



EL AJOLOTE

SUFRE LA METAMORFOSIS GENERAL EN LA CLASE DE LOS BATRACIOS, POR AUMENTO DE NUTRICIÓN

Y NO POR CAMBIO DE MEDIO,

POR

EL SR. PROF. ALFONSO L. HERRERA, SOCIO DE NUMERO.

I.

Errores á que ha dado origen el estudio del Ajolote.

- 1.º Es un ser en vía de evolución retrógrada, puesto que permanece al estado de larva en los lagos de México (Weismann).
- 2.º Su metamorfosis se debe al cambio de medio.
- 3.º En los lagos profundos (Chalco, Xochimilco, etc.), no se transforma.
- 4.º Su metamorfosis se debe á una tendencia especial, y le salva, en caso fortuito, de la muerte, cuando se desecan los depósitos de agua en que vive.

5.º Artificialmente se le obliga á transformarse, por cambio de medio.

6.º Es un ser excepcional, un Batracio extraordinario, y sus transformaciones prueban el principio Darwiniano de la adaptación á las condiciones de existencia.

II.

Problemas que no se habían resuelto por medio de la teoría antigua.

1.º No siempre se transforman todos los Ajolotes de un acuario, de la misma cría.

2.º Hay individuos predispuestos al cambio (Hahn).

3.º Se transforman, según las nuevas observaciones, los Ajolotes de los pantanos periódicos y los que viven en lagos profundos.

4.º No basta en todos los casos la amputación de las branquias ó la disminución del agua, para que se observe el cambio.

5.º No conseguí transformar á una larva, obligándola á permanecer muchos días con el hocico fuera del agua, por medio de un flotador.

6.º En muchos casos se ha visto que las larvas perecen si se les cambia de medio bruscamente.

III.

Explicación propuesta.—La larva es un embrión libre.

Quatrefages ha dicho que toda larva es un embrión libre. Sólo podrá desarrollarse si las condiciones extrínsecas é intrínsecas de nutrición son favorables.

Podrán transformarse en Amblistomas los Ajolotes sanos, vigorosos, jóvenes, los precoces, los que están en un medio oxigenado, rico en alimentos, espacioso, etc., etc. Uno solo de tantos coeficientes puede impedir el cambio. Lo mismo se observa en todos los Batracios Anuros y Urodelos, y en general, en todos los seres que sufren metamorfosis. Viven al estado larvario hasta que el exceso de nutrición, el predominio de las ganancias sobre las pérdidas, acumula en órganos especiales la cantidad de reservas necesaria para las evoluciones definitivas, no habiendo en el huevo sino escasos alimentos. Pero si hay bastantes, como en el caso singular del *Hilodes* de la Martinica, nace el ser en estado perfecto, con sus cuatro patas y un rudimento de cola. Yung ha interpretado de igual manera la metamorfosis de los Anuros, y sus experimentos son clásicos y concluyentes.

Será muy difícil prever los resultados de un estudio experimental y explicar por qué unas larvas se cambian y otras no, puesto que la balanza de la nutrición oscila *sin cesar*.

La neotenia y la reproducción de las larvas se han observado en otros Urodelos, y se explican, en nuestro caso, porque, según Metchnikoff, en una cría de Ajolotes, producto de un solo parto de la misma hembra, hay un número muy considerable de embriones que nacen con rudimentos bien constituidos de los órganos sexuales y se reproducen al estado de larvas y siguen viviendo sin transformarse. Otros individuos, escasos, nacen sin rudimentos de órganos sexuales, pero se transforman y se reproducen al estado de Amblistomas.¹ El Señor Daresté ha observado en ciertos Ajolotes una congestión y un flujo sexual.

Es sabido que el costo ó precio de la reproducción se traduce en muchos animales por la muerte, y puede, por lo mismo, conducir á la neotenia, por agotamiento.

La readaptación se debe probablemente á un fenómeno muy común en los Batracios: la regeneración. Una Salamandra regenera hasta una parte considerable de un ojo. El Ajolote regenera las branquias cortadas (Duméril).

Yo no creo en el *nisus formativus*. Si los reptiles y aun los hombres regeneran ciertos órganos, es por razones de anatomía y de fisiología. En casos patológicos se ha visto la reproducción de un dedo humano amputado.

La razón probable es que no habían muerto aún ciertos tejidos embrionarios; que no se habían consolidado, obliterado, nulificado ciertas partes inmediatas.

El Señor Velasco dice² "que la metamorfosis del Ajolote se debe á una tendencia orgánica." La misma tendencia existe en todos los animales que sufren ese cambio y en todo lo que evoluciona más ó menos, fuera ó dentro del huevo. Si no hubiese esa tendencia reinaría la neotenia. Ya dije que aquélla se debe á la acumulación de reservas: tendencia, es el hecho; nutrición, la causa.

Si el sendo-Amblistoma permanece en la superficie del agua, noche y día, no es por instinto, no es porque busque un medio de acelerar su metamorfosis; es que sus pulmones se van llenando de aire y le obligan á flotar. Lo mismo he observado últimamente en los renacuajos de mi acuario, en la Escuela Normal; ya que están provistos de cuatro patas grandes, cuando aún no se reabsorbe sino una pequeña parte de la cola, comienzan á flotar, unas veces inclinándose de un lado, y se les ve siempre en la superficie del agua: si no pueden salir de ella mueren por agotamiento. Si el sendo-Amblistoma no toma entonces alimento, no es porque la metamorfosis sea independiente de la nutrición. Lo mismo hacen los renacuajos y las orugas. La sensación del hambre tiene sus al-

1 Brocchi. Miss. Sci. Mex. et Amér. Cent. Batraciens, p. 107.

2 "La Naturaleza." Vol. V, pág. 58.

ternativas, y no es igual en un ser pletórico y en otro aniquilado, en el que crece poco á poco y en el que sufre graves trastornos interiores. (Pubertad, menstruación, etc.).

IV.

Pruebas experimentales de que los Ajolotes se transforman en el seno del agua, sin cambiar de medio.

1.^a El Señor Velasco cita en su célebre trabajo *setenta* ejemplares de larvas que se transformaron, sin cambiarles de medio, en 1878.

2.^a El mismo Señor menciona 40 Amblistomas de Santa Isabel y Xochimilco (lago perenne), y dice “que de éste ha sacado varios que tenían ya algún tiempo de transformados, á juzgar por la última forma que hemos observado en ellas.” Añade que, según los experimentos de todos los observadores, comienzan á efectuarse los cambios “estando aún los animales viviendo dentro del agua: se adelgaza el cuerpo, no toman alimento, se atrofian los apéndices caudales, las láminas branquiales se reducen y se desprenden sus filamentos; los animales salen con frecuencia á respirar el aire libre (lo mismo he visto en los renacuajos con patas); un poco más tarde la cola se engruesa y se hace rígida, y sobrevienen las modificaciones de la cabeza, del ojo, etc. El animal comienza á flotar.” Poca importancia tienen los cambios que se verifican después. También los renacuajos de los Anuros salen del agua un poco antes de concluir su metamorfosis, y también, lo repito, ya que están avanzados en su desarrollo, comienzan á elevarse hasta la superficie del agua, verticalmente, arrojando una burbuja cada 10 ó 20 segundos. Según el Señor Velasco, se conoce por la práctica, si un Amblistoma ha permanecido en la tierra y ha vuelto después al agua. No puede hacerse la objeción de que los Ajolotes de Xochimilco y otros lagos profundos, salieron del agua para transformarse, por cambio de medio.

3.^a El Señor Velasco menciona muchos ejemplares de Amblistomas, que presentó á la Sociedad de Historia Natural, y que existen en la colección del Museo, y proceden de Chalco y Xochimilco (lagos profundos y perennes), adonde les llaman *Tlalaxolotl* (ajolote de tierra). Cita también otros, de Zumpango (lago que no siempre se deseca), y el de Pátzcuaro (perenne). Por último, la lámina de la primera memoria publicada por este hábil observador, representa un *Amblystoma* pescado en el lago de Santa Isabel.

4.^a El Doctor Schufeldt dice que “la metamorfosis se acelera mucho si se dan al animal alimentos muy abundantes. La larvas muy bien nutridas, que viven dentro del agua, muestran de una manera muy notable el aspecto de los *Amblistomas*.¹

1 Cope. Batr. N. Amer., p. 454.

5.^a La Señorita Chauvin, notó que una de sus larvas flotaba con frecuencia en el agua, y entonces la puso en tierra húmeda: es decir, que ya estaba iniciada la metamorfosis y los pulmones llenos de aire.

V.

Cómo debía probarse experimentalmente la teoría antigua.

Ningún observador ha probado que las larvas extraídas del agua ó colocadas en condiciones artificiales y transformadas en Amblistomas, no estuviesen, ya en vía de metamorfosis ó que no se hubiesen transformado dejándolas en el agua. La larva *A* comenzó á sufrir el impulso interno, el movimiento evolutivo interno, el día 2 de Julio: en esa fecha se le extrae del agua y natural es que siga su camino. La larva *B* debía comenzar su cambio el día 2 de Julio y se le sacó del agua el día primero: iguales serán casi los resultados.

La larva *C* deberá transmutarse el día 10 de Julio y se le saca de su elemento el día 2. Seguirá nutriéndose como pueda y se transformará próximamente el día 10.

Así, pues, sólo se probará la teoría antigua por la acción de *rápidas* modificaciones. Esto es lo que cabalmente no se ha conseguido jamás. Yo sacaba á un Ajolote del agua, todos los días, y le dejaba en seco, en un vidrio: murió al fin, sin cambio. La Señorita Chauvin quiso acelerar la marcha de las cosas en una larva, y la encontró en un estado tan deplorable, que la volvió al acuario sin pérdida de tiempo. Schufeldt dice que en una porción de cierto lago, violentamente desecado, encontró larvas que se transformaban con "la rapidez que permiten las leyes que la rigen."(!)

Claro es que la readaptación no se consigue cuando se quiere, y nada prueba el hecho de que las branquias del pseudo-Amblistoma vuelvan á funcionar si se le lleva otra vez al agua: no es posible que funcionen en el aire, se secan y se marchitan. Por este camino no se demostrará jamás que la larva no estaba en el período crítico de su vida, antes de someterla á semejantes alternativas.¹

Podría suceder que el pseudo-Amblistoma evolucionase algo más de prisa ó algo más despacio en el aire que en el agua. Pero más adelante veremos que hay mil factores de la nutrición de la larva, y será muy difícil, excesivamente difícil, establecer esas diferencias, comparando larvas del mismo peso, sexo, edad, color, actividad, agilidad, etc., etc. De las cinco larvas en que experimentó la Señorita Chauvin, cuatro se transformaron en diversos meses, no á la vez(!),

¹ Velasco dice que la readaptación se observó en un solo caso, en una larva casi transformada. Dugès cita otro caso. Son excepcionales. (Véase más adelante).

y la quinta necesitó catorce días para terminar su cambio, en vez de cuatro que exigieron las otras.

Y qué clase de experimentos han hecho! “Mucha agua y pocos alimentos, y no hay transformación! Poca agua y muchos alimentos, y sí hay transformación(!)” Así se hizo y así se expresa la Señorita Chauvin, según Cuénot.

Yo me convencería si la cantidad de alimentos hubiese sido igual en ambos casos, ó si entre 200 Ajolotes de la misma cría, 100 se transformasen por cambio de medio, y 100 no se transformasen por no haber cambiado de medio, en igualdad de otras condiciones (*toutes choses égales d'ailleurs*).

La supresión de las branquias no basta para provocar el cambio. No todos, sino la mitad de los Ajolotes mutilados por Duméril, evolucionaron en 4 á 10 meses(!). Otros regeneraban sus branquias y seguían en el agua. Se exigirá todavía una prueba más concluyente? Por supuesto que sería imposible probar la influencia de la mutilación: ¿acaso sin ella no se hubieran transformado más pronto las pocas larvas que lo hicieron?

En cuanto á la readaptación se ha observado pocas veces y en larvas *casi* transformadas. Debe coincidir con una debilidad muy grande: de otro modo no se explican los hechos citados por Velasco, Schufeldt y otros, pues nunca acabaría de fijarse la forma, si apenas comenzada la metamorfosis en el seno del agua, volviesen á desarrollarse las branquias. Es un atavismo que se explica, como todos, por falta de nutrición y por un procedimiento de regeneración. Creo, y quizá me engañe, que las pruebas aducidas en mi “Origen de los Individuos,” lo confirman plenamente.

VI.

No todas las larvas de una misma cría se transforman á la vez.

El Señor Hahn y otros sabios se maravillan de las predisposiciones y precocidades del Ajolote, pues las larvas de una misma cría muestran aptitudes muy diversas. Lo mismo sucede con toda larva ó ninfa.

Frauentorf asegura que una crisálida dilató *cinco años* en desarrollarse. Smith dice que de 250 larvas de *Insvespidus parietinus*, 25 se convirtieron en crisálidas en 1852, á pesar de que los huevos habían sido puestos en 1849, y esta evolución dura, por lo común, un año.

Los renacuajos que viven en las alturas de Europa, en aguas pobres, mal aereadas, se retardan en su desarrollo, y lo mismo sucede si se les alimenta escasamente en los acuarios, pudiendo, en este caso, *retardarse el cambio hasta dos años*. (Cuénot).

“Es un hecho, confirmado por muchos, que la temperatura fría, lo mismo

que el agua demasiado fresca, retardan el desarrollo de las larvas de los anuros. Los renacuajos que han de evolucionar en las aguas de las montañas elevadas, á veces invernan sin transformarse, no pudiendo abandonar el líquido elemento hasta la siguiente Primavera.”¹

Filippi encontró en un pantano del Lago Mayor, 50 Tritones y sólo 10 tenían la estructura del Tritón de Cresta, en tanto que los demás poseían todavía las branquias.² 20 por 100 se habían transformado en las mismas condiciones externas, pero su vigor era diferente.

Schreiber dice que en un mismo pozo de Andalucía se encontraron casi tantas larvas de *Batrpleurodelus* como animales perfectos.

Si se transforman los Ajolotes muy pequeños, en casos excepcionales, lo hacen por su precocidad. Guignard cita varios hechos de madurez sexual en el hombre, á los ocho años. Todos los colectores saben que hay individuos proféticos que anuncian la aparición de otros, menos precoces, sobre todo en el grupo de las mariposas.

En fin, en una porción desecada de pantano, pueden encontrarse sólo pseudo-Amblistomas, porque las otras formas hayan escapado á tiempo de la muerte, arrastrándose hacia las partes profundas. Ya he dicho que una de mis larvas permanecía sobre un vidrio, en seco, tres horas al día, y que murió al fin; pero si la hubiese perdido de vista, se habría marchado poco á poco buscando el agua. Eso hacen los renacuajos un poco avanzados en su desarrollo. Hallarse, pues, muchos pseudo-Amblistomas en un charco próximo á desecarse, no es prueba de adaptación rápida. Además, podría suceder que ya estuviesen *todos* en vía de transmutación cuando disminuyó súbitamente el nivel del líquido. Si dijera algún observador que todas las larvas se encontraron de pronto en seco y se cambiaron, podría haber duda y sólo duda: todos los fenómenos periódicos de la naturaleza están en cierta relación. Santa Isabel se deseca ya que su fauna ha evolucionado. La selección hace todo esto.

VII.

Circunstancias que aceleran ó retardan la metamorfosis.

Además de las ya citadas, citaremos las siguientes:

1.º El albinismo, es decir, el anabolismo de una Salamandra, coincidió, en un caso estudiado por Rollinat, con el retardo de la metamorfosis. Nunca he visto Amblistomas albinos; pero en el Museo vivió mucho tiempo una larva de esta variedad sin sufrir alteración.

2.º La Señorita Chauvin dice que “dada la extraordinaria delicadeza de los

1 Brehm. Batracios (Barcelona), p. 334.

2 Ibid., p. 368.

Ajolotes, *el estado y la temperatura del agua, la calidad y la cantidad de los alimentos que se les suministra, sobre todo en los primeros días, ejercen una grande influencia; de modo que no somos jamás bastante cautos en el modo de criarlos.*" Muchas veces puede suceder que el coeficiente de nutrición de las larvas muy jóvenes influya de una manera indirecta en su aptitud á la metamorfosis.

Continúa la Señorita Chauvin:

"Las larvas fueron alojadas en un vaso de 30 centímetros de diámetro, *lleno de agua*, á una temperatura uniforme, siendo alimentadas, primero, con *Crusdafnidos*, y más tarde *con animales acuáticos más grandes*. Gracias á esta alimentación, las cinco larvas prosperaron."

"Á últimos de Junio, notóse, en las más robustas, la aparición de los rudimentos de extremidades. De las cinco larvas, cuatro se transformaron en diversos meses(!), pero la última, que desde el principio parecía más débil que las demás, y cuyo crecimiento se había atrasado mucho, presentó en su metamorfosis mayor variación. En vez de cuatro días necesitó catorce para terminarla."

En cambio, el observador alemán que precedió á la Señorita Chauvin en estos estudios experimentales, no pudo obtener un solo *Amblistoma*, lo cual se atribuye á que no tenía iguales cuidados y á que daba alimentos escasos á sus larvas.

3.º El Doctor Fauvelle afirma que los Ajolotes de la misma cría fueron distribuidos entre varias personas, y que todos "los que conserva el comerciante, *mal nutridos* y acumulados en un acuario muy pequeño, son de dimensiones mínimas, de 10 á 20 centímetros, y están todos mutilados y sin transformarse."

4.º El Doctor Schufeldt proporciona las siguientes conclusiones, que deduce de sus experimentos y de la observación del Ajolote de los Estados Unidos, que es el mismo de México (Cope ha refundido en una sola especie la mayor parte de las propuestas, por fundarse en caracteres variables y de poca entidad):

"1.º Cambiando las condiciones vitales, se acelera ó retarda, á nuestro antojo, la metamorfosis."

"2.º Los jóvenes se transforman más fácilmente que los adultos; pero en esto influyen mucho las condiciones."

"3.º La metamorfosis se acelera mucho si se dan al animal alimentos muy abundantes. Las larvas muy bien nutridas *muestran de una manera muy notable el aspecto de los Ajolotes transformados.*"

Esta última frase revela desde luego la preocupación del autor en pro de la teoría que combatimos. Supone que el cambio de medio es el factor de la metamorfosis, y notando que sus larvas bien nutridas se transmutan en el seno del agua, no dice que hayan evolucionado sin modificación de medio, sino que "muestran de una manera muy notable el aspecto de los Ajolotes transformados." Ese aspecto es precisamente la prueba de la metamorfosis!

“4.º La profundidad tiene una influencia maravillosa. Á medida que el depósito en que vive el Ajolote es más profundo, se retarda más en su cambio.”

Esta influencia es general y depende de la menor cantidad de luz, de calor, de alimentos, etc. El *Molpisiidius* del Lago de Ginebra tiene en las regiones profundas menor tamaño que en las superficiales, y la charnela más sencilla.

“5.º La temperatura es otro factor importante: el calor favorece la metamorfosis y el frío la retarda.”

VIII.

CONCLUSIONES.

Conviene advertir que yo creo en la adaptación al medio y en su influencia sobre la nutrición general; que admito una evolución progresiva que se apoya en diferencias positivas de nutrición, y que ésta, á su vez, depende de la división del trabajo fisiológico. No creo en la formación rápida de especies por influencia misteriosa, exclusiva y directa del medio. He tenido el honor de publicar mis humildes ideas acerca de este punto en las “Memorias de la Sociedad Alzate.” No se dirá, por lo tanto, que me preocupan ciertas tendencias anti-darwinistas.

Ahora bien: si en un principio adopté la teoría antigua de la metamorfosis del Ajolote, y aun hice experimentos (que no le fueron favorables), hoy me inclino, sin vacilar, á las sabias y fundadas explicaciones del Sr. Velasco. Este observador tuvo el mérito de combatir muchos errores y demostrar un hecho, una tendencia general á la metamorfosis sin cambio de medio ó aun con cambio. Yo obedezco á mi programa modesto, y sin duda irrealizable por mi incompetencia. Deseo llegar en todo á la unidad y propongo que se den al Ajolote todos los atributos de todo Batracio Urodelo ó Anuro, inclusive la metamorfosis ó desarrollo de una larva ó embrión libre (por plétora y por acumulación de reservas). El Sr. Velasco asienta el hecho, la tendencia; yo trato de explicarla de la única manera que me parece posible: por aumento de nutrición. Los mecanismos íntimos (fagocitosis, asfixia de los apéndices) han sido estudiados por diversos autores.

Creo que la Señorita Chauvin y otros naturalistas se han preocupado mucho al explotar sus experimentos, atribuyendo á un cambio de medio artificial lo que era irremediable, fatal, aun en condiciones invariables. Si han obtenido metamorfosis completas en 4 ó 10 meses, cuidando, sin duda, de sus larvas con exquisito esmero, con atenciones casi paternas, no han hecho sino engordarlas y acelerar su metamorfosis por exceso de nutrición.—Velasco y Schufeldt men-

cionan casos muy numerosos de metamorfosis en el agua, y el segundo, lo mismo que M. Cuénot, proclaman la influencia del bienestar y de la plétora sobre el desarrollo metabólico de las larvas.

La conclusión prudente, reservada, tímida, será que *no hay hasta ahora pruebas suficientes de la teoría antigua, ni de observación, ni experimentales.*

*

* *

Se puede prever la edad de un naturalista por el carácter de sus teorías y de sus conclusiones. Los muy viejos son reservados, han sufrido ya demasiado; los muy jóvenes conocen apenas el error y son audaces é imprudentes. Sólo los que se encuentran en el término medio suelen juzgar con acierto, y precisamente en este caso deben dar una opinión franca y autorizada. Ellos, sin duda, sabrán relacionar la teoría antigua de la organización con el hecho supuesto de la transformación proteana del Ajolote, y luego, con más luces, la teoría nueva, físico-química, sublime, con el hecho general de la metamorfosis por plétora y por nutrición.

Yo no resisto, sin embargo, á las tentaciones de buscar una frase final:

El Ajolote es un Batracio delicado, enfermizo, torpe y lento en todo, vulgar en todo.

México, Agosto 2 de 1899.

