

EL CLIMA DEL VALLE DE MEXICO Y LA BIOLOGIA DE LOS VERTEBRADOS

POR EL SR. PROFESOR

ALFONSO L. HERRERA (HIJO),

SOCIO DE NUMERO.

SUELO Y LUZ.

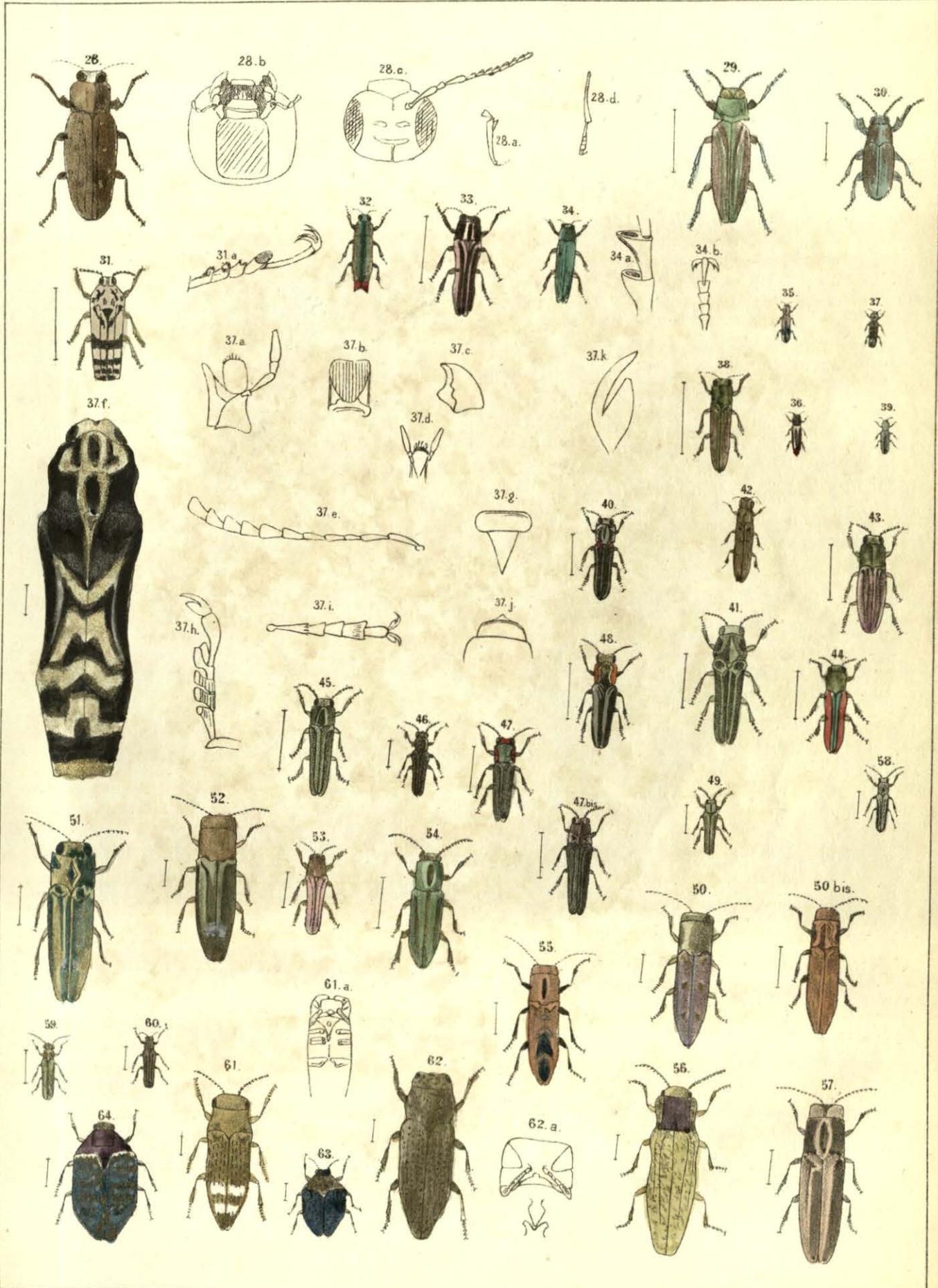
CONSIDERACIONES GENERALES¹

El estudio de la ecología² de los vertebrados que viven en el Valle de Anáhuac, debe comprender necesariamente así la influencia de los factores primarios que obran de un modo directo, como la acción de los factores secundarios que en el sentir de M. Giard conservan y aumentan los efectos de las energías primarias. Consideraremos por una parte la relación que existe entre los vertebrados y el medio biológico, la luz, la temperatura, el clima, la alimentación, y en seguida la selección, la herencia y demás factores del progreso de las especies.

Semejante proceder no está enteramente conforme con las pretensiones de las dos

¹ Véase en «La Naturaleza», segunda serie, Vol. I, la primera parte de este artículo: (*Notas acerca de los vertebrados del Valle de México*).

² Investigación de las relaciones de los seres con el medio orgánico é inorgánico, extrínseco é intrínseco: no debe confundirse este término con *Etología* ó tratado de las costumbres.



Euprestidos Indígenas.

J7

80

principales escuelas de filosofía natural, ni con la que atribuye todos ó casi todos los hechos de zoobiología al medio físico, ni con la que concede poca importancia á esta clase de causas naturales y da la preferencia á la teoría de la selección.

Ahora bien: aunque sabemos que obrando de esta manera tal vez solo conseguimos captarnos la animadversión tanto de los partidarios de una escuela, como de los ácerimos defensores de la escuela contraria, hemos creído que quizá para el mejor resultado final de nuestros trabajos, valdría más tomar todo lo bueno que se encuentra en ambas teorías; además de que universalmente se reconoce por verdadero gran parte de lo que respecta á los detalles, á los *processus* de demostración, aunque no se esté de acuerdo en lo relativo á las deducciones generales y á la importancia que conceden á ciertos fenómenos biológicos cada una de estas escuelas de la moderna filosofía natural.

En nuestro concepto sería absurdo negar la influencia directa ó indirecta del clima, cuando se nos presentan hechos que la comprueban de una manera perentoria; cuando vemos que condiciones climatéricas desfavorables pueden limitar la población de un país, disminuyendo por lo mismo, para unas especies, ó aumentando, para otras, la concurrencia por la vida;¹ cuando observamos que en las especies mexicanas de *Phænicothraupis* y en otros muchos vertebrados, inclusive el hombre, se modifican por solo el clima las necesidades y costumbres genésicas; cuando, en fin, palpamos, por decirlo así, la acción directa de una temperatura atmosférica elevada en el sistema pilífero del Perro pelón (*Canis caribæus*) y otros mamíferos que viven ó han vivido largo tiempo en los países intertropicales.

También sería poco lógico el naturalista que negara los hechos notables de selección tan perfectamente comprendidos y probados por observadores imparciales.

Por otra parte, nos parece que el espíritu de sistema, perjudicial en todo caso, lo es mucho más cuando en la investigación de las causas de fenómenos naturales complicados, por un exclusivismo exagerado se limita el número de explicaciones posibles para cada uno de los hechos: de esta manera se expone el naturalista ó bien á dejar sin explicación muchos casos particulares ó generales, ó si procede apasionadamente, á cometer frecuentes y lamentables errores.

En resumen: creemos que las personas de capacidad ó instrucción que se ocupan en estudios de Historia Natural, y que por lo contrario de lo que sucede con nosotros, disponen de elementos intelectuales y materiales que no poseemos, deberían emprender serias investigaciones fijándose no solo en la elucidación para cada especie de los puntos indicados en el programa que nosotros nos impusimos (Vol. I, 2ª serie, pág. 299), sino también de los que se comprenden en el siguiente cuadro del transformismo, formado por M. Wallace, modificado por el Dr. Duval y ligeramente ampliado por nosotros, y que por mil razones juzgamos conveniente transcribir:

¹ Darwin. L'Origine des espèces. 1887, p. 74.

HECHOS.

HIPÓTESIS.

A { 1.º Se observa que todas las especies tienden á aumentar el número de sus individuos.
2.º Y sin embargo de esa tendencia, no hay aumento, por lo común, ó es relativamente débil.

B { 1.º Hay lucha por la vida.
2.º Y variaciones y herencia.

C { 1.º Hay selección.
2.º Y modificación de las condiciones exteriores físicas ó biológicas que obran poderosamente sobre todos los seres.

D { Las especies varían ó se transforman en razón de las modificaciones del medio *físico* ó biológico, externo ó interno.

Luego un gran número de individuos deben sucumbir por la lucha vital: la observación directa demuestra que esta hipótesis es verdadera, y por lo mismo, pasa á la categoría de los hechos.

Si hay variaciones más útiles en una especie ó individuo que en otro, sobrevivirá el más apto para la concurrencia general ó sexual: la observación directa así lo demuestra.

Habiendo selección y no permaneciendo iguales, ó no siendo iguales las condiciones de vida ni en el espacio ni en el tiempo, debe haber adaptación al medio, y por consecuencia, modificación de la anatomía, fisiología, etología, etc., de los seres adaptados: lo que también es un hecho adquirido por la observación directa.

Otra observación que debemos hacer al lector es la que se refiere á la falta de investigaciones ajenas ó personales á propósito de varias cuestiones que van á ocuparnos, resultando de ello que no siempre nos es posible dar la extensión debida á muchos puntos; contamos, ciertamente, con los trabajos generales de naturalistas reputados, con datos más ó menos importantes extraídos de varias obras y publicaciones del país y extranjeras, y por último, con las notas que forman la primera parte de esta memoria; pero el lector se convencerá más adelante de que á veces nos faltan materiales indispensables para resolver los problemas que debemos proponernos, debido ello, en gran parte, á que aun no se concede toda la atención que merecen cierta clase de investigaciones de un orden general, dando la preferencia á puntos de estudio de utilidad menor.

A este propósito se nos permitirá una ligera digresión: que un zoólogo que vive aislado, falto de recursos y tiempo suficiente para dar cima á trabajos que demandan gran dedicación y grandes elementos, se dedique á la sistemática, á la anatomía comparada que también podríamos llamar sistemática, y en general, al conocimiento de hechos de detalle no relacionados con los principios de la moderna filosofía natural ó aun con las aplicaciones prácticas de la zoología, es lamentable hasta cierto punto; y sin embargo, el que de tal manera obra obligado por las circunstancias ó el medio que le rodea, no solo no merece vituperio, sino que, por el contrario, es digno del mayor elogio, y yo por mi parte le tengo en gran estima: pero que una persona que dispone de todos los elementos necesarios para emprender especulaciones científicas de gran interés, gaste

su inteligencia, su saber y su tiempo en describir nuevas (?) especies ó en nimiedades análogas (como lo hace el actual director de uno de los más grandes museos del mundo), es cosa en alto grado vituperable, y el que así se conduce merece ser anatematizado por todos los naturalistas que tienen formado un concepto mucho más grande y mucho más noble de la ciencia de la Naturaleza.

Desgraciadamente una considerable porción de los observadores, ya sea en el laboratorio ó durante las excursiones, sólo se ocupan en continuar las monótonas labores de clasificación, ó en acumular nombres de localidades y de seres formando en seguida sendos artículos de falsa corología, que en nuestra desautorizada opinión, sólo tienen la utilidad de que revelan el poco talento de sus autores: hay muchos zoólogos viajeros, además, que poseídos del pernicioso espíritu de rutina, limitan sus observaciones á un reducido número de asuntos, ó se complacen en describirnos hechos ó aventuras de todo punto inconducentes.

Búsquense en muchas de las obras de Ornitología ó Entomología ó cualquiera otro ramo de la Zoología hechos de selección, de adaptación, de concurrencia vital, de mimetismo, de verdadera corología, de zoología aplicada ó filosófica, y no se encontrará comunmente ni una sola de esas observaciones que son verdaderamente útiles para el adelanto de la ciencia moderna. Para apoyar estas apreciaciones, que sin duda no han de ser del agrado de muchas personas, nos bastará aducir la autorizada y respetabilísima opinión de Luis Agassiz.

«Nada importa á la ciencia que se describan miles de especies si nada se conoce acerca de ellas. Los artículos sobre costumbres son por lo común anecdóticos ó tienen por único objeto relatar aventuras personales. Se describe cada especie como si estuviera aislada, sola en el mundo: no hay espíritu de comparación ni de generalización.¹ »

Sentimos grandemente que tales aserciones sean absolutamente exactas, no sólo en atención á los intereses generales de la Historia Natural, sino también, lo repetimos, á nuestros intereses personales; pues para la formación de este incorrecto artículo nos hemos visto precisados á trabajar con poco fruto, más de lo necesario: desde luego por la carencia de obras eclécticas, enciclopédicas, que condensen los conocimientos adquiridos sobre cualquier punto que no sea taxinomía ó arideces anatómicas, y también porque en los libros consultados muchas ocasiones nos ha sido necesario leer cuatro ó cinco páginas para encontrar un solo dato importante, siendo lo demás pura chocarrería ó inútiles disertaciones.

Nuestros propios trabajos, nos complacemos en repetirlo, son incompletos; ya sea por culpa nuestra ó porque el orden mismo de las cosas y el no haber labores extrañas de que echar mano, conducen á estos deplorables resultados. Por ejemplo, las aves que naturalmente se encuentran en el Valle de México en más abundancia que los otros vertebrados, son casi todas inmigrantes en el invierno y no nidifican entre nosotros, por

¹ Contributions to the Natural History of the United States. Vol. I, p. 57 y 58.

lo que es imposible descubrir particularidades importantes de selección sexual y de reproducción, que no siempre han sido objeto de la atención de los naturalistas norteamericanos. Por otra parte, para darse cuenta exacta de los fenómenos biológicos que presenta la avi-fauna de una localidad, es forzoso considerar no sólo á las especies sedentarias sino también á las emigrantes, siendo de la mayor importancia que ellas se estudien tanto en sus cuarteles de invierno como en sus cuarteles de primavera.

En nuestra falible y quizá infundada opinión las deficiencias de muchas obras de biología reconocen por causa la falta de método en las investigaciones, de un plan preconcebido, de un programa adecuado á las necesidades actuales de ese ramo; en una palabra, del espíritu de rutina por una parte, y por otra de la falta de dirección ó dirección viciosa que los maestros dan á sus discípulos. Si los congresos de los diversos ramos de aquella ciencia que se celebran ya con bastante regularidad, se ocuparan no en introducir armonía perfecta entre los sabios (?) á propósito de añejas cuestiones toxinómicas ó de poca entidad (como se hizo no ha mucho tiempo en un ruidoso congreso), sino en imprimir una nueva dirección, metodizar y reformar los programas de trabajo, el progreso científico sería aún más rápido y muchos naturalistas serían algo más de lo que son actualmente: *pulverizadores* y *tamizadores* de las especies, como dice M. Gaudry!

No cabe la menor duda de que nosotros incurrimos en estos y otros errores y que merecemos se nos culpe de lo mismo que vituperamos: lo reconocemos, así lo confesamos, y por lo mismo desde ahora niego el valor de toda crítica de los anteriores asertos basada en el hecho de que nosotros no seguimos nuestras propias indicaciones. Nos limitamos á señalar el mal y á pedir que se remedie, pues solo para esto alcanzan nuestras fuerzas.

Debemos advertir que con el objeto de facilitar los trabajos posteriores acerca de los animales cuya biología va á ocuparnos, hemos procurado indicar en cada caso el mayor número posible de las obras ó artículos de cierta importancia que han llegado á nuestro conocimiento, para lo que nos han sido muy útiles las publicaciones bibliográficas de los Sres. Coues y Allen.

ACCIÓN DIRECTA Ó INDIRECTA DEL CLIMA DEL VALLE DE MÉXICO SOBRE LAS ESPECIES DE VERTEBRADOS.¹ —Vamos á estudiar desde luego la influencia del suelo y de la luz, en el orden siguiente:

I. SUELO.—A. Su constitución; influye: 1.º en el mimetismo; 2.º en la invernación; 3.º en la distribución; 4.º en la reproducción; 5.º en el aparato huesoso.—B. Capacidad del suelo para los gases, el agua y el calor: (a) termalidad, (b) gases del suelo, (c) agua telúrica.—C. Estado de la superficie; influye: 1.º en la alimentación; 2.º en la densidad de población; 3.º en la concurrencia vital; 4.º en la distribución. Resumen.—II. LUZ.—A. Influencia sobre la coloración y el mimetismo. 1.º producción de colores por luz reflejada por cuerpos coloridos; 2.º modificación ó producción de colores por luz blanca ó reflejada por cuerpos coloridos, en general. Resumen.

¹ Véase: Allen, The influence of physical Conditions in the Genesis of Species. Radical Review, I, 108.

I

SUELO.

En general: el suelo del Valle de México está formado por terrenos cuaternarios (p. 347, vol. I), siendo comunes los terrenos volcánicos: como su nombre lo indica es una cuenca limitada por cordilleras montañosas, siendo de topografía muy accidentada (p. 344); su población vegetal es notoriamente rica y variada.

A. *Constitución geológica del suelo del Valle de México.*¹ Los terrenos sedimentarios, que forman con pocas excepciones la parte plana de este Valle, son en todas las partes del mundo de los más feraces. Las aguas que descienden de las alturas limítrofes de esta gran cuenca arrastran materiales inorgánicos y orgánicos que han venido acumulándose en la parte baja y constituyen capas cuyo espesor aumenta de continuo y que son en alto grado favorables para la población vegetal y animal.² Si el suelo del Valle fuera de estructura más compacta; si estuviera formado, por ejemplo, de rocas graníticas, sucedería precisamente lo contrario, pues es indudable que aun prescindiendo de las demás condiciones biológicas cuya consideración es necesaria para estudios de conjunto, en las formaciones volcánicas de la parte austral la vegetación es con frecuencia poco vigorosa á causa de la estructura petrológica desfavorable de aquellos lugares (p. 470). Las especies de vertebrados cazadores, en igualdad de casos, con mayor dificultad pueden subvenir á sus necesidades de nutrición en el pedregal que en los depósitos aluviales inmediatos al pueblo de Tlalpam: en aquél, de 10 metros de terreno recorrido en busca de alimento, tres ó cuatro no nutren quizá ni un solo vegetal, si acaso improductivos helechos y cácteas; mientras que en muchas regiones del plan del Valle rara vez se halla una pobreza de plantas útiles tan sorprendente.

Sin que sea necesario aducir mayor número de hechos comprobantes, se adoptará desde luego la opinión ya formulada de que los terrenos sedimentarios son favorables para la población de un país cualquiera; aunque es útil advertir que en el Valle de Anáhuac no siempre es ello una ventaja, pues los suelos tequezquitosos y los arenales en cuya formación interviene el agua como agente mecánico, no son ni con mucho de una mediana fertilidad.

En Amecameca he observado, *en la estación de secas*, que las plantas de raíces pivotantes bien desarrolladas, como el *Asclepias lanuginosa*, viven mucho mejor que las que enraizan poco; el suelo es extraordinariamente poroso y movedizo, y el viento más ligero pone á descubierto las raíces que caminan horizontalmente cerca de la superficie de la tierra.—Si la llanura del Valle se encontrara en condiciones topográficas

¹ Véase: Memoria para la Carta geológica del Distrito de Zumpango de la Laguna, formada por los ingenieros de minas J. Cuatáparo y S. Ramírez. Toluca. 1875.

² Noticia científica de una parte del Estado de Hidalgo, por Mariano Bárcena. México. 1877.

distintas, de tal modo que fueran imposibles estos acarreos de sales alcalinas ó de detritus de rocas volcánicas, tal vez los terrenos á que nos hemos referido serían no estériles, sino regularmente feraces.

«Las rocas metamórficas (del Valle de México) que son calizas compactas, se hallan en la región Norte, y las masas sedimentarias forman los terrenos planos del centro.»¹

En el centro precisamente, en la parte plana del Valle, como lo venimos repitiendo desde el principio de este artículo, es donde la población de vertebrados llega á su mayor densidad. En esta región observamos desde luego á las especies que viven temporal ó perpetuamente en madrigueras subterráneas y que prefieren en la mayoría de casos un suelo formado por aluviones arcillo-arenosos á los terrenos calizos ó volcánicos ó aun á los arenosos.

Las especies de vertebrados hipogeos del Valle son principalmente los que á continuación enumeramos.

Todos los mamíferos, excepto los queirópteros, el venado (*Cariacus virginianus*), y los canidos y felidos que son más bien cavernícolas, el *Speotyto cunicularia hypogaea* ó lechuza llanera (señalado en la pág. 342, vol. I, con el nombre de *Strigym-nhemipus perlata*); todos los saurios y ofidios, el *Bufo compactilis* (Sapo) y las dos especies de salamandras (*Spelerpes*).

Los *Geomys* ó Tuzas suelen abrir subterráneos en los arenales. El *Spermophilus grammurus* (ardilla de tierra) se encuentra en el pedregal, y el *Tatusia* (armadillo) en las montañas: en ambos lugares hay muchos puntos no cubiertos con rocas de origen plutónico difíciles de ahuecar por las uñas y dientes de estos mamíferos, sino por tierra arcillosa ó *humus*, siendo comunes, por otra parte, resquebrajaduras naturales más ó menos profundas y que sirven perfectamente de madrigueras.

Es indudable que en igualdad de las demás condiciones ecológicas están menos expuestos á ser vencidos en la lucha por la vida los animales que habitan en subterráneos, que aquellos que constantemente se muestran al descubierto, siendo ello más y más favorable á medida que las especies son más nocturnas que diurnas *Didelphis*, (Tlacuache) y permanecen más tiempo en sus retiros. El *Geomys mexicana* (Tuza) casi nunca los abandona, los *Arvicola* (Metoritos) poco se alejan de ellos, mientras que el *Bassaris* (Cacomixtle) se aleja demasiado durante sus correrías nocturnas. La constitución petrológica del suelo tiene, pues, una influencia directa en la lucha por la vida de ciertas especies: á medida que los terrenos sedimentarios predominen en mayor grado sobre los volcánicos y metamórficos, será más fácil la existencia de los animales hipogeos, tanto vertebrados como invertebrados.

En la elección del lugar en donde labre su habitación subterránea una especie cualquiera, no sólo influye la dureza del suelo, pues si es cierto que un *Hesperomys* jamás podría agujerear en una masa de basalto compacto, lo es igualmente que aun en un terreno blando y apropiado, busca otras ventajas, como son el grado de permeabi-

¹ Boletín del Observatorio Meteorológico Central de México. Marzo de 1877, pág. 56: véase también la página 347, vol. I, 2ª serie, de «La Naturaleza.»

lidad al agua, exposición favorable, situación topográfica y otras condiciones que más tarde estudiaremos.

Entre las rocas sedimentarias del Valle de México encontramos las arcillas, margas, tobas, arenas, guijarros y otros materiales de acarreo. Para nuestro objeto nos parecen más dignas de atención la tierra vegetal que contribuye eficazmente á la fertilidad, las arcillas y las margas.

El suelo es muy arcilloso en la mayor parte del fondo del Valle, llegando á encontrarse tierras de una tenacidad de 12 kilos, según me ha comunicado el Sr. Ingeniero José C. Segura. Por lo tanto ofrece un interés particular desde el punto de vista de las condiciones biológicas y más especialmente de las condiciones hidrológicas. La arcilla absorbe el agua, la retiene con energía y contribuye á que el suelo sea poco permeable y se conserve húmedo una gran parte del año.

En la estación de lluvias, á causa de poca permeabilidad del terreno, se forman en muchos lugares bajos depósitos de agua que son habitados por un buen número de animales, y que se secan generalmente antes de la inmigración de las aves acuáticas. Estos charcos ó aun los pantanos de todas las regiones del Valle son favorables en alto grado para las especies de *Hyla* y *Rana*, cuyas larvas se desarrollan perfectamente sin tener tantos enemigos como en los lagos de caudal casi constante. La desecación prematura de esos depósitos es perjudicial, no á los huevos de batracios que se conservan al estado de vida latente para desarrollarse en el año que sigue, pero sí á las larvas que no han alcanzado el último grado de sus transformaciones.

Prescindiendo de otro orden de ideas que por ahora no nos interesan y fijándonos solamente en lo que respecta á los vertebrados acuáticos, podemos asegurar que es para ellos muy ventajoso que el suelo del Valle de México sea más bien arcillo-arenoso que puramente arenoso ó calizo: si lo primero, el estancamiento de las aguas sería muy difícil; si lo segundo, la vegetación y los invertebrados disminuirían de un modo notable.

Cuando el terreno contiene arcilla en proporción anormal, se resquebraja durante los meses de sequía y casi no permite la vida de las plantas y animales, si acaso la de algunos *Pæcetes*, *Zonotrichia*, *Chondestes* ó algún otro páser granívoro que subsiste miserablemente alimentándose con las semillas de los pastos.

La condición de humedad del suelo es particularmente importante para los analan-toidianos que, como el *Bufo compactilis*, los *Scaphiopus*, *Spelerpes* y otros del grupo de los batracios, se secan y mueren con facilidad asombrosa y del mismo modo absorben agua por toda la superficie de su cuerpo.

El terreno humífero, ya esté formado de turba como en las inmediaciones de Xochimilco, ó sea pantanoso como cerca de Chapultepec, presenta en la estación de secas pocas facilidades para su cultivo y nutre pocas especies; pero con las lluvias se hace más favorable y entonces alimenta muchas plantas acuáticas, no siendo reducida su población de vertebrados también acuáticos, compuesta principalmente de palmípedos, zancudos y los mamíferos, quelonios, saurios (*Gerrhonotus* ó Escorpión), ofidios y batracios, que

están dotados de locomoción acuática. Hay también peces y un buen número de invertebrados.

La constitución petrológica del suelo influye en la climatología, y directa ó indirectamente.

1.º *En la selección de colores simpáticos.* Más tarde estudiaremos este punto detalladamente y por ahora nos limitaremos á dar varios ejemplos.

Respecto al mimetismo de colores en los animales terrícolas, es indudable que se observa en la mayoría de casos, siendo los colores predominantes de las diversas especies los oscuros, grises, más ó menos rojizos ó amarillentos. Los dos primeros dominan también en los terrenos arenosos que contienen arcilla feldespática ó cuarzosa y que por lo común se siembran con maíz, y ocupan una buena parte del plan del Valle: muchos vertebrados del mismo tono se confunden con el suelo: por ejemplo, *Spermophilus grammurus*, *Scardafella inca* (Coquita), *Pipilo fuscus* (Tarenga), *Bufo compactilis*. En los pedregales, las lavas son de un color azulado muy semejante al que tiene en el dorso el *Sceloporus torquatus* (Lagartija).

Hay en el Valle de México grandes extensiones donde el tinte general, á causa de la proporción y estado del sesquióxido de fierro, es más ó menos amarillo, amarillo moreno ó rojizo; estos terrenos son comunes en las colinas de la parte occidental y meridional, y en varios cerros. Muchos de los vertebrados que allí viven son miméticos: *Spermophilus mexicanus* (Hurón), *Spizella pallida*, (Llanero), *Sceloporus scalaris* (Lagartija).

El *Grus canadensis* (Grulla), según dicen varios ornitólogos, en la época de la incubación se cubre con barro para confundirse con el suelo y escapar á las miradas de sus enemigos.

En las montañas se encuentran acantilados de pórfidos rojizos, color que se asemeja extraordinariamente al que presenta el Saltapared (*Catherpes*).

Con los fondos negros de los lagos, y también con las tierras constantemente húmedas y lodosas son miméticos varios vertebrados. Por ejemplo: *Arvicola*, *Phalacrocorax mexicanus* (Pato puerco), *Cinosternon pensylvanicum* (Tortuga), *Regina mesomelana* (Culebra de agua), *Amblystoma tigrinum* (Ajolote), *Spelerpes morio* y alguno de los Ciprinidos del Valle aún no determinados.

Naturalmente que una variación cualquiera, bien sea en la extensión de la area geográfica de los animales terrícolas, ó en los componentes de un terreno, implica una selección de colores; de tal manera que si, como es evidente, el hombre influye en este particular y convierte en tierras de labor las que en otra época no lo eran, cambian los matices cromógeos y deben modificarse las particularidades miméticas.

Es preciso, por otra parte, no olvidar que un terreno muy permeable cambia de color mucho más que otro que difícilmente se humedece, y según que esos cambios sean más ó menos considerables, el mimetismo de coloración varía en proporción constante. El *Phrynosoma orbiculare* (Camaleón), cuando se halla en un lugar húmedo y frío, tiene colores más oscuros, y más claros si está sobre un suelo seco y caliente. Es muy pro-

bable que las especies miméticas de color negro que hemos citado, lo hayan adquirido porque la tierra de los lugares ó depósitos en que viven está constatemente húmeda.

El mimetismo de coloración con el suelo, en las semillas y frutos pequeños que alimentan á varias aves, es un hecho importante relacionado con la constitución litológica del terreno. A medida que esta « semejanza protectora » es mayor, el trabajo de las especies granívoras y frugívoras lo es igualmente y las plantas tienen más probabilidades de propagarse y satisfacer á la imperiosa necesidad de aumentar indefinidamente el número de sus individuos.

Las semillas del Chicalote (*Argemone mexicana*), las del Nabo (*Brassica*) y de otros muchos vegetales son oscuras, casi negras y se confunden con los terrenos de igual color. Las Gramíneas, por el contrario, producen frutos de color muy semejante al que comunica á la tierra el peróxido de fierro hidratado, pero más aún al de las hojas de los pastos secos; lo mismo se nota en ciertas Leguminosas como el *Melilotus*. Los frutos rojos del *Schinus molle* ó Árbol del Perú sí son muy visibles una vez que caen en un suelo gris ó amarillo, y de ello no resulta ningún perjuicio sino más bien una ventaja, puesto que los vertebrados que los comen por lo común solo aprovechan la pulpa del fruto y arrojan intacta la semilla, que por este medio ha verificado una útil emigración pasiva. Se podría preguntar por qué los granos del Colorín (*Erythrina coralloides*) no presenta geo-mimetismo (permítasenos el término), pues son de un rojo muy vivo y el animal más miope puede distinguirlos á una distancia relativamente considerable. Pero se recordará que M. Wallace y otros naturalistas han observado el hecho curioso de que los animales, por una funesta y larga experiencia, han aprendido á desconfiar de todo aquello que es extraordinariamente visible: en el caso de las semillas venenosas del Colorín, que son además difíciles de digerir, esa desconfianza está perfectamente justificada.

En la jaula en que estaba aprisionado un *Carpodacus aemorrhous* (Gorrión) he puesto varias semillas de alpiste (*Phalaris canariense*) sobre papel de distintos colores, notando con toda evidencia que percibía desde luego los granos colocados sobre papel negro ó de un color distinto del que ellos presentan; mientras que los puestos sobre un fondo amarillo, permanecieron mucho tiempo sin llamar la atención del ave con que se experimentaba.

En los invertebrados terrícolas se ofrecen á la observación fenómenos análogos; pues hay algunos como los *Porcelio*, grises; otros rojos como la Hormiga arriera (*Pogonomyrmex barbatus*), que se confunden con las lavas llamadas *tezontle*, y lo que es más común con los terrenos ferruginosos rojizos, ó las piedrecitas del mismo tinte que amontonan alrededor de su hormiguero; otros articulados son amarillentos, por ejemplo la mayoría de los ortópteros acridídeos y locustídeos, que pululan en las colinas amarillentas de Tlalpam y Tacubaya. Naturalmente que este mimetismo es muy ventajoso para ellos, y muy perjudicial en cierto sentido para sus enemigos vertebrados.

Hay aún otros hechos curiosos relativos á la influencia del suelo en la selección de colores simpáticos. Por ejemplo, en lo que respecta á las coloraciones de los huevos de

ciertas aves, como los Tildíos (*Ægialites*) los Candeleros, (*Himantopus*) y otras aves acuáticas que casi no forman nidos, contentándose con depositar sus huevos en la arena, de cuyo tinte son exactamente iguales.

Los nidos también suelen presentar estas particularidades: varios Fringílidos granívoros y sedentarios del Valle de México, los construyen con pastos secos y amarillentos del color del suelo, en un lugar descubierto, como lo he observado repetidas veces, una ocasión sobre todo que excursionaba por las inmediaciones de Tlalnepantla, en compañía del Sr. Dr. D. Fernando Altamirano.

Respecto al mimetismo de formas, semejanza protectora de actitudes, movimientos, etc., encontramos asimismo una correlación directa con el suelo, pues á medida que éste sea menos variable en su coloración, en igualdad de las demás condiciones, esas clases de mimetismos, habiendo el de coloración, son menos necesarias, y por el contrario, cuando en una extensión cualquiera se ven terrenos rojos, amarillos, negros ó grises, confundidos entre sí, se hace indispensable que los vertebrados estén protegidos de otra manera. En estas condiciones sólo les sería verdaderamente útil la semejanza de colores si permanecieran inmóviles en un sólo lugar.

Nos parece casi inútil citar dos casos muy generales y conocidos de fenómenos de este orden, y que hasta cierto punto comprueban los que dejamos señalados: predominan en las regiones polares los animales blancos, y los amarillentos en los grandes desiertos africanos.

2.º *La constitución petrológica del suelo influye en la invernación de los reptiles.* No conocemos ciertamente un sólo caso de invernación (!) de estío en los vertebrados del Valle, aunque pudiera ser que en Zumpango ó Texcoco, cuando quedan en seco grandes extensiones, se sepulten bajo el fango algunos de los reptiles acuáticos, pasando al estado de vida oscilante.

Respecto á la invernación propiamente dicha, podemos decir que el *Sceloporus torquatus*, el *Phrynosoma orbiculare* y los sapos, en caso de invernar, pasan su sueño no en los terrenos flojos y permeables sino en los más compactos y arcillosos. De esto les resultan varias ventajas, como son el estar más al abrigo de la humedad y de los cambios de temperatura, pues la circulación del aire se hace muy imperfectamente en sus madrigueras, sobre todo cuando la entrada del subterráneo está obstruida por plantas ó tierra y hay así menos irradiación de calor.

3.º *Influye en la distribución.* Como la estructura del suelo influye de un modo manifiesto en su fertilidad y por tanto en la población de las especies herbívoras y por lo mismo en la de carnívoros, aceptaremos como indudable que el estudio de dicha estructura puede explicarnos muchas particularidades corológicas. Su acción sobre el clima no es menor, y en una palabra, la geología de un país es el primer punto que debe investigarse cuando se tenga la pretensión de explicar los complejos hechos de distribución geográfica de los animales.

En primer lugar consagraremos algunas líneas á la exposición de un fenómeno interesante, quizá no bien establecido aún: en muchos casos es posible deducir del conoci-

miento de la flora (y tal vez de la fauna) de un lugar la composición química del terreno. El Sr. M. Bárcena dice que las especies de *Quercus* son características de un suelo ferruginoso¹, que la *Bygnonia viminalis* indica la presencia de los terrenos modernos de aluvión, etc., etc.

Al ocuparnos de la flora y fauna de invertebrados del Valle de México, y más especialmente de su distribución en zonas topográficas, hemos dicho que éstas pueden comprenderse en las divisiones de palustre y lacustre, alpina, de pantanos salados ó terrenos salinos, pedregales, colinas y cerros de poca elevación no cubiertos con plantas alpinas, pastos, llanuras bajas, en general húmedas pero no pantanosas.

Estas divisiones zoológicas corresponden hasta cierto punto con las divisiones geológicas. La palustre y lacustre bien pudiera llamarse humífera, y en ella se encuentran como vertebrados predominantes los que á continuación enumeramos:

En los terrenos pantanosos: entre los mamíferos *Arvicola pinetorum*, *A. mexicana* y *Mustela brasiliensis*; entre las aves, además de las zancudas y palmípedas, *Pandion haliaetus* (Gavilán pescador), *Ceryle alcyon*, *Ceryle cabanisi* (Martín pescador), *Sayornis nigricans*, *Sturnella magna mexicana*, *Anthus ludovicianus*, *Quiscalus tenuirostris*, *Melospiza fasciata mexicana*, *Cinclus mexicanus*, *Anthus ludovicianus*, *Cistothorus palustris*; de los quelonios todas las especies del Valle; de los saurios solamente al *Gerrhonotus imbricatus*, que he visto nadar con cierta facilidad, y que sería, por lo mismo, digno de estudiarse en lo que respecta á sus facultades de locomoción; de los ofidios, las *Eutainia*, la *Regina mesomelanā*, y tal vez el *Pithyophis deppei*; todos los batracios excepción hecha de los *Spelerpes*; todos los peces.

Se ve cuán grande es la importancia de esta región humífera para la riqueza y variedad de población de vertebrados en el Valle de México, pues aparte de los mamíferos y saurios que en su mayor parte viven en lugares secos, las especies restantes lacustres ó palustres, se encuentran en gran proporción: 67 aves para las 217 que hemos citado, 8 reptiles para 25, 7 batracios para 9, todos los peces, todos los quelonios, 3 de los 33 mamíferos citados. Total: de cerca de 284 especies, cuando menos 83, algunas de las cuales, como las pertenecientes á las aves palmípedas y zancudas, son de las más ricas en individuos.

La región subalpina está constituida por rocas ígneas que forman los macizos montañosos, especialmente en la porción E. S. y O., adonde también son más comunes los bosques. «En la Sierra Nevada dominan las doleritas, el *trap* y las lavas escoriosas; en el Ajusco los basaltos compactos, y en la región occidental los pórfidos traquíticos.» Entre los vertebrados característicos de esta zona, citaremos los siguientes:

Felis concolor (León), *Cyanocorax diadematus* (Azulejo copetón), *Crotalus luegubris* (Culebra de cascabel) (?), *Spelerpes orculus*.

En la zona de pantanos salados ó terrenos salinos formados por sedimentos químicos la población es muy reducida, al grado de que no conocemos una sola especie característica.

¹ Observaciones de plantas características de climas y terrenos: «La Naturaleza», Vol. II, pág. 173.—Distribución de los helechos de México, por los Sres. Martens y Galeotti: *ibid*, Vol. VII, pág. 29.

En las formaciones volcánicas llamadas pedregales¹ se encuentran con bastante frecuencia dos especies de culebras de cascabel (*Crotalus polysticus* et *C. adamanteus*); el *Sceloporus torquatus*, el *Felis concolor* y el *Spermophilus grammurus*.

En los cerros y colinas de poca elevación constituidos por conglomerados de diversas clases, se ven con mucha frecuencia las especies que á continuación enumeramos: *Phrynosoma orbiculare*, *Geomys mexicana* y *G. hispidus*, *Sceloporus scalaris*, *Speotyto cunicularia hypogæa* (?).

Si la constitución del suelo del Valle fuera igual en todos los lugares de éste, la fauna de vertebrados sería muy distinta de lo que es en la actualidad; pues además de las modificaciones que tendrían lugar en la climatología, se verificarían cambios notables subordinados á la geología. Si todos los terrenos fueran arenosos exclusivamente, hasta en las capas profundas, no habría ó habría muy pocas palmípedas y zancudas; si fueran todos volcánicos, sucedería lo mismo; si calcáreos, la población de especies insectívoras sería muy limitada, y difícilmente encontraríamos en abundancia las *Dendræca*, los Queirópteros, los saurios y batracios, etc. Y si entonces nos fijáramos exclusivamente en que el Valle de México y ciertos lugares de la Mesa Central tienen igual altura sobre el nivel del océano y están situados á una latitud igual ó casi igual, juzgando *à priori*, asignaríamos erróneamente una población idéntica á estas diversas localidades, cuyo suelo no tenía la misma constitución geológica. Si, por el contrario, sólo concedemos importancia á este carácter y despreciamos las diferencias que pueda haber en la posición geográfica de distintas localidades, incurrimos en el mismo error, puesto que dos países distintos tienen á veces un suelo de constitución igual, y sin embargo de ello una fauna diferente. Se deja entender, por lo tanto, cómo es ilógico el modo de proceder de muchos naturalistas (que podríamos citar) cuyos estudios corológicos no son suficientemente exactos á causa de que atienden nada más á la latitud, longitud, altura sobre el nivel del mar ó demás particularidades geográficas ó topográficas, sin tomarlas en conjunto: de la misma manera que en sistemática, en biología general, el método de investigación más perfecto y fecundo en resultados prácticos es el que previene la consideración de todos y cada uno de los caracteres y no de un sólo carácter que, por dominante que sea, puede inducir en error.

4.º *La constitución del suelo influye en la reproducción.* Directamente en la reproducción de los saurios ovíparos que, como el *Sceloporus scalaris*, depositan sus huevos bajo tierra. Si es arcillosa, conserva bien la humedad, y entonces los huevos se desarrollan perfectamente; lo que no es así cuando el terreno arenoso, permeable por cualquier motivo, permite una evaporación rápida. En el Instituto Médico Nacional he comprobado varios experimentos que hice á este respecto desde hace mucho tiempo, operando en los huevos del *Sceloporus* ya mencionado. Una Iguana hembra (*Cyclura pectinata*), de las que bondadosamente me proporcionó el Sr. Profesor D. Francisco Río de la Loza y Miranda, puso varios huevos que se colocaron primeramente en arena

¹ «Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate.» El pedregal de San Ángel, por E. Ordóñez, Vol. IV, núms. 5 y 6.

húmeda, habiéndose secado muy pronto; otros se cubrieron con tierra arcillosa y conservaron sus dimensiones primitivas. Por desgracia las ratas descubrieron y devoraron estos huevos, que habían permanecido en buen estado seis días, mientras que en el primer caso se secaron al cabo de cuarenta y ocho horas. Es probable que esa causa de destrucción, por los mamíferos parcial ó exclusivamente carnívoros, obre aun en las condiciones naturales, pues los *Didelphis*, *Bassaris* y *Mephitis* no creo que desdeñen los huevos de lagartija, por pequeños que sean.

En los reptiles encontramos un hecho curioso que no se observa en los otros vertebrados de huevos meroblastos, y es que aun teniendo estrecho parentesco, unos son ovíparos y otros ovovivíparos. Es una ventaja que los huevos de ciertos saurios (*Cyclura*, *Sceloporus*) sean elásticos, porque así resisten los choques más fácilmente que si fueran tan quebradizos como los que producen las aves, y quizá esta textura sea también favorable para el parto: pero siendo así más fácil la desecación, los embriones perecen con más frecuencia. Los huevos de los *Cinosternon*, que tienen una cubierta calcárea muy frágil, no necesitan para su desarrollo y conservación un terreno muy húmedo, y he visto que resisten regularmente la influencia del calor solar. Examinando con el microscopio el cascarón de los huevos de Iguana, lo encontré poco compacto, con un tegmen muy desarrollado é incrustaciones calcáreas en corto número, gruesas y diseminadas irregularmente en toda la superficie.

El examen de estos hechos nos conduce á admitir que debe haber existido y aun existe una selección activísima en el modo de reproducirse de ciertos vertebrados de temperatura variable: los ovíparos pueden haberse cambiado en ovovivíparos por una selección que en detalle no conocemos pero que juzgamos necesaria desde el momento en que nos vemos precisados á aceptar que las causas de destrucción de los huevos de reptiles, por ejemplo, pueden aumentar según las circunstancias; si así sucede, si en una especie cualquiera esas condiciones desfavorables se hacen extraordinariamente numerosas y dicha especie no se cambia en ovovivípara (subsistiendo en adelante nada más los individuos de esa clase de reproducción), sin duda que está muy expuesta á perecer.

Los terrenos casi impermeables al aire son, por otra parte, poco propicios al desarrollo de los huevos de reptiles.

La pobreza de la tierra en sales de cal es perjudicial para la formación del cascarón, aunque en México muy pocas veces he visto que las aves domésticas, colocadas en condiciones anormales, produzcan huevos desprovistos de envoltura.

5.º *La constitución del suelo influye en el sistema huesoso.* Según las observaciones de M. Maurel, tal cosa se observa en los terrenos pobres en substancias calizas: se presenta la osteoclasia (no debe confundirse con la caquexia huesosa de un origen distinto),¹ que según mi estudioso amigo el Dr. R. E. Cicero, es casi desconocida en México.

La estatura de los animales se modifica sensiblemente según la pobreza ó riqueza del suelo en sales de cal: sería interesante estudiar si en el Valle de México los ani-

1. Véase Cornevin. *Traité de Zootechnie générale*. Paris, 1891, págs. 270 y siguientes.

males domésticos importados, cuando menos, han sufrido algún cambio á este respecto.

Si los terrenos no abundan en aquella base alcalino-terrosa, las aguas corrientes tampoco la tienen, y de ello resultan deformidades más ó menos notables en los animales, especialmente en los que son acuáticos. Unas tortugas (*Emys ornata*) que se tenían en el agua muy pura de pozo artesiano de la Escuela Preparatoria de México (en el año de 1882) murieron á causa de que el carapacho fué perdiendo su espesor y dureza, llegando á tener una consistencia casi cartilaginosa. El Sr. Dr. D. Manuel M. Villada ha encontrado, por el contrario, unos *Cinosternon* (conservados en el Museo Nacional) que por la acción de las aguas incrustantes presentan el carapacho cubierto de una gruesa capa calcárea que sin duda dificultaba los movimientos de esos animales.¹

B. *Capacidad del suelo para los gases, el agua y el calor.*² No vamos á ocuparnos en la influencia de esta propiedad sobre la climatología, pues así como lo hemos hecho al tratar de la constitución geológica del suelo, hacemos punto omiso de esta cuestión, que no es absolutamente de nuestra incumbencia. Adoptamos el método de Arnould, que estudia sucesivamente: (a), termalidad del suelo; (b), gases del suelo; (c), agua telúrica, capa de agua subterránea.

(a). *Termalidad del suelo.* Influye principalmente en la invernación, en la vida de las especies hipogeas, en el desarrollo de los huevos de los reptiles ovíparos, en la alimentación de los vertebrados insectívoros, además de que tiene una notoria influencia sobre la vegetación, y seguramente que su estudio cuidadoso podrá explicar varios de los hechos de corología botánica que en otra parte dejamos señalados.

Según Littrow, á medida que los elementos del suelo son más tenues, su conductibilidad para el calórico es menor. Indudablemente que los *Geomys* ó Tuza que viven en el arenal de Tepepa están mucho más abrigados del frío que los *Spermophilus grammurus* que habitan en grietas más ó menos profundas del pedregal de San Ángel, abiertas en voluminosas masas de lava. Esta ventaja, que á primera vista parecerá insignificante, es muy grande si se considera que según el «Resumen de las observaciones meteorológicas practicadas en el Observatorio Central de México,» la temperatura mínima absoluta en la intemperie ha llegado á ser de $-7^{\circ}2$, mientras que en el suelo, á 0^m85 de profundidad, ha sido de $15^{\circ}72$.³ Esta diferencia hubiera alcanzado mayor número de grados termométricos si en igualdad de condiciones se tomara la temperatura media de los subterráneos del *Geomys* en Tepepa y de los que habita el *Spermophilus* en el Pedregal, y que sin asomo de duda son más fríos.

Por otra parte, las Tuzas están mejor adaptadas para minar el terreno que los Sciuridos con que las venimos comparando: pueden profundizar sus galerías hasta alcanzar la temperatura que les convenga, la capa invariable; mientras que los *Spermophilus*

¹ «La Naturaleza.» Vol. I, 2.^a serie, p. 37.

² Darwin: De la variation, II, 135. Bordier: Geogr. Méd., 1884, p. 952. Arnould: Higiene, p. 25.

³ Breves consideraciones sobre el suelo de la Ciudad y Valle de México, por G. Parra: México, 1890, página 12.

difícilmente pueden hacerlo, desde luego porque el suelo del Pedregal tiene una estructura compacta y las lavas son de gran dureza, y también porque no tienen la magnífica herramienta de los *Geomys*.

Hay, sin embargo, una capa de temperatura invariable en una misma localidad y cuya profundidad varía con la latitud: es de 0^m33 en el Ecuador (26° á 28° 50'): en Francia se halla á 24 ó 26 metros. En dicha capa, en el Valle de México podrían vivir especies exclusivamente hipogeas propias de la zona tórrida.

En general, podemos hacer la aplicación práctica de la ley de Littrow, admitiendo que los vertebrados hipogeos que viven en la región montañosa (*Dasybus*, *Felis rufa*, etc.) durante el invierno encuentran en sus madrigueras condiciones térmicas menos favorables que los habitantes de la llanura (Lechuza llanera, Sapo, etc.), puesto que en la parte plana es donde más comunmente se presentan terrenos constituidos por materiales de pequeño volumen. Recordaremos, sin embargo, que en las serranías Nevada y de Ajusco, hay *arenales* de regular extensión.

En lo relativo á la vida invernante y al desarrollo de los huevos de reptiles depositados bajo tierra, se aplica la misma ley y de igual manera.

La lucha por la nutrición de los vertebrados se modifica notablemente, pues los invertebrados hipogeos, como los *Lumbricus*, viven á mayor ó menor profundidad, según las estaciones (he notado lo que ha sido ya objeto de la atención de varios naturalistas; las lombrices se encuentran más lejos de la superficie del suelo en el invierno que en el estío). En la estación de lluvias se recoge gran número de articulados ocultos bajo las piedras, mientras que en el invierno se ven solamente las aberturas de las galerías subterráneas, pero no sus pobladores. Estos hechos están subordinados á las variaciones de nivel de la capa de agua subterránea y á la capacidad del suelo para ese líquido, porque nunca se halla en un terreno tepetatoso de Tacubaya el número y variedad de insectos subpetreos que en el suelo húmido de Chapultepec.

No podemos dudar de que el *Harporhynchus* ó Cuitlacoche, el Azulejo maicero (*Guiraca caerulea*), que en cierta época persigue á las lombrices de tierra, la Musaraña (*Blarina*) y otros vertebrados que se nutren con insectos, gusanos ó crustáceos lucífugos, preferirán por aquella causa los terrenos poco permeables á los que no lo sean.

Las otras leyes de Littrow se refieren á la influencia que tiene la humedad del suelo sobre sus propiedades conductoras del calor, y no creemos necesario repetir las.

Las oscilaciones de temperatura del suelo, que entre nosotros no se han estudiado, deben ser considerables en el Valle de México, puesto que el grado termométrico en las capas superficiales adonde forman sus madrigueras las *Arvicola* y otros vertebrados, está relacionado hasta cierto punto con la temperatura del aire, tanto menos, cuanto que las capas son más profundas. En la ciudad de México las oscilaciones de la temperatura atmosférica son muy grandes: en el año de 1882, según el erudito y estudioso Ingeniero Sr. Guillermo B. y Puga,¹ la oscilación media ha sido de 13°0, y en algunos meses como

¹ Boletín del Ministerio de Fomento de la República Mexicana: Vol. VIII, núm. 110. Resumen meteorológico de la Ciudad de México, correspondiente al año de 1882, por G. B. y Puga.

Enero, hasta de 15° Los *Dasytus*, *Blarina*, *Geomys*, etc., que ahuecan galerías á mayor profundidad, están mucho más abrigados en este concepto que los pequeños roedores, y sobre todo los *Bufo* y varios reptiles del Valle que viven á muy corta distancia de la superficie del suelo. Conviene recordar, sin embargo, que para la transmisión del calor exterior á las capas colocadas á 18, fué necesario el transcurso de un mes, según observaciones hechas en Bruselas.

Seguramente que esta propiedad poco conductora del terreno, tiene una gran influencia en la migración de especies como el *Speotyto cunicularia hypogaea*, que durante el invierno permanecen abrigadas gran parte del día en el interior de los subterráneos de la parte plana del Valle de México, y menos expuestas al enfriamiento que si permanecieran á toda hora posadas en las ramas de algún árbol, como lo hacen otros rapaces nocturnos.

(b). *Gases del suelo*. No contamos con muchas observaciones á este respecto, y solo de un modo teórico podríamos decir que la capacidad del suelo para los gases influye sensiblemente en la vida de los animales hipogeos, pues la cantidad de ácido carbónico y sulfídrico, de oxígeno, protocarburo de hidrógeno y otros gases que pueda haber en las distintas regiones del Valle, sin duda, variable según la clase de los terrenos, y por lo mismo es de esperarse que los vertebrados tengan una preferencia marcada por aquellos lugares en donde las funciones respiratorias durante la permanencia bajo tierra se hagan con toda libertad.

En contradicción con estas apreciaciones teóricas, se nos presentan algunos hechos elocuentes y que tal vez prueban cuán débil es la acción que ejercen sobre ciertos vertebrados hipogeos los gases almacenados ó producidos por el suelo.

Los *Arvicola* (Metoritos) viven en galerías subterráneas que cuando están labradas en los bordes de las zanjas se continúan á veces abajo de la capa de agua, y continuamente húmedas, dan salida á los gases que se producen por la fermentación de un sinnúmero de materias orgánicas depositadas en esos fondos cenagosos. Lo mismo sucede con las madrigueras de la *Mustela frenata*, y lo que quizá es menos interesante, con las guaridas hipogeas de los reptiles y batracios palustres. He visto que los *Arvicola* son muy sensibles á la influencia del confinamiento en un espacio cerrado: uno de ellos, guardado en un frasco de vidrio que se tapó imperfectamente, murió mucho más pronto de lo que era de esperarse.

Es conveniente no olvidar que el aire de las galerías subterráneas se renueva con cierta facilidad, ya sea á causa del calor ó de las corrientes producidas por la respiración de los animales allí abrigados, ó aun por otras acciones que nos parece inútil enumerar; además, la proporción de ácido carbónico telúrico aumenta con la profundidad y varía según la composición y permeabilidad de los terrenos.

Pero sea de esto lo que fuere, yo creo en todo caso curioso el hecho de que algunos de los vertebrados palustres del Valle de México puedan vivir en guaridas subterráneas labradas en un terreno que contiene y desprende en gran cantidad gases irrespirables.

Hay otro hecho de este orden todavía más instructivo: los roedores caseros, especialmente el *Mus decumannus*, viven muy bien en los depósitos ó canales de conducción de los excrementos y otros materiales de desecho: entre las aves hay algunas que, como el Corvejón (*Plegadis*), el Pico de tijera (*Rhynchops*) y algunas otras, buscan sus alimentos sondeando y agitando el fango semilíquido de los lugares pantanosos: á consecuencia de esa agitación se desprenden numerosas burbujas de los gases allí aprisionados, y esos volátiles los respiran muchas horas al día sin que de ello sufra su organismo en lo más mínimo.¹

Por vía de comparación citaremos el caso de un soldado que recientemente intentó fugarse atravesando las atarjeas, y que después de permanecer en ellas un corto número de minutos, experimentó síntomas de asfixia alarmantes: fué extraído de aquellos lugares y conducido para su curación al Hospital Militar, donde debe conservarse la historia de este hecho curioso.

(c). *Agua telúrica, capa de agua subterránea.* En la parte plana del Valle de México, y sobre todo en los lugares muy bajos como la ciudad, el nivel de la capa de agua subterránea se encuentra muy alto. Es común que en los pozos suba el líquido á una distancia de cincuenta ú ochenta centímetros de la superficie del suelo, mientras que en puntos más elevados ó de constitución geológica diferente como Coyoacán, los pozos tienen una profundidad mucho mayor y el agua se estaciona cuatro, cinco ó aun más metros abajo de la superficie. El descenso de la capa subterránea comienza en Diciembre, según el Dr. G. Parra, y continúa hasta la estación de las lluvias, en cuya época las zanjas casi desbordan, los pantanos son muy numerosos y los vertebrados hipogeos viven casi á flor de tierra. Recuerdo haber encontrado una madriguera de Tlacuache (*Didelphis virginiana*) á ocho ó diez pulgadas de profundidad en un jardín de San Cosme; y sin embargo de esa débil altura, el fondo estaba excesivamente húmedo.

En igualdad de las demás condiciones los vertebrados hipogeos que habitan en la llanura, en la estación de lluvias se ven precisados á vivir muy cerca de la superficie de la tierra ó á emigrar en busca de lugares elevados. Lo primero ciertamente es desventajoso para ellos, puesto que sus enemigos los descubren entonces con más facilidad, como sucede con las especies de *Lepus*; mientras que los vertebrados alpestres ó los que se hallan en el Pedregal no tienen que resentir ó resienten poco la influencia de las oscilaciones de la capa de agua subterránea. Por el contrario para los vertebrados insectívoros (es de notar que en su mayor parte pertenecen á la clase de las aves y se encuentran en el Valle en los meses de sequía), es muy favorable que el agua ascienda mucho, porque á causa de ello los articulados hipogeos se ven en la necesidad de acercarse á la superficie, y en ese caso más fácilmente pueden ser presa de sus enemigos; en tanto que descendiendo el agua pueden esos articulados profundizar sus galerías, y ya

¹ El Sr. D. José M. de Ágreda y Sánchez, navegando por el lago de Xochimilco, fué sorprendido por un temblor de tierra, y notó que se desprendían del fondo de ese depósito una cantidad innumerable de las burbujas gaseosas retenidas en el cieno. Los indígenas del lugar saben que este fenómeno precede á los terremotos (siempre que las burbujas se produzcan en una gran extensión á la vez y en cantidad considerable).

sepultados á treinta ó cuarenta centímetros estar casi á cubierto de la persecución de los *Harporynchus*, *Nasua*, *Tatusia*, *Anthus*, *Turdus* y *Catharus*.

Otras y muy importantes relaciones tienen las aguas subterráneas con la climatología y patología; pero no creemos necesario repetir lo que se encuentra en todas las obras y que se relaciona más bien con las condiciones de salubridad, la agricultura, meteorología, etc., que con la existencia de los vertebrados que venimos estudiando desde otro punto de vista.

(c). *Estado de la superficie del suelo*. Bajo esta denominación se consideran los accidentes de configuración exterior que pueden ser montañas, colinas, valles, etc. En la zona montañosa se distingue la región alpina (inferior, media y superior) comprendida entre cierto número de unidades barométricas que no citamos, porque en nuestro concepto está caracterizada, independientemente de la altitud, por su vegetación, siendo este carácter menos variable. Sin detenernos en investigar la influencia que tengan estos accidentes sobre la climatología, nos ocuparemos en lo que respecta á la ecología de los vertebrados.

1.º *El estado de la superficie del suelo influye en la alimentación directa ó indirectamente*. Una especie ó grupo de especies del mismo régimen dietético, en igualdad de otras condiciones, encuentra mayor variedad de alimentos en un país extenso muy accidentado que en otro que lo es en menor escala; porque también en igualdad de las demás condiciones los invertebrados y vegetales son más abundantes específicamente donde por una accidentada topografía encuentran mayor diversidad de condiciones. En el Valle de México pueden vivir las plantas é invertebrados de las zonas alpina, lacustre, palustre, etc. Ya hemos visto, por lo demás, que las regiones admitidas por nosotros ofrecen esa importante diversidad de condiciones.

La población de vertebrados del Valle de México, si todo el país fuera montañoso, estaría reducida en grado superlativo: desde luego no habría lagos, pantanos y demás depósitos de agua, siendo, por lo mismo, imposible la existencia de las numerosas especies acuáticas, es decir, casi todos los palmípedos y zancudos, muchos reptiles y batracios, los peces y los mamíferos palustres. Si, por el contrario, fuera llano en toda su extensión, sin las cordilleras de montañas, faltarían los vegetales é invertebrados propios de las alturas, y, en consecuencia, muchos vertebrados como las *Sialia*, *Cyanocorax*, no podrían subsistir.

Tomemos todo el grupo de vertebrados cazadores ó herbívoros, y veremos que muchos de los que son entomófagos pueden buscar sus alimentos en las Coníferas y Cupulíferas alpinas, en las Compuestas, Gramíneas y tantas otras plantas de la llanura, en los helechos y cáceas del Pedregal, en las Ciperáceas y demás esencias botánicas de la zona lacustre, etc.; y si en una de estas regiones, en la alpina por ejemplo, no hallan articulados abundantes á causa de la persecución que les han hecho otros enemigos ó por alguna de las causas de desecación ó muerte de los vegetales, pueden ir, como van en efecto, á los lagos, colinas ó llanuras adonde encuentran una mesa bien servida.

El *Calothorax cyanopogon* (Chupamirto) puede presentarse como ejemplo de estas

pequeñas emigraciones. Según el Sr. Dr. D. Manuel M. Villada,¹ «es una de las especies que permanecen en el Valle una gran parte del año; llegan al comenzar la primavera al pueblo de Cuauhtepac (pequeño valle situado al N.O. de la Villa de Guadalupe), en donde primero se les observa juntamente con las otras especies ya indicadas, en busca de los Cactus, especialmente los *Cereus*, que son de las primeras plantas que florecen en dicha estación; más tarde se internan dirigiéndose el mayor número del lado del Poniente, siguiendo las orillas de los ríos en donde abundan las flores de la *Lobelia laxiflora*; abandonan en seguida estos lugares en la época de la floración de la *Erythrina corallodendron*; en el otoño se les encuentra del lado Sur encumbrándose á las montañas, atraídos allí por las flores de los *Lupinus* y *Bouvardias*. La época de sus amores la pasan en nuestros campos. . . .»

Lo repetimos, en el caso de que no hubiera accidentes en el Valle de México, la planicie actualmente consagrada á los grandes cultivos, sufriría la acción devastadora de los vientos, y en el invierno ó en la estación de secas sólo podría alimentar improductivas gramíneas y un reducido número de vegetales arborescentes ó perennes. La población flotante de vertebrados ya no podría distribuirse á distintas alturas y en lugares de flora y fauna diferentes.

Hay, además, varias especies que se nutren de un modo exclusivo con vegetales ó invertebrados confinados á determinada región: por ejemplo, el *Cariacus virginianus*, que prefiere los frutos del Tejocote; los *Harporhynchus*, que gustan de lombrices; los *Plegadis*, que comen insectos y otros articulados palustres.

2.º *El estado de la superficie del suelo influye en la densidad de población específica é individual, puesto que las ventajas de que hablamos y que resultan de ser el país á la vez montañoso y plano, redundan en beneficio de las especies (variedad y abundancia de alimentos) y de un modo indirecto favorecen la tendencia que tiene todo organismo á multiplicar indefinidamente el número de sus individuos.*

Para no cometer errores de apreciación, es indispensable tener muy presente que esta influencia es secundaria, y que una influencia de primer orden puede modificar la fauna de una localidad, nulificándose por completo aquel primer factor. La abundancia de roedores en Maravatío hace que abunden los Rapaces diurnos y nocturnos mucho más que en otras regiones cuyos accidentes son más importantes y que no presentan esa proporción elevada en Arvicolidos y Muridos salvajes.

3.º *La configuración topográfica de una región influye de una manera manifiesta en la lucha por la vida, y tanto en lo que respecta á la lucha con los enemigos, como en lo que se relaciona con la influencia del hombre y la concurrencia por la alimentación.*—En un lugar enteramente plano todos los vertebrados terrícolas (*Lupus*, *Canis latrans*, *C. lupus*, *Vulpes virginianus*, *Taxidea*, *Mustela*, *Cervus*, aves granívoras como las *Scardafella* y *Melopelia*, ofidios y batracios) son más perseguidos y más fácilmente capturados que en la región montañosa. Bastará recordar, con el fin de demostrar semejante apreciación, que en un terreno muy acci-

1 «La Naturaleza,» II, 358.

dentado la fuga de los vertebrados que no vuelan es más fácil y los lugares donde pueden refugiarse más comunes. Los *Polyborus* prefieren cazar en los llanos adonde pueden sorprender con más frecuencia á los *Sceloporus*, Ofidios, etc.; mientras que en el Pedregal estos animales encuentran á cada paso una grieta inexpugnable. El cazador más novicio sabe perfectamente que con menos tiempo y fatigas, en igualdad de condiciones, se consiguen más piezas en el llano que en la montaña.

Sin embargo, la parte plana, por otras causas poderosas, es la más habitada, así en el Valle de México, como en otros lugares de la Mesa Central. El Sr. Dr. D. Alfredo Dugès, en carta del 20 de Mayo de 1891, nos dice que «en Guanajuato abundan más los animales en el llano que en las montañas.»

La influencia del hombre sobre la concurrencia vital de los vertebrados del Valle, es mayor en la porción no accidentada, puesto que ella es la que más se cultiva y tiene mayor número de habitantes. En la zona alpina no hay grandes sementeras de maíz ni ganados y otras causas de destrucción de los invertebrados. Se conoce, por lo demás, un hecho común á la mayoría de los pueblos y países: la mayor densidad de población se encuentra en las llanuras.

Sufren tales consideraciones una excepción importante, y es que á veces el hombre persigue á los vertebrados que le son útiles en cualquier sentido en los lugares donde se encuentran y más en las montañas que en las planicies. Las cacerías de venados (*Cariacus*) se hacen siempre en la región alpina, única que frecuenta dicho mamífero: de tal manera, que en éste y otros casos análogos, no hay una relación tan estrecha entre la distribución humana y la lucha por la vida de ciertas especies.

La concurrencia por la alimentación se modifica grandemente según lo accidentado del terreno, como creemos haberlo demostrado al ocuparnos de las relaciones biológicas entre el estado de la superficie del suelo y la alimentación de los vertebrados. Insistiremos, sin embargo, en que la presencia de montañas es favorable en la Mesa Central de México para el desarrollo de vegetales arborescentes, y algunos otros que producen frutos pulposos, como el madroño, el tejocote, el árbol del Perú. Si hubiera solamente elevaciones de importancia (no colinas de poca altitud), los Rapaces y en general los vertebrados que se nutren con mamíferos, aves ó reptiles terrícolas ó arborícolas, se verían apurados para procurarse sus alimentos (persecución más difícil á causa de los accidentes del terreno, etc.). En la zona montañosa cubierta con plantas alpinas se ven frondosas Coníferas, Cupulíferas, Ericáceas y otras esencias cuyo ramaje no deja ver la superficie del suelo á los carnívoros que, como el *Circus hudsonius*, el *Falco sparverius* y el *Accipiter velox*, asechan á su presa volando á corta ó gran distancia de la superficie de los terrenos, y al verla se dejan caer sobre ella sin darle tiempo para que emprenda la fuga.

4.º *Influye la configuración topográfica de un país en la distribución específica y comparada de cada uno de los vertebrados.*—Si está abierto por todas partes, es más fácil la inmigración activa ó pasiva de los animales, y más difícil si, como en el Valle de México, sucede lo contrario.

Los vertebrados que no disponen de facultades de locomoción aérea, no pueden distribuirse con mucha facilidad en regiones como México, donde á cada paso se hallan alturas más ó menos considerables muchas veces desprovistas de vegetación arborescente y del grado de humedad necesario, especialmente para los reptiles y batracios. Las aves y los mamíferos sí tienen más probabilidades de no sucumbir durante estos viajes, ya sea porque vuelan con rapidez ó porque pueden atravesar grandes extensiones gracias al vigor de sus miembros.

Si las emigraciones son lentas, aun las especies poco favorecidas en este particular extienden su área geográfica á miles de kilómetros sin que las detengan las barreras físicas ó fisiológicas. La influencia de éstas no es ni tan constante ni tan general como á primera vista podría suponerse, y vamos á demostrarlo con algunos ejemplos.

Llegan al Valle de México subiendo 2,000 ó más metros de altitud todas ó casi todas las aves que pueden vivir en la zona templada de la América Central, atravesando obstáculos de toda clase. Inmigran tanto las que proceden de los lugares fríos y áridos del Norte, como las que vienen del Sur. Los mamíferos emprenden estas largas jornadas, aunque no periódica ni tan rápidamente, sino más bien desalojándose poco á poco según las necesidades de alimentación y conservación.

Hay, por otra parte, especies de aves como el *Sarcorhamphus papa*, que disponen de facultades de locomoción aérea extraordinariamente desarrolladas, que indudablemente podrán franquear con más facilidad que un Mniotiltido el cerco de montañas que rodea al Valle de México, y que, á pesar de ello, no viven entre nosotros, al menos en la actualidad. (*El Sarcorhamphus*, al decir de Clavijero, se veía cerca de la Ciudad en una época no muy remota).

Se palpa, por lo mismo, la necesidad imprescindible de descubrir uno ó varios caracteres que nos den á conocer cuándo una especie no vive en un país interceptado por barreras naturales á causa de ellas y cuándo se presenta esta particularidad corológica por alguna causa relacionada con el clima, la alimentación ó alguna otra de las condiciones de existencia independientes de la topografía ó las facultades de locomoción.

Yo creo que en todo caso será preciso conocer detalladamente la fauna de los lugares circunvecinos y las condiciones que les son propias, para que una vez eliminado lo que se refiere á diferencias de clima, de vegetación, de concurrencia vital, cuando ya pueda considerarse á la especie solamente en relación con los obstáculos físicos, se pueda juzgar con acierto y sin temor de explicar hechos esencialmente diferentes por una causa exclusiva. Es preciso fijarse con cuidado en que la diseminación de los vertebrados depende en unos casos de la voluntad de los individuos: por ejemplo, una ave del Valle que, valiéndose de sus alas, emigra á las regiones septentrionales; otras veces, por el contrario, la distribución se hace independientemente de la voluntad: por ejemplo, un *Stercorarius* que vive en Veracruz y arrastrado por el viento llega á la Mesa Central de México.

El lago de Pátzcuaro está colocado en condiciones muy semejantes á las del Valle.

Su vegetación, ¹ la mayoría de sus pobladores invertebrados, la temperatura y composición de sus aguas difieren muy poco, á tal grado, que yo no veo dificultad, en teoría, para que su fauna fuera la misma que la de Chalco ó Xochimilco. Y sin embargo, los batracios y peces son diferentes en su mayor parte, ² muy afines en verdad, varios hasta del mismo género, pero siempre fáciles de distinguir por caracteres distintivos de importancia. Esto se explica de una manera bien sencilla. Para que en Pátzcuaro hubiera la fauna de nuestros lagos ó la de éstos en aquél, sería preciso que las especies de batracios y peces salvaran el primer obstáculo de la distancia que separa á estos dos puntos, y que es de cerca de cuatrocientos kilómetros. Los peces podrían emprender este viaje si hubiera alguna corriente que los condujera y que en realidad no hay; los *Amblystoma* al estado perfecto, viajando por tierra, si elegían, por ejemplo, el camino que sigue la vía férrea, tendrían que atravesar un gran número de montañas y llanos como el de Salazar, que en toda época les serían funestos.

Creo, en resumen, que el muro de montañas que limita al Valle de México constituye un obstáculo para la inmigración de algunas (poco numerosas) aves de corto vuelo y vertebrados de temperatura variable que viven en el Norte de México, en regiones frías ó templadas.

Es necesario tener presente: 1.º, que las barreras orográficas del Valle, como lo indicamos en la página 344 (vol. I, 2ª serie), son mucho mayores en el Sur, Oriente y Poniente que en el Norte, adonde se observa su menor elevación, siendo de notar que precisamente por la parte austral es por donde transitan las aves inmigrantes en el invierno; 2.º, que no habiendo más comunicación fluvial con el exterior que el río de Cuautitlán (pág. 346), y no principiando éste en los lagos, es de esperarse que los cambios actuales por emigraciones, de la población de vertebrados lacustres de sangre fría, sean completamente nulos.

RESUMEN GENERAL.

El lector habrá llegado, sin duda, á las conclusiones que vamos á exponer y que hasta cierto punto pueden considerarse como de aplicación general en un gran número de países. Si no es así, deploraremos nuestra falta y escucharemos con la mayor humildad que nos sea posible, las observaciones que otras personas tengan la bondad de hacernos.

1. Véase: Reseña de una excursión científica al Estado de Michoacán, por el Dr. F. Altamirano. «El Estudio,» vol. IV, núm. 2.

2 En Pátzcuaro se encuentran el *Amblystoma Dumerili* y varios peces, *Goodea atripinnis*, *Menidia brasiliensis*, *Algansea Dugesii*, *Chirostoma estor*, etc.

La constitución y propiedades del suelo influyen en el mimetismo, la invernación, la reproducción, la estatura de los animales, la distribución: su variable capacidad para los gases, el agua y el calor en la vida de los vertebrados hipogeos: el estado de su superficie es un factor de importancia que debe tenerse muy presente al estudiar la alimentación, densidad de población, concurrencia vital y corología.

I. En el estudio de la acción que el suelo tiene sobre la vida de los animales, nunca debe separarse el factor botánico de los hechos zoológicos, excepto en lo que se refiere á ciertos casos de mimetismo con el color del terreno, de invernación y de distribución. No debe despreciarse también la acción directa sobre las condiciones climatéricas generales que, modificadas por esta causa, pueden acarrear cambios importantes en la biología.

II. En igualdad de las demás condiciones los vertebrados hipogeos luchan por la conservación menos que los epigeos, tanto más cuanto que son más nocturnos.

III. Los vertebrados hipogeos deben ser más abundantes en los terrenos blandos, de aluvión, que en los compactos y duros de origen volcánico.

IV. Los vertebrados palustres abundan más en los suelos arcillosos ó arenoso-arcillosos que en los arenosos ó los muy permeables, particularmente en los que están formados por materiales petrológicos de gran volumen.

V. Hay una correlación evidente en un gran número de casos entre el color del suelo y el que presentan las especies de vertebrados terrícolas, cualquiera que sea la naturaleza del terreno.

VI. Á medida que la capacidad del suelo para el agua es mayor, el color de los terrenos está más sujeto á variar, siendo estas variaciones de más duración: los vertebrados que, así como los saurios del Valle de México, cambian de tinte según las condiciones intrínsecas y extrínsecas, siguen en cierto grado dichas variaciones.

VII. El mimetismo de colores con el suelo, en las semillas y frutos de ciertas plantas y en los invertebrados terrícolas más ó menos epigeos, es muy frecuente y redundante en beneficio de las especies miméticas y en perjuicio de los vertebrados que se nutren con ellas. Esta selección de colores simpáticos, se hace comunmente en muchas aves terrícolas, reptiles y batracios, en los dos sexos. (Por ejemplo, *Pipilo fuscus*, *Sceloporus scalaris*, *Bufo compactilis*).

VIII. Se observa esta clase de mimetismo en los nidos de varias aves granívoras y en los huevos de determinadas palmípedas y zancudas.

IX. A medida que el color del suelo es más uniforme, el mimetismo de colores en los vertebrados terrícolas es más frecuente, y menos á proporción que los terrenos varían más en ese carácter, en una pequeña extensión.

X. La facilidad de incubación de los huevos de saurios está en razón directa de la riqueza del terreno en arcilla, porque este compuesto, gracias á sus propiedades higroscópicas, impide que los huevos se sequen. Quizá esta es una causa de selección que podría explicar el hecho curioso de que formas afines de estos animales son ya ovíparas ya ovovivíparas.

XI. La constitución geológica del suelo influye en el desarrollo del aparato huesoso, en la estatura de los animales; de una manera general en la nutrición, puesto que la cal, el cloruro de sodio y otros cuerpos son indispensables para la vida de los vertebrados.

XII. Las leyes de Littrow, relativas á la conductibilidad del suelo para el calor, son aplicables á la biología de los vertebrados hipogeos.

XIII. La observación directa demuestra que los gases mefíticos no obran sobre los animales palustres, epigeos ó hipogeos y Murideos domésticos con tanta energía como en el hombre y otros seres superiores. Lo cual es importante para el estudio de la fisiología y toxicología comparadas.¹

XIV. La concurrencia por la conservación, en las especies hipogeas, sigue la ley de las oscilaciones directas de la capa de agua subterránea, de tal manera, que si ésta descende, aquélla es menor, y si asciende ésta, aquélla es más enérgica. Mientras que la lucha por la alimentación en los vertebrados epigeos que se nutren con animales hipogeos, sigue la ley de las oscilaciones inversas: asciende el agua del subsuelo, y la lucha es menor; siendo mayor cuando el agua se encuentra más lejos de la superficie de los terrenos. Esta correlación está subordinada del mismo modo á las estaciones, puesto que en la época de lluvias las aguas subterráneas suben y se hacen más profundas en la época de sequía, precisamente cuando inmigran la mayor parte de las aves del Valle de México.

XV. La variedad específica de la población de vertebrados, en igualdad de otras condiciones que sería muy largo enumerar, está en razón directa del número é importancia de los accidentes geográficos de un país.

XVI. La concurrencia por la conservación en los vertebrados terrícolas es menor en la montaña que en la llanura, sucediendo tal vez lo inverso en lo que respecta á sus enemigos.

XVII. Para las emigraciones activas, no accidentales y pasivas, (?) son obstáculo de importancia variable las cordilleras de montañas, de tal manera, que en igualdad de casos, la zona de distribución para una especie cualquiera debe ser mayor en un país plano que en otro accidentado. Puede haber, sin embargo, un lugar comunicado con el centro de dispersión en que dicha especie no pueda vivir porque las condiciones biológicas generales no le sean nada propicias.

XVIII. No puede conocerse exactamente la biología de un ser cualquiera hasta no tener conocimientos circunstanciados de la acción directa ó indirecta del suelo, en lo relativo á zoocología, siendo de la mayor importancia el estudio de las relaciones que existen entre los vegetales y la constitución de los terrenos.

¹ Según P. Bert, una dosis de ácido carbónico mortal para los reptiles, parece dificultar solamente la respiración de un animal de temperatura constante, y los reptiles, á pesar de ello, permanecen con frecuencia en galerías subterráneas y otros lugares en que hay desprendimiento considerable de ese gas.

II

LUZ.

Kepler ha dicho que « todos los fenómenos de la naturaleza deben relacionarse con el principio de la luz. » Esta opinión, cuya exactitud se confirma cada día más, podría apoyarse sólidamente en los hechos de la biología general. El observador que se encuentra en una región que, como el Valle de México, ofrece condiciones luminosas hasta cierto punto anormales, no debe desdeñar las investigaciones relativas cuya importancia es indiscutible.

En Europa se ha visto que las flores de las plantas aclimatadas en las cumbres de los Alpes, tienen colores más brillantes que aquellas que nacen en las llanuras ó lugares poco elevados: ¹ según Abbadie, en Abisinia el tinte de los hombres se oscurece á medida que habitan en lugares más altos. ² El grado de acción de la luz sobre los séres, considerando la cuestión en toda su generalidad, varía naturalmente con la intensidad de esa fuerza física, y por lo mismo el primer punto que es necesario elucidar, se refiere á las condiciones de iluminación del Valle de México, que está situado, como hemos dicho, á considerable altitud.

Según el Sr. Dr. D. Domingo Orvañanos: ³ « Las consideraciones relativas á la influencia de la luz en el clima, tienen su valor especial en el Valle de México, porque encontrándose éste á 2,280 metros sobre el nivel del mar y en el paralelo 19°, resulta que la capa atmosférica que atraviesan los rayos luminosos del sol, es poco densa, generalmente poco cargada de polvos y vapores, ofreciendo, por tanto, un grado de transparencia excepcional respecto á todos aquellos puntos donde se han hecho estudios de climatología y deducido muchas consideraciones que tienen que variar en su aplicación. »

« La abundancia de luz en las altas regiones compensa hasta cierto punto las desventajas de las condiciones del clima de las montañas. . . . »

« La insolación del Valle es notable; ⁴ dos veces al año pasa el sol por el zenit de México, como sucede en todos los lugares situados entre los trópicos; la mayor inclinación de los rayos solares cuando el sol está en el trópico de Capricornio, no llega á 43°. El mayor día es de 13 horas y media, y el menor de 10 y media. La mayor parte de los días son despejados y la diafanidad de la atmósfera es extraordinaria; esto, y la sequedad tan notable del aire, hace que los rayos solares produzcan en el suelo, con la mayor intensidad, sus efectos luminosos, caloríficos y químicos. »

La luz, agente cuya acción sobre los animales no se ha estudiado aún sino de una ma-

1 Véase Bordier. La Géographie Médicale, p. 23.

2 Véase Topinard. Antropología. Barcelona, 1891, p. 251.

3 Algunas observaciones relativas al clima de México. Gaceta Médica, Vol. XXV, núm. 24.

4 El Estudio, IV, p. 18.

nera muy incompleta, influye¹ en la respiración, la inervación,² en la estructura y funciones de la piel, en la distribución, de un modo directo en la evolución debida á energías intrínsecas (sociabilidad), en la alimentación, en el desarrollo ontogenético.³

Esperamos que el lector no tendrá á mal que consagremos alguna extensión á estos puntos importantes y examinemos qué datos pueden deducirse del estudio de la ecología de los vertebrados del Valle de México que sean útiles en mayor ó menor grado para la resolución de estos problemas.

Ante todo, conviene advertir que ni por un momento hemos creído poder separar de las investigaciones referentes á la acción puramente luminosa, las que tienen por objeto la influencia del calor solar, pues estos dos agentes, luz y calórico, obran juntos y en muchos casos no es posible considerar á cada uno de ellos aisladamente. Paul Bert aconseja que se distinga de un efecto luminoso que tiene lugar por la acción de la luz sobre la retina, el que se verifica por acción refleja de la piel: pero aquí tropezamos con iguales dificultades, y á menos de hacer experimentos cuidadosos y prolongados, nos sería imposible llevar á la práctica semejantes distinciones.

(a). *Influencia de la luz en la coloración y mimetismo de colores de los vertebrados del Valle de México.*—Es indudable que en la naturaleza se presenta muy á menudo un hecho semejante al de la fotografía de los colores, realizada no por placas sensibles, sino por los faneros de los animales.

No hay duda, igualmente, que la coloración de los vertebrados se modifica según la intensidad y naturaleza de la luz que ellos reciben. La dermatología humana nos ilustra á este respecto presentándonos ejemplos notables que en parte vamos á citar.

Según Hardy, el lentigo (depósito de pigmento acumulado) es aparente sobre todo en las partes descubiertas de la cara, en la superficie dorsal de las manos, en el cuello, el pecho y las piernas; aumenta por la exposición al sol, y algunas manchas dérmicas se marcan más en el estío: en varias personas, de igual manera que las efelides, se presentan sólo en la estación calurosa y desaparecen en el invierno; lo que hace sospechar que sean debidas más bien al calor que á la simple acción de la luz. La melanodermia y otras deformidades análogas pueden persistir después de haber sido originadas por la acción del sol, una presión prolongada, sustancias irritantes, heridas, úlceras ó hiperemias. Varios estados patológicos se acompañan de manchas en la piel.

Luego si es cierto que en el hombre la pigmentación epidérmica puede modificarse

1 M. Lothelier ha observado que la producción de espinas en las plantas está en razón directa de la intensidad de la luz; el *Berberis pinnata*, según las condiciones luminosas, produce hojas normales ó reducidas, por decirlo así, á sus nervaduras. *Revue Scientifique*, Vol. 47, núm. 4.

2 Véanse los curiosos estudios de J. Dewar y Mac Kendrich. *Rev. Scien.* XII, p. 1245, y IX, p. 516.

3 Béclard: Note relative á l'influence de la lumière sus les animaux. *Comp. rend. Acad. scien.*, VI, 1858. Mac Donnell: Exposé de quelques expériences etc., *Jour. physol. de Brown Séquard*, II, 625. Higginbotton: *ibid.*, 1863. Yung: *Arch. zool., exper. et géner.*, VII, 251. *Arch. sc. phys et nat.*, 1878. Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel, II, 233. Jamin: *La Photochimie*, *Rev. Sci.* 1866-67. *The Heliotropism of Hydra*: *Amer. Nat.* 1891. Si se desean indicaciones bibliográficas, pueden consultarse entre otras obras: Béclard: *Physiologie*. Beauregard et Galippe: *Hygiène*. Yung: *Propos Scientifiques*.

por la luz, lo es igualmente que á veces obran con el mismo resultado el calor é influencias patológicas ó físicas: por lo mismo no es posible atribuir á la primera de aquellas causas todos los hechos observados.

Sin embargo, en un gran número de casos la intensidad de la coloración está en razón directa de la intensidad de la luz. Gould asegura que las aves que viven en lugares muy iluminados, son más coloridas que las que habitan en la sombra: yo he visto y señalado algunos hechos de este género,¹ y en la opinión de M. Marschall,² la luz es el principal excitante capaz de provocar el desarrollo de las materias colorantes de los animales: en los que se llaman diurnos, las partes que reciben más luz son las más coloridas. Bert ha descubierto que las crías de los ajolotes mantenidas en la obscuridad no se coloran.

Estas cortas noticias bastan por ahora para demostrar el principio que acabamos de redactar; después nos ocuparemos en los hechos contrarios á esta manera de ver.

Entre los vertebrados del Valle que no están total y perpetuamente cubiertos de pelos ó plumas, sino de escamas ó aun de piel desnuda, encontramos algunos, como el *Phrynosoma orbiculare* más principalmente, y los *Sceloporus*, en particular el llamado *microlepidotus*, que cambian de color según la cantidad de luz que reciben. En el primero de estos reptiles, las modificaciones pigmentarias no son debidas á una acción refleja que principia en la retina, (?) puesto que una pequeña parte del cuerpo que se pone á cubierto de la luz, es la que adquiere coloración más débil; en el *S. microlepidotus* quizá sucede lo mismo, puesto que las partes inferiores varían poco ó nada cualquiera que sea la intensidad de los rayos luminosos que reciben las partes superiores. Estos reptiles, por sus costumbres propias, están expuestos á un grado actinométrico constante y elevado, lo que es favorable para el mimetismo, pues á medida que el agente que nos ocupa obra más tiempo, los cambios de coloración son más fáciles; por lo que podría suponerse que el Valle de México, á causa de sus condiciones de iluminación, es favorable para el desarrollo de esa propiedad fisiológica de las modificaciones pigmentarias. Si ellas se explican por la influencia de la luz, en igualdad de casos, en una misma especie, los individuos sujetos á una energía luminosa mayor deberán haber adquirido más completa y rápidamente la facultad de cambiar sus colores que aquellos que viven en lugares sombríos.

Los tintes dominantes en los saurios del Valle, son: *Phrynosoma*, *S. scalaris*, *Gerrhonotus imbricatus*, más ó menos amarillentos; *Sceloporus microlepidotus*, *S. torquatus*, *G. imbricatus* (var.), más ó menos verdosos ó negruzcos. El *Phrynosoma* y el *Sceloporus scalaris*, viven por lo común en llanos descubiertos, y de continuo están bañados por el sol: son los que tienen colores más claros; el *S. torquatus*, por el contrario, recibe mucha luz y es de los más oscuros. Luego por haber en este caso dos hechos contradictorios de la hipótesis que venimos discutiendo, debemos decir más bien de una manera anfibológica que hay alguna causa que impide ó regulariza la acción de

1 La Migración en el Valle de México: Vol. I (2ª serie) de este periódico. Observaciones iguales en el fondo se relatan por Darwin, *Variation*, II, 283.

2 Rev. Scien., Julio 1885.

la luz sobre estos reptiles poco coloridos, y hace que sean más ó menos miméticos, de los colores amarillentos del medio que les rodea y no de los oscuros, que quizá hubiera producido dicha fuerza física independientemente de otras influencias.

Este es el lugar de transcribir una opinión de M. de Quatrefages, quien dice que «todo pasa en la historia anatómica y fisiológica de la coloración, como si ésta fuera el resultado de los medios, aunque no haya derecho para afirmarlo así.» En muchos casos, diremos nosotros que no en todos, pues cuando menos se nos presenta el notabilísimo fenómeno de los cambios de color sufridos por las crisálidas de ciertos Lepidópteros, que adquieren el tinte que ha iluminado á la larva cuando queda en reposo antes de transformarse.¹

En estas y otras observaciones análogas podríamos decir con mucha probabilidad de estar en lo cierto, que la acción de la luz reflejada por un medio colorido ha predominado sobre la acción de la luz blanca recibida directamente.

Los tintes fundamentales de los ofidios del Valle son en general: *Conopsis varians*, pardo; *Pityophis*, la mayor parte de las *Eutainia*, el *Crotalus polysticus*, el *C. lugubris* y el *Crotalophorus edwardsi*, amarillos más ó menos rojizos; *Crotalus basiliscus*, *Thamnosophis*, *Diadophis*, oscuros. La primera de estas especies se encuentra por lo común bajo las piedras, los *Crotalus* y *Crotalophorus* son más nocturnos que diurnos; las *Eutainia* tienen costumbres acuáticas, y la *Regina mesomelana*, que las tiene igualmente, son de tintes oscuros.

Si continuamos el examen de los demás vertebrados del Valle, nos encontramos con los mismos hechos contradictorios. Por ejemplo: entre los batracios, las *Hyla* epigeas reciben más luz que los *Bufo*, casi hipogeos y además nocturnos, y son verdes como el follaje sobre que habitan, mientras que los *Bufo* tienen colores oscuros. Los *Scaphiopus dugesi* que recientemente he colectado en el Valle, presentan manchitas rojas dorsales

Los *Cathartes* expuestos TODO EL DÍA á la luz y calor del sol, son negros, y los *Circus* que se encuentran en condiciones de iluminación casi idénticas azulados ó amarillentos.

Los *Nyctinomus*, mamíferos nocturnos, son casi negros, y los *Canis latrans*, también nocturnos, amarillentos.

Por consideraciones que no creemos necesario citar con todo detalle, nos hemos creído autorizados para establecer los principios siguientes, que en parte están de acuerdo con las ideas que asienta M. Wallace, en su grande y bella obra sobre el Darwinismo.²

Ni la acción de la luz blanca, ni la acción de la luz reflejada por cuerpos coloridos, nos explica todos los hechos que ofrece la coloración de los animales, pues obran sobre ellos también varias energías no climatológicas, sino biológicas. ¿Cuáles predominan en un caso particular? ¿Son acaso incompatibles? ¿Se equilibran

¹ L'influence du milieu sur les lépidopteres: Poulton, Rev. Scien., Vol. 46, núm. 24.

² Bibliothèque evolutioniste. I. Le Darwinisme, par A. R. Wallace, trad. por H. de Varigny. Paris, 1891. página 253.

á menudo, si no es que en todos y cada uno de los casos?—Es lo que nos proponemos elucidar de la mejor manera posible.¹

1.º *Producción de colores á causa de la luz reflejada por cuerpos coloridos.*— Los animales cuya coloración tiene este origen, en teoría, son indudable é irremisiblemente miméticos; ya sea que se trate de una acción directa sobre la piel, como en el caso del *Phrynosoma*, ó que el pigmento se modifique por acción refleja y esté ligada esa modificación con las percepciones visuales.

Según Bert, los rayos más refrangibles son los que obran más eficazmente sobre los cromoblastos; al decir de Secchi, la acción química tiene su máximum en el violeta, más aún en la región obscura que confina con el violeta y decrece del violeta al índigo, azul, verde, amarillo, anaranjado. Luego no podemos decir que el mimetismo sea más común cuando los animales están expuestos á los rayos más refrangibles, pues que son menos comunes las especies de vertebrados de color violeta, índigo y azul, que las verdes, amarillentas, anaranjadas, rojas y de los colores que de éstos se derivan.

La intensidad calorífica decrece del rojo al anaranjado, amarillo, verde y azul; la intensidad luminosa del amarillo al anaranjado, verde, azul, rojo y violeta: en consecuencia, en contradicción con lo que dice Bert, aceptando por un momento el supuesto de que la luz reflejada determina á veces el color de los animales, encontramos que siendo de los rayos más luminosos los amarillos, verdes, etc., el mimetismo de colores es más común en los animales también amarillos y verdes, y no en los de colores más refrangibles: violeta, índigo, etc. Son aquéllos, sin duda, los más abundantes en la naturaleza, y raro es el vertebrado que vive en un medio violeta, azul ó índigo, pudiendo entonces ser verdadero el aserto de Bert, que por otra parte, como todo hecho que se demuestra por la experimentación, es absolutamente irrefutable y nos conduce á admitir sencillamente que si los animales estuvieran sujetos nada más á la acción de los rayos más refrangibles, el mimetismo de coloración sería más frecuente quizá, puesto que de tal manera las modificaciones del pigmento serían mucho más fáciles.

En resumen: para saber si la coloración de un animal es debida á la acción de la luz reflejada que obra sobre la piel, directa ó indirectamente, basta en muchos casos determinar si es ó no es mimético de un modo parcial ó total. Porque puede no ser el mimetismo completo, como en el *Sceloporus microlepidotus*, que tiene algunas manchas brillantes en las partes inferiores de utilidad notable para la selección sexual: he visto que los machos, con el objeto de cautivar á las hembras, procuran mostrarles por cuantos medios pueden, sus partes abdominales.—Admitimos que la selección, la necesidad de la semejanza protectora, obre como causa segunda en estos casos, pero no como causa primaria verdaderamente somática.

Más adelante daremos una lista de los vertebrados del Valle que presentan mimetismo de colores; por ahora nos limitaremos á presentar algunos ejemplos.

Los *Spermophilus grammurus* tienen un color pardusco que se armoniza per-

¹ El lector encontrará en las conclusiones un resumen de los hechos que vamos á exponer de una manera poco metódica, pues el asunto no se presta para seguir un orden de exposición algo riguroso.

fectamente, lo mismo que otros tintes opacos, con el color azulado ó terroso de las lavas del pedregal. Las aves terrestres y granívoras, como ya dijimos, presentan los tintes sombríos del suelo, en el que pasan casi todo el día. Los *Sceloporus microlepidotus*, por su color verdoso más ó menos obscuro se confunden fácilmente con las cortezas de los árboles, de tal manera, que para una persona de gran poder visual, se hace invisible un individuo de esta especie colocado sobre la corteza de un *Ligustrum* (?) que baña el sol del mediodía, á una distancia de cuarenta pasos, mientras que un pedazo de papel blanco, amarillo ó rojo, del mismo tamaño del reptil se ve á la misma distancia. Entre los batracios las *Hyla* se hacen notables por su color verde igual al de las hojas sobre que viven.

En todos estos casos, la única explicación lógica del fenómeno, es que el animal observado ha sufrido una modificación originaria por efecto de la luz reflejada unida á la influencia preponderante de la selección. Este es el lugar de repetir, que si alguien duda que las variaciones somáticas sean hereditarias, nada importa para el resultado final de nuestras observaciones y conclusiones: con M. Varigny admitimos que si la influencia del medio se continúa por mucho tiempo, los individuos que nada han heredado se modifican uno á uno.

2.º *Modificación ó producción de colores por la luz blanca ó la luz reflejada.*—Esta modificación es indudable y ya hemos citado algunos ejemplos tomados de la patología humana y otros de la zoología; pero nos parece conveniente citar, además, una observación de M. Cunningham, que es demostrativa y curiosa en alto grado.

Como es sabido los *Pleuronectes* ó Pescados planos, presentan blanca ó casi blanca la cara ventral, que en las condiciones naturales recibe poca luz, y de un color obscuro la superficie dorsal que recibe mucha. Invirtiendo esta relación por medio de un espejo, el observador citado ha conseguido que aparezcan celdillas pigmentarias y cromatóforos en la cara ventral.¹

Como lo hemos hecho notar en el encabezado de este párrafo, la luz blanca puede producir ó simplemente modificar la coloración. Lo primero se verifica tratándose de un órgano ó un animal que, como en el caso de los *Pleuronectes* ó de los *Siredon*, observados por P. Bert, no tienen pigmento en toda ó parte de la superficie del cuerpo, pigmento que se desarrolla por la exposición á la luz; lo segundo tiene lugar cuando los colores originarios aumentan ó desaparecen por la acción luminosa. He aquí algunos ejemplos:

La luz favorece, es cierto, el desarrollo de los corpúsculos pigmentarios en animales que no los tienen ó los tienen en corto número y extensión, pero siempre que no haya una causa especial y poderosa, que contrarie ese desarrollo: los albinos expuestos á la luz no adquieren pigmento y las manchas vitiligoides no se modifican por el efecto de ese agente.

La producción de color se verifica en los casos ya citados de los *Pleuronectes* y *Si-*

1 Revue Scientifique, Vol. 47, 2 de Mayo de 1891, pág. 572.

redon, observándose desde luego modificaciones en el calibre de los vasos capilares, con la particularidad *de que á medida que hay más pigmento la luz obra con menos energía*, como si aquél viniera á constituir una especie de cortinaje impenetrable ó poco penetrable por los rayos luminosos, que entonces no pueden ejercer su influencia con la misma intensidad.

Expondremos en resumen sucinto, primeramente los hechos que prueban que las partes de vertebrados ó las especies de vertebrados que reciben menos luz, son las menos coloridas (excepciones y conclusiones), y en seguida hechos demostrativos de que la producción de colores por condiciones biológicas anormales, es posible en partes de vertebrados ó especies de vertebrados, bien sea por influencias luminosas ú otras que consideraremos muy en general.

Es común que las partes de los animales vertebrados que reciben menos luz sean las inferiores, y así tenemos entre los mamíferos del Valle que casi todos son de un tinte más claro en el abdomen que en el dorso, con la particularidad de que casi todos son nocturnos é hipogeos. Hay, sin embargo, varias excepciones: de los mamíferos, *Nasua narica*, *Mephitis*, *Conepatus*, etc.; de las aves, Vulturidos, *Urubitinga*, *Buteo abbreviatus*, *Chaetura*, y varios Troquilidos, *Corvus*, *Molothrus*, *Xanthocephalus*, *Agelaius*, *Scolecophagus*, *Quiscalus*, *Guiraca cærulea*, *Pyrranga*, *Pytilus*, *Phainopepla*, *Cyrtonyx* y algunos otros en los que poco difieren por su color las regiones inferiores de las superiores: los demás son más claros abajo en mayor ó menor grado, de tal suerte que los Laridos, por ejemplo, son blancos en el abdomen y oscuros arriba. Las *Eutainia*, *Crotalus* y Quelonios, entre los reptiles, muestran poca diferencia en este respecto, mientras que los *Sceloporus* muestran mucha.

No podemos deducir de aquí, que las especies nocturnas son de igual coloración en sus partes superiores é inferiores, pues que hay muchas aves y mamíferos de esos hábitos y que no ofrecen tal particularidad; tampoco que ésta sea más común en ciertos grupos taxinómicos, ni que es más frecuente en las especies epigeas que en las acuáticas, en las aéreas que en las terrestres, en las terrícolas que en las arborícolas, en las miméticas que en aquellas que no lo son, en las que luchan más que en las que luchan menos: solo podemos deducir, que considerada la cuestión de esta manera, no conduce á ningún resultado práctico.

En lo que respecta á la maculación, hallamos casi la propia relación general con la luz, y decimos general, porque el mayor número de casos apoya la idea de que hay manchas más numerosas, ó más grandes ó más visibles en las partes más descubiertas. En las dorsales de los mamíferos: por ejemplo, *Felis pardalis*, *Vulpes*, *Spermophilus*. En las aves lo mismo: *Spizella*, *Buteo borealis*. En los batracios: *Bufo compactilis*, *Rana halecina*. En los reptiles: *Sceloporus scalaris*, *Phrynosoma*, *Eutainia*.

Además, en las aves y mamíferos notamos que á veces la parte del pelo ó pluma cubierta por los otros pelos ó plumas, es más clara que la porción expuesta: v. g. *Mustela*, *Phalacrocorax*.

Según lo dicho, y más aún, según lo que llamamos por no alargar este artículo con la

repetición de los hechos numerosos citados por los autores, ¿podemos considerar á un animal cualquiera como un aparato fotográfico más ó menos perfecto, en el que los ojos vengan á ser el objetivo que da una imagen cuyos caracteres varían en más ó en menos, según multitud de circunstancias, y la piel, los corpúsculos colorantes reciban y conserven esta imagen sin que haya inversión de sombras y colores? ¿En algunos casos no se produce el resultado por acción refleja, sino que la imagen se forma sobre la piel exactamente como en una positiva fotográfica?

Examinaremos los hechos favorables ó adversos á esta manera de ver.

Si se admite que la intensidad del color está en razón directa de la intensidad luminosa, aceptando que la luz obre directamente sobre la piel, tropezamos con una grave objeción: los animales nocturnos ó que habitan en guaridas subterráneas reciben poca luz y son, sin embargo, de color obscuro; muy pocos tienen matices brillantes (*Chrysochloris aurata*). Y efectivamente, ven toda su vida objetos de colores oscuros, débilmente iluminados, y de esto puede proceder su maculación opaca: si siempre ven cuerpos del mismo color (hojas verdes), llegan á adquirirlo (*Hyla*); si amarillentos, como el *Sceloporus scalaris*, es su piel amarillenta; si sólo reciben luz blanca como los animales polares, son también blancos, no habiendo entonces gran diferencia de entonación entre las regiones superiores y las inferiores; si, por el contrario, sólo perciben tintes opacos, como muchas aves terrícolas, son de maculación opaca; si colores brillantes, como los de las flores, presentan igualmente colores brillantes (Troquilidos); si una mezcla de diversos matices, también hay mezcla de colores sobre la piel.¹ En el estudio de los animales más ó menos acromatópsicos, hallamos probablemente una prueba de estas apreciaciones, puesto que los nocturnos no tienen manchas brillantes por lo común ni capas de bastoncillos, y es de creerse que les sea inútil percibir la coloración de los cuerpos. Lubbock supone que los perros son acromatópsicos,² fenómeno que yo explicaría por las costumbres noctámbulas de sus antecesores. Si no sólo los perros presentaran esta particularidad; si ella fuera común á todos los animales, por este solo hecho quedarían reducidos á un valor negativo una inmensa multitud de supuestos casos de mimetismo, selección sexual, etc.: es conveniente, por lo tanto, detenernos en la consideración de tan importante asunto. Solo puedo citar un experimento hecho con la mayor escrupulosidad. Poseo un *Carpodacus hæmorrhous* muy doméstico, al que presento un *Coccyzus erythrophthalmus*, una *Scardafella inca* ú otras aves disecadas de colores oscuros, y las recibe y ve con gusto, dando mil muestras de simpatía por ellas; si le presento *Sphyrapicus varius*, *Guiraca ludoviciana*, *Pyrranga hepatica* (σ) ú otras especies de colores claros ó brillantes, da señales inequívocas de temor ó cólera, más frecuentemente la segunda. En un caso mueve las alas y canta como si tratara de agradar á su hembra; en otro, eriza el plumaje y da fuertes picotazos á la cabeza de la especie intrusa é inerte pero de colores brillantes: su canto se modifica de un modo notabilísimo:

¹ Según Sand, citado por Radau, las mariposas de ciertos lugares de la América del Sur que viven en las minas de cobre, son del color de la azurita.

² Les sens et l'instinct chez les animaux, pág. 256.

1ER. CASO.

ARMÓNICO.



2.º CASO.



Si admitimos que el grado de perfección de los órganos visuales influya en el color de las especies ¹ (lo que nos explicaría porque el *Nasua* y otros vertebrados difieren poco en el color de las partes inferiores y superiores), debemos convenir igualmente en que la constitución del ojo en cada animal, su grado de pigmentación, mayor ó menor contractilidad del iris, facultades variables de acomodación, miopía ó presbitia, han de tener un efecto marcadísimo sobre los fenómenos que nos ocupan. P. Bert decía en el año de 1878, que «todos los animales ven todos los rayos del espectro y no ven más que los rayos que nosotros percibimos;» pero Lubbock ha descubierto que las hormigas son sensibles á los rayos ultra-violetas; según Rochas, las serpientes también los perciben, y al decir de Yung, sucede lo mismo con las pulgas de agua, las salamandras, las lombrices y ciertos miriápodos ciegos ² que huyen de los dichos rayos ultra-violetas. Por otra parte, los colores reflejados por cuerpos coloridos no siempre son como nuestros ojos los perciben:

«En el espectro que dan los órganos verdes de los vegetales se halla el rojo extremo, después un espacio sin color, luego rojo anaranjado, en seguida amarillo, amarillo verdusco, verde amarillento, un poco de verde puro: el resto del espectro palidece rápidamente. La suma de todos estos colores da un verde un poco amarillento. Se ve que las hojas pueden reflejar una cantidad considerable de luz roja, lo que no sucede con una superficie cubierta de materia colorante verde. El *eritoscopio* de Simber, compuesto de dos vidrios, uno azul y otro amarillo, hace ver el follaje rojo.» ³

Para terminar esta parte diremos algunas palabras acerca de las llamadas ilusiones de coloración, cuyo estudio es quizá importantísimo para el asunto que nos ocupa. Si se recibe en el ojo izquierdo, por ejemplo, un haz de luz roja y en el derecho un haz de luz verde, se tiene una sola impresión: la luz blanca.

En todo caso, siempre que las condiciones son favorables, «cuando dos impresiones se verifican en dos puntos idénticos de la retina, ó cuando tienen acción en un mismo punto de una misma retina, no hay más que una sola impresión, que es la resultante de

¹ Véanse en la Revue Scientifique, los experimentos de Pouchet.

² Plateau. Recherches sur la perception de la lumière par les Myriapodes aveugles. Jour. Anat. et Physiol., XXII, 1886.

³ O. N. Rood. Théorie scientifique des couleurs, pág. 66.

las dos impresiones.» (Fechner). «La impresión de un color sobre una retina da nacimiento en el punto idéntico de la otra retina á la impresión de un color complementario.» En ciertas familias naturales (v. g. *Psittacidae*) son muy comunes los colores complementarios: en el *Psittacus hæmatopus*, por ejemplo, hallamos cuatro colores dominantes, que tomados dos á dos, son complementarios: azul de la cabeza y anaranjado de las partes inferiores, verde del dorso y rojo del cuello: en las aves hay cierta independencia de las funciones de cada ojo, y tal vez aplicando á ellas la teoría de las ilusiones de coloración ó de las imágenes por irradiación, se llegaría á explicar la particularidad que hemos mencionado.

Se deduce de lo dicho que hay varios hechos comprobantes de la hipótesis relativas á la producción de colores por acción refleja de los ojos, siendo de notar que el examen de dicha hipótesis conduce á suponer que un gran número de los fenómenos de coloración podrían explicarse atendiendo á las particularidades de la anatomía y fisiología de los ojos de los vertebrados.

En lo relativo á la influencia directa de la luz sobre la piel, agregaremos á los razonamientos comprobantes ya aducidos, algunos otros que no carecen de importancia.

La piel relaciona al organismo con el medio ambiente, de una manera extraordinaria, es muy variable en sus caracteres y sin duda que su sensibilidad á las influencias actinométricas es de gran importancia, cuando menos desde el punto de vista de la fisiología.

La coloración obscura de los animales nocturnos ó hipogeos se explica mejor por acción refleja, pero es conveniente tener en cuenta que también puede haber en ellos influencia directa sobre la piel, de la luz lunar, zodiacal, estelar ó del crepúsculo vespertino ó matutino: «el ennegrecimiento de la piel bajo un cielo sereno, el *hâle du bivouac*, constituyen fenómenos comprobantes de la influencia de la luz de la Luna.» (Dr. P. Pietra Santa).¹

La luz fuerte, en algunos casos, decolora: he visto repetidas ocasiones que las flores del *Phaseolus multiflorus*, colocadas en la sombra, en una misma planta, son más coloridas que las expuestas al sol durante todo el día. Según el origen de los colores, varía la rapidez con que palidecen: aun en las pieles de los ejemplares disecados de los Museos se notan estas diferencias: los *Trogon* entre las aves, los *Bassaris* y *Geomys* entre los mamíferos, se decoloran muy pronto, y no así los vertebrados totalmente negros. (*Corvus*, *Sciurus niger*).

No nos parece fuera de propósito considerar algunas otras causas² de las modificaciones de la coloración, que deben estar muy presentes en el espíritu del que estudia la influencia de la luz.

¹ Essai de Climatologie théorique et pratique. Paris, 1865, pág. 125.

² Véase Bachman: Trans. Am. Philos. Soc., Philadelphia, XI, 197.—Dœbner: On the Changes of color in mammalia and birds.—Zool. Gart., 1865, pág. 3.—Garman: Proc. Amer. Ass. Advanc. Sci. XXV, pág. 187.—Colores de animales árticos y alpinos. Smiths. Rep. 1885, part. I, pág. 763; y Nature, V, 32, págs. 77, 173.—Colores de animales del Polo y del desierto. Wallace: La selection naturelle, págs. 49 50, y 64.—Colores verdes, comunes en las aves tropicales, ibid., pág. 51.

Los colores cambian según las estaciones, por ejemplo, en los Laridos del Valle, que durante cierta época tienen un bello tinte rosado; en general las aves ofrecen matices más hermosos en la estación de los amores, como si por la mayor actividad vital se desarrollara más el pigmento ó se hiciera más sensible á cualquiera energía ecológica.¹ Están en correlación con la constitución, los estados patológicos y aun las costumbres de cada especie: ellas pueden descubrirse hasta cierto punto por los caracteres de maculación: los vertebrados nocturnos (*Didelphis*, *Taxidea*, *Antrostomus*, *Bubo virginianus*, *Glaucidium*), son de tinte obscuro; cuando el color está mal determinado se deduce variedad de vida (*Falco sparverius*), si muy marcado, aérea restringida (*Hyla*): ya sea que admitamos una acción directa ó indirecta de la luz, es indudable que á medida que los animales son menos sedentarios, están expuestos á mayor variedad de luces coloridas.

La selección obra de un modo enérgico, por ejemplo, en el *Mus musculus*, salvaje de un tinte más terroso que el doméstico; y como ciertos insectos tienen marcada preferencia por ciertos colores, sus enemigos los adquieren por vía de adaptación: las hormigas y abejas prefieren el azul al blanco, amarillo, rojo, verde y anaranjado (Lubbock), y por lo mismo les será ventajoso á las *Sialia* ser azules; á las *Pyrranga*, rojas y no anaranjadas ó verdes; los colores metálicos que hacen á los animales muy visibles constituyen comunmente eficaces medios de protección.

La coloración de los batracios varía en un mismo individuo según las condiciones exteriores: M. Tatio ha observado que en las *Hyla*, el color se aclara por la acción de la luz, el calor y la sequedad; se oscurece con el frío, la obscuridad y la humedad; Mr. A. R. Wallace asegura que ciertos pericos nutridos con grasa de unos Siluroides, adquieren copetes de plumas rojas y amarillas, que algunas aves alimentadas con cáñamo se vuelven negras, y que inyecciones subcutáneas de la grasa de una especie de sapo, hacen á las plumas amarillas.²

Los colores varían notablemente con la edad,³ lo que se explica en muchos casos por atavismo ó herencia á las edades correspondientes, como en el *Nasua narica* joven con anillos caudales bien marcados.⁴ Estas diferencias se señalan más ó menos, según las especies: en los Queirópteros son poco notables, en los *Canis* del Valle igualmente, pero sí se acentúan en los *Felis concolor*, cuyas crías son manchadas, mientras que los adultos tienen colores uniformes; en los Cacomixtles (*Bassaris*) se encuentra gran variedad, y ya hemos dicho que los *B. astuta* jóvenes se parecen más á los *B. sumichrasti* que á los individuos adultos de su especie, lo que hace pensar que ésta descienda de aquélla, cosa muy probable en atención á que el *astuta* es exclusivamente urbano, mientras que el *sumichrasti* es rural. En los jóvenes *Cariacus virginianus*

1 Wallace: *ibid.*, pág. 332.

2 Darwin: *Variation*, II, 283.

3 Brewer: *Description of the First Plumage in various Species of North American Birds*. Bull. Nutt. Ornith. Club. III, págs. 15, 56, 115, 175.

4 Gray: *Colour of the kittens of the species of cats*. Ann. and Mag. Nat. Hist. XIV, 377.

hay manchas blancas que no se ven en el adulto. En los *Dasypus* no encontramos estas diferencias.¹

Las aves ofrecen muchos ejemplos de este género: las *Strix pratincola* que cuando están revestidas de plumón son enteramente blancas; las crías de *Carpodacus hæmorrhous* sin las plumas rojas del adulto, etc. En los reptiles, batracios y peces no se presenta comunmente este fenómeno.

Las variaciones geográficas de color son muy frecuentes y los naturalistas norteamericanos las han estudiado cuidadosamente.² La melanosis, el albinismo y el isabelismo no son raros entre los vertebrados del Valle de México; más tarde nos ocuparemos en ellos.

Es de notar que los colores que establecen diferencias sexuales se cambian con la edad, de manera que los machos viejos suelen tener los tintes de las hembras ó viceversa, exactamente como en un hecho de desarrollo atávico observado en el hombre: hipertriquiosis, mujeres barbudas.⁴ Otras veces los colores especiales á un grupo desaparecen con la edad.⁵ En estos casos hay indudablemente una falta de actividad de los faneros, pues que vemos aparecer la calvicie, la canicie y otras afecciones, ó por el contrario, hay una actividad exagerada, como en la politriquia;⁶ por último, es un hecho universalmente admitido por todos los naturalistas que casi siempre la coloración en los machos es más variada y brillante que en las hembras.⁷ Hay excepciones á este principio que deben tomarse en consideración, porque nos conducen á admitir ó bien una débil energía de la selección sexual, ó la predominancia sobre ésta del mimetismo ó la influencia directa de la luz, etc. Más adelante estudiaremos este punto con mayor extensión, pero desde luego daremos algunos ejemplos. El dimorfismo sexual de colores es casi nulo en los Queirópteros del Valle, en el *Felis concolor*, en el *Canis latrans*, en las aves del género *Sitta*, en el *Totanus bartramius*, poco común en las zancudas, de un modo general en las especies de vertebrados nocturnos (Queirópteros, Insectívoros, Canidos, Mustelidos, *Procyon*, *Nasua*, roedores, marsupiales, *Bubo*, *Strix*, *Asio*, *Micrathene*, *Syrnium*, *Antrostomus*, (?) *Nyctibius*).

Repito que la percepción de los colores por los animales nictálopes ha de ser casi nula, y que por lo mismo no les sería útil para la selección sexual tener un vestido bri-

1 Structura integumentorum armadili. (*Dasypus novemcinctus*). Alessandri: Nov. Comm. Acad. Bonn. IX, 393.

2 Allen. On geographical variation in color among North American Squirrels. Proc. Bost. Soc. N. H. XVII. 276.

3 Albinism in *Turdus migratorius*. Boardman: Forest and Stream. XII, 525, IX, 86. Coues, Bull. Nutt. Ornith. Club. III, 47. Newton: Magpie with a Yellow Beak. Zoologist, II, 757. (Causas que han producido en América una raza permanente de pico amarillo). Tyzenhaus: Notice sur la coloration accidentelle rose des Canards sauvages. Rev. Zoologique, X, 273; y Arch. des Sc. Phys. et Nat. Gêneve, VIII, 338.

4 Roget: Notice sur un vieux mâle de Canard siffleur (*Mareca penelope*) à plumage de femelle. Rev. et Mag. Zool. XI, 145.

5 Darwin: Descen. II, 317 y 318.

6 Lafresnaye: Notice sur une femelle de canard sauvage à plumage de mâle, etc. Rev. et Mag. Zool. I, pág. 177.

7 Wallace: c. t. p. 115.

llante, ni para atraer ó perseguir á sus presas; además de que los tintes opacos les hacen poco visibles en medio de las sombras de la noche. Sea de ello lo que fuere, me parece conveniente determinar por la experiencia si dichos animales noctámbulos son acromatópsicos.

Los vertebrados blancos, como Darwin lo ha hecho notar,¹ están muy expuestos á ciertas enfermedades, lo que hace creer que poco á poco por selección hayan adquirido colores: yo he visto que las ratas albinas resisten á los venenos de una manera asombrosa, y en el laboratorio de fisiología del Instituto Médico han observado los Dres. Manuel Toussaint y Daniel Vergara Lope que son casi refractarias á la acción de ciertos venenos vegetales (*Thevetia yecotli*, *Erythrina coralloides*), ó que cuando menos se envenenan con mayor dificultad y lentitud. Hemos hecho morder á una rata albina por el *Crotalus basiliscus* que le clavó sus dientes en varias partes del cuerpo sin que el animal experimentara ningún resultado funesto (!), mientras que, según el Dr. Dugès, un *Crotalus lugubris* «mató á un ratón en dos minutos, á otro en minuto y medio y el tercero murió instantáneamente.»² ¿Dependerá esta particularidad del poco desarrollo de los linfáticos en las ratas albinas?

Estas observaciones están en contradicción con las de otros experimentadores que han notado menor resistencia en los vertebrados de color blanco y mayor en los negros, como si aquí tuviera aplicación el hecho admitido por varios fisiologistas, de que la falta de pigmentación de los albinos implica una falta de desarrollo. Es indudable, por lo demás, que en el hombre hay una correlación evidente entre el color y las aptitudes patológicas. (Bordier).

Otra causa que puede modificar la acción de la luz sobre los animales es que según el color varía la resistencia de cada individuo á un calor excesivo, siendo las especies ó razas negras las que más resisten.

Por último, según Bidder y Schmidt, la pérdida de agua en el hombre es mayor en la luz que en la obscuridad, lo mismo que la cantidad de ácido carbónico expirado; y como la luz obra directamente sobre la piel mucho menos si hay gran cantidad de pigmento que si hay poco, se comprende que por este motivo puede haber variado la coloración de los animales: un batracio sin pigmento, diurno, epigeo y herborícola perdería por transpiración, con una luz fuerte, una cantidad de agua considerable y podría morir á consecuencia de ello: he visto que enjugando con un lienzo á una pequeña *Hyla* y guardándola en un lugar poco húmedo, se seca con rapidez maravillosa y perece con igual prontitud.

CONCLUSIONES.

I. La luz obra sobre la coloración de los animales, pero no es en todos los casos el factor único ó al menos el factor independiente que la hace variar. Su acción es:

(a). Simple: cuando solo produce cambios de colocación de los corpúsculos pigmentarios, como en el *Phrynosoma*.

¹ Variation, II, pág. 349.

² «La Naturaleza», vol. IV, pág. 48.

(b). Compleja: cuando hace aumentar al pigmento en extensión y le compele á variar en clase; por ejemplo, un *Siredon* joven que se colora por la exposición á la luz.

II. La luz modifica los colores obrando directamente sobre la piel, ó indirectamente por medio de una acción refleja que principia en la retina, ó aun simultáneamente de las dos maneras.

(a). La acción directa sobre la piel explica un gran número de los hechos de distribución del pigmento sobre la superficie del cuerpo.

(b). La acción de la luz por vía refleja explica muchas de las excepciones que tiene el principio de que la intensidad de la coloración está en razón directa de la intensidad luminosa.

III. Ya sea uno ú otro de estos caminos el que sigue la luz para modificar la coloración, se observa en un gran número de casos que los tintes de los animales, exactamente como deberá ser en la fotografía de los colores, parecen ser producidos no por la luz blanca recibida directamente, sino por la luz reflejada por los objetos que les rodean.

IV. La luz blanca obra, sin embargo, modificando la intensidad de los tonos, mientras que la luz reflejada por cuerpos coloridos cambia ó modifica la naturaleza íntima de los colores.

V. La acción sobre ellos del agente luminoso puede ser casi instantánea, pero es lenta más comunmente. La rapidez de su acción varía según multitud de circunstancias:

(a). Está en razón directa de la actividad de la selección y facultades de adaptación.

(b). Es inversamente proporcional á la cantidad y opacidad del pigmento, á la transparencia de los tejidos superficiales.

(c). Es directamente proporcional á la intensidad luminosa y por lo mismo altitud de las localidades, grado de transparencia de la atmósfera y demás condiciones meteorológicas y físico-geográficas que influyen en la actinometría.

(d). Está asimismo en relación directa del poder reflector de los cuerpos de la naturaleza, especialmente del suelo y los órganos vegetales.

(e). Varía según los hábitos del animal, y es mayor sobre los epigeos que sobre los hipogeos; sobre los diurnos que sobre los nocturnos; los arborícolas que, como los Tiranidos y Alcedinidos se posan en las ramas terminales de los árboles, que sobre aquellos que viven entre el follaje; en general, sobre los que viven al descubierto, más que sobre los que habitan en lugares cubiertos.

VI. Las modificaciones de intensidad de tono y clase de coloración se han observado principalmente:

(a). En las flores y otros órganos vegetales. Cuando el grado actinométrico es muy elevado y son los colores de los más luminosos y de cierta naturaleza, éstos palidecen por la acción de la luz.

(b). En el tinte de los hombres que á veces son más coloridos en las alturas, en lugares descubiertos que en los cubiertos. (Lentigo, melanodermia).

(c). En las aves cautivas que se descoloran en la sombra, lo que es común á casi todos los animales salvajes y libres.

(d). En los *Siredon* jóvenes que adquieren sus colores propios por exposición á la luz.

(e). En los *Pleuronectes* cuyas partes inferiores normalmente poco ó nada coloridas se hacen pigmentadas por efecto de la luz.

(f). En varios Saurios del Valle de coloración variable en los individuos en un corto espacio de tiempo.

(g). En las crisálidas de varios Lepidópteros que cambian de color según la luz reflejada recibida por las larvas poco antes de transformarse.

(h). En los animales miméticos cuyos colores se confunden con aquellos de los objetos que les rodean.

VII. En los colores influyen además de la luz otras muchas causas: la luz no explica todos los fenómenos de la coloración, que sólo podrán explicarse cuando se conozcan exactamente dichas causas, algunas de las cuales pasamos á enumerar. (Siendo la piel uno de los órganos que más relaciona al organismo con el medio ambiente, es de suponer que la correlación entre la anatomía y fisiología de ambos sea muy estrecha).

(a). Los colores varían frecuentemente con la temperatura (Efelides), la presión, sustancias irritantes, heridas, úlceras, hiperemias, el estado de salud ó enfermedad.

(b). Varían también con las estaciones (Laridos rosados en ciertas épocas).

(c). Influye en ellos la reproducción. (Dimorfismo sexual).

(d). Que la vegetación sea perenne ó anual. (Aves verdes comunes en los países tropicales).

(e). La extensión de la área geográfica de cada especie: si es muy grande efecto del medio más variable, resultados más confusos.

(f). El estado salvaje, doméstico ó casero. (Ratón).

(g). En general la selección.

(h). Cuando el color varía á cortos intervalos de tiempo, en los individuos, influye la sequedad, el calor, el estado emotivo.

(i). Los colores pueden modificarse por acciones artificiales (Inyección de veneno de sapo, alimentación con semillas de cáñamo ó grasa de ciertos siluroides, etc.).

(j). Por la edad: consiste esta modificación comunmente en que los jóvenes tienen más manchas y menos tintes brillantes que los adultos. Á veces con la edad se nota inversión de los colores sexuales.

(k). Por las metamorfosis: cambios más ó menos completos. (*Siredon*).

(l). Por la resistencia de cada especie ó individuo al calor: los más coloridos resisten más.

(m). Por la resistencia á la desecación: *Bufo*.

(n). Por la resistencia á la decoloración por la luz.

(o). Según el lugar taxinómico, los organismos menos elevados se adaptan más fácilmente.

(p). Influye en los caracteres de coloración, de un modo importantísimo, la herencia, el atavismo. (*Pueden dominar en muchos casos los caracteres palingenéticos sobre los cenogenéticos*).

(g). Influye también en el efecto de los factores primarios y secundarios, de un modo preponderante, la estructura de los faneros, que el color sea debido á estrías, materias colorantes (zooxantina), disposición que produce interferencia de los rayos luminosos, etc., etc.

VIII. Las condiciones de iluminación del Valle de México son excepcionales: como muchos de los lugares de gran altura absoluta, recibe una gran cantidad de luz y es favorable, por lo tanto, para que se verifiquen las modificaciones de coloración en que la luz desempeña un papel importante.

IX. Los rayos más refrangibles (con frecuencia los menos comunes en la luz reflejada por el medio) son los que obran más eficazmente sobre los cromoblastos. El mimetismo de colores amarillos, verdes, los más luminosos, se presenta con mayor frecuencia.

X. Para saber si la coloración de un animal es debida á la luz reflejada por cuerpos coloridos (causa primaria relacionada con las causas biológicas secundarias), basta saber en muchos casos si el animal es parcial ó totalmente mimético.

XI. La luz puede hacer colorido lo que antes lo era muy poco, ó aumentar ó variar simplemente los colores que ya existen (Sappey cree que la luz no es capaz de hacer nacer granulaciones y solo puede determinar hipertrofia de los elementos ya constituidos). En ciertos casos, como en el albinismo, no produce efectos porque hay acción pero no cuerpo que reaccione.

XII. La luz que obra directamente sobre la piel tiene menos influencia cuando hay poco que cuando hay mucho tejido mucoso.

XIII. La hipótesis que atribuye la clase de los colores á una acción refleja de los ojos y su distribución é intensidad á la luz blanca ó reflejada que obra sobre la piel, se confirma por varios hechos comprobantes:

(a). Colores oscuros de especies hipogeas ó nocturnas.

(b). Hechos de mimetismo de coloración: la percepción visual de un mismo color determina su aparición en los animales, lo que está conforme con las ideas de Müller sobre el mimetismo en general.

(c). Variedad de tintes del medio y variedad de colores en los animales.

(d). Especies acromatópsicas (?) sin colores brillantes las más veces.

(e). Colores brillantes de los Troquilídeos y otros seres más ó menos antófilos.

(f). Algunos peces y crustáceos, el Camaleón del antiguo Continente, privados de la vista, ya no modifican sus colores según la clase de luz reflejada por cuerpos coloridos.

XIV. Admitida esa hipótesis, se acepta tácitamente que en las modificaciones de la coloración influye mucho la estructura de los ojos, que las especies perciban ó no perciban los rayos ultra-violetas ó ultra-rojos, que sean más ó menos miopes ó presbitas, más ó menos daltonianos; el grado de pigmentación; la existencia de membranas translúcidas (nictitante); que las funciones de cada ojo sean más independientes, lo que es favorable para las ilusiones de coloración y explicaría quizá por qué en ciertos grupos

se hallan juntos con tanta frecuencia colores complementarios; que los tintes de muchos cuerpos sean derivados y no primitivos, como en las plantas que reflejan mucha luz roja. Influye también que las especies nocturnas reciben alguna luz.

XV. Los colores de los animales no se explican solamente por efecto de la luz, ni de un modo exclusivo por la selección: son hechos complejos, de una misma familia si se quiere, pero de géneros muy diversos; relacionados no con una sola causa, sino con causas múltiples que son del orden físico, químico, anatómico, fisiológico, en general biológico. Comprendemos en este término, entiéndase bien, las causas patológicas y ecológicas.

Verdaderamente, es digno de lástima el Darwinista ó Lamarkista ortodoxo que pretenda explicar por una sola teoría, una sola causa, una sola influencia, los múltiples hechos que nos ofrece la coloración de los animales. Y sin duda que en el estado actual de los conocimientos científicos podría entablarse una interminable discusión sobre esta materia, sin que llegaran á faltar argumentos teóricos en pro ó en contra de la misma hipótesis. Sólo la experimentación y observación cuidadosa de las cosas podrán ilustrar estas difíciles cuestiones.

Hacer experimentos acerca de la acción de la luz, es, por otra parte, sencillo, instructivo y agradable: tomar, por ejemplo, los elementos pigmentarios ó la zooxantina, y una vez aislados del cuerpo del animal, investigar cómo obran sobre ellos los diversos agentes y de qué manera se modifican según las condiciones de calor, luz, humedad, etc.; someter diversas especies animales, una gran parte de su vida, á la acción exclusiva de la luz blanca ó de los rayos más luminosos del espectro, ó más refrangibles, en general los rayos tróficos; cambiar las condiciones de iluminación de los animales nocturnos, hacerles diurnos por medios adecuados y no por medios impropios como los que yo puse en práctica en un rapaz nocturno á quien durante la noche administraba fuertes dosis de cloral, y en el día cantidades exorbitantes de infusión de café; investigar hasta qué grado está relacionada la intensidad de la coloración con las sensaciones visuales, experimentando, por ejemplo, en los *Pleuronectes*; determinar con exactitud las facultades cromatoscópicas de diversos animales; estudiar, en fin, en el laboratorio los fenómenos relativos á la acción de la luz sobre los seres organizados; ó si parece mejor, de más grande importancia, discutir larga y concienzudamente si un *Scolecophagus* recogido en cierto lugar, por tener una cantidad inapreciable de gris, es buena ó mala, nueva ó antigua especie.

INFLUENCIA GENERAL DE LA LUZ.

La luz influye no solo en los colores de los animales, sino, como ya lo hemos advertido, en la respiración, en las funciones del sistema nervioso y de la piel, en la distribución, en la sociabilidad, la alimentación y el desarrollo de los individuos. No tene-

mos datos suficientes para extendernos en la discusión pormenorizada de estos puntos, y solo nos es posible dar noticias generales y no tan circunstanciadas como fuera de desear.

La luz hace, como es sabido, que ciertos organismos inferiores (*Termo*) descompongan el ácido carbónico: viven varios de ellos en los pantanos, y hacen aumentar hasta el 6 % la proporción de oxígeno, lo que es muy ventajoso para los peces y otros animales acuáticos: pueden vivir, por lo mismo, en aguas infectas y conducir entonces á falsas conclusiones á los que asignan como carácter de la pureza de ese líquido, la presencia de pescados. No sabemos si en las zanjas, pantanos y lagos de agua dulce del Valle, habrá ó no esos organismos, pero sí creemos que en caso de haberlos, la capa de plantas flotantes comunes en dichos depósitos, ha de dificultar el paso de la luz, y por consecuencia la descomposición del ácido carbónico ha de disminuir.

Las ranas colocadas en la obscuridad, según Moleschott, emiten menos cantidad de ácido carbónico que en la luz y pierden menos de su peso. Es seguro, por tanto, si tal observación puede generalizarse á todos los vertebrados, que la falta de luz en las madrigueras subterráneas de las especies hipogeas ó de las que acostumbran invernar, es para ellas una ventaja inmediata, pues que disminuye la actividad de las combustiones y menores son las necesidades de nutrición. En Europa y otros países, donde abundan los vertebrados invernantes, se podrían emprender experimentos que comprobaran este aserto.

Parece que no todos los rayos obran lo mismo sobre las funciones respiratorias.¹ Selmi y Piacentini aseguran que la luz verde, amarilla y azul obra sobre la respiración más que la blanca, la roja y violeta mucho menos. Pott ha confirmado esta opinión experimentando con los ratones, pero Moleschott y Fulbini, estudiando la cuestión algunos años más tarde, encontraron que el azul violáceo es el que activa la producción de ácido carbónico más que los otros colores y mucho más que la luz blanca y la luz roja. Ahora bien, en los países intertropicales, en los muy elevados como el Valle de México, que tiene también terrenos cuaternarios, encontramos con abundancia, al menos á la simple vista (recuérdese el Eritroscopio) el azul del cielo, el verde del follaje y el amarillo del terreno. En Lóndres me parece que no se les verá con la misma frecuencia.—¿La respiración de los habitantes animales y vegetales de estas regiones se habrá modificado por esa causa? Importante es averiguarlo, porque en caso de estar nosotros en lo cierto, se tendría un argumento más en contra de la teoría de la anoxihemia del Dr. Jourdanet, sobre todo si se trata de un país como el Valle de México, cuya iluminación es muy grande: aun prescindiendo de los rayos coloridos y su variable acción, llegaríamos al mismo resultado, puesto que el ya citado experimentador, M. Moleschott, ha descubierto que la producción de ácido carbónico está en razón directa de la intensidad

¹ Selmi y Piacentini: Dell'influenza degli raggi colorati sulla respirazione. Rendiconti dell'Instituto lombardo, 2.^a ser., III, pág. 51.—Moleschott y Fulbini: Sull'influenza della luce mista e cromatica nell'esalazione di acido carbonico per l'organismo animale. Torino, 1879.—Chazanowitz: Influencia de la luz sobre la eliminación de ácido carbónico por el organismo animal. Koenisberg, 1872 (en alemán).—Robert Pott: Investigaciones comparativas acerca de la cantidad relativa de ácido carbónico eliminada por la respiración en diversas especies de animales, en el mismo tiempo, etc.—Habilitationsschrift: Yena, 1875. (en alemán).

de la luz: una rana produce más, en igualdad de otras condiciones, en México que en Córdoba.

Importante es averiguarlo, repetimos, porque un aumento en la actividad de la respiración significa un aumento en la actividad vital, una modificación en más de la lucha por la existencia, de la selección general y sexual. Si, como dice Jourdanet, la falta de presión tiende á producir el estacionamiento de las sociedades, la indolencia, la fatiga, *el mal de las montañas*, es posible que este efecto de la luz contrarreste semejantes desventajas.

La influencia de ese agente sobre la etología es considerable, y para demostrarlo bastaría con transcribir los párrafos siguientes escritos por hombres sabios y autorizados. «Cierta fisonomía natural pertenece exclusivamente á cada uno de los países de la tierra. Las expresiones *naturaleza suiza ó cielo de Italia* usadas por los pintores, han nacido por el sentimiento confuso de estos caracteres propios á determinada región. El azul del cielo, los juegos de luz y sombra, los vapores que se acumulan en lontananza, las formas de los animales, el vigor de la vegetación, el contorno de las montañas, son otros tantos elementos que determinan la impresión que nos produce un país cualquiera.»¹

«La luz es un elemento de primer orden del clima de Algeria: constituye, sin duda, su atractivo principal y no vacilo en decirlo. Durante mi carrera de médico del ejército he visto muchas personas que habiendo separádose de Algeria por motivos poderosos, conservaban en el fondo de su corazón una secreta tristeza, una inconsciente nostalgia de esta hermosa luz.»²

«Nuestras ideas, nuestro carácter se modifican de mil maneras según el brillo de la luz, y el *spleen* es forzosamente más frecuente en las riberas brumosas del Támesis que en los bordes llenos de sol del Garona. Spencer clasifica entre los «factores originales externos» del movimiento social, los efectos variables que producen el grado y modo de distribución de la luz; compara la vida y los hábitos indolentes de los Groenlandeses causados por la gran duración de la noche ártica, con la vida en pleno sol de los habitantes de los trópicos.»³

Todos hemos podido observar la diferencia de carácter entre los alegres pobladores del llano en el Valle de México y los sombríos indígenas que viven perpetuamente en los montes elevados y brumosos de la sierra. Importa insistir en que la región alpina es de las menos iluminadas, aun cuando sea la más alta, y esto por la sencilla razón de que el follaje impide el paso libre de la luz, y más todavía por la frecuencia de las neblinas. Los vertebrados de una y otra zona nunca podrán igualarse en cuanto á su carácter, la rapidez de su locomoción, la cantidad de sus alimentos, la actividad de su existencia: sólo recordamos ciertos Troquilidos y Picidos que habitan en la sombra de los bosques y son bulliciosos y trabajadores en grado notable.

1 Humboldt, citado por Radau en «La Lumière et les Climats,» par M. R. Radau. «Actualités Scientifiques,» Paris, 1877, pág. 19.

2 «Esquisses de Climatologie comparée,» par P. Ch. Pauly, Paris, 1874, XLVII, pág. 406.

3 Geogr. Méd., pág. 34.

Personalmente hemos experimentado la influencia de imperfectas condiciones de iluminación, y cualquiera que haya visitado el ruinoso convento del Desierto estará de acuerdo con nosotros. Es aquel un sombrío edificio que fué destinado al ascetismo ó quizá sirvió de penitenciaría en una época remota: oculto entre dos montañas cubiertas de bosque, en un lugar perpetuamente solitario, inspira una invencible y profunda melancolía, más que por su soledad y vetustez por la falta de luz en sus claustros, en sus jardines, en sus cercanías siempre brumosas. El aspecto fúnebre é imponente de los bosques inmediatos, cuyos árboles esconden su elevada copa en una neblina impenetrable, hace perder al naturalista toda esperanza de buena cosecha. Si acaso se ven algunos grupos de *Carpodacus*, y muy afortunado será el que encuentre siquiera sea un enflaquecido murciélago, un *Synotis macrotis*, que duerme con su cuerpo helado y cubierto de rocío.

La falta de luz en la zona alpina debe influir probablemente en que su densidad de población sea tan reducida, pues seguramente que los *Sceloporus* habituados á recibir la luz y calor del sol durante todo el día, los vertebrados diurnos insectívoros que cazan los insectos al vuelo cuando ellos se agitan en una atmósfera transparente, los rapaces que acechan á sus presas cuando salen de sus retiros en las horas más alegres del día, los que saben encontrar una larva verde del color del follaje ó una semilla pequeñísima perdida entre las hierbas y el polvo, no podrían con igual facilidad subvenir á sus necesidades, no sólo alimenticias, sino morales, digámoslo así, sepultados en una eterna niebla, en el perpetuo crepúsculo del interior de los bosques. Los colores palidecen cuando es débil la luz que les ilumina, los tintes miméticos y de ornamentación sexual pierden algo de su importancia: á las especies de largo tiempo aclimatadas, á los rapaces y carnívoros noctámbulos de costumbres feroces y solitarias está reservada esa sombra y esa vida.

Los hábitos de sociabilidad ligados hasta cierto punto con el carácter individual de cada uno de los miembros de determinada especie, se modifican seguramente según la clase de iluminación. Así, entre los vertebrados nocturnos son menos comunes los sociales que entre los diurnos, entre los epigeos que entre los hipogeos, los alpinos que los habitantes de lugares descubiertos. No sólo la luz influye en ello, pero es, sin embargo, un elemento de poca importancia, como fácilmente puede demostrarse. Las especies *gregáricas* son casi siempre más fáciles de domesticar que las solitarias, las diurnas que las nocturnas: imposible es educar á un murciélago, al menos yo no he podido conseguirlo, y las *Strix pratincola* que repetidas veces he tenido en cautividad se manifiestan refractarias á la domesticación. Los *Nyctinomus* y *Vespertilio* enjaulados llevan su furor á tal grado, que se devoran sus propios dedos. Entre los vertebrados nocturnos sociales, necesario es advertirlo, no hay relaciones tan estrechas entre los diversos individuos como en los de iguales costumbres y que son emeralopes. En unos y otros la sociedad no reporta iguales ventajas: los noctámbulos rara vez emprenden sus cacerías unidos en grupos numerosos (*Nasua*), sino que, por el contrario, buscan sus presas aislada y silenciosamente; mientras que los diurnos por lo común en buena y provechosa compañía se dedican á las necesidades de su alimentación; aquéllos un gran nú-

mero de veces viven juntos por la naturaleza misma de sus costumbres, porque prefieren las grutas (Queirópteros), los edificios elevados y ruinosos (*Strix*). Defenderse mutuamente de sus enemigos es extraño á la mayoría de las especies activas durante la noche, y que, ó no los tienen ó los evitan cada una como mejor puede; pues repetimos que semejantes cualidades de solidaridad les son casi desconocidas. Recordaremos, por último, los feroces instintos del Topo europeo, de los gatos y ciertos mustelidos noctámbulos.

En resumen, la influencia de la luz sobre el sér intelectual es grande é innegable: los factores más importantes de la evolución orgánica están ligados á ella, y las energías intrínsecas de todo progreso físico ó moral se relacionan con ese agente. Si alguien lo duda, puede hacer experimentos personales que indudablemente le conducirán á repetir las palabras del viejo poeta: «La luz es la vida.»

El desarrollo de los individuos de un gran número de especies de vertebrados, está subordinado á las condiciones de iluminación: por ejemplo, las ranas ¹ que se desarrollan mejor en la luz que en la obscuridad, siendo de notar que no obran del mismo modo los diferentes rayos del espectro: en la opinión autorizada de Yung, ² se colocan en la serie siguiente según su influencia favorable sobre el desarrollo de las larvas de rana, de más á menos:

Violetas, azules, amarillos, blancos, rojos y verdes.

Éstos, al decir de la mayoría de los experimentadores, son los menos favorables. Bert llega á decir que la «vida animal no puede mantenerse en los bosques á causa de la luz verde,» y ella es de las más comunes en la naturaleza. Recordaremos, sin embargo, que las plantas reflejan una considerable cantidad de luz roja.

La actividad vital de las especies diurnas es mayor ó menor, en teoría, según la duración de los días y las noches, y aun el crepúsculo matutino, y sobre todo el vespertino. En efecto, la gran mayoría de los vertebrados entomófagos trabajan en la recolección de insectos desde que nace el sol hasta que muere. Los *Circus hudsonius* se dan pocos ratos de descanso, y aun al principio de la noche continúan su casa de roedores; los *Falco sparverius* que buscan langostas y otros exápodos; los Picidos ó carpinteros ocupados en explorar las cortezas de los árboles, cuyos parásitos destruyen; los activísimos Troquilídeos; los *Tyrannus*, *Sayornis*, *Empidonax*, *Pyrocephalus*, *Contopus*, *Myiarchus*, *Anthus*, *Pyrranga*, Golondrinas (*Hirundo*, *Tachycineta*), *Mniotilta*, *Helminthophila*, *Dendræca*, *Sialia*, y aun los *Sceloporus microlepidotus*, aprovechan todas las horas de luz y son de ejemplares hábitos de laboriosidad, de costumbres activas opuestas completamente á las de varias aves frugívoras como los *Ampelis* cuya glotonería casi inconcebible se satisface pronto con poco trabajo, siendo mayores los períodos de su descanso que los de sus fatigas.—En la Primavera son de igual duración

¹ Schnetzler: Influence de la lumière sur le développement des larves de grenouilles. Arch. scien. phys. et nat., LXI, pág. 247. Influence de la lumière violette sur la croissance de la vigne, des cochons et des taureaux. Poey: Comp. rend. Acad. Sci. Paris, 1871, pág. 1236.

² Propos Scientifiques, pág. 57.

³ Rev. Scient., XIV, pág. 986.

las noches y los días: tanto los vertebrados cazadores diurnos como los nocturnos disponen de 12 horas de luz para sus faenas de alimentación, en la época en que los alimentos abundan más; en el Estío, en México, ya se nota diferencia, pues la noche es poco mayor que el día. Pero en el Invierno, época en que se encuentran en el Valle la mayor parte de las aves insectívoras, *cuando los insectos escasean más, y más apremiantes son las necesidades, los días son muy cortos y el crepúsculo, por la configuración del Valle, dura poco.*

En los meses de Diciembre, Enero y Febrero, con sus días próximamente de 11 horas, hay con poca diferencia 90 horas menos de luz. Un *Pyrocephalus*, como cualquiera puede observarlo, captura en época propicia una presa por minuto (cálculo muy bajo), en una hora 60, en 90 horas 5,400. ¿Qué fin tendría si permaneciera en los países más septentrionales donde tanta condición desfavorable es de un valor infinitamente más grande? Encontramos, por lo tanto, de todo punto necesaria una emigración meridional en el Otoño que sea realizada por los Mniotiltidos, Tiranidos y demás vertebrados entomófagos. Esta condición de la falta de tiempo para la lucha por la vida podría explicar por sí sola el instinto y costumbres emigradoras; pues reflexionese que los movimientos periódicos de la población de animales polares son correlativos con el principio y el fin de las prolongadas noches del círculo ártico; que si además de la carestía de alimentos, falta de luz y otras circunstancias desfavorables fuera igual el número de consumidores en todo el año; si la emigración de una parte de ellos no disminuyera y regularizara el número total de individuos alimentados, los alimentos menos abundantes, más difíciles de procurar no bastarían para nutrir á todas las especies é individuos.

Es de creerse que esta desigualdad de las noches y los días favorezca la formación de especies nocturnas, que poco á poco, por vía de selección y adaptación vayan prolongando su trabajo en la noche. Los *Catharus*, por ejemplo, continúan buscando insectos durante el crepúsculo, y es seguro que se notan grandes diferencias en este particular, según los individuos, los lugares que habitan y las condiciones biológicas propias de cada año: un *Catharus* poco activo en el día trabajará hasta una hora más avanzada; el que viva en localidades fértiles no tendrá precisión de hacerlo así; ó según que los insectos hayan escaseado más ó menos por cualquier circunstancia, se modificarán en igual sentido los hábitos de la especie.

Para terminar, volveremos á ocuparnos por última vez, en una de las cuestiones que discutimos en el principio de este artículo: caminos que sigue la luz para obrar sobre el organismo.

«Moleschott ha demostrado que la visión influye en la cantidad de ácido carbónico producida por las ranas expuestas á la luz. En las mismas condiciones de temperatura y de intensidad luminosa, la cantidad media de ese gas producida por ranas ciegas y ranas intactas está en la relación de 490 á 561 ó 1:1.14.» Más tarde, en el trabajo hecho en colaboración con Fulbini (ó Fubini ?) ha llegado á resultados análogos operando con luces coloridas. «En lo que concierne al efecto de la luz colorida sobre ani-

males ciegos, dicen estos experimentadores, hemos llegado al mismo resultado, con la diferencia de que la influencia es menor. La acción de la luz azul violada sobre mamiéferos ciegos, ha disminuido la cantidad de ácido carbónico más que la acción de los rayos rojos. . . . La influencia de la luz que provoca el cambio de la materia sigue no sólo el camino de los ojos, sino también el de la piel. Cuando sigue un solo camino el efecto es menor.»

El laborioso estudio del Dr. D. Rafael Serrano acerca de Psiquiatría óptica,¹ comienza con las siguientes líneas, que resumen el objeto de su trabajo, de investigaciones de máxima importancia que debemos conocer aun cuando sea de una manera general:

«Las relaciones anatómicas y funcionales entre la corteza del cerebro y la retina, han de llegar á establecer en el oftalmoscopio una de las bases del diagnóstico de la enajenación mental, y harán de la cerebroscofia de Bouchut uno de los más importantes auxiliares de la psiquiatría. El conocimiento completo de esas relaciones entraña la solución de un nuevo problema: la armonía entre la luz y la razón. Su estudio exige el concurso de todas las ciencias exactas y racionales, porque abarca en una sola síntesis los principios de la medicina y de la psicología, de la naturaleza y del espíritu.»

La ecología y la etología, la ciencia de los medios y la ciencia de las costumbres que comprenden á todos los animales, prestarán quizá grandes auxilios á ese ramo de la medicina: el conocimiento y observación experimental de los efectos de la luz en exceso sobre los seres nocturnos, nictálopes ó ciegos y de la falta de luz sobre los diurnos, emeralopes y provistos de ojos; el efecto de ese agente sobre las costumbres, el carácter, el ser moral é intelectual, podrán ilustrar quizá los estudios de patología humana.

En la escala del progreso orgánico, cuya longitud aumenta perpetuamente por la obra fecunda de la selección, el perfeccionamiento de los órganos visuales significa un adelanto inmenso del organismo que se adapta y modifica. ¿Por qué? Por la poderosísima razón de que hay estrechas relaciones entre la amplitud de las facultades fotoscópicas y el desarrollo del cerebro.

«Toda una especie de idiotas, dice Serrano, los albinos, huyen de la luz. Por falta de pigmento en la coroides, los rayos luminosos son absorbidos totalmente, produciendo un deslumbramiento que *difficulta* (impide, sic) la visión. Los albinos prefieren la sombra porque, como las especies nocturnas, ven mejor en ella que á la luz del día. Su idiotismo ha sido bien estudiado por los alienistas; solamente queremos hacer notar que en toda una raza, los *Kakrelaks* del Asia, la insuficiencia del poder visual y del poder mental aparecen al mismo tiempo; que toda una raza incapaz para ver con claridad, es incapaz para pensar con claridad; que la nictalopia y el cretinismo ó alguna otra agenesia mental, manifiestan simultáneamente la involución psico-física del organismo humano. Los albinos son una prueba ineludible de la relación íntima entre el órgano del pensamiento y el órgano de la visión.»

Se comprende, por consecuencia, cuán fértil debe ser en resultados el estudio bio-

1 Facultad de Medicina de Puebla: Fragmentos de Psiquiatría óptica, por Rafael Serrano; Puebla, 1884, págs. 1-101.

lógico de la luz, cuántos problemas quedan por resolver, y cuántos, aún más numerosos, se presentarán en lo sucesivo.¹ Esperamos los futuros trabajos que vendrán á robustecer ó debilitar nuestras personales opiniones, y confiamos en que el Sr. Profesor D. Francisco Río de la Loza publicará sus estudios acerca de las condiciones actinométricas del Valle de México, cuyo conocimiento es importantísimo para multitud de detalles de ecología.

Octubre de 1891.

