
LOS AJOLOTES Y SU METAMORFOSIS.

Paseando por el campo en el mes de Marzo ó Abril, si se dirige la vista hacia las zanjas ó á los claros arroyos de corriente apacible, se verá allí agitarse multitud de puntitos negros caminando en todas direcciones. Son renacuajos de ranas más ó menos recientemente salidos de los huevos. La vivacidad de sus movimientos contrasta con su apariencia tosca y globulosa. Cuvier habría tenido quizá trabajo de mostrar en ellos la realización de su principio de la correlación de los órganos, tan evidente en otras formas animales, en las de los pescados por ejemplo, donde todos concurren á hender las aguas: el cuerpo aplanado, el hocico adelgazado en punta, el dorso y el vientre afilado á manera de cuchillo. Los renacuajos son barcas en forma de esfera, á las que se ha adaptado como único medio de propulsión un remo flexible colocado atrás como un timón. Y sin embargo, no les falta agilidad y saben escaparse perfectamente de la persecución de sus enemigos por los movimientos sinuosos que imprimen á su larga cola aplastada.

Examinándolos al microscopio se ve salir una delgada corriente de agua por el lado izquierdo de su cuerpo. Gracias á la presencia de esta corriente, llega uno á distinguir de ese lado una corta hendidura. Esta es la única señal exterior que atestigua en ellos la preesencia de

las branquias. Dos ó tres días después de la ruptura de los huevos las branquias son muy aparentes; forman de ambos lados de la cabeza dos penachos festonados muy elegantes. Es interesante observar en estos órganos la corriente reprimida de líquido sanguíneo cargado de glóbulos esféricos y no ovals como lo serán más tarde. Estos penachos bien pronto disminuyen de tamaño y se retiran al interior del cuerpo. La hendidura branquial derecha es la primera que desaparece, y el agua tragada por la boca se escurre por la hendidura izquierda.

Aunque los renacuajos tienen branquias, no permanecen constantemente bajo del agua como los pescados. Suben muy frecuentemente á la superficie, aspiran ó más bien tragan el aire sumergiéndose de nuevo, y en su movimiento de descenso dejan escapar por la boca una minúscula burbuja de aire. Estas burbujas no se rompen, sino que se amontonan en la superficie y la cubren como de una espuma.

Difícil es no creer que esto sea un principio de respiración aérea. Desde el principio de su existencia los renacuajos tienen, en efecto, no solamente branquias, sino también pulmones.

La presencia simultánea en cierta época de su desarrollo, de ambos aparatos respiratorios, branquial y pulmonar, es el carácter distintivo de la clase de los Anfibios, á los que pertenecen las ranas, y que algunas veces son llamadas por su nombre de Batracios.

Pero no todos los anfibios se presentan del mismo modo bajo este respecto. Unos pierden sus branquias al estado adulto, son los *caducibranquios*, los otros las conservan toda su vida y son *perenibranquios*.

Los sapos, las ranas, las salamandras, los tritones, son caducibranquios. Á la misma categoría pertenece también una grande salamandra de veinte á veinticinco centímetros que vive en los Estados Unidos, la *Amblystoma*, nombre más correcto que el de *Ambystoma* empleado concurrentemente con el primero. Como lo demuestra su nombre, la boca de estos animales es redonda y embotada.

Los perenibranquios están representados por el Proteo ciego de las grutas de la Carniola, el Menobranquio, cuyo cuerpo tosco y macizo puede alcanzar sesenta centímetros, y la Sirena, que ha perdido el par posterior de miembros alargándose atrás como una anguila. Á diferencia de los caducibranquios, los tres se reproducen cuando tienen branquias aún, y no se les ve despojarse jamás de este órgano respiratorio.

Á principios de este siglo Humboldt envió á Cuvier un ser muy curioso originario de México, donde es conocido con el nombre indígena de *Axolotl*. Es, á veces, de un verde negruzco, pero su aspecto es muy variable; por la forma del cuerpo se parece á un renacuajo de tritón provisto de sus cuatro patas, pero enormemente más grande, puesto que su talla puede alcanzar veinticinco centímetros. Como el renacuajo, tiene una cola aplastada verticalmente. El renacuajo, cuando posee sus cuatro miembros, tiene las branquias atrofiadas; el ajolote las conserva perfectamente desarrolladas en número de tres de cada lado. Es, pues, completamente adaptado á la vida acuática, y la adaptación se hace más patente aún por una nadadera membranosa que forma sobre su dorso una cresta análoga á la de los tritones.

Es un anfibio con toda seguridad; ¿pero es un caducibranquio ó un perenibranquio? Los perenibranquios son una excepción en la naturaleza; tres familias solamente se conocen como tales: los proteos, los menobranquios y las sirenas; todas las otras son de caducibranquios. Un naturalista, en presencia de un anfibio con branquias, se inclinaría siempre á considerarlo como un renacuajo de caducibranquio. Cuvier se inclinó igualmente hacia esta hipótesis, confirmándose en su opinión por un examen más atento del animal. El esqueleto era aún cartilaginoso, y además los órganos de reproducción no habían adquirido aún su completo desarrollo. Quedaba la talla, tan superior á la de los renacuajos conocidos. Mas existe una salamandra, la *Menopoma alleghanensis*, que es también de una talla considerable; y el

ajolote no sería la larva del *Menopoma*, cuya historia no estaba hasta entonces perfectamente esclarecida?

Más tarde se encontró el renacuajo del *Menopoma*; entonces se vió obligado Cuvier á relacionar el ajolote con alguna salamandra desconocida aún.

Sin embargo, bien pronto se presentó un hecho que vino á conmovér la hipótesis del gran naturalista: los informes le aseguraban que el ajolote no perdía jamás sus branquias. Así, en 1825, en su "Regne animal," Cuvier colocó al ajolote en el número de los perenibranchios, siempre con alguna indecisión y únicamente por la fe de los informes que tuvo pena recusar.

Durante medio siglo, fué un conflicto de opiniones la colocación que debía asignarse al ajolote. Según Rusconi, Mayer, Latreille, Gray, era un renacuajo. Por el contrario, Barton, Tschudi, Hogg, Calori, Everard Home, le tenían por un perenibranchio adulto. Gravenhorst no se atrevió á declararse.

Baird, que era al principio partidario de la primera opinión, se retractó desde que conoció el trabajo en el que Everard Home mostraba en el ajolote los órganos genitales perfectamente constituidos. Si el ajolote es capaz de reproducirse, no es, por lo tanto, un renacuajo, sino un adulto, y desde luego un perenibranchio. Müller también creía que la aptitud á la generación transaba la cuestión: un animal apto para reproducirse es adulto; un animal adulto no cambia más su forma. El ajolote posee una respiración branquial cuando se reproduce; la conservará, pues, toda su vida y morirá perenibranchio.

Los mexicanos, durante este tiempo, se contentaban con saborear los ajolotes que llevan por millares al mercado de México. La carne de estos animales es muy estimada; se da, sobre todo, á los niños enfermos, y aun se considera que posee propiedades medicinales. En cuanto á una transformación posible del ajolote, los habitantes de la ciudad de México no la habían pensado nunca, y probablemente sólo un corto número de entre ellos habían oído hablar de las disputas surgidas en Europa sobre la naturaleza de su manjar nacional.

Á fines de 1863, el Ministro de relaciones de Francia recibió de aquel país ajolotes, y no teniendo en su casa ningún museo destinado para colocar este género de presentes, los envió al jardín zoológico de aclimatación del Bosque de Bolonia. El director del jardín, M. Rujz de Lavison, no se olvidó del Museo, y tuvo la gracia de enviar, en Enero de 1864, seis ejemplares de estos interesantes anfibios al departamento de reptiles que estaba á cargo de Duméril. Sin mala intención, supongo, la repartición de los sexos quedó muy desigual: los animales enviados á Duméril fueron cinco machos y una sola hembra. No se habría podido disminuir más, ciertamente, la parte que representaba al sexo eminentemente reproductor.

Felizmente las personas que Cuvier había consultado alguna vez estaban bien informadas. Á pesar de su apariencia larvaria, los ajolotes son perfectamente aptos para reproducirse. Hacia fines de Diciembre de 1864, y sobre todo, á principios de Enero de 1865, la hembra mostró, por las proporciones que había tomado, que los óvulos se aproximaban á su madurez. Los machos, por otro lado, abandonaban grumos en el agua, y éstos, examinados al microscopio, presentaban numerosos espermatozoides en forma de filamentos, y llevando en una gran parte de su longitud una cresta membranosa muy ondulada. Los espermatozoides estaban en plena vitalidad; en continua oscilación se dirigían de un lado y de otro, gracias sobre todo á las diversas inflexiones que tomaba la cresta membranosa.

Finalmente, el 19 de Enero tuvo lugar una primera postura, seguida de la segunda en el mes de Marzo.

Duméril no habla de sus impresiones durante este primer tiempo. Pero por la sorpresa que experimentó en seguida, no sería temerario prejuzgar lo que habría contestado á un visitante que le hubiese interrogado sobre la cuestión agitada por su predecesor en el Museo. Las du-

das de Cuvier le habrían parecido resueltas, pronunciándose en favor de la perenibrancuicidad de los ajolotes, á los que no habría colocado más en el número de los reptiles dudosos.

No dió también á la nueva progenie sino el grado de atención acostumbrada por todo director de un departamento de seres exóticos que conserva en sus acuarios.

Los huevos pasaron, pues, por las primeras fases de la evolución. Las crías se desprendieron de su envoltura viscosa, entraron en agitación y poco á poco adquirieron sus dos pares de miembros; en el mes de Septiembre los cuarenta y cinco que sobrevivieron se parecían, con una pequeña diferencia de tamaño, á sus padres: tres pares de grandes branquias de cada lado, una larga nadadera dorsal, una nadadera caudal bien pronunciada.

Por divagada que sea la atención, son fenómenos extraños que no pueden menos que fijarla: tal fué el caso en que se encontró Duméril. En el mes de Septiembre notó que uno de los ajolotes presentaba una apariencia singular. No le quedaban sino restos de branquias; la cresta dorsal y la nadadera caudal habían desaparecido. Una verdadera salamandra terrestre había sucedido á un renacuajo acuático.

Bien pronto se notó que un segundo animal pasaba por el mismo cambio de condiciones. Despertada por esto la atención, Duméril vió el 10 de Octubre que un tercer ajolote parecía entrar en el período crítico. Lo aisló, lo vigiló, y pudo juzgar la duración del tiempo necesario para una transformación tan radical: diez y seis días fueron suficientes.

Si el hecho, en lugar de pasar en un acuario de París hubiese tenido lugar en las épocas geológicas, sería curioso el saber cuántos siglos habrían exigido los paleontólogos defensores de la evolución por grados insensibles para hacer desaparecer las branquias y nadaderas tan prominentes.

Nueve ajolotes se transformaron: seis de la primera postura y tres de la segunda. Los otros conservaron el tipo de sus padres; pero su carácter larvario manifiesto no les impidió, sin embargo, reproducirse y mostrar una fecundidad notable: dos años después, Duméril registraba más de 800 nacimientos de ajolotes en sus acuarios. En cuanto á los padres, el 10 de Julio de 1867, fecha del artículo que escribió en los "Annales des Sciences Naturelles," no habían sufrido, aunque ya de más de tres años de edad, otras modificaciones que el aumento de talla.

La mortalidad al principio había sido grande. El tener animales interesantes no es el todo; es menester saberlos nutrir, y los mexicanos no podían suministrar noticias sobre este punto. Ellos se contentaban con pescar los ajolotes y dejar á la naturaleza, siempre benefactora, el cuidado de proveer la alimentación de su anfibio predilecto.

Al fin Duméril encontró una nutrición apropiada al gusto de los huéspedes de su acuario. Las dafnias, pequeños crustáceos como del tamaño de la cabeza de un alfiler, excitaron su avidez, y por fortuna el Director del departamento de reptiles encontró medio de compensar con el número, la pequeñez de la presa que les proporcionaba.

La casualidad había favorecido al sabio; porque bien se puede llamar casualidad la fortuna de encontrar, sobre cuarenta y cinco individuos, nueve propios para la transformación, cuando los treinta y seis restantes no hicieron sino continuar la historia de sus padres. Esta proporción de nueve sobre cuarenta y cinco era tanto más favorable cuanto que ella no lo parecía. Duméril partió más tarde una parte de su tesoro con sabios de otros países; pero la mayor parte de los que se pusieron á cultivar los ajolotes no vieron transformarse uno solo. Von Kölliker de Wurzburg, después de multiplicados ensayos sobre cientos de jóvenes, pudo consolarse presenciando una vez la transformación. En 1870 Duméril dió la suma total de los casos felices que se habían producido en el Museo: ascendían á 29, y sin embargo, en 1867 más de 800 ajolotes habían visto la luz en sus acuarios.

El sabio francés relacionaba la nueva forma adulta al género *Amblystoma*, del cual ya he-

mos hablado. Se funda, sobre todo, al determinarla así, en la disposición de los dientes vomerianos. Los batracios no tienen solamente los dientes sobre los maxilares como el hombre, los tienen también implantados sobre dos huecos del paladar, los vómeres. En el ajolote transformado los dientes vomerianos, en lugar de formar dos hileras dispuestos en V, como es el caso habitual, están colocados poco más ó menos en una sola hilera transversal. Ahora bien, esta disposición no se encuentra sino entre las amblistomas.

¿Cuál es la causa de la transformación de los ajolotes en amblistomas? ¿Se puede provocar artificialmente la metamorfosis? Duméril no habría sido un sabio si no hubiera tratado de resolver esta cuestión: intentó una experiencia radical. Quizá los ajolotes tienen necesidad de respirar fuera del agua para pasar al estado de amblistomas: ¿una señal de esta tendencia de vivir fuera del elemento acuoso, no se encontraría en estas frecuentes ascensiones que hacen á la superficie aspirando el aire y arrojándolo bajo la forma de una pequeña burbuja, como lo hacen los renacuajos de las ranas? Duméril mandó construir sobre el nivel del agua del acuario un pequeño retrete húmedo donde los ajolotes, si tenían necesidad, podían aportar, gracias á una plancha inclinada que les servía de puente. Ninguno de estos animales intentó aprovecharse de este favor. Quizá no fueron tan ingeniosos para reconocer el paso que se les abría. Se tomaron algunos y se les colocó en su nueva habitación; mas no tardó en retirarlos porque iban á perder la vida con el cambio de medio.

Duméril dice que él habría podido transferir en el medio aéreo algunos de los individuos que acusaban indicios de transformación. Pero renunció á esta idea porque la experiencia, aun en caso de éxito, no habría demostrado que el cambio de medio provocaba la transformación; á lo más se habría podido concluir que él favorecía el completo desarrollo cuando había ya recibido un principio de ejecución.

Otro problema quedaba por resolver. ¿Las amblistomas salidas de los ajolotes eran fecundas? Se juntaron individuos de los dos sexos; las hembras no tomaron nunca una extensión de volumen que permitiese concluir que estaban á punto de poner. Se colocaron también en el mismo acuario machos de amblistomas con las hembras tan fecundas de los ajolotes. El resultado fué nulo. Sacrificó en seguida algunos animales transformados con el objeto de examinar sus órganos genitales. Los ovarios se encontraron en un estado poco avanzado. Entre los machos se vieron espermatozoides; tenían un ligero movimiento de oscilación, según la relación de M. de Quatrefages, á quien Duméril había confiado el cuidado de observarlos; pero no tenían membrana plegada como los espermatozoides de los ajolotes, ni alguno de estos movimientos de traslación que parecen depender de la presencia de esta membrana.

Duméril hizo esta comunicación cinco años después de la primera aparición de las amblistomas, y concluyó que el ajolote queda siempre como un enigma científico. Verdadero enigma, en efecto, porque este singular anfibio parece tener dos estados definitivos: el uno de perenibranchio, el otro de caducibranchio; mientras que entre los otros caducibranchios, la desaparición de las branquias es el signo del estado adulto y coincide con la madurez sexual, aquí, al contrario, ella parece estorbar el desarrollo de los órganos genitales. Ó más bien diremos que la fecundidad es un obstáculo para la transformación, pues que la forma amblistoma nunca aparecería en una hembra que había ya puesto. La metamorfosis es también el privilegio de la edad joven y no se manifiesta después del primer año.

Duméril no había logrado provocar la transformación proporcionando á los ajolotes la facultad de respirar al aire libre. Otro medio, muy violento en apariencia, se mostró más eficaz.

Si se priva á los ajolotes de sus branquias, parece que se les obligaría á poner desde luego en juego sus pulmones. Pero cortar un órgano tan vascular, como lo es una branquia, no era sino exponerse á una hemorragia mortal; y después ¿cómo sufriría el animal la nece-

sidad de la respiración hasta el momento en que se acostumbrase á la pérdida de un órgano tan esencial? Dos fenómenos inesperados sobrevinieron. Nada de hemorragia seria después de la escisión, y las branquias mutiladas acabaron por reponerse. Cortadas de nuevo se recibieron otra vez. Fué preciso hacer cuatro ó cinco escisiones sucesivas para vencer esta fuerza de reproducción. Hecho más curioso aún: los ajolotes se mostraban tan indiferentes á la ablación de sus branquias como un mamífero á quien se despoja de una parte del pelo. Duméril, que tomaba al principio alguna precaución cortando alternativamente á derecha y á izquierda, no titubeó más en cortar simultáneamente las branquias de los dos lados.

El resultado fué que sobre seis ajolotes privados de sus branquias, dos se transformaron: Proporción mucho más fuerte respecto de los ajolotes que permanecen intactos, y siendo como un indicio de que la transformación depende, en cierta parte, de la necesidad en que se encuentra el animal de acomodarse á las nuevas condiciones de la función respiratoria.

Duméril comunicó sus últimas investigaciones á la Academia el 11 de Abril de 1870. Murió el 12 de Noviembre, dejando su obra sin terminar.

Se la volvió á emprender en Alemania. Hemos visto los resultados poco satisfactorios obtenidos por el profesor von Kölliker, de Wurtzbourg: un solo individuo transformado sobre centenares de ajolotes. Von Kölliker envió algunos ejemplares á su colega de Fribourg en Brisgau, A. Weismann. Sea por falta de cuidado en el experimentador, sea por falta de buena voluntad en los sujetos, la verdad es que Weismann, menos afortunado aún que von Kölliker, no vió una sola amblistoma en sus acuarios.

En 1874 tuvo la feliz idea de confiar sus crías á manos femeninas. M^{lle}. von Chauvin se distinguía ya por la habilidad que había desplegado en sus investigaciones sobre los insectos; sus resultados no fueron menores en su nueva empresa.

Doce renacuajos le fueron confiados; siete perecieron casi inmediatamente. Ella no se desanimó y se consagró á observar cuidadosamente las costumbres de los cinco restantes.

Su experimentación comenzó el 12 de Junio de 1874; los cinco renacuajos tenían ocho días poco más ó menos. Eran entonces pequeñas masas toscamente fusiformes, provistas de una cola, pero sin miembros. Á fines de Junio aparecieron los miembros anteriores; el 9 de Julio tocó su turno á los miembros posteriores.

Á fines de Noviembre notó que uno de sus ajolotes permanecía constantemente en la superficie del líquido, probablemente para respirar el aire libre. Creyó entonces que el tiempo había llegado para emprender las experiencias de transformación. El 1º de Diciembre depositó al ajolote en una vasija inclinada; solamente el fondo estaba lleno de agua suficiente para que el animal pudiese sumergirse todo entero. Una capa de arena tapizada de musgo húmedo cubría la parte superior de la vasija.

El ajolote parecía acomodarse bien á este régimen; salía de tiempo en tiempo del agua para vivir en pleno aire. Por grados se disminuía la profundidad de la pequeña masa de agua que ocupaba la parte más inclinada de la vasija. Las branquias comenzaron á atrofiarse, y el 4 de Diciembre, branquias, cresta dorsal, nadadera caudal, todo lo que recordaba la vida acuática había desaparecido. Quedaba una hendidura en los lados, pero ésta desapareció después de ocho días.

Otro ajolote fué un poco más tardío, pero efectuó igualmente su transformación.

Un tercero y un cuarto se mostraron menos dispuestos aún, pero siempre acabaron por seguir el ejemplo de sus compañeros.

El quinto costó mayores cuidados. Habría sido, sin embargo, sensible, tener que contar una excepción después de un éxito tan notable. M^{lle}. von Chauvin, no logrando nada con los medios suaves, intentó violentar al pequeño rebelde. Lo colocó fuera del agua, pero el pobre

animal comenzó á desfallecer, y todo anunciaba una catástrofe si se le quería forzar demasiado. Lo volvió á colocar en el agua y su salud comenzó á restablecerse; cuando había recuperado sus fuerzas, la experiencia volvió á emprenderse. Esta vez mostró mejor disposición y concluyó al fin por revestir la forma de amblistoma.

Hemos visto los esfuerzos hechos por Duméril para obtener la reproducción de los amblistomas del Museo. Á uno de sus sucesores estaba reservado el placer de atestiguar la postura de los animales metamorfoseados.

El 27 de Marzo de 1876, M. Blanchard anunció á la Academia de Ciencias que M. Vaillant, encargado recientemente del departamento de reptiles, había obtenido huevos de amblistomas. Las instalaciones habían sido mejoradas en 1874, y las amblistomas podían seguir con más libertad el género de vida que les es natural. Los huevos siguieron la misma evolución que los de los ajolotes; después de diez meses los cuarenta renacuajos no se distinguían casi de los que provenían de animales con branquias; uno solo se había transformado en amblistoma. La proporción fué menor que la comprobada por Duméril sobre los renacuajos ordinarios.

La ventaja en favor de los renacuajos ordinarios se mantiene en las experiencias comparativas hechas más tarde por M. Vaillant. Colocó los renacuajos nacidos de amblistomas, unos en un acuario ordinario, otros en una vasija en que la altura del líquido no pasaba de tres á cuatro centímetros, y que además estaba unida por un terraplén, con un terrado que salía fuera del agua. Los renacuajos de esta segunda serie podían salir del líquido cuando lo desearan. Esto era, como se ve, la repetición de lo que había ya intentado Duméril y de lo que había dado tan buenos resultados á M^{lle}. von Chauvin.

Dividió también en dos series un número poco más ó menos igual de renacuajos nacidos de ajolotes, colocados respectivamente en las mismas condiciones que los renacuajos de amblistomas.

He aquí los resultados obtenidos:

POSTURA DE AMBLISTOMAS.

	Amblistomas	Ajolotes	Muertos
Primera serie.....	1.....	16.....	3
Segunda serie.....	2.....	14.....	4

POSTURA DE AJOLOTES.

	Amblistomas	Ajolotes	Muertos
Primera serie.....	2.....	4.....	10
Segunda serie.....	1.....	4.....	11

En esta experiencia los renacuajos nacidos de amblistomas se mostraron dotados de mayor vitalidad que los otros, pero parecían tener menos disposición para transformarse. Resultado enteramente contrario al que se había esperado.

Los estudios sobre la transformación de los ajolotes era proseguida en Europa con grande actividad. Pero no podían observarse más que animales cautivos. Se habría deseado saber cómo se conducen estando libres, en el país de su origen, la América del Norte.

La amblistoma era perfectamente conocida en ciertas regiones de altitud poco elevada. Ya en 1858, Hallowell separó diez y seis especies pertenecientes á este género. Pero la historia de su desarrollo era imperfectamente estudiada, y á la verdad no se suponía que sus renacuajos, cualesquiera que fuesen, estuvieran dotados de la facultad de reproducirse. En México, al contrario, la sola forma conocida de los sabios era el ajolote con branquias.

El descubrimiento de Duméril había, sin embargo, pasado el Atlántico. Los sabios americanos experimentaron, yo creo, un ligero sentimiento de vergüenza al haber sido precedidos por un sabio francés en la observación de los fenómenos singulares que presenta un animal originario de su propio país. Quizá un resto de mortificación disminuyó su ardor. Poco después de los primeros trabajos de Duméril, reconocieron la amblistoma de París en una especie particular, la *Amblystoma mavortium*, que tiene una área muy extensa, pues que habita la California, Nuevo-México, Tejas, Kansas, Nebraska y Minnesota. Pero no fué sino diez ó doce años más tarde que los datos comenzaron á aclararse. Supimos entonces que los lagos de las altas planicies de las Montañas Rocallosas en el Estado del Colorado, Utah y Wyoming, en altitudes que varían entre 4,000 y 8,000 pies sobre el nivel del mar, están poblados de ajolotes con branquias. En ciertas épocas un número de estos animales se escapan del agua y se transforman. Pero multitud de siretones, este es su nombre científico, permanecen en los lagos sin transformarse y proliferan. La transformación no parece, pues, estar sometida á ninguna ley, sino que parece sujeta al capricho individual y dependiendo de condiciones totalmente desconocidas.

Los sabios de México tuvieron aún más trabajo para salir de su indiferencia. Es á un artista y no á un sabio, á quien somos deudores de los datos precisos sobre la metamorfosis de nuestro anfibio. El Sr. José María Velasco es pintor paisajista; sus estudios le llevan con frecuencia á recorrer la región pintoresca que rodea la ciudad de México. El nombre de Duméril llegó á sus oídos, y se preguntó si el ajolote, este aborígene de México, había reservado para la Francia una página de su historia.

Existe á una legua y media de la Capital un pequeño lago, el lago de Santa Isabel, que aumenta con las lluvias, pero se deseca todos los años de Febrero á Mayo. Sus aguas encierran ajolotes. Interrogando á los campesinos el Sr. Velasco, llegó á saber que en la época en que las aguas comienzan á bajar, se encuentran ocultos debajo de las piedras, en las cercanías del lago, grandes salamandras, llamadas por los habitantes *ajolotes pelones, mochos ó sin aretes*. No fué difícil reconocerlos como amblistomas.

La coincidencia entre la aparición de las amblistomas y el desecamiento del lago, era ya una prueba casi perentoria de la transformación de los ajolotes que habían debido renunciar á su vida acuática. La duda desapareció cuando los pescadores sacaron del lago setenta individuos de todos tamaños, y en todos los estados, desde los muy pequeños hasta los adultos, en vía de transformación y aun completamente metamorfoseados. Entre ellos se encontraban hembras de la forma amblistoma que parecían estar próximas á poner.

Pero no provienen de este lago los numerosos ajolotes que llevan á los mercados de México. Éstos son pescados en el lago de Xochimilco que tiene ocho metros de profundidad, mientras que el de Santa Isabel no tiene más que dos, así es que jamás se deseca.

El Sr. Velasco, leyendo su memoria el 28 de Diciembre de 1878 ante la SOCIEDAD MEXICANA DE HISTORIA NATURAL, confesó que jamás había visto ajolotes sin branquias en México, y que nunca había oído decir que hubiesen sido conocidos. Uno de sus colegas, el Sr. Dr. Villada, con el fin de obsequiar al Director del SMITHSONIAN INSTITUTE, de Washington, le había enviado cincuenta ajolotes pescados en el lago de Xochimilco; todos tenían sus branquias perfectamente desarrolladas. *Por esto en México se llegó hasta á poner en duda la autenticidad de las experiencias de Duméril.*

Se alcanza, pues, este resultado: un lago sujeto á desecamientos periódicos produce amblistomas; por el contrario, en un lago que jamás se deseca, los ajolotes conservan su forma acuática.

Pero el Sr. Velasco no es muy inclinado hacia el evolucionismo, y le repugnaba admitir una influencia tan preponderante del medio sobre la metamorfosis de un ser viviente.

En 1879, tuvo la satisfacción de poder presentar á sus consocios de la SOCIEDAD DE HISTORIA NATURAL, amblistomas provenientes de las cercanías mismas del lago de Xochimilco y de otros lagos que no se encuentran en las condiciones especiales del lago de Santa Isabel.

El lago de Chalco, así como el de Xochimilco, no se deseca nunca; el de Zumpango no pierde sus aguas sino en años totalmente excepcionales. Á pesar de esta circunstancia las amblistomas no son desconocidas en sus cercanías. Se les da el nombre mexicano de *tlalaxolotl* (ajolote de tierra), ó bien el nombre español de *ajolotes de cerro*; parece que se les encuentra en las montañas que limitan el Valle de México por el Sur y que están inmediatas á los lagos de Chalco y de Xochimilco.

El Sr. Velasco continuó igualmente sus investigaciones en el lago de Santa Isabel. Organizó una pesca á fines de Febrero, en el momento en que el lago estaba casi seco. Las redes sacaron cuarenta individuos todos transformados. En algunos la metamorfosis había debido comenzar muy pronto, porque no tenían más de diez centímetros de longitud: el tamaño ordinario de los adultos en esta especie, es de veintidós á veinticinco centímetros. Ninguno había de más de veinte centímetros.

Observó sus costumbres y vió que, á pesar de la ausencia de las branquias, les agradaba entrar en el agua y permanecer en el fondo durante un tiempo muy considerable.

La manera como el lago de Santa Isabel se puebla es aún un misterio. Después del desecamiento no se encuentran ajolotes ni vivos ni muertos. Por otro lado, el Sr. Velasco no ha podido aún comprobar ninguna postura de amblistomas en México. En el mes de Mayo de 1880, ninguno de los setenta individuos que poseía desde 1878 y que se habían metamorfoseado, se mostraba fecundo; el Sr. Velasco se vió obligado á recurrir á las experiencias de M. Vaillant para probar que las amblistomas no eran estériles.

Los lagos de Chalco y de Xochimilco no presentan las mismas dificultades. Después de la salida de las amblistomas quedan allí aún, como en los lagos de los Estados Unidos, legiones de ajolotes no transformados que se prestan abundantemente á la multiplicación de la especie.

En resumen, el Sr. Velasco llega á esta conclusión: que en México existen incontestablemente ajolotes transformados, pero que la transformación no la alcanzan igualmente todas las especies ni todos los individuos. Ciertas especies se transforman más fácilmente que otras; los individuos se metamorfosean los unos más pronto, los otros más tarde; otros, en fin, á decir del observador mexicano, mueren *prematuramente* antes de la transformación. Este *prematuramente* no es sino una aguda sutileza. Si *prematuramente* significa que mueren antes de transformarse, nada más justo, pero es quizá una tautología. Si *prematuramente* significa que mueren antes de la edad ordinaria de la metamorfosis, sería una afirmación bastante aventurada. Las experiencias de Duméril atestiguan que la metamorfosis, cuando debe producirse, no espera los años. El Sr. Velasco, habla él mismo, como lo hemos visto, de amblistomas no pasando de diez centímetros, y por lo tanto muy jóvenes. Él no ha pretendido nunca que los ajolotes que se venden en México sean todos recién nacidos. En todo caso, no se puede invocar una muerte prematura para los ajolotes de Duméril que habían dado varias generaciones de amblistomas sin transformarse después de más de tres años.

Para terminar la historia de los ajolotes, abandonemos á México y volvamos á Europa con el fin de señalar una experiencia muy instructiva de M^{lle} von Chauvin. En lugar de obligar á los anfibios á respirar al aire libre disminuyendo la profundidad del líquido en la vasija, utiliza la propiedad del agua hervida que no contiene oxígeno en disolución. Se sabe que un pescado sumergido en dicha agua no está en mejores condiciones para la respiración que cuando está completamente fuera de ella; muere igualmente asfixiado.

Un ajolote que había ya comenzado su transformación en amblistoma, fué colocado en agua ordinaria; sus branquias comenzaron á reaparecer, pero cuando se le transfería al agua hervida, tenía lugar lo contrario; las branquias se atrofiaban y la conversión del ajolote en amblistoma era más perfecta que antes.

La microscopía biológica ha hecho inmensos progresos en este siglo: ella nos ha revelado la estructura de la celdilla y nos ha dado también la llave de varios problemas importantes abandonados sin solución por las generaciones que nos han precedido; ella, asimismo, ha afirmado su poder en el terreno de la terapéutica, haciéndonos conocer la causa y el mecanismo de ciertas enfermedades contagiosas, enseñándonos á conjurarlas. No me permitiré comparar á estos grandes descubrimientos, las investigaciones inauguradas por Duméril y continuadas con más ó menos éxito por aquellos que su buena fortuna había alentado á seguir sus huellas. Pero dudo que en las investigaciones microscópicas sobre la fauna actual, se haya encontrado en este siglo un fenómeno más importante por sus consecuencias que el de la transformación de los ajolotes.

La conclusión espontánea, obvia, diría yo, si la palabra fuese consagrada por el diccionario, de los hechos que hemos trazado, es que la historia de una especie no es una constante repetición de ella misma. Los individuos salidos de los mismos padres no están sujetos á evolucionar de la misma manera: los unos pueden quedar en un estado considerado como larvario y perpetuarse en seguida bajo esta forma; los otros pueden pasar á un estado más elevado. La incertidumbre que les alcanza toca también á sus descendientes, y el sabio que ve holgarse en el acuario á un joven renacuajo de ajolote ó de amblistoma, puede ponerse una cuestión que ha llegado á ser célebre: ¿este renacuajo, qué creéis que llegue á ser algún día?

Que las generaciones sucesivas puedan no parecerse, se sabe por las generaciones alternantes; la serie se repite, y después de cinco, seis, siete generaciones, se comienza fatalmente el mismo ciclo. Se sabe lo que debe esperarse, se puede prever el porvenir. Los individuos de una misma generación, si ofrecen divergencias respecto de sus padres y sus descendientes, se parecen á lo menos entre sí. Aquí, la inconstancia se manifiesta en los miembros de una misma generación, sin que nada en su organización determine fatalmente su suerte futura.

Estas experiencias han arrojado también nueva luz sobre lo que es preciso entender por el estado adulto. Cuando un ser viviente sufre metamorfosis, se está como acostumbrado á considerar su último estado, llamado estado perfecto, como coincidiendo siempre con el estado adulto, es decir, aquel en que el ser está apto para procrear. Son las mariposas y no las larvas que engendran; son las ranas y no los renacuajos las que ponen huevos.

Para ciertos insectos, la coincidencia parece de tal modo completa, que el individuo no parece alcanzar su estado perfecto sino para llenar las necesidades de la reproducción. El insecto perfecto está aún desprovisto de una abertura bucal, y luego que pone concluye su existencia efímera.

Baird, lo hemos visto, cesó de considerar al ajolote como un renacuajo, desde que supo por las experiencias de Everard Home, que este anfibio era capaz de reproducirse. Müller se pronunció enérgicamente en el mismo sentido, y Cuvier, en la época en que él admitía el estado larvario del ajolote, estuvo afortunado apoyándose en la imperfección de los órganos genitales.

Wagner, profesor en Casan, había observado, es verdad, antes que Duméril, un fenómeno notable en un insecto de la familia de los Cecidomianos. Estos son dípteros próximos de los mosquitos. Había encontrado larvas llenas de otras larvas de segundo orden y pudiendo también propagarse sin pasar por el estado perfecto.

Si hay alguna semejanza entre los dos géneros de observaciones, hay también una diferencia marcada. Esta larva es devorada por sus descendientes, y nunca, ni ella ni los que nacen

con ella, pasan al estado perfecto. Es un simple caso de generación alternante, notable solamente por el hecho de que la generación intermediaria se parece más bien á una larva que á un insecto perfecto; mientras que, entre los pulgones, las formas intermediarias semejan las formas perfectas. Pero esta generación intermediaria tiene su destino perfectamente fijado, y se puede, por lo mismo, predecir la sucesión de los fenómenos, porque se representan siempre en el mismo orden.

De Filippi se aproxima mucho al caso de Duméril en el trabajo que publicó en 1861. Sobre cincuenta tritones que encontró en un pantano del lago Mayor, dos solamente eran tritones perfectos adaptados á la vida aérea; los otros que permanecían al estado de larvas, estaban provistos de branquias, pero se asemejaban á los adultos ordinarios por su talla y el desarrollo de sus órganos genitales. Desgraciadamente no se habla ni de postura ni de huevos que se hubieran desarrollado en nuevas larvas.

Esta observación recibió un complemento, pero después de los primeros trabajos de Duméril. En Abril de 1869, M. Jullien tuvo ocasión de encontrar seis tritones de otra especie, el *Lissotriton punctatus*, provistos igualmente de branquias como los renacuajos, pero con los órganos genitales perfectamente desarrollados. De las cuatro hembras que se encontraron en el número, dos estaban tan avanzadas que pusieron realmente huevos. Pero estos huevos no habrían podido ser fecundados por los dos machos, porque los testículos no contenían espermatozoides, sino solamente aquellos elementos precursores de los verdaderos elementos machos que se llaman celdillas madres de los espermatozoides.

De todos modos estas observaciones quedan aún bien lejos de las hechas sobre el ajolote. Si se considera la perfección y la fortuna con las cuales la reproducción del ajolote ha sido llevada á cabo, puede decirse que queda aún en la ciencia al estado de caso aislado.

¿De dónde depende la inestabilidad que se nota en la metamorfosis de los ajolotes? ¿Es debida á la constitución intrínseca de los individuos, ó á las condiciones del medio?

En nuestro concepto, la una y las otras concurren. Ciertos individuos son más aptos á metamorfosearse que los otros; porque ¿cómo explicar de otra manera que en un mismo depósito unos se transforman y otros no?

Pero, por otra parte, la influencia de las condiciones extrínsecas es innegable. La experiencia de M^{lle} von Chauvin me parece decisiva á este respecto; porque si el modo como llevó á cabo la experiencia no hubiera tenido ninguna parte en la metamorfosis, si los cinco individuos se hubieran transformado lo mismo, es preciso confesar que el cambio les fué singularmente favorable. Von Kölliker recibió un cierto número de especímenes de Duméril; estos individuos eran fecundos, se multiplicaron por cientos; una sola metamorfosis se produjo. Weismann heredó á su vez de von Kölliker, pero tuvo aun menos éxito. Entregó las larvas que le quedaban, después de una mortalidad extraordinaria, á M^{lle} von Chauvin, y he allí que los cinco supervivientes se transformaron cuando cambiaron de mano. Comparemos estos resultados, no precisamente con los obtenidos sea por Weismann ó por von Kölliker, aun cuando estos sean los términos de comparación los más naturales, sino remontémonos al caso más favorable del mismo Duméril. Sobre cuarenta y cinco individuos, nueve se transformaron en el Museo de París. Supongamos que antes de la metamorfosis, Duméril hubiese regalado cinco individuos á M^{lle} von Chauvin: ¿qué suerte habría tenido si le hubiese enviado cinco de los nueve que debían pasar más tarde al estado de amblistomas? El cálculo de las probabilidades nos enseña que esta suerte está representada por la fracción $\frac{9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 5}{45 \cdot 44 \cdot 43 \cdot 42 \cdot 41}$; en otros términos, se habría podido apostar más de 9,500 contra uno que la metamorfosis no habría sido general.

M. Weismann fué, no obstante, desgraciado en la aplicación que quiso hacer de los resultados obtenidos por M^{lle} von Chauvin. La influencia del medio habiéndose mostrado tan mani-

fiesta en Fribourg, intentó explicar por las condiciones topográficas y climatéricas de México por qué no existían allí amblistomas. La no existencia de amblistomas en México era entonces la opinión acreditada no solamente entre los sabios europeos, sino aun entre los de los Estados Unidos; era aceptada por hombres tales como M. Cope, que afirmaba que el imperio de las amblistomas no descendía abajo del trópico de Cáncer.

Vinieron las observaciones del Sr. Velasco, que pusieron en evidencia la transformación de los ajolotes en su país natal. La teoría de M. Weismann cayó completamente en la falsedad; no solamente había amblistomas en México, sino probó, además, el Sr. Velasco, que el clima y la topografía de las altas planicies mexicanas están lejos de ser como el profesor de Fribourg se las representaba según datos incompletos.

Si el sabio alemán peca por defecto, el informe de las experiencias del Sr. Velasco hecho por la "Revue scientifique," bien podría pecar por exceso. El *reviewer*, que no es otro que M. Raphaël Blanchard, si creemos á M. Sauvage, ha tratado de poner en mal al sabio alemán. Éste ha puesto muy pocas amblistomas en México, aquél bien podría poner muchas.

He aquí, en efecto, cómo M. Blanchard, si es siempre el autor del informe, resume las observaciones del pintor mexicano: "El lago de Santa Isabel se deseca todos los años; que el desecamiento se haga naturalmente ó que se active de un modo artificial, todos los ajolotes que encierra se transforman desde que el nivel de las aguas comienza á bajar. . . . El lago de Zumpango se deseca algunas veces cuando las lluvias son poco abundantes: los lagos de Xochimilco y de Chalco no se desecan jamás. En estos últimos, los ajolotes se transforman tanto como en el lago de Santa Isabel. . . . El ajolote se transforma en México tanto como en Europa, aun cuando las condiciones en las cuales se encuentra sean favorables ó no á las condiciones de su estado larvario."

Para quien no haya leído la memoria original del Sr. Velasco, le parecería, según este informe, que no hay ninguna diferencia que hacer entre el lago de Santa Isabel y los otros, entre lo que pasa en condiciones favorables á la conservación del estado larvario y las que no lo son. M. Blanchard tuvo cuidado de realzar el hecho de que todos los ajolotes del lago de Santa Isabel se transforman. Á menos de desconfiar del autor y de pesar todos los términos que emplea, estaría uno tentado á creer que el mismo fenómeno se verifica en los otros lagos y que todos los ajolotes se transforman en ellos igualmente. Nada en el texto nos advierte que haya diferencia, bajo este respecto, entre los distintos lagos; por el contrario, nos dice explícitamente que las condiciones favorables ó no á la existencia larvaria no influyen sobre la presencia de las amblistomas.

Las expresiones del informe son tomadas, no lo dudo, de la memoria del Sr. Velasco; pero si éste insiste sobre las semejanzas, no omite, sin embargo, señalar las diferencias. En el lago de Santa Isabel los pescadores sacaron en sus redes cuarenta ajolotes y todos transformados. En el lago de Xochimilco, al contrario, el Sr. Villada, en cincuenta individuos, no encontró uno solo metamorfoseado. Cualquiera que sea la estación del año, se llevan á México, del lago de Xochimilco, ajolotes en gran número, y jamás se recuerda haya ido mezclada ninguna amblistoma, y no es sin trabajo que el Sr. Velasco ha acabado por encontrarlas cerca de los lagos que no se desecan.

Así dice él explícitamente que la transformación depende de la especie, de los individuos, de las condiciones del medio. No rechaza absolutamente la teoría de M. Weismann; solamente no acepta que las condiciones del medio sean los únicos factores del problema. Es preciso una predisposición en los individuos; siendo dada esta predisposición, las condiciones del medio pueden acelerar, retardar, impedir aun la transformación.

Nosotros nos adherimos de buena gana á esta opinión, agregando siempre esta nota, que

según las experiencias de M^{lle}. von Chauvin, nos parece difícil admitir en algún individuo una impotencia radical para sufrir la metamorfosis, aunque todos pueden no tener al mismo grado una tendencia á transformarse.

¿Por qué, á diferencia de otros lagos, el de Santa Isabel ve todos sus ajolotes transformarse? La respuesta sería quizá fácil si se tratase de individuos que se quedan en el lago hasta su completo desecamiento. Esto sería la repetición en grande de la experiencia de Fribourg. Mas el Sr. Velasco nos dice que todos los individuos que ha colocado en su casa, en un acuario ordinario, se han transformado igualmente. Es preciso, pues, ocurrir á una disposición más acentuada de los individuos para la metamorfosis. ¿Es ella el hecho de la herencia? Sería posible, porque vistas las condiciones del lago, todos los individuos que allí se encuentran parecen descender de individuos transformados, aquellos que no se transforman debiendo perecer antes de tener la edad de la reproducción. Se tendría, pues, que referir á un caso de selección natural. Desgraciadamente, el Sr. Velasco nos asegura que después de dos años de observación, sus amblistomas eran aún estériles. Es verdad que las amblistomas del Museo de París se mostraron por mucho tiempo refractarias también, y parecen haber llegado mucho menos pronto al estado adulto que los simples ajolotes.

¿Quién sabe si los ajolotes de Santa Isabel no pertenezcan á una especie privilegiada? El Sr. Velasco, en todo caso, le ha dado el nombre de *Siredon tigrina* y lo considera como distinto del *Siredon Humboldtii* que habita el lago de Xochimilco, y del *Siredon lichenoides* que ha servido á las experiencias del Museo. Habiendo sido ésta la mejor estudiada, es á ella, sobre todo, que se aplican las reflexiones que dan término á este artículo.

Si se nos pregunta, pues, si hay alguna imposibilidad para que durante largo tiempo haya simplemente generación de ajolotes ordinarios, y que la transformación no se produzca sino en el momento en que las condiciones exteriores viniesen á cambiar, responderíamos que nosotros no la vemos, y no nos sorprendería que las amblistomas del Museo de París hubieran descendido de una línea de ajolotes de pura sangre sin mezcla alguna de amblistomas durante largos siglos. ¿Pueden existir ciertas condiciones del medio donde todos los ajolotes se transformen? Responderemos igualmente que sí, apoyándonos en las experiencias de Fribourg. ¿Pueden existir condiciones del medio donde ninguno se transforme? Responderemos igualmente que sí: testimonios son los insucesos que han acompañado el cultivo de estos anfibios en casi todos los laboratorios de Europa. En fin, los hechos que pasaron en el Museo de París nos enseñan que puede también hacerse una separación entre los individuos; los unos se transforman y los otros no. La marcha de la especie puede ser aun retrógrada y no progresiva, puesto que las amblistomas pueden dar nacimiento á renacuajos que no se metamorfosean.

¿Quién puede respondernos que no veremos un día los renacuajos de nuestras ranas gozar de la facultad de reproducción sin alcanzar el estado perfecto? ¡Pobres fisiologistas! ¡No más ranas en vuestros laboratorios!

Hemos expuesto los hechos: cualesquiera que sean las conclusiones que saque el lector, creemos que no pueden dejar de dar una idea más justa y más amplia de la variabilidad de la especie. La variabilidad no está restringida á los caracteres accesorios; puede afectar los órganos reputados como los más importantes y modificar completamente la evolución del individuo.

G. HAHN, S. J.

(Traducido de la "Revue des questions scientifiques." Bruselas, 2.^a Serie, T. I, pág. 178. 1892).