados: se trata de la clase insectos.

Los insectos se desarrollan de huevos llamados centrolecíticos, es decir, que poseen una zona central rica en vitelo y una corteza más o menos delgada de citoplasma que les rodea totalmente.

Después de la fecundación, que ocurre en un lugar cercano a la micropila, o abertura que presenta la membrana del huevo y por donde penetra el espermio, el núcleo del cigoto, rodeado de un halo de citoplasma, se divide varias veces dentro del vitelo. Estos núcleos hijos se mueven y se van a ubicar en la corteza del huevo, donde formarán una capa celular continua o blastoderma.

En una zona determinada de la superficie del blastoderma, comienza un engrosamiento de éste, de manera que se forma una espesa placa celular: es la bandeleta germinativa que se transformará en el embrión. El resto del blastoderma quedará formado de células planas que darán origen a los anexos embrionarios (corion, amnios).

La parte media longitudinal de la bandeleta germinativa será la línea medio ventral del embrión. Allí se forma una hendidura longi-

tudinal limitada por dos pliegues también longitudinales que se soleantan cada vez más hasta contactar el uno con el otro; inmediatamente se sueldan en la línea media. Los pliegues así fusionados forman una capa externa o ectoderma que cubre lo que queda de la hendidura, es decir, la capa celular interna o hipoblasto. El hipoblasto se disociará y formará el mesoderma con todos sus derivados (músculos, sangre, celoma) y el entoderma del intestino medio. El ectoderma dará origen a la piel, al sistema nervioso, y al aparato respiratorio (tráqueas).

En el extremo anterior y en el posterior de la bandeleta, se producen invaginaciones a modo de bolsillos cuyos extremos se conectarán con el intestino medio, pasando ellas a constituir la futura boca (estomodeo) y el futuro ano (proctodeo) respectivamente.

Simultáneamente, el cuerpo del embrión se segmenta y de alguno de estos segmentos aparecen mamelones que crecen constituyendo los esbozos de los apéndices articulados del animal (piezas bucales, antenas, ojos, patas, etcétera).

En muchos insectos, en el extremo posterior de la bandeleta, es posible distinguir las células polares, las cuales migrarán más tarde a las gónadas y darán origen allí a los elementos germinales. Si cauterizamos estas células

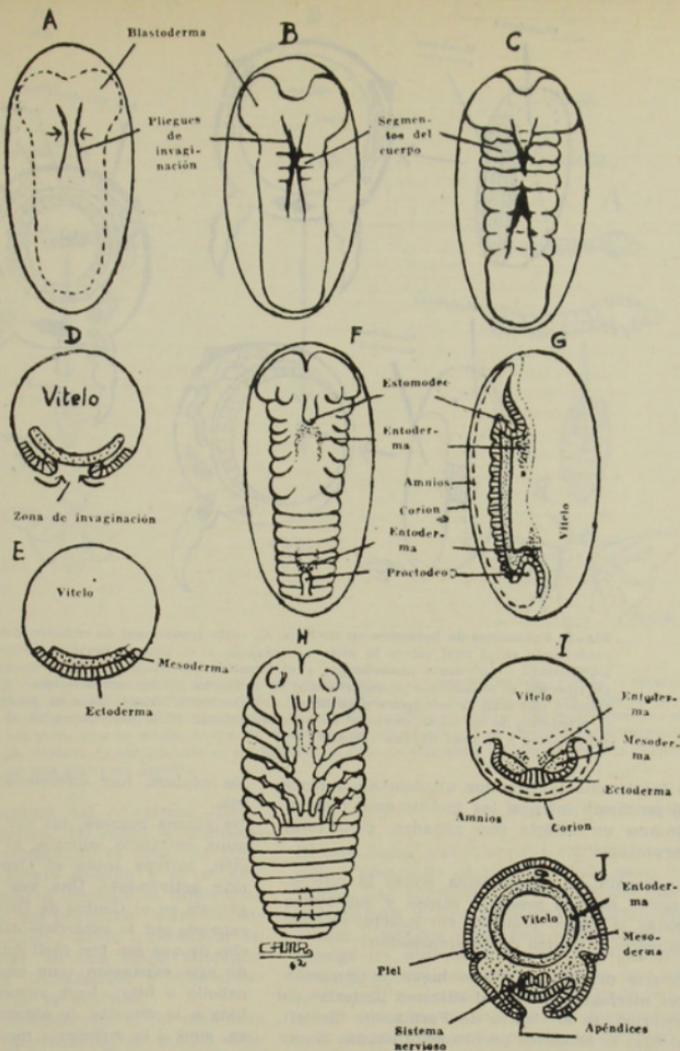


Fig. 1 Esquema del desarrollo embrionario de un insecto. A, B, C, procesos de invaginación del mesoderma en el blastoderma, visión frontal. D, E, cortes transversales de los estados de invaginación anteriores. F, visión frontal de un embrión que ya ha gastrulado y en el cual se ve la formación de la boca (estomodeo), del ano (proctodeo) y la proliferación del entoderma. G, corte sagital del embrión anterior para ver las estructuras antedichas. H, embrión ya conformado en el cual se ve su segmentación y sus apéndices. I, J, cortes transversales de los embriones G y H en los cuales vemos cómo el entoderma va a rodear al vitelo hasta constituir un tubo intestinal

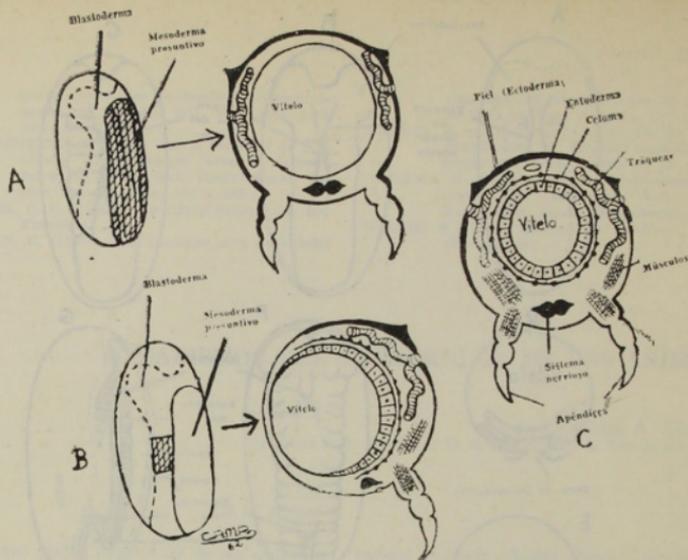


Fig. 2 Fenómenos de inducción en insectos. C, corte transversal de embrión de insecto ya conformado en el cual vemos la piel, las tráqueas y el sistema nervioso (ectoderma); la musculatura y el celoma (mesoderma) y el intestino (entoderma). A, si cauterizamos en un embrión el mesoderma presuntivo sólo se formarán tejidos entodérmicos. B, si cauterizamos una zona de ectoderma presuntivo, en el embrión faltará una zona de éste, y como el ectoderma es el tejido inductor no se diferenciarán ni el mesoderma ni el entoderma subyacentes a la zona dañada (Haget)

o las irradiamos con luz ultravioleta o rayos X en forma intensa, las inutilizamos y obtenemos un insecto con gónadas, pero totalmente estéril.

La región del blastoderma donde la diferenciación es más precoz y rápida y que corresponde al futuro protórax del insecto, se conoce como el Centro de Diferenciación.

Aparte de éste, hay otro lugar de importancia morfogénica en el extremo posterior del embrión: es el Centro de Formación (Seidel), el cual se establece precozmente cuando llegan allí algunos núcleos de la segmentación. Si este Centro de Formación es inutilizado por cauterización o separación mecánica (estrangulando el extremo posterior del huevo con una lazada), se forma blastoderma, pero éste no continúa desarrollándose. Si el aislamiento mecánico del Centro de Formación es posterior a la colonización de éste por parte de

los núcleos, hay diferenciación del blastoderma.

De alguna manera, tal vez por difusión de alguna sustancia química, el Centro de Formación influye sobre el Centro de Diferenciación activándolo. Una vez iniciada la morfogénesis en el Centro de Diferenciación, ésta se expande por la superficie del huevo; pero el hecho de que sea tan fácil interrumpir el avance de esta expansión (con una simple lazada de cabello o hilo), hace suponer que no sea debida a la difusión de alguna sustancia química, sino a la influencia mecánica. Actualmente se cree que el Centro de Diferenciación produce una contracción del vitelo subyacente, lo que hace posible, el engrosamiento del blastoderma y la formación del embrión.

El primer movimiento morfogénico producido por influencia del Centro de Diferenciación es la invaginación del mesoderma, pero la diferenciación de éste no continúa si no recibe

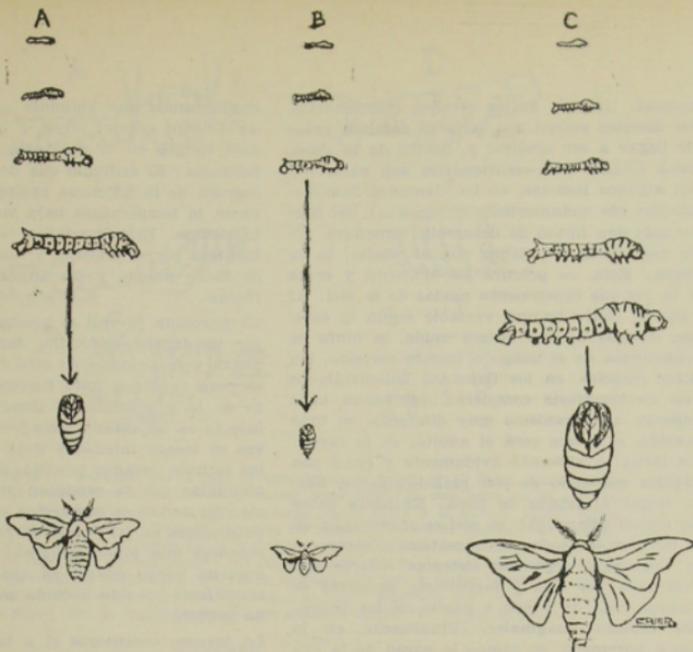


Fig. 3 A, metamorfosis normal de una mariposa; a los estados larvales sucede el estado de pupa del cual sale el insecto adulto. B, desarrollo de una mariposa en cuya larva se ha extirpado el corpora allata que produce la hormona juvenil; se obtiene una muda imaginal precoz y un insecto adulto enano. C, desarrollo de otra mariposa en cuyos estados larvales se ha implantado corpora allata; el resultado es una ralentización del desarrollo y la obtención de una mariposa gigante

la influencia inductora del ectoderma (Bock, Haget). El ectoderma, tal como el cordomesoblasto de los vertebrados, es capaz de autodiferenciarse en forma aislada y es el que, por efecto de contacto, produce la diferenciación de los tejidos que le rodean (inducción intradérmica de Haget). Si lo suprimimos en forma experimental, en una etapa temprana del desarrollo, la organización y diferenciación del embrión no se produce.

Vemos pues, que la inducción es un fenómeno general, aunque dependiente de tejidos diferentes de acuerdo al grupo de animales que consideremos. Así, en los vertebrados, anélidos, etc., el tejido que la produce es el mesoderma, y en los insectos es el ectoderma. Parece que lo más generalizado como organizador es el mesoderma, y el caso de los insectos no tendría paralelo en la escala zoológica.

Papel de las hormonas

El otro factor que interviene en la diferenciación y desarrollo de los individuos es el hormonal. Las hormonas son sustancias que de una manera u otra modifican el metabolismo celular y muchas veces, esta modificación trae consigo un apreciable cambio morfogenético. Pero para que este efecto, que es de origen extrínseco, se realice, se necesita de la reactividad específica de las células, factor intrínseco determinado antes por la acción génica o la inducción embrionaria.

Las hormonas son producidas por las llamadas glándulas endocrinas y de allí difunden por todo el cuerpo a través de la vía humoral. Es en los insectos donde se ha estudiado en forma más espectacular el papel que tienen las hormonas en la morfogénesis general del

animal. Después de los estados embrionarios, los insectos sufren una serie de cambios antes de llegar a ser adultos; y, dentro de la clase, estos estados post-embrionarios son variables. En algunos insectos, en los llamados hemimetábolos (de metamorfosis incompleta), del huevo sale una forma de desarrollo inmadura, pero con cierta semejanza con el adulto: es la ninfa. Esta, se procura su alimento y crece a la vez que experimenta mudas de la piel. Al cabo de cierto tiempo, variable según la especie, después de una última muda, la ninfa se transforma en el imago o insecto perfecto. En otros insectos, en los llamados holometábolos (de metamorfosis completa), del huevo hace eclosión un organismo muy diferente, en todo sentido, a lo que será el adulto: es la larva. La larva se alimenta ávidamente y crece con rapidez mudando de piel periódicamente, hasta llegar al estado de pupa. Entonces entra en reposo (diapausa), su piel se engruesa, y en el interior se producen dramáticos cambios en la estructura orgánica: sistemas enteros son destruidos por lisis y fagocitosis, mientras se moldea todo de nuevo a partir de los llamados esbozos imaginiales. Finalmente, en la época apropiada, se rompe la pared de la pupa y de allí emerge el imago. Esta metamorfosis es controlada por sistemas endocrinos. Se han identificado dos hormonas antagonicas: la hormona protorácica y la hormona juvenil. La primera acelera las mudas y la metamorfosis; la segunda, las inhibe. De la correcta interacción de las dos hormonas se obtiene un desarrollo normal.

En el protórax de las ninfas y de las larvas está ubicada la glándula endocrina que produce la hormona de la muda y desarrollo; pero para producirla necesita ser activada por una neurosecreción proveniente del cerebro. Esta neurosecreción, también de carácter hormonal, es producida periódicamente sólo en los estados pre-imaginiales, en el adulto ya no se produce y entonces la glándula protorácica involuciona.

Una vez producida la hormona protorácica, se difunde por el cuerpo de la larva o la ninfa y si interrumpimos su difusión, ligando a cierto nivel el cuerpo del animal, comprobamos que sólo experimenta metamorfosis la zona impregnada por la hormona. El resto permanece sin cambiar, pero se transforma rápidamente si le

implantamos una glándula protorácica activada de otro animal joven, o bien, si le inyectamos sangre en la cual está en circulación la hormona. El estímulo que desencadena la producción de la hormona protorácica es, muchas veces, la temperatura baja mantenida por cierto tiempo. Esta condición es dada en la naturaleza por el invierno y cuando éste cesa, se producen mudas y los animales se metamorfosean.

La hormona juvenil es producida en la cabeza por un órgano endocrino denominado corpora allata y se acumula en otro órgano cercano, el corpora cardíaca. Esta hormona inhibe el efecto de la protorácica y tiende a mantener al insecto en un estado inmaduro. Su efecto cada vez es menos intenso y deja de producirse en los últimos estados pre-imaginiales, cuando las glándulas que la producen pierden su eficiencia. Su acción se demuestra extirpando el corpora allata en las larvas jóvenes, observándose entonces una muda imaginal precoz obteniéndose un imago enano, ya que entonces la metamorfosis ha sido influida sólo por la hormona protorácica.

Lo inverso obtenemos si a las larvas les implantamos corpora allata de otras larvas jóvenes, ahora vemos que, por un exceso de hormona juvenil, estas larvas implantadas son incapaces de pupar, y siguen creciendo hasta llegar a tamaños más del doble de lo normal. Cuando se transforman en pupas, espontáneamente o por implantación de glándulas protorácicas, se obtienen imagos gigantes.

En los vertebrados también hay glándulas endocrinas que intervienen en la morfogénesis del animal. En los anfibios después de los estados embrionarios, viene un período de metamorfosis durante el cual el animal cambia de aspecto, de respiración, de alimentación, etc. En estos animales, la secreción de la glándula tiroidea, la tiroxina, es la hormona que promueve la metamorfosis. A su vez, esta glándula debe ser activada por la hormona tirotrópica que es producida por la hipófisis. La extirpación del esbozo hipofisiario produce un desarrollo defectuoso de la glándula tiroidea, por falta de la hormona estimulante, y una detención de la metamorfosis: el renacuajo crece sin transformarse. Lo mismo se obtiene extirpando el esbozo tiroideo. La metamorfosis se reanuda si le administramos material tiroideo.

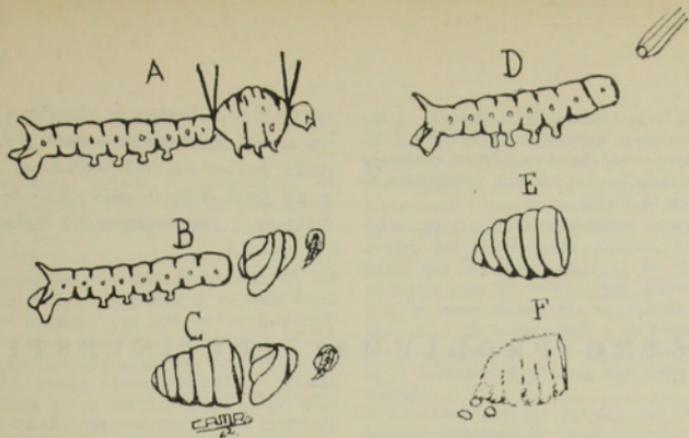


Fig. 4 A, larva de mariposa en la cual se han ligado la cabeza y el tórax, antes de la difusión de la hormona proteráica. B, el mismo tratamiento en una larva en la cual la ligadura fue posterior a la difusión de la hormona por el tórax y la cabeza, ambas zonas han pupado, mientras que el abdomen continúa en estado larvario. Si hacemos las ligaduras mucho después de la difusión de la hormona por todo el cuerpo, la cabeza, el tórax y el abdomen separados pueden pupar (C). D, abdomen aislado de una larva antes de la difusión de la hormona proteráica, al cual le implantamos uno o varios trocitos de glándula proteráica activada; observamos en este abdomen separado del resto del cuerpo es capaz de pupar (E), de transformarse en un abdomen adulto (F) y aún de poner huevos

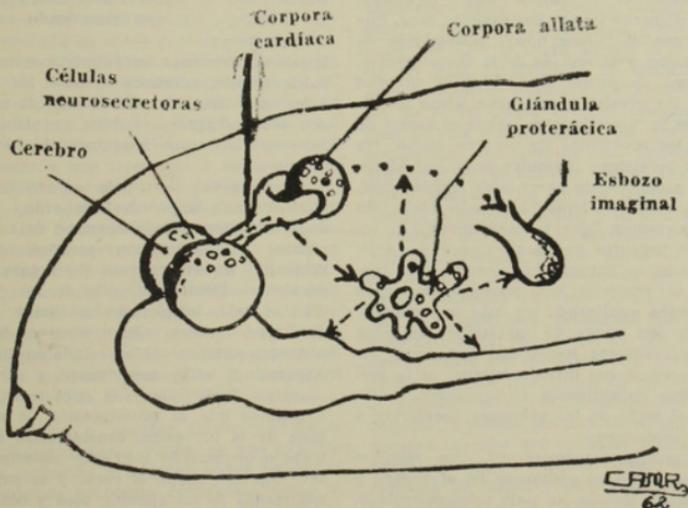


Fig. 5 Esquema de los órganos endocrinos de la cabeza de una larva que controlan la metamorfosis

Normalmente la hipófisis y la tiroides se hacen activas poco después que la larva hace eclosión del huevo, cuando comienza a alimentarse y cuando sus tejidos son susceptibles de responder a la tiroxina.

En los demás vertebrados el efecto de la hi-

pófisis y de la tiroides es posterior a las grandes transformaciones del animal y estas glándulas actúan con sus secreciones principalmente sobre el crecimiento y no sobre la morfogénesis y diferenciación del organismo.

NUESTRO PROBLEMA: QUE INVESTIGAR

POF ALAN ROSMAN
Del Instituto de Física y Sismología

Nuestros planteamientos tienen por objeto obtener una forma de pensar basada en ciertos principios y con reglas de pensamiento que nos permitan responder a una pregunta básica en investigación: el qué o por qué de cada investigación, el "know why" (Norman Wiener, «Cibernética y Sociedad»), más importante que el "know how", porque nos da la orientación y el sentido de la investigación. Esta forma de pensar será de gran utilidad en todos los niveles y una gran arma de dirección de la investigación, desde el punto de vista de los problemas de nuestro medio. No queremos investigar cualquier cosa, por el deseo y la necesidad de hacer algo rápidamente, de llenar nuestro tiempo haciendo cosas sin objeto. Queremos ligar la investigación a los problemas urgentes que nos golpean a diario, demostrando su importancia. Siendo ellos tantos y de tal urgencia, bien podemos abocarnos a su solución analizando los más importantes. Pensamos que antes de investigar un tema particular, debemos hacer claridad sobre los juicios de valor que introduciremos, de la forma en que enfocaremos el problema, y demostrar el resto de las premisas necesarias a nuestras decisiones.

Nuestro primer planteamiento dice relación con la necesidad de ubicarnos en el tiempo y en el espacio. Somos un país subdesarrollado, y de este hecho no puede escaparse nadie, ni siquiera los investigadores. El significado de este término debemos conocerlo no sólo en ge-

neral, sino que particularmente en cuanto afecta a nuestro país. Como no es posible plantear aquí el problema del subdesarrollo en su conjunto, sólo señalaremos sus características básicas (además de ofrecer una bibliografía adecuada para su mejor comprensión y estudio) de modo de fijar su significado real y sus consecuencias.

Existen numerosas características básicas del subdesarrollo, comunes a todos los países en esta condición, y las diferencias de uno a otro son sólo de grado, es decir cuantitativas. Estas características fundamentales son las siguientes:

—Insuficiencia alimenticia —Debilidades de la agricultura —Bajo nivel de vida —Poca industrialización —Bajo consumo de energía mecánica —Subordinación económica —Sector comercial hipertrofiado —Estructuras sociales arcaicas —Débil desarrollo de las clases medias —Baja integración nacional —Enorme desempleo crónico —Bajo nivel de instrucción —Alta natalidad —Mal estado sanitario.

Algunas de ellas son causas y otras consecuencias. Pero todas son características.

Pensamos que la investigación es una avanzada de la inversión, considerando ésta como trabajo acumulado mediante conocimiento. La investigación ocupa el lugar y el papel de las avanzadas de un ejército, ojos y oído del conjunto y su mejor guía en los peores terrenos; abre nuevos caminos al desarrollo y al avance y mejora los ya existentes. El ejército sin