

---

---

EL CLIMA DEL VALLE DE MÉXICO

Y LA  
BIOLOGÍA DE LOS VERTEBRADOS

POR EL SR. PROFESOR

ALFONSO L. HERRERA

SOCIO DE NUMERO.

---

\*  
PRESION ATMOSFÉRICA.



A influencia de la presión atmosférica es digna de un estudio detenido, particularmente en países tan elevados como el Valle de México; se relaciona con cuestiones complicadas de fisiología, distribución geográfica, aclimatación y otras muchas que nos será imposible tratar de una manera metódica y completa.

En nuestro propio organismo, y aun en el de algunos vertebrados del Valle de México, hemos observado los efectos de la presión disminuida<sup>1</sup> en la cumbre del Popocatepetl (5,263<sup>m</sup>) y de la presión en exceso en la cámara de aire comprimido. Para la redacción de esta Memoria consultamos constantemente la autorizada opinión de nuestro amigo el Dr. Daniel Vergara Lope, que lleva algunos años de consagrarse á estas investigaciones, y por último, hasta donde nos ha sido posible, hemos estudiado cuanto sobre el particular se encuentra en nuestros libros: elementos en verdad insuficientes para la tarea propuesta.

He aquí nuestro programa de exposición:

A. Influencia de la altitud sobre el clima.

B. Influencia de la altitud sobre los vertebrados.

<sup>1</sup> Une ascension au Popocatepetl. D. Paul Maury, L'Écho du Mexique. Vol. 87, núms. 130 y 131.

secos son particularmente favorables para la curación de la tuberculosis, pues el pulmón, á consecuencia de esa pérdida más activa de vapor de agua, recibe mucha más sangre.

La altitud tiene también una acción apreciable sobre la cantidad de luz que un país recibe, y ya hemos hecho notar las principales consecuencias prácticas que de esto se deducen y significan en todo caso una ventaja biológica de no pequeña importancia.<sup>1</sup>

Consultando el perfil altimétrico que acompaña á esta Memoria, se observa desde luego cuán importante es la altitud para las condiciones climatológicas, puesto que en casi todas las localidades comprendidas en la Gran Mesa del Norte y la Gran Mesa del Centro no se encuentra la verdadera Tierra Caliente, que en México está situada por lo común, entre 0 y 1,000 metros sobre el nivel del Océano. Los lugares de aquellas regiones son de clima frío ó templado, mientras que las dos vertientes del E. y del O. y algunas partes bajas del S. disfrutan del clima de los trópicos, es decir, de una temperatura media muy elevada, de variaciones anuales muy pequeñas y variaciones diurnas de gran importancia; gran cantidad de vapor de agua, regularidad en los vientos, y por último, lluvias copiosas y frecuentes: he aquí, en pocas palabras, las condiciones mesológicas cuyo conjunto significa riqueza de las faunas locales, como la del Estado de Veracruz, mil veces más variada y más rica que la de nuestras altas mesetas y aún que la de muchas de las porciones frías y bajas de la América del Norte. ¿En qué influye en este caso la cantidad de oxígeno, mayor en las partes bajas que en las altas? En muy poco, como lo veremos más adelante.

Otras de las condiciones altamente favorables de los trópicos, no las de oxigenación, son las verdaderamente importantes: que una sola de ellas no esté perfectamente llenada (la mucha humedad por ejemplo), é indefectiblemente veremos que la fauna y la flora van siendo más y más pobres y periódicas. En ciertos puntos calientes y muy secos del Estado de Morelos, pongo por caso las lomas de la Cuajiotera, en el camino de Cacahuamilpa, por la falta de humedad, aunque se presentan allí las otras condiciones de los trópicos, la vegetación es miserable, y en Diciembre se encuentra casi la misma fauna del Valle de México.

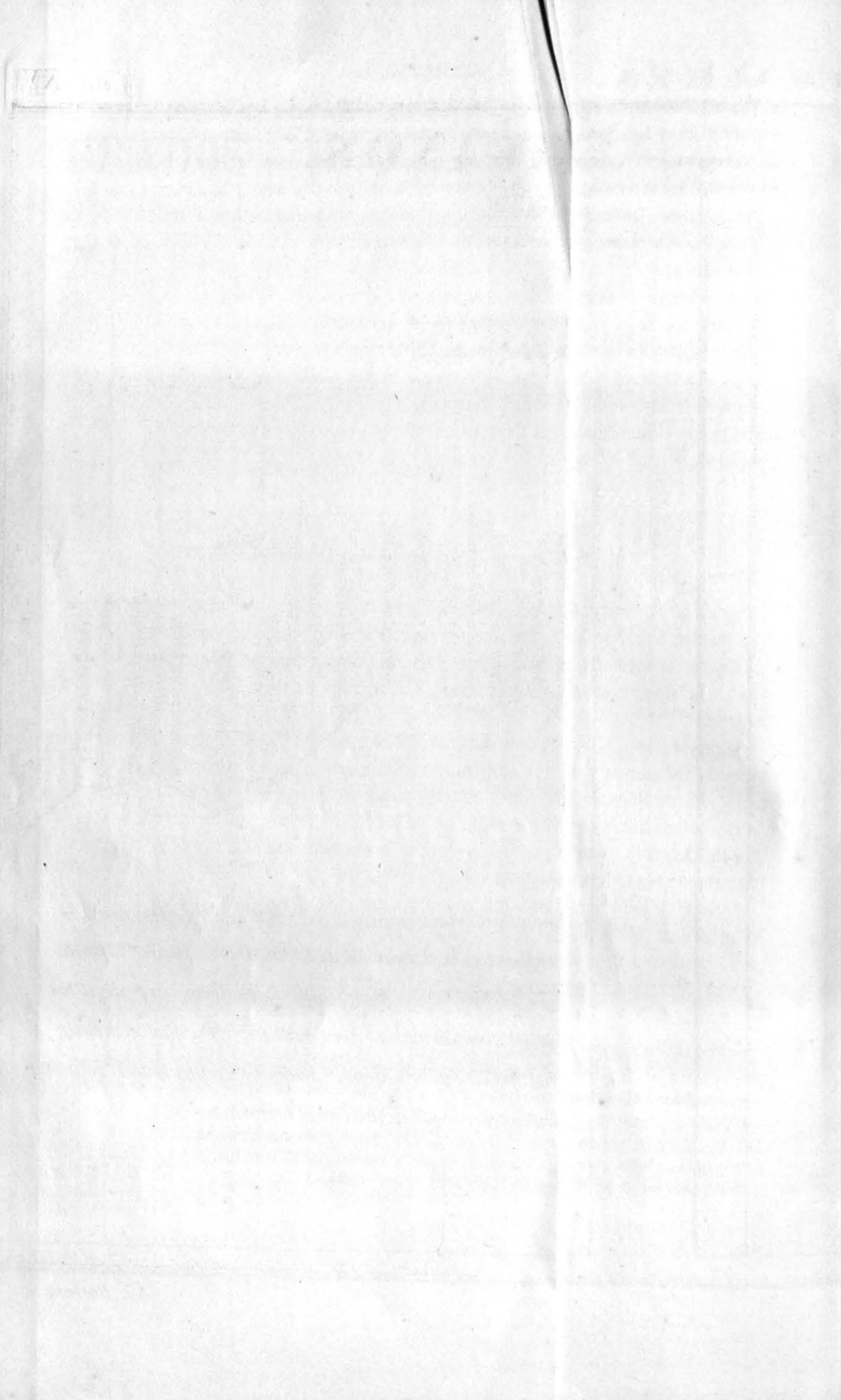
Creemos haber demostrado que la falta de presión no influye por sí sola, de una manera preponderante, sobre las condiciones mesológicas de un país.

En lo que respecta á la aclimatación probaremos más adelante que para la mayoría de los seres es más fácil adaptarse á la falta de presión que á las variaciones desfavorables de la temperatura, la humedad y otros muchos de los elementos climatéricos: las golondrinas, por ejemplo, después de vivir cerca de seis meses casi al nivel del mar, vienen á pasar igual número de días á más de 2,000 metros de altura, y no abandonan el Valle de México por la falta de oxígeno, menos sensible en Invierno, sino por el abatimiento periódico de la temperatura. Las aves, se dirá, están adaptadas para la vida á todas las alturas, pero los vegetales y animales del trópico traídos á México

<sup>1</sup> Véase Fubini y A. Benedicente. Influencia de la luz sobre el quimismo de la respiración. Archiv. ital. biol., XVI, fasc. 4, 1891.







después de resistir muchos meses la falta de oxígeno, perecen en el Invierno (!) Un *Sceloporus microlepidotus* resistió perfectamente á la falta de presión cuando le llevamos al Popocatepetl, pero apenas habíamos pasado el límite inferior de las nieves perpetuas entró en estado invernante. Además, las especies de aves y mamíferos que emigran por tan distintas causas mesológico-físicas, ya sea en altitud ó en latitud, emprenden esos viajes sin preocuparse en lo más mínimo por la temible dieta de oxígeno de las alturas.

En resumen: el clima de los lugares muy elevados está caracterizado no solo por la disminución de la presión atmosférica y de la cantidad de oxígeno que se conceptúa desfavorable para la vida, sino también por la menor amplitud de los cambios barométricos, el abatimiento de la temperatura, la menor tensión del vapor de agua, el aumento de la intensidad de luz, lluvias poco abundantes y otros muchos cambios en las condiciones climatéricas que influyen en mayor grado sobre la distribución de los vertebrados.

### B. Influencia de la altitud sobre los vertebrados.

**SOBRE SU CONSTITUCIÓN ANATÓMICA Y SOBRE SU FISIOLÓGIA.**—Entre los vertebrados que pueden haber sufrido modificaciones profundas en su organización por las causas indicadas, se encuentran desde luego las aves, pues algunas de ellas resisten los cambios de presión atmosférica consiguientes á un cambio de altitud de 0 á 6,000 ó 7,000 metros.

Según Humboldt, «el Cóndor sube de 3,294 metros á 5,847 metros; prefiere vivir entre 3,100 metros y 4,900 metros, y varias veces se le ha visto hasta 7,093 metros». Es un fenómeno fisiológico notable el que nos presenta este rapaz, que después de revolotear horas enteras en regiones en donde el aire está tan rarificado, baje rápidamente hasta la costa y recorra en algunas horas todos los climas. Es el ser que voluntariamente se aleja más de la superficie de la tierra.<sup>1</sup>

Tschudi, citado por Humboldt, asegura haber visto en la Isla Puna enjambres de colibríes que volaban á 4,451 metros de altura, y prolongan su viaje de Estío por una parte hasta el 69° de latitud, y por otra hasta el Archipiélago del Fuego. (?) Schiede y Deppe han hecho observaciones análogas en el volcán de Orizaba.<sup>2</sup> W. Scott, del Observatorio de New Jersey, vió pasar por el campo de su equatorial un número de aves verdaderamente prodigioso, y determinó la altura á que se encontraban estos meteoros de nuevo género. La parte principal de la parvada pasó á tres kilómetros próximamente, pero había individuos que volaban á 5,000 metros de altura.<sup>3</sup>

1 Voyage. Zool. & Anat. Comp., I, pág. 40, et Tabl. Nat., Ed. Guérin. 1868, pág. 384.

2 Humming Birds at a great high on the volcano of Orizaba. Edinb New Philos. Journ., VIII, pág. 203.

3 Bordier, l. c., pág. 72.

En el volcán del Popocatepetl hemos visto volar ya cerca del cráter á los cuervos (que según el dicho de los indígenas van á regalarse con la nieve que reviste un aspecto especial y se denomina espumilla<sup>(1)</sup>) y á un gran vencejo (*Hemiprocne?*). El *Cathartes aura* con frecuencia se eleva á una altura tal, que aparece como un punto negro difícilmente perceptible.

He aquí la lista de algunas especies mexicanas encontradas á grandes altitudes:

<i>Catharus occidentalis</i> .....	2,668 metros.	
<i>Parus meridionalis</i> .....	3,400	„
<i>Sitta pigmæa</i> .....	4,000	„ (limite de la vegetación).
<i>Dendroica olivacea</i> .....	3,000	„
<i>Cardellina rubra</i> .....	3,800	„
<i>Ptilogonys cinereus</i> .....	3,000	„
<i>Myadestes unicolor</i> .....	3,000	„
<i>Junco cinereus</i> .....	3,500	„ (limite de la vegetación).
<i>Hæmophila superciliosa</i> .....	4,000	„
<i>Cyanocitta ultramarina</i> .....	3,500	„

Entre los mamíferos mexicanos hay proporcionalmente menor número de especies aclimatadas á la vida en alturas muy considerables. Citaremos solamente á un Quiróptero, *Ischnoglossa nivalis*, que se ha encontrado en la región de las nieves, en el volcán de Orizaba; al *Cariacus virginianus*, que sube hasta 4,300 metros; el *Dipodomys phillipsi*, que según M. E. W. Nelson vive en Ajusco. Es probable que los Cánidos y varios de los Félidos comunes en el Valle habiten en regiones tan elevadas como Tlamacas: el *Felis concolor* se ha matado en la falda del Iztaccihuatl; las Tuzas (*Geomys*) abundan en los arenales de Ajusco y de Tlamacas.

En la América del Sur la Llama y otros mamíferos viven á 4,000 y más metros; en los Alpes se encuentran algunas otras especies más ó menos sedentarias;<sup>1</sup> en fin, en las elevadas montañas del Himalaya también se han señalado varios cuadrúpedos.<sup>2</sup>

Los Reptiles y Batracios, que son muy sensibles al frío y tal vez á la sequedad de las alturas, prefieren los países de poca elevación. Sin embargo, el *Sceloporus microlepidotus* ha sido colectado por Helprin y Baker á 13,000 pies en el volcán de Orizaba; á 11,200 en el Iztaccihuatl:<sup>3</sup> nosotros le hemos visto en las inmediaciones del Rancho de Tlamacas (3,897 metros).

Los animales citados son excelentes sujetos de investigación, pues en ellos debe haber modificaciones constitucionales de mucha importancia: *porque debemos conside-*

1 Ch. Martins. Note sur l'Arvicola nivalis, nouv. esp. de Campagnol habitant la region des neiges éternelles dans les Alpes de la Suisse. Ann. Sc. n. 2<sup>e</sup> S. XIX, pág. 87.—Rev. Zool., 1842, pág. 331.

2 On two Marmots inhabiting respectively the plains of Tibet and the Himalayan Slopes near to the Snows & B. H. Hodgson. Journ. Asiat. Soc. Bengal. XII, pág. 409.—Tapir en las altas regiones de los Andes. Roulin. Acad. Sc. Par. Febr. 1826.

3 Reptiles and Batrachians from N. Yucatan and Mexico. J. E. Ives. Proc. Acad. Nat. Sci. Phila, 1891, págs. 458, 463.

*rarles como aclimatados á un medio determinado, al que ni las aves se adaptan bruscamente.* Los gavilanes y algunos otros pájaros de Europa conducidos en globo á cerca de 7,000 metros, á una altura en que el Cóndor se encontraría perfectamente, comienzan á vomitar y parecen muy enfermos é impresionados.<sup>1</sup> De dos individuos que llevó Robertson en su célebre ascensión aerostática, uno murió (á 6881 metros) y el otro, que fué arrojado fuera de la canastilla, cayó como una masa inerte: lo que también ha observado Glaisher, pues que de los seis pichones que arrojó de una altura de 5,000 á 8,000 metros (?) solo uno pudo volver al punto de partida, y los otros perecieron.

Se ha dicho que en las aves las modificaciones principales consisten en la complicación del aparato respiratorio, la existencia de los sacos aéreos, y de una manera menos general y más probable, en las especies de alto vuelo, en las comunicaciones de los sacos aéreos con los huesos.<sup>2</sup>

Según M. Campana, las aves de alto vuelo como los Rapaces y especialmente el Cóndor, permanecen largo tiempo á 7,000 y 8,000 metros gracias á los enormes sacos neumáticos relacionados con las alas y que solo funcionan cuando éstas se mueven.<sup>3</sup> Si se elevan, los sacos aéreos se llenan de aire; si lo contrario, ese aire penetra en el pulmón. De suerte que á medida que el aire se rarifica el trabajo del ala aumenta forzosamente y forzosamente aumenta el volumen suplementario de oxígeno.<sup>4</sup> Bordier y otros autores suponen que el ave que se encuentra á una gran elevación comprime sus sacos, y el aire introducido en los pulmones se encuentra á la presión suficiente: así se explica que este medio no sea aplicable cuando se introduce al animal en las campanas de depresión, «pues que no estaba prevenido y no se cargó de aire previamente.»

Mucho dudamos de la eficacia de estos medios: en el caso de un Cóndor que duerme ó reposa en un picacho situado á 5,000 ó 6,000 metros, las alas están inmóviles y no pueden contribuir en nada al acto respiratorio: ¿es posible, además, que los sacos aéreos puedan contener aire tan comprimido?

Supongamos que durante 24 horas de vuelo el Cóndor inspire una cantidad cualquiera de oxígeno, sean 2<sup>k</sup>808. Si el rapaz se encuentra al nivel del Océano, le será preciso tener una capacidad de 0<sup>lit</sup>500 y hacer más de 20,000 inspiraciones en 24 horas para que los 10,000 y tantos litros introducidos al pulmón contengan á 15°C. esa cantidad de oxígeno; si se elevara á 7,400 metros, aun suponiendo la temperatura de 0°C., le sería preciso un volumen suplementario de aire de más de 10,000 litros y un número doble de inspiraciones, es decir, 40,000 en 24 horas para disfrutar del mismo peso de oxígeno. Este cálculo da una idea imperfecta del aumento proporcional en

1 Arnould. Hygiène, pág. 330.

2 Béclard. Physiologie, pág. 428.

3 Pero según Sappey hay completa independenciam entre los movimientos del vuelo y los movimientos respiratorios. Longet. Physiologie, I, pág. 563.

4 Bernard. Les phénomènes de la vie, pág. 121.



la cantidad de aire que debe inspirar un Cóndor; mas como no sabemos cuál es el consumo exacto en este rapaz ni se ha determinado su capacidad vital, es imposible presentar cifras exactas.<sup>1</sup>

Si la explicación de Bordier fuera más probable, tendríamos en el caso del Cóndor:

1 litro de aire á la presión de 760 <sup>mm</sup> contiene, á 0°C.....	0.29 de oxígeno.
1 litro de aire á la altura de 7,402 metros (300 <sup>mm</sup> ) contiene, á 0°C..	0.11 de oxígeno.

Es decir, que el aire comprimido (?) en los sacos aéreos debe estar á una presión de 460<sup>mm</sup>, presión suficiente para hacer estallar al desventurado volátil; á no ser que la membrana de los sacos pueda resistir una presión de 625 gramos por centímetro cuadrado.—Bordier dice más adelante: «de todas maneras el ave carga su sistema antes de emprender el vuelo, y lleva consigo una provisión de aire que comprime á medida que vuela, que mantiene á la presión inicial cuando menos, de tal modo, que se encuentra á una tensión superior á la tensión del aire de las alturas».<sup>2</sup> Para conseguir este resultado sería preciso que el Cóndor llevara consigo un pequeño aeróstato con la cantidad de aire necesaria para su consumo en las muchas horas que emplea en revolotear á prodigiosa altura.

Paul Bert afirma categóricamente que hay una relación directa entre las dimensiones de las aves y su capacidad respiratoria, pero dice también:

Una ave de presa nocturna (*Strix bubo*) y una zancuda (*Ardea comata*) han presentado una capacidad muy superior á la que es propia de Gallináceas, como la Gallina ó el Pavo común.

Ahora bien; la superioridad de la talla del Buho (1,700 gramos de peso) sobre la talla de la Gallina (700 gramos) á presión igual, debería significar en ella una disminución de capacidad respiratoria que se presenta en efecto. En lo que se refiere á la Garza, ave bastante pequeña (200 gramos), siempre ha manifestado una capacidad mayor que la Gallina: y una débil presión introducía en su cuerpo mucha mayor cantidad de aire que una gran presión en el cuerpo de la Gallina.<sup>3</sup>

Vemos, en resumen, que los usos atribuidos á los sacos aéreos no son tan evidentes como se cree generalmente, y aunque es cierto que las aves que se elevan á gran altura tienen sacos neumáticos á veces más desarrollados que las aves poco voladoras ó desprovistas de alas como el *Apteryx* (que no tiene saco abdominal según Owen);

1 Según Bert, el Cóndor hace en Europa seis respiraciones por minuto.

2 *l. c.*, pág. 73.

3 *Phys. comp. resp.*, pág. 405.—Véase también: Colas. *Essai sur l'organisation du Poumon des Oiseaux*.—*Journ. Compl. Sc. méd. Déc. 1825 et Févr. 1826*.—Féruss. *Bull. 1826*, IX, pág. 225. M. Girardi: *Saggio di Osservazioni anatomiche intorno agli organi della Respirazione degli Uccelli*. *Mem. Soc. Ital* II, 2, pág. 732.—J. Hunter. *Receptacules of Air, etc.*—*Phil. Trans. LXIV*, pág. 205.—E. Jacquemin. *Recherches sur la Pneumaticité des Oiseaux*. *Rev. Zool. 1844*, pág. 476.—Ch. L. Nitzsch. *Pneumaticité des Calaos, etc.* *Féruss. Bull. 1828*, XIII, 356.—G. Rainey. *On the Minute Anatomy of the Lung of the Bird, etc.* *Med. Chir. Trans. XXXIII*, pág. 47.

REPORT OF THE COMMISSIONERS OF THE LAND OFFICE

The following is a list of the lands which have been surveyed and classified by the Commission of the Land Office, and which are now available for sale or lease. The lands are situated in the following localities: ...

The lands are situated in the following localities: ...

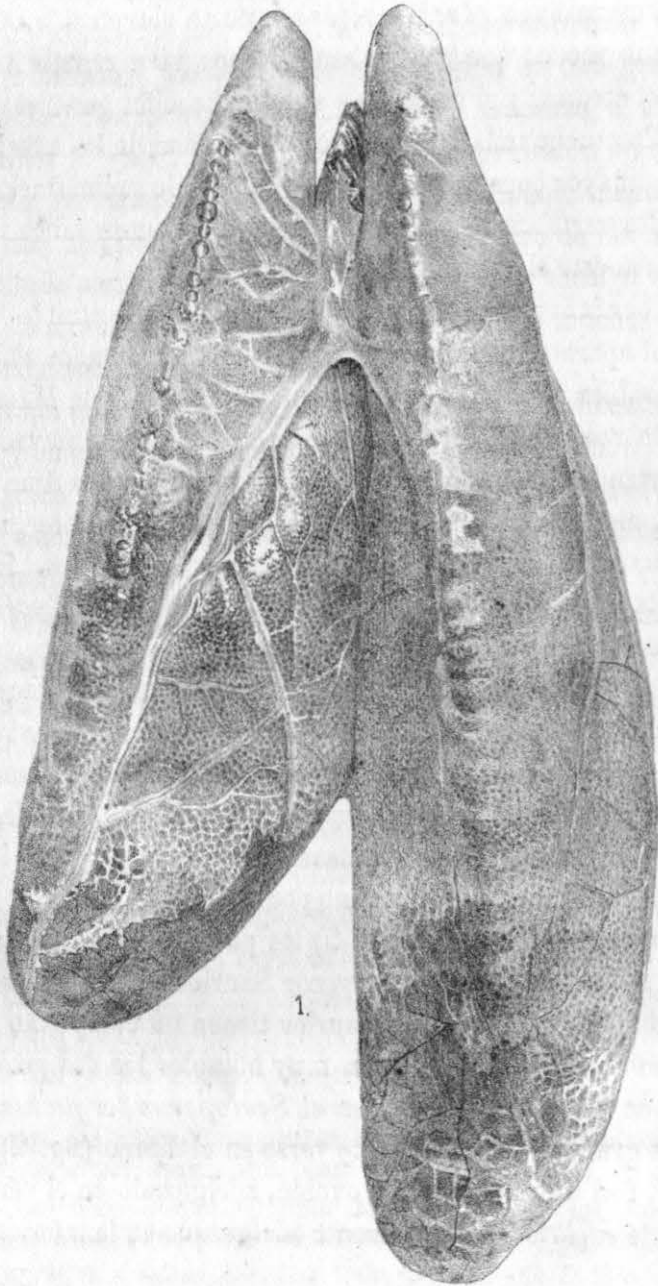
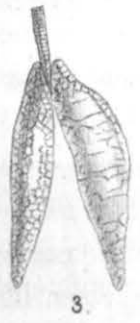
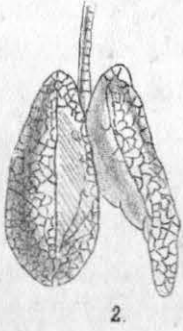
The lands are situated in the following localities: ...

The lands are situated in the following localities: ...

The lands are situated in the following localities: ...

The lands are situated in the following localities: ...

The lands are situated in the following localities: ...



aunque es verdad igualmente que el aire de la respiración pasa dos veces por la superficie pulmonar, también es indudable que el desarrollo de los sacos aéreos, según Sappey, no está siempre en relación con las diferencias que presentan los diversos órdenes de aves en sus aptitudes para el vuelo, y en los Calaos el aire circula hasta en las falanges de las patas; además, este medio de compensación podría ser, en último resultado, especial á las aves, y en los demas animales que se elevan á gran altura, en los mismos Quirópteros debería existir otro mecanismo enteramente distinto. Si buscamos la compensación en los seres de locomoción aérea, no podremos admitir que un *Cathartes* y un murciélago (*Ischnoglossa*) que se eleven á 5,000 metros estén organizados del mismo modo, que posean sacos aéreos para resistir á una misma influencia mesológica contraria; y si acaso hay una explicación general á todos los vertebrados, ¿no sería ella mucho más probable, aun en el caso de las aves?

La influencia de la mayor capacidad respiratoria sobre la aclimatación á grandes alturas parece ser en los vertebrados ovíparos de sangre caliente mucho más probable y general, aunque no sea éste el único medio de compensación.

En los Reptiles deberíamos considerar con el mayor detalle posible las modificaciones que provoca en el aparato respiratorio la residencia en grandes altitudes, pero nos faltan datos indispensables no solo en relación con las especies de México, de la Mesa Central, sino también respecto á las que viven en lugares poco elevados.<sup>1</sup>

En los Saurios varían la forma y dimensiones de los pulmones á un grado tal, que casi en cada género, algunas veces en cada especie (*Sceloporus torquatus* y *Sceloporus microlepidotus*, figs. 2 y 4, lám. XV), son bien diferentes. Hemos dibujado los pulmones de cuatro Saurios del Valle de México y de una *Cyclura articulata*, iguaniano que vive en las regiones bajas y calientes.

En el *Gerrhonotus imbricatus* (fig. 3) los pulmones se parecen mucho á los característicos de los Saurios serpentiformes, y aunque este escincoidiano viva á muy grande altura (el *Gerrhonotus vasconcelosi* y otras especies se hallan también á más de 2,000 metros, el *G. imbricatus* se ha encontrado, por el Sr. Dr. Manuel M. Villada, en Guadalcázar), su pulmón no se ha ensanchado por impedírsele la poca anchura de la caja torácica, y no es tan alargado como podría serlo á causa de la longitud del cuerpo; en el *Phrynosoma orbiculare* (fig. 5) los pulmones son muy anchos y voluminosos, los dos casi de la misma forma: en pocos Saurios se han de presentar con una latitud tan considerable, y también pocos Saurios tienen un cuerpo tan ancho y deprimido; en el *Sceloporus microlepidotus* son muy notables los dos prolongamientos ó digitaciones situados en el pulmón mayor; en el *Sceloporus torquatus* el órgano pulmonar es mucho más grande, y, como puede verse en el dibujo (fig. 2), de una forma enteramente distinta, con uno de los sacos ovoide, adelgazado en el vértice, y el otro muy ancho en su parte superior y bruscamente adelgazado en la inferior. Los dos pul-

<sup>1</sup> No hemos podido procurarnos varias memorias interesantes, entre otras: M. Malpighi: Anatomical Observations about the Structure of the Lungs of Frogs, Tortoises and Perfecter Animals. Phil. Trans., 1671, VI, pág. 2149.—Schlegel. Essai sur la physionomie des Serpents. Amsterdam, 1837.

mones de la *Cyclura* (fig. 1) son casi de la misma forma, aunque distintos en sus dimensiones y notables por los prolongamientos de sus vértices. Estas diferencias de la forma no indican ciertamente, en todos los casos, una muy distinta proporción con la longitud del cuerpo del animal, como se ve por las siguientes cifras:

ESPECIE.	Longitud del cuerpo.	Longitud del pulmón mayor.	Long. para 100 cent. de long. del cuerpo.
<i>G. imbricatus</i> .....	0. <sup>m</sup> 13	0. <sup>m</sup> 03	0. <sup>m</sup> 23
<i>S. microlepidotus</i> ....	0. <sup>m</sup> 08	0. <sup>m</sup> 02	0. <sup>m</sup> 25
<i>S. torquatus</i> .....	0. <sup>m</sup> 11	0. <sup>m</sup> 03	0. <sup>m</sup> 27
<i>P. orbiculare</i> .....	0. <sup>m</sup> 10	0. <sup>m</sup> 03	0. <sup>m</sup> 30
<i>Cyclura articulata</i> ...	0. <sup>m</sup> 31	0. <sup>m</sup> 18	0. <sup>m</sup> 58

Las pequeñas diferencias pueden depender de que hayamos medido los pulmones en diverso estado de contracción: la gran diferencia observada en la *Cyclura* se explica por la razón que daremos más adelante; pero en todo caso, parece que á los Saurios puede aplicarse una ley análoga á la que en parte rige á la capacidad vital del hombre, que es proporcional directamente á la estatura.

No hemos intentado ni siquiera emprender serias investigaciones sobre el aparato respiratorio de los cuadrúpedos del Valle, porque nunca serían ellas tan completas y concluyentes como las que se han hecho en el hombre, y bastan para formarse una opinión que, sin mucho peligro de equivocarnos, podemos generalizar á otros mamíferos.

Desde el año 1864 dijo el Dr. Coindet que en México la capacidad respiratoria era mayor que en Europa:<sup>1</sup> el mismo Dr. Jourdanet habla del gran desarrollo del tórax de los indígenas,<sup>2</sup> y después varios observadores han venido confirmando estas apreciaciones. El Dr. Gaviño ha hecho un estudio de la cuestión,<sup>3</sup> y más tarde el Dr. Vergara;<sup>4</sup> por último, en Diciembre de 1892, el Dr. Vergara y yo presentamos al Congreso Médico el resultado de varias investigaciones que nos conducen á la siguiente conclusión:

En México la capacidad vital es por término medio de 4<sup>lit.</sup>4 (en Europa de 3 á 3.5); á igualdad de talla es mayor en México que en Europa y alcanza el máximo en los indígenas. En los azufreros que con frecuencia suben al Popocatepetl llegamos á encontrar una capacidad de 5<sup>lit.</sup>9; en tres indios ha encontrado el Dr. Vergara 5<sup>lit.</sup>4, 5.2 y 6.2.

Esta conclusión se apoya en más de ochenta observaciones practicadas por el Dr. Vergara y por mí en indígenas, criollos, extranjeros y costeños que llevaban más ó menos tiempo de residencia en la Mesa Central: se han usado, además, tres espirometros distintos, de Schnepf, de Galante y de Boudin.

1 L. Coindet. De la respiration sur les altitudes. Gaceta Médica de México. 1864, I, 3, 17.

2 Jourdanet. Les altitudes de l'Amérique tropicale, págs. 63 y 66.

3 De la respiración en el Valle de México. México, 1888.

4 L. c., pág. 33. Véase también F. C. Hewet. On the influence of altitude and pressure on the «vital capacity» of man. Med. Journ. London, 1875, II, 667.

Es de notar que en los primeros días de la existencia (y esta ley se aplica probablemente no solo al hombre, sino también á los animales) la capacidad vital es mucho menor que en el adulto. Según Bert, los tejidos de animales recién nacidos consumen mucho menos oxígeno, y por otra parte, sus pequeñas dimensiones bastarían para explicar esta particularidad. (Véase más adelante).

El aparato circulatorio de los vertebrados que viven á una altura considerable debe presentar modificaciones muy importantes.<sup>1</sup> Es indispensable, desde luego, un mecanismo anatómico ó un medio fisiológico que impida las hemorragias y dificulte la congestión de las superficies en que se agolpa la sangre á causa de una más débil presión exterior; la tensión sanguínea aumenta con la altitud, como lo demuestran los trazos esfigmográficos, y solo hasta cierto grado pueden ser benéficas estas modificaciones. Ese mecanismo deberá ser aun más eficaz en las aves que, según creemos, están muy predisuestas á las hemorragias, y como lo hemos comprobado de una manera especial, á las hemorragias de origen emotivo: un individuo de *Melopsittacus undulatus* y otro de *Cæreba cyanea* que teníamos en cautividad murieron á causa de una detonación ó ruido fuerte é intempestivo durante su sueño; y en el cerebro de un *Myadestes unicolor* que murió por la misma causa, encontramos derrames considerables. Ya hemos dicho que en el *Phrynosoma orbiculare* suelen observarse las hemorragias también de origen emotivo. Pero aun cuando no haya una predisposición especial para la ruptura de los vasos sanguíneos; aun cuando ésta no se verifique en todos los individuos (cuando ascendimos al Popocatepetl acompañábamos á más de diez personas, y solo una presentó algo de epistaxis), siempre sería de temerse el cambio de tensión sanguínea, bien sea en un hombre que gradualmente se eleva sobre las montañas ó en un animal como el cuervo, que repentinamente sube hasta la región de las nieves.

Se refiere que durante la intervención francesa los soldados del 95 Regimiento, al ascender las cumbres de Aculcingo, sufrieron epistaxis y aun hemorragias cerebrales; los Yacks, que viven en el Asia Central á 4,000 metros de altura, arrojan sangre por la boca cuando se les persigue arduosamente y se ven precisados á correr por algún tiempo; y por el contrario, el aumento de la presión es también de funestas consecuencias.

Entre ciertos límites y después de un tiempo bastante variable, el organismo se adapta á estos cambios y no parece sufrir por ello una modificación funesta. Cuando el Dr. Vergara y yo nos encerramos en el aparato Legay llevando una paloma, una rata albina y un *Sceloporus microlepidotus*, soportamos, sin contratiempo alguno, tanto el aumento en la presión (1 atmósfera sobre la normal de México) cuanto el paso inmediato á las condiciones habituales: estuvimos sujetos á una presión de cerca de

<sup>1</sup> Véase: Carson. On the influence of atmospheric pressure on the circulation of the blood. Lond. Med. & Phys. Journ. 1827, n. s. III, 125-131.—Pravaz. Note sur la pression atmosphérique dans ses rapports avec le mécanisme de la respiration, le phénomène de l'hématose et la circulation capillaire. Bull. Acad. Méd. Paris. 1849-50, XV, 520-532.—A. Küss. Les variations de la pression arterielle sous l'influence des procédés employés en pneumatotherapie. Gaz. hebd. de méd. Paris, 1877, 2 s. XIV, 391.

586<sup>mm</sup> en el exterior; en la campana á una presión de más de 1,200, después volvimos á encontrarnos á 586<sup>mm</sup>, y todos estos cambios se verificaron en el espacio de tres ó cuatro horas. Se sabe, sin embargo, que una decompresión brusca, momentánea, origina la muerte.

¿Cuál es el mecanismo de esta adaptación lenta del aparato circulatorio? En realidad nos es desconocido, y solo podemos hacer algunas conjeturas que no ha sancionado la experiencia.

Los murciélagos, gracias á las válvulas venosas especiales, pueden permanecer mucho tiempo con la cabeza hacia abajo y sin congestionarse; el hombre mismo, después de algún tiempo de ejercicio, se ve en el mismo caso (funámbulos).

En los animales que han merecido la denominación de buzos se presentan particularidades muy curiosas,<sup>1</sup> en su mayor parte análogas á las que observó Gratiolet en el Hipopótamo: por medio de esfínteres poderosos, en tanto que el animal está sumergido, la sangre venosa se acumula en senos y conductos determinados y «la cantidad que circula entre ciertos aparatos musculares, los centros nerviosos y el pulmón, disminuye más y más, y así, la inminencia de esa congestión de los centros, que es una de las principales causas de la muerte por asfixia, será menos probable á medida que la inmersión se prolongue más tiempo. . . . Recordemos, en fin, que coadyuva á este resultado la facultad que posee el Hipopótamo de comprimir y obliterar sus carótidas externas al nivel del hioides, de tal manera, que disminuya la cantidad de sangre en las redes craneanas y orbitarias».

Sería indispensable recurrir á la experimentación y á los estudios anatómicos detallados para averiguar si en los animales que se elevan á una gran altura, gradualmente ó con rapidez, hay ciertas modificaciones en el aparato circulatorio, pues los hechos antes citados demuestran que algunos seres poseen un mecanismo de adaptación que no podríamos generalizar á todos; un mecanismo tan perfecto que, gracias á él, el hombre puede cambiar las condiciones exteriores de presión en el espacio de algunas horas ó de días sin que sobrevengan siempre congestiones ó hemorragias; y en los animales de temperatura variable, según Poinseulle, no se manifiesten ningunas modificaciones en el curso de la sangre, á pesar de los cambios de presión á que se les sujeta; un mecanismo, en fin, que dependa tal vez de la elasticidad de los vasos, que no sea igual en todos los vertebrados ni en todos los individuos, y correlativamente dependa del siste-

<sup>1</sup> Edmondston. On the origin of the power of suspending Respiration possessed by aquatic Mammals and Birds. Phil. Mag., ser. 2, II, pág. 126.—Féruss. Bull. XIV, pág. 144.—B. R. Morris. On the power that certain Water Birds possess of remaining partially submerged in deep water. Naturalist, ser. 2, I, págs. 5, 11.—Blackwall. On the Diving of Aquatic Birds. Phil. Mag., ser. 3, I, pág. 23.—Boussingault et D'Orbigny. Letres sur un Organe vasculaire découvert dans les Cétacés. Paris. 1836. Breschet. id. Ann. Sc. Nat. 1834, II, pág. 376 et Val. Repert., II, pág. 23.—Burow. Mémoire sur le système vasculaire du Phoque. Ann. d'Anat, II, pág. 292.—W. Scharpey. On the mecanism of Respiration in certain Aquatic Animals. Edimb. Journ. Nat. Geogr. Sc. II, pág. 334.—Gratiolet. Recherches sur l'Anatomie de l'Hippopotame. Paris. 1867. Compt. Rend. Acad. sc. LI, pág. 524.

ma vaso-motor.<sup>1</sup> Arnould asegura (*l. c.*, pág. 997) que teóricamente la flexibilidad y elasticidad de los vasos debe desarrollarse á causa del aflujo de sangre en las partes sujetas á un ejercicio fuerte y prolongado.<sup>2</sup>

En la sangre encontramos las modificaciones capitales consiguientes á la vida en las alturas, las modificaciones de más grande importancia cuyo examen viene á disipar todas las dudas y á resolver todos los problemas.

Nos referimos á la riqueza en el número de glóbulos rojos, en la cantidad de hemoglobina, en una palabra, á la capacidad respiratoria de la sangre, que es mayor en los vertebrados de las alturas, como lo han demostrado la observación y la experiencia más rigurosas.

P. Bert había previsto este medio de compensación, pero hasta estos últimos años vino á comprobarse plenamente por los estudios del Dr. Miguel Cordero y de M. M. Viault, Muntz y Regnard.

M. Viault dice de la manera más categórica:

«Mis investigaciones demuestran que lo más importante en este fenómeno de la aclimatación corresponde al número de glóbulos de la sangre, aumento algunas veces enorme y que aproxima al hombre aclimatado, bajo el punto de vista de su riqueza globular, á la llama, el animal por excelencia de las regiones elevadas de los Andes.»<sup>3</sup>

He aquí los resultados obtenidos durante un viaje en la cordillera peruana:

En M. Viault, en Lima, se contaron.....	6.000,060 glóbulos.
En la Cordillera, 8.000,000 y.....	9.740,000 „
En el Sr. Mayorga, 8.300,000, después.....	8.840,000 „
En ocho personas que vivían á 4,000 metros respectivamente, 12.000,000, 8.840,000, 8.320,000, 8.960,000, 8.080,000, 7.000,000, 7.770,000 y.....	8.320,000 „
En Europa la media es de.....	5.000,000 (1) „
Perra joven, vigorosa, que corre todos los días en los cerros....	10.300,000 „
Perra vieja que permanece en una hacienda.....	6.730,000 „
Gallo de un año, vigoroso.....	7.000,000 „
Llama macho.....	18.560,000 <sup>4</sup> „

En México, el Dr. Cordero, el Dr. Vergara, el Dr. Toussaint, han encontrado mayor número de glóbulos que en Europa, pero las observaciones no son todavía bastante numerosas. El Dr. Zárraga asigna á las mujeres embarazadas, que debían tener menos glóbulos, una media de 5.111,000.<sup>5</sup>

En el cuadro siguiente que hemos formado reuniendo los datos de Prévost, Dumas

1 Véase: Poinseulle. Recherches expérimentales sur les causes du mouvement du sang dans les capillaires, pág. 70. Spallanzani. Expériences sur la circulation, pág. 299 (citados por Longet).

2 Es conveniente recordar que M. Foucault ha introducido el cuerpo de un animal, que en seguida murió, en la campana neumática (las narices quedaron fuera del aparato). Foucault relaciona este resultado con el que se produce impidiendo la respiración cutánea. *Compt. Rend. Acad. Sc. Paris*, XIII, pág. 147.

3 *La Crónica Médica*. Lima, núm. 73. Enero, 1890. Año VII, pág. 7.

4 ¿Cómo es que los 18.560,000 glóbulos de llama pueden caber en un milímetro cúbico de sangre que se llena con 11.000,000 de glóbulos humanos, según Bécclard?

5 *Gaceta Médica de México*. XXVIII, pág. 265.



y otros autores, pueden verse las modificaciones de la sangre según los grupos de vertebrados, y en las obras que á continuación se indican se encontrarán muchos datos interesantes.

G. GULLIVER.—On the Blood Corpuscles of the Snowy Owl and Passenger Pigeon. Proc. Zool. Soc. VIII, pág. 42. Ann. and Mag. N. H. VI, pág. 514.—Id. Crocodiliæ. Proc. Zool. Soc. VIII, pág. 131.—Ann. and Mag. N. H., VII, pág. 556.—Id. *Paradoxurus* y otras especies afines. Proc. Zool. Soc. VIII, pág. 154. Ann. and Mag. N. H., VII, pág. 577.—Id. Order *Feræ*, l. c., IX, pág. 42, l. c., VIII, pág. 533.—Marsupial Animals. Proc. Zool. Soc. IX, pág. 49.—Mamíferous Animals. Phil. Mag., ser. 3, XVI, pág. 195; XVII, pág. 139.—Particularidades de forma en id. Phil. Mag., ser. 3, XVII, pág. 325.—Especies de *Cervus*, l. c., ser. 3, XVII, pág. 327.—*Capra caucasica*, Proc. Zool. Soc. X, pág. 107; Ann. and Mag. N. H., XI, pág. 524; ofidios de Inglaterra y ovíparos. Proc. Zool. Soc. X, pág. 108; Ann. and Mag. N. H., XI, pág. 525; *Shrutionidæ*. Proc. Zool. Soc. X, pág. 140; Ann. and Mag. N. H., XII, pág. 130.—Mamíferos y aves. Proc. Zool. Soc. X, pág. 190; XII, págs. 7, 145; 1848, pág. 36; Ann. and Mag. N. H., XII, pág. 367; ser. 2, II, pág. 419.—Vertebrados, Proc. Zool. Soc. XIII, pág. 93; Ann. and Mag. N. H. XVII, pág. 200.—Aves, peces, algunos Troquílideos, l. c., XIV, pág. 26, l. c., XVIII, pág. 56.

L. MANDL.—Note sur les Globules sanguins du Protée et des Crocodiliens. Ann. sc. n. (2<sup>o</sup> S.) XII, pág. 289; Rev. Zool. 1839, pág. 371, Compt. Rend., IX, pág. 826.—Id. de forma elíptica en dos especies de mamíferos. Rev. Zool. 1838, pág. 309; Compt. Rend., VII, págs. 1060, 1136. IX, pág. 739.

M. BARRY.—On the difference in size of the Blood Corpuscles in different animals. Phil. Mag., ser. 3, June 1843. Edinb. New. Phil., Journ. XXXV, pág. 320. A. Milne. Edwards. Ann. Sc. Nat. 1836.

	Diámetro de los glóbulos.	100 PARTES DE SANGRE CONTIENEN:			100 PARTES DE SUERO CONTIENEN:		
		GLOBULOS.	ALBUMINA.	AGUA.	ALBUMINA.	AGUA.	Cloruro de sodio
Hombre.....	6 á 7 $\mu$	12.92	8.69	78.39	10.0	90.0	4.690
Mono (Callithrix).....	6 $\mu$ (?)	14.61	7.79	77.60	9.2	90.8	—
Perro.....	6.5 $\mu$	12.38	6.55	81.07	7.4	92.6	4.490
Gato.....	6.5 „	12.04	8.43	79.53	9.6	90.4	5.274
Caballo.....	5.6 „	9.20	8.97	81.83	9.9	90.1	4.659
Buey.....	5.6 „	9.12	8.28	82.60	9.9	90.1	4.321
Borrego.....	5.0 „	9.35	7.72	82.93	8.5	91.5	4.895
Cabra.....	4.6 „	10.20	8.34	81.46	9.3	90.7	5.186
Conejo.....	6.9 „	9.38	6.83	83.79	10.9	89.1	4.092
Cuyo.....	2.5 „	12.80	8.72	78.48	10.0	90.0	—
Cuervo <sup>1</sup> .....	12 „	14.66	5.64	79.70	6.6	93.4	—
Garza.....	12 „	13.26	5.92	80.82	6.8	92.9	—
Pato.....	12 „	15.01	8.47	76.52	9.9	90.1	—
Gallina.....	12 „	15.71	6.30	77.79	7.5	92.5	5.392
Pichón.....	12 „	15.57	4.69	79.74	5.5	94.5	—
Trucha.....	13 „	6.38	7.25	86.37	7.7	92.3	—
Lota.....	13 „	4.81	6.57	88.62	6.9	93.1	—
Anguila.....	13 „	6.00	9.40	84.60	10.0	90.0	—
Tortuga de mar.....	15 „	15.06	8.06	76.88	9.6	90.4	—
Rana.....	21 „	6.90	4.64	88.46	5.0	95.0	—

<sup>1</sup> Damos el diámetro medio de los glóbulos de la clase y no de la especie.

Con el hematoscopio de Henocq hemos medido la cantidad de oxihemoglobina en la sangre de siete azufreros que suben al Popocatepetl y que examinamos en Amecameca: la media en Europa es de 13 á 14; nosotros encontramos 14.6 y los indios estaban en malas condiciones. Uno de los guías muy bien constituido, Juan Cruz, presentó 15.5% de oxihemoglobina, y otros tres indios 15.0.

En un *Sceloporus microlepidotus* hallamos 12.5, con la particularidad de que en el vientre de este reptil se encontraron cuatro embriones muy adelantados en su desarrollo. En un *Cinosternon pensylvanicum* joven, encontramos una cifra de oxihemoglobina muy rara en los reptiles, 15.5%.

En cuanto al diámetro de los glóbulos en distintos vertebrados, nos conformaremos con los datos que siguen:

Europeos.....	6 á 7 $\mu$ .	Gato.....	6.5 $\mu$
Llama y alpaca.....	8.0 $\mu$	Vespertilio noctula....	6.1 ,,
Aves.....	12 á 14 $\mu$ .	Lirón.....	6.2 ,,
Rana.....	21 á 22 $\mu$ .	Rata.....	6.3 ,,
Anfibios y reptiles ....	15 á 18 $\mu$ .	Puerco.....	5.0 ,,
Proteus .....	58 $\mu$ .	Caballo.....	5.6 ,,
Peces.....	13 á 17 $\mu$ .	Buey.....	5.6 ,,
Perro.....	6.5 $\mu$	Borrego.....	5.0 ,,
Conejo.....	6.9 $\mu$	Cabra.....	4.6 ,,
Cuyo.....	2.5 $\mu$ <sup>1</sup>		

Desde luego se nota que no hay una relación constante entre el diámetro de los glóbulos y las dimensiones del animal; son necesarios otros datos más importantes para deducir conclusiones más seguras, á las que puede conducirnos la observación simultánea de este cuadro y el que antecede:

1.º En los peces y anfibios los glóbulos son muy grandes y poco numerosos. Trucha, 13  $\mu$ ; 6.38% de glóbulos. Rana, 21  $\mu$ ; 6.90%.

2.º En las aves el diámetro de los glóbulos es mayor que en los mamíferos, y su número también mayor. Garza, 12  $\mu$ ; 13.26%; pato, 12  $\mu$ ; 15.01%.

3.º En los mamíferos, ó bien son los glóbulos más grandes y existen en pequeño número, ó bien tienen menor diámetro, pero son más numerosos. Conejo, 6.9  $\mu$ ; 9.38%; cuyo, 2.5  $\mu$ ; 12.80%.

4.º En los herbívoros, en general es pequeño el número de glóbulos y su diámetro menor. Buey, 5.6  $\mu$ ; 9.12%; borrego, 5.0  $\mu$ ; 9.35%.

Hay algunas excepciones interesantes: la tortuga tiene glóbulos muy grandes y numerosos (según Frey, de 0.<sup>mm</sup>0285 á 0.<sup>mm</sup>0226), lo que se explicaría fácilmente por sus hábitos de buzo. (Véase más adelante).

<sup>1</sup> Beauregard & Galippe. Hygiène. Los glóbulos de los tróquildeos tienen 1—2,666  $\times$  1—4,000 de pulgada inglesa; el mayor diámetro del núcleo, próximamente, de 1—4,000. La temperatura de estas aves es de 105°F. (Proc. Zool. Soc., 1846, pág. 26).

Antes de aplicar estos principios á los animales de las alturas, vamos á relacionarles con varios datos fisiológicos.

En los herbívoros, los glóbulos son más pequeños y menos numerosos, y la cantidad de oxígeno que consumen es menor, según Boussingault:

El caballo consume por hora y por un kilo de peso.....	0. <sup>er</sup> 553 de O.
La vaca „ „ „ „ „ „ „ „ .....	0. <sup>er</sup> 460 de O.
El borrego „ „ „ „ „ „ „ „ 0. <sup>er</sup> 767 á.....	0. <sup>er</sup> 774 de O.

En las aves, el diámetro y la cantidad de glóbulos son mayores, y también es mayor la cantidad de oxígeno.

El conejo consume por hora y por un kilo de peso.....	0. <sup>er</sup> 914 de O.
La gallina „ „ „ „ „ „ „ „ .....	1. <sup>er</sup> 186 de O.
El pato „ „ „ „ „ „ „ „ .....	1. <sup>er</sup> 850 de O.
El verdín (sp?) „ „ „ „ „ „ „ „ .....	11. <sup>er</sup> 371 de O.

REGNAULT Y REISET.

En los reptiles y batracios los glóbulos son muy grandes y su número pequeño.

La lagartija consume por hora y por un kilo de peso.....	0. <sup>er</sup> 191 de O.
La rana „ „ „ „ „ „ „ „ .....	0. <sup>er</sup> 090 de O.
La salamandra „ „ „ „ „ „ „ „ .....	0. <sup>er</sup> 859 de O.

REGNAULT Y REISET.

En resumen: el diámetro de los glóbulos ó bien su número, ó éste y aquél, varían en razón directa de la cantidad de oxígeno que consume un animal. Es preciso, por lo tanto, conocer exactamente el número de hemacias á la vez que su diámetro y quizá otros detalles de composición de la sangre, «que es un líquido muy plástico que con facilidad cambia de composición.» (Muntz), para juzgar del grado de aclimatación de las especies alpestrés.

P. Bert, experimentando en condiciones desfavorables, ha encontrado que la sangre extraída á varios mamíferos de los Andes y conducida á Europa, absorbe mucho más oxígeno.

Herbívoros de Europa.....	10 <sup>cc</sup> á 12 <sup>cc</sup> por 100 <sup>cc</sup> de O.
Vicuña.....	19 á 19.3 „ „ „
Llama macho.....	21.6 „ „ „
Alpaca.....	17.0 „ „ „
Ciervo.....	21.4 „ „ „
Viscacha.....	16.2 „ „ „
Borrego.....	17.0 „ „ „
Puerco.....	21.6 „ „ „

Y en efecto; entre el diámetro de los glóbulos de caballo, buey ó borrego y el diámetro de las hemacias de llama, hay casi la misma relación que entre la cantidad de oxígeno que absorbe la sangre.

$$8 \mu : 5 \mu :: 21 : 12.$$

Indudablemente que «siendo la sangre el vehículo del oxígeno, mientras más sangre contenga un animal más oxígeno habrá en su depósito circulatorio, y por consecuencia, podrá resistir más tiempo á la privación de aire.»<sup>1</sup>

El mismo Bert ha dicho: «Entonces es seguro que la sangre de los habitantes de Quito es menos rica en oxígeno que la sangre de los habitantes de las costas; á no ser que la cantidad de glóbulos que contenga compense la menor proporción de oxígeno que son susceptibles de absorber á igualdad de masa.» (Obsérvese que aquí no se tiene en cuenta la problemática dificultad de que es imposible la combinación química de la hemoglobina y el oxígeno por la falta de presión). Por otra parte: Bert ha visto que el pato resiste mucho á la asfixia por sumersión á causa de la mayor cantidad de sangre. (De  $\frac{1}{3}$  á  $\frac{1}{2}$  más que la gallina).

Por último: Muntz, Viault y Regnard han demostrado por la experimentación, que la capacidad respiratoria de la sangre aumenta con la altitud, lo mismo que la cantidad de glóbulos. En los conejos nacidos y criados en el Pic du Midi, Muntz ha demostrado que la densidad de la sangre, la proporción de materias fijas y de hemoglobina es mayor que en los conejos de la llanura. Este resultado se consigue pronto en los carneros conducidos á las alturas.<sup>2</sup>

M. Viault, por las análisis de los gases de la sangre hechos en los Andes y en el Observatorio del Pic du Midi, deduce que la sangre contiene la misma cantidad de oxígeno en los habitantes de los lugares elevados y en los que viven al nivel del mar, y que la anoxihemia, por lo menos como estado fisiológico crónico, *no existe*.<sup>3</sup>

En fin, M. Regnard encerró un *cuyo* bajo una campana, de tal modo, que estuviera sujeto á condiciones constantes de presión disminuida: la sangre de este animal absorbió, pasado algún tiempo, tanto oxígeno como la sangre de la llama.<sup>4</sup> Este resultado debe relacionarse: 1.º, con el que obtuvo M. Viault en los animales que temporalmente guardó en lugares elevados y cuya hiperglobulia desapareció cuando se encontraron otra vez en la llanura<sup>5</sup> 2.º, con el hecho de que durante la digestión hay menor número de glóbulos en un mismo volumen de sangre, y por esta causa, entre otras secundarias, los ascensionistas se sujetan al ayuno más completo; 3.º, con el estudio de los medios recomendados por el vulgo para evitar el mal de las montañas, y que consisten en usar el ajo, que al eliminarse, congestiona la mucosa pulmonar; el arsénico, que provoca la *alcríté* respiratoria; y en fin, la coca, considerada por Gazeau y otros autores como estimulante termo-cardíaco.

Ese resultado no debe perderse de vista cuando se emprenda alguna investigación de fisiología del aparato respiratorio; y me parece que si un animal anfibio tiene mayor número de glóbulos, el experimentador hará bien en fijarse en ello más que en otras

1 Küss et Duval. Physiologie. 1879, pág. 460.

2 Rev. Scientifique. Febrero de 1891.

3 Ibid. Véase también El Estudio. Mayo de 1891.

4 Rev. Scientifique, XLIX, pág. 764.

5 Semaine Médicale. Juin 29, 1892.

Antes de aplicar estos principios á los animales de las alturas, vamos á relacionarles con varios datos fisiológicos.

En los herbívoros, los glóbulos son más pequeños y menos numerosos, y la cantidad de oxígeno que consumen es menor, según Boussingault:

El caballo consume por hora y por un kilo de peso.....	0. <sup>er</sup> 553 de O.
La vaca „ „ „ „ „ „ .....	0. <sup>er</sup> 460 de O.
El borrego „ „ „ „ „ „ 0. <sup>er</sup> 767 á.....	0. <sup>er</sup> 774 de O.

En las aves, el diámetro y la cantidad de glóbulos son mayores, y también es mayor la cantidad de oxígeno.

El conejo consume por hora y por un kilo de peso.....	0. <sup>er</sup> 914 de O.
La gallina „ „ „ „ „ „ .....	1. <sup>er</sup> 186 de O.
El pato „ „ „ „ „ „ .....	1. <sup>er</sup> 850 de O.
El verdín (sp?) „ „ „ „ „ „ .....	11. <sup>er</sup> 371 de O.

REGNAULT Y REISET.

En los reptiles y batracios los glóbulos son muy grandes y su número pequeño.

La lagartija consume por hora y por un kilo de peso.....	0. <sup>er</sup> 191 de O.
La rana „ „ „ „ „ „ .....	0. <sup>er</sup> 090 de O.
La salamandra „ „ „ „ „ „ .....	0. <sup>er</sup> 859 de O.

REGNAULT Y REISET.

En resumen: el diámetro de los glóbulos ó bien su número, ó éste y aquél, varían en razón directa de la cantidad de oxígeno que consume un animal. Es preciso, por lo tanto, conocer exactamente el número de hemacias á la vez que su diámetro y quizá otros detalles de composición de la sangre, «que es un líquido muy plástico que con facilidad cambia de composición.» (Muntz), para juzgar del grado de aclimatación de las especies alpestrés.

P. Bert, experimentando en condiciones desfavorables, ha encontrado que la sangre extraída á varios mamíferos de los Andes y conducida á Europa, absorbe mucho más oxígeno.

Herbívoros de Europa.....	10 <sup>cc</sup> á 12 <sup>cc</sup> por 100 <sup>cc</sup> de O.
Vicuña.....	19 á 19.3 „ „ „
Llama macho.....	21.6 „ „ „
Alpaca.....	17.0 „ „ „
Ciervo.....	21.4 „ „ „
Viscacha.....	16.2 „ „ „
Borrego.....	17.0 „ „ „
Puerco.....	21.6 „ „ „

Y en efecto; entre el diámetro de los glóbulos de caballo, buey ó borrego y el diámetro de las hemacias de llama, hay casi la misma relación que entre la cantidad de oxígeno que absorbe la sangre.

$$8 \mu : 5 \mu :: 21 : 12.$$

Indudablemente que «siendo la sangre el vehículo del oxígeno, mientras más sangre contenga un animal más oxígeno habrá en su depósito circulatorio, y por consecuencia, podrá resistir más tiempo á la privación de aire.»<sup>1</sup>

El mismo Bert ha dicho: «Entonces es seguro que la sangre de los habitantes de Quito es menos rica en oxígeno que la sangre de los habitantes de las costas; á no ser que la cantidad de glóbulos que contenga compense la menor proporción de oxígeno que son susceptibles de absorber á igualdad de masa.» (Obsérvese que aquí no se tiene en cuenta la problemática dificultad de que es imposible la combinación química de la hemoglobina y el oxígeno por la falta de presión). Por otra parte: Bert ha visto que el pato resiste mucho á la asfixia por sumersión á causa de la mayor cantidad de sangre. (De  $\frac{1}{3}$  á  $\frac{1}{2}$  más que la gallina).

Por último: Muntz, Viault y Regnard han demostrado por la experimentación, que la capacidad respiratoria de la sangre aumenta con la altitud, lo mismo que la cantidad de glóbulos. En los conejos nacidos y criados en el Pic du Midi, Muntz ha demostrado que la densidad de la sangre, la proporción de materias fijas y de hemoglobina es mayor que en los conejos de la llanura. Este resultado se consigue pronto en los carneros conducidos á las alturas.<sup>2</sup>

M. Viault, por las análisis de los gases de la sangre hechos en los Andes y en el Observatorio del Pic du Midi, deduce que la sangre contiene la misma cantidad de oxígeno en los habitantes de los lugares elevados y en los que viven al nivel del mar, y que la anoxihemia, por lo menos como estado fisiológico crónico, *no existe*.<sup>3</sup>

En fin, M. Regnard encerró un *cuyo* bajo una campana, de tal modo, que estuviera sujeto á condiciones constantes de presión disminuida: la sangre de este animal absorbió, pasado algún tiempo, tanto oxígeno como la sangre de la llama.<sup>4</sup> Este resultado debe relacionarse: 1.º, con el que obtuvo M. Viault en los animales que temporalmente guardó en lugares elevados y cuya hiperglobulia desapareció cuando se encontraron otra vez en la llanura<sup>5</sup> 2.º, con el hecho de que durante la digestión hay menor número de glóbulos en un mismo volumen de sangre, y por esta causa, entre otras secundarias, los ascensionistas se sujetan al ayuno más completo; 3.º, con el estudio de los medios recomendados por el vulgo para evitar el mal de las montañas, y que consisten en usar el ajo, que al eliminarse, congestiona la mucosa pulmonar; el arsénico, que provoca la *alcrité* respiratoria; y en fin, la coca, considerada por Gazeau y otros autores como estimulante termo-cardíaco.

Ese resultado no debe perderse de vista cuando se emprenda alguna investigación de fisiología del aparato respiratorio; y me parece que si un animal anfibio tiene mayor número de glóbulos, el experimentador hará bien en fijarse en ello más que en otras

1 Küss et Duval. Physiologie. 1879, pág. 460.

2 Rev. Scientifique. Febrero de 1891.

3 Ibid. Véase también El Estudio. Mayo de 1891.

4 Rev. Scientifique, XLIX, pág. 764.

5 Semaine Médicale. Juin 29, 1892.

particularidades. Según M. H. y Mrs. S. Phelps Gage,<sup>1</sup> hay movimientos rítmicos en la faringe de la tortuga, y el epitelio de esa parte obra como superficie de absorción del oxígeno disuelto en el agua. Y así, una tortuga de un kilo de peso que se obligó á permanecer bajo el agua, produjo en diez horas 318 miligramos de ácido carbónico y consumió 71 miligramos del oxígeno disuelto. Desde luego me parece que estos datos no son muy probables, pues que los reptiles producen *por hora* y un kilo de peso, por término medio, 0<sup>er</sup>1339 de ácido carbónico y consumen 0<sup>er</sup>1222 de oxígeno; en diez horas más de un gramo, mientras que la tortuga en que se experimentó produjo algunos miligramos de CO<sup>2</sup> y consumió 71 miligramos de oxígeno. Por otra parte, cualquiera que sea la importancia del epitelio de la faringe como superficie respiratoria, aun ayudado por la absorción de gases de la piel, no basta este mecanismo para introducir en la sangre la cantidad de oxígeno necesaria. Creo que así lo demuestra el siguiente experimento.

En el Instituto Médico encerramos bajo el agua á una tortuga (*Cynosternon pennsylvanicum*) en un recipiente de 18 litros de capacidad, el día 19 de Mayo de 1892, á las 10.30 A. M. El animal no podía salir á la superficie del líquido, y al día siguiente, á las 9 A. M., se le encontró bien muerto y con las equimosis subpleurales ó manchas de Tardieu características de la muerte por sumersión (según el Dr. Girard siempre que la sumersión es continua). El Sr. Dr. D. Manuel Toussaint se encargó de hacer la autopsia. Indudablemente el enorme diámetro y el gran número de los glóbulos de las tortugas, y la capacidad respiratoria de su sangre, de que ya hemos hablado, les permiten permanecer algunas horas bajo el agua.<sup>2</sup>

Creemos haber demostrado suficientemente la existencia de un medio de compensación que consiste en la mayor capacidad respiratoria de la sangre. Ocupémonos en algunos otros medios secundarios que también coadyuvan á compensar la falta de oxígeno en las alturas considerables.

Ya mencionamos la diferencia de capacidad vital entre las especies y los individuos que varía según la altitud.

La capacidad vital encontrada en los mexicanos se eleva á 4<sup>lit</sup>4, y es mayor aún en los indios azufreros del Popocatepetl, mientras que en Europa se considera como capacidad media la de 3<sup>lit</sup>3. Cualquiera que sea el origen de estas diferencias son muy dignas de tomarse en consideración, porque ellas solas bastan para restablecer el equilibrio entre ciertos límites. Hemos calculado la cantidad de oxígeno que inspira un habitante de las alturas, y por el solo hecho de su capacidad vital penetra en su pulmón el mismo *peso* que en Europa.

Es un axioma de fisiología que los animales más pequeños, proporcionalmente á su peso, consumen más oxígeno, y su superficie pulmonar es mucho mayor; es decir, que el mecanismo de compensación ha sido solicitado ya no por la pobreza de la atmósfera,

<sup>1</sup> American Natur. Marzo, 1886, pág. 233.

<sup>2</sup> Véase H. Milne Edwards.—Mémoires lus à l'Institut sur l'Asphyxie des Reptiles Batraciens. Paris, 1817 y 1818, 8.º

sino por las necesidades respiratorias más imperiosas: un conejo consume por hora y un kilo de peso 0<sup>er</sup>883 de oxígeno, y un caballo 0<sup>er</sup>553. En el mismo caso se encuentran las aves comparativamente á los batracios: los músculos de gorrión absorben 100<sup>cc</sup> de oxígeno, y los músculos de rana, en condiciones iguales, toman 42<sup>cc</sup>5. El equilibrio se establece por un medio ú otro, como en el caso de la alimentación de los herbívoros que ingieren mayor volumen de sustancias poco nutritivas, mientras que los sanguívoros toman menor proporción de un líquido muy rico en principios asimilables: los herbívoros tienen un aparato digestivo voluminoso en donde se acumula gran cantidad de órganos de vegetales que contienen una parte útil muy pequeña, así como en los habitantes de las alturas la capacidad vital exagerada permite la acumulación de un gran volumen de aire pobre en oxígeno.

Sabemos también que una de las circunstancias que mucho influyen en la intensidad de los cambios gaseosos es el tamaño de los vasos: «un vaso más grande obra como una atmósfera más rica en oxígeno: 40 gramos de músculos de perro, en igualdad de otras condiciones, absorben 64<sup>cc</sup> de oxígeno y producen 40<sup>cc</sup>5 de CO<sup>2</sup> en una vasija de 2,690<sup>cc</sup>; en una campana de 430<sup>cc</sup> absorben 24<sup>cc</sup>6 de O y desprenden 29<sup>cc</sup>4 de CO<sup>2</sup>»\*

En el hombre estas diferencias de la capacidad son, lo repetimos, de suma importancia; pues mientras que en Europa se absorbe, según Longet, Borelli, Goodwin, H. Davy, Allen y Pepys, Jurine, Dumas, etc., un tercio de litro de aire por inspiración, en México, según el Dr. Vergara, se absorbe 0<sup>lit</sup>454; diferencia que, de acuerdo con las ideas de M. E. Smith, debe ser mayor cuando el hombre se entregue á ejercicios fatigosos; pues durante el tiempo que emplea, por ejemplo, en subir una montaña, la cantidad de aire introducida en el pulmón es mucho más grande: lo cual nos explica, en parte, la poca fatiga de los indígenas que suben al Popocatepetl. Pero además de su gran capacidad establecen el equilibrio por medio de inspiraciones lentas y profundas á que se han habituado por obra del ejercicio; exactamente como los cantantes, en los cuales por el predominio de la respiración abdominal se acumula mucho aire en el pecho y se disminuye el número de pausas; exactamente como en los reptiles saurianos que, como es bien sabido, acumulan en el pulmón un gran volumen de aire, cierran los labios de la glotis y los cambios hematopoiéticos se verifican lentamente en un espacio cerrado: hasta que el aire ha cedido una gran parte de su oxígeno se verifica una espiración prolongada. Conviene que nos detengamos un poco en este punto.

Habrá parecido extraño que siendo la *Cyclura* un reptil propio de los lugares poco elevados, tenga un aparato respiratorio proporcionalmente más desarrollado que los *Gerrhonotus* de las alturas ó los *Sceloporus microlepidotus* que viven en el Valle de México y son mil veces más activos; pero el examen de los trazos explica perfectamente esta aparente contradicción: en la *Cyclura* los movimientos respiratorios son amplios y profundos al principio; después cambia su ritmo y llega un momento

\* Bert. l. c., pág. 51.



en que tras la prolongada pausa en inspiración que se indica por una línea recta hay una espiración profunda seguida en el acto por una inspiración: las dos curvas son de la misma altura. En el estado normal la *Cyclura* hace de 9 á 4 respiraciones por minuto (en la ciudad de México), y por el contrario, en el *Sceloporus microlepidotus* se cuentan de 17 á 19 y las pausas son de mucha menor importancia. Ahora bien: hemos visto que las dimensiones del pulmón para 100 centímetros de longitud del cuerpo, corresponden á 25 centímetros en el *Sceloporus* y á 58 en la *Cyclura*, y son casi proporcionales al número de las respiraciones:

$$58 : 25 :: 19 : 8.1.$$

Es de notar que en otros grandes saurios, tal vez en todos, se encuentra el mismo tipo respiratorio, particularmente en el *Varanus arenarius*, tan bien estudiado por el Dr. R. Blanchard,<sup>1</sup> y en el caimán de que habla M. Paul Bert.

Si se comparan las dimensiones del pulmón y el ritmo respiratorio en el *Phrynosoma orbiculare* y el *Sceloporus microlepidotus*, se llega á un resultado idéntico:

$$30 : 25 :: 19 : 15.$$

De todos los reptiles saurianos examinados por M. M. Bert y Blanchard, solo el caimán presenta pausas respiratorias tan prolongadas como el *Phrynosoma*, que á veces queda 3 ó 4 minutos en reposo inspiratorio: tan insignificante así es su actividad fisiológica. Ya hemos hablado del tiempo que resiste á la falta de alimentos: he aquí algunos datos que más tarde nos serán de cierta utilidad:

El 30 de Agosto de 1892, después de 17 días de ayuno, pesó un <i>Phrynosoma</i> .	20. <sup>gr</sup> 92.
El 8 de Septiembre.....	20. <sup>gr</sup> 62.
El 20 de Septiembre.....	20. <sup>gr</sup> 26.

Ha perdido de su peso 3.5% en 20 días, mientras que los animales de sangre caliente pierden por término medio en 3 horas, por un kilo de peso, 3 gramos, según M. Ch. Richet.<sup>2</sup>

El aumento de la capacidad vital no es la única modificación en la mecánica respiratoria, pues el mayor número de las respiraciones en los habitantes de las alturas también coadyuva eficazmente á establecer el equilibrio, entre ciertos límites, cuando no son muy exageradas las combustiones orgánicas; y así en el Popocatepetl, en el borde del cráter, llegamos á tener treinta respiraciones por minuto, mientras que la media en México es de 22 á 24, y en Europa de 16 á 17 (según los Dres. Vergara, Bandera y Coindet).

<sup>1</sup> Compt. Rend. Soc. Biol., I, pág. 243, 1880. Gazette Médicale, II, pág. 393, 1880.

<sup>2</sup> Memorias de la Sociedad Científica «Antonio Alzate.» Septiembre, 1892.

He aquí algunas observaciones:

	RESPIRACIONES POR MINUTO.
Hombre, en México.....	22 á 24.
Hombre, en Europa.....	16 á 17.
Rata albina dormida; según Bert, en Europa.....	100.
"  "  "  en México <sup>1</sup> (2,268 <sup>m</sup> ).....	110.
"  "  "  ♂  "  Amecameca (2,480 <sup>m</sup> ).....	116.
"  "  "  "  "  Tlamacas (3,897 <sup>m</sup> ), 7 <sup>h</sup> 20 P. M.....	122.
"  "  "  "  "  "  "  10 <sup>h</sup> 8 P. M.....	125.
"  "  "  "  "  "  "  1 <sup>h</sup> 10 P. M.....	124.
"  "  "  "  "  el Labio del cráter (5,263 <sup>m</sup> ).....	128.
"  "  "  "  "  el Aparato Legay.—0. <sup>at</sup> 2.....	88.
"  "  "  "  "  "  "  0. <sup>at</sup> 5 (25°5 C.).....	90.
"  "  "  "  "  "  "  1. <sup>at</sup> 0.....	90.
Paloma, en el Aparato Legay.—0. <sup>at</sup> 2.....	102.
"  "  "  "  "  0. <sup>at</sup> 6.....	46.
"  "  "  "  "  0. <sup>at</sup> 9.....	40.
"  "  "  "  "  1. <sup>at</sup> 0.....	26.
<i>Cœreba cyanea</i> ; dormida, en México.....	53.
<i>Sceloporus microlepidotus</i> , en México.....	16 á 19.
"  "  "  "  "  Amecameca (2,480 <sup>m</sup> ).....	18.
"  "  "  "  "  Tlamacas (3,897 <sup>m</sup> ).....	23.
"  "  "  "  "  La Cruz (4,300 <sup>m</sup> ).....	22 á 25.
<i>Phrynosoma orbiculare</i> .....	40.
<i>Cyclura pectinata</i> .....	4 á 9.
<i>Crotalus basiliscus</i> .....	4 á 8.
<i>Bufo aqua</i> .....	17 á 30.
<i>Schistocerca</i> sp?.....	15 á 22.
<i>Musca domestica</i> var. <i>harpyia</i> <sup>2</sup> .....	24.

Estas observaciones vienen á apoyar la conclusión á que han llegado muchos fisiologistas: en el aire comprimido disminuye el número de respiraciones; en el aire enrarecido aumenta, no solo por efecto del abatimiento de la temperatura.

En los diversos grupos naturales ese número varía considerablemente, y se sabe que en los mamíferos, en el reposo, es menor que en las aves y muy variable en los reptiles. La influencia de la talla y de la edad se manifiesta con frecuencia, pero no en todos los casos: se ha representado por la fórmula  $n' = n \sqrt{\frac{d}{d'}}$ ;  $n$ , número de pulsaciones y respiraciones,  $d$  y  $d'$  dos tallas diferentes. (*Sarrus y Rameaux*).<sup>3</sup> Según Quételet, los recién nacidos hacen 44 respiraciones, y los adultos de 30 á 50 años solo 18; yo he contado 150 respiraciones en ratas albinas de un mes, y en las adultas de 100 á 114. Este aumento en la actividad respiratoria puede compensar hasta cierto grado la menor capacidad de los animales muy jóvenes.

<sup>1</sup> Esta rata estaba en los últimos días de la gestación.

<sup>2</sup> Se observan fácilmente los movimientos respiratorios de esta especie de moscas, examinando la parte superior del abdomen con el microscopio, bajo un débil aumento.

<sup>3</sup> *Compt. Rend. Acad. Sc. Paris*, XI, pág. 275.

Extraña que en el C6ndor, por ejemplo, se hayan contado 6 respiraciones por minuto y en el Canario 100: aunque no sepamos qu6 n6mero de respiraciones podr6 hacer un C6ndor que vuela 6 7,000 metros de altura, s6 podemos asegurar desde ahora que, aun en el caso de que hubiera un aumento tan considerable, no bastar6 6l solo para establecer la compensaci6n, ni puede pasar de ciertos l6mites.

En el Popocatepetl, 6 5,263 metros, hemos llegado 6 contar en el hombre en reposo hasta 30 respiraciones, casi 15 m6s que al nivel del Oci6no; pero si el individuo sube r6pidamente, no son 30 las respiraciones sino muchas m6s. En los caballos que nos condujeron 6 La Cruz, 6 4,000 metros, los movimientos respiratorios eran tan precipitados que nos fu6 imposible contarlos con exactitud. Seg6n M. Vierordt, en 60 respiraciones por minuto se exhala 2.4% de 6cido carb6nico; en once movimientos de espiraci6n, 4.34%; en tres solo 6.5%; de donde resulta que si la ventilaci6n pulmonar es muy activa, ni se elimina el 6cido carb6nico en cantidad suficiente, y esto contribuye en mucho 6 producir el mal de las monta6as, ni se absorbe el peso de ox6geno necesario. Bert ha visto morir asfixiado 6 un perro en cuyos pulmones hizo circular aire con mucha rapidez por medio de un fuelle. Este medio de compensaci6n por el mayor n6mero de respiraciones, si existiera 6l solo, ser6a ineficaz totalmente, y en el hombre 6 los animales que se entregan 6 ejercicios penosos y prolongados sobrevendr6a 6 menudo la sofocaci6n, y en 6ltimo resultado, la anoxihemia: en el Popocatepetl, lo repetimos, no se experimenta dificultad alguna en la respiraci6n cuando se permanece en reposo, pero si se dan unos cuantos pasos ella se hace rapid6sima y llega un momento en que es preciso detenerse para hacer varias inspiraciones m6s lentas, y sobre todo, m6s profundas.

El c6lculo nos demuestra que en las condiciones habituales, en el reposo, s6 se establece la compensaci6n.

	EN MEXICO	EN EUROPA
En una inspiraci6n se absorbe de aire.....	0,500	0,500.
En las 22 respiraciones que se hacen en M6xico y las 17 que se hacen en Europa.....	11,000	8,500.
En una hora.....	660,0	510,0.
En 24 horas.....	15840,0	12240,0.
Ese volumen de aire contiene de ox6geno 6 15°C y 6 las presiones de 591 <sup>mm</sup> y 750 <sup>mm</sup> .....	3*490	3*422.

Se ve, por lo tanto, que aun suponiendo igual el volumen de aire que se inspira por mexicanos y europeos, la cantidad de ox6geno en peso es la misma, 6 causa del aumento en el n6mero de las respiraciones.

Entre los movimientos respiratorios y los circulatorios hay una estrecha relaci6n que tambi6n debemos tener muy presente. En efecto: est6 admitido que 6 cada movimiento respiratorio completo corresponden de tres 6 cuatro pulsaciones card6acas, y

aun en el Popocatepetl, en el Labio del Cráter, se conserva esta relación; nosotros tuvimos 118 pulsaciones y 30 respiraciones.<sup>1</sup>

Este aumento en el número de pulsaciones puede atribuirse también á la altitud, porque se dice que la presión atmosférica disminuida opone menos resistencia á la congestión de los vasos superficiales. En las campanas de aire comprimido el experimentador observa una baja notable en el número de pulsaciones, pero también en el de respiraciones.

Sea cual fuere la causa de este fenómeno, jamás podrá ponerse en duda que una grande actividad circulatoria favorece en sumo grado los cambios hematopoiéticos.

NOTAS COMPLEMENTARIAS.—Según M. M. R. Blanchard y P. Regnard, la sangre de los reptiles es tres veces menos colorida que la sangre de los mamíferos; su capacidad respiratoria se estima en 5.5; el número de glóbulos llega apenas á 1.500,000. La sangre de la aorta izquierda del caimán contiene 41<sup>cc</sup>6 de Co<sup>2</sup>, 3.7 de O. y 2.0 de Az en cien partes.<sup>2</sup>—Según los mismos sabios, la capacidad respiratoria de la sangre de los reptiles acuáticos es muy superior á la que se observa en los reptiles que no permanecen nunca bajo el agua. En la Foca la capacidad respiratoria también es muy grande, de 37.8, en tanto que es en el perro de 20 á 25%.<sup>3</sup> Vemos que en todos los casos en que es indispensable la compensación se establece por un medio ú otro.<sup>4</sup>

Las observaciones sobre la influencia del aire comprimido comprueban plenamente los resultados á que por otro medio hemos llegado, según lo manifiesta el cuadro siguiente.

En el aire enrarecido el oxígeno se encuentra en menor proporción.	En el aire comprimido el oxígeno se encuentra en mayor proporción.
La nutrición general se mejora. . . . .	Aumenta el apetito.
Aumentan las palpitations cardiacas. . . .	Disminuyen las palpitations cardiacas.
Aumenta el número de respiraciones. . . .	Disminuye el número de respiraciones.

1 A. Mermod. Étude de l'influence de l'altitude sur la fréquence des battements du cœur.—Bull. Soc. Vaudoise d. sc. nat. Lausanne, 1874, 2, s., XIII, pág. 391-399.—H. Knaver. Ueber den Einfluss des Aufenthalts in verdünnter Luft auf die Form der Pulscurve. 8.º, Berlín, 1878.—J. H. Bouer. Ueber Einwirkung des Hohenklimas auf Respiration und Circulation und deren Consequenzen.—Cor. Bl. f. schweiz. Aerzte, 1875, V, 578-586.

2 R. Blanchard y P. Regnard. Compt. Rend. Soc. Biol., I, pág. 277.—Gazette médicale, II, pág. 453.

3 Compt. Rend. Soc. Biol., IV, pág. 177.—Bull. Soc. Zool. France, VIII, pág. 136.

4 J. C. Legallois. Expériences physiologiques sur les Animaux, tendant à faire connaître le temps avant lequel ils peuvent être sans danger privés de la respiration, soit à l'époque de l'accouchement, lorsqu'ils n'ont point respiré, soit à différens âges après leur naissance. Paris, 1834, 4.º—Müll Arch., 1836, página CLXXIV.—Fragments d'une Mémoire concernant le temps durant lequel les jeunes Animaux peuvent être sans danger privés de la respiration. Paris, 1835, 8.º—Val. Repert, I, pág. 8.—Las observaciones contenidas en estos artículos comprueban lo que hemos dicho sobre la resistencia á la asfixia por sumersión en las tortugas, resistencia que se encuentra también en los cocodrilos y caimanes y tal vez en las culebras acuáticas, en cuyo pulmón mayor, por otra parte, se acumula una cantidad de aire proporcionalmente muy considerable.

En el aire enrarecido el oxígeno se encuentra en menor proporción.      En el aire comprimido el oxígeno se encuentra en mayor proporción.

Por la menor presión la superficie pulmonar se congestiona, se favorecen los cambios gaseosos.....	} La congestión de la superficie pulmonar se dificulta.
Aumenta la evaporación cutánea y pulmonar.....	
La presión sanguínea aumenta.....	} Disminuye.
Las respiraciones son más frecuentes y profundas.....	} Las respiraciones son más superficiales. <sup>1</sup>

El Dr. Vergara ha proyectado un experimento que pondrá fuera de duda la influencia del aire rarificado y comprimido sobre la constitución de la sangre.

Se ha dicho que cualquiera que sea el mecanismo de adaptación á la falta de oxígeno, siempre se presentará la anoxihemia, pues que ese gas se combina en menor cantidad con la hemoglobina á 500<sup>mm</sup> que á 760<sup>mm</sup>; pero siendo mayor el número de glóbulos, aunque cada uno tome menos, su conjunto absorbe la cantidad necesaria; y por otra parte, si la combinación es lenta por la falta de presión, se activa por el aumento en el número de respiraciones, el aflujo de sangre en la superficie pulmonar, la rapidez circulatoria, el desarrollo de la capacidad vital y no sabemos si otras particularidades más bien del resorte de la física ó de la química: según Weber, los sabios Frankland y Tyndall han encendido bujías en la cumbre del Monte Blanco y en Chamounix, y observaron que la cantidad de estearina consumida, la energía de la combustión era la misma en uno y otro punto, tal vez «á causa de la mayor movilidad de los átomos en el aire rarificado.»<sup>2</sup>

Se dan como prueba de esa dificultad de combinación un cierto número de hechos, que verdaderamente parecen más que observaciones científicas, desvaríos de una imaginación ardiente. Se ha dicho que aun cuando sea mayor la capacidad respiratoria y el número de respiraciones ó se presenten otros medios del orden anatómico ó fisiológico, nunca podrá establecerse el equilibrio por efecto de la menor tensión de los gases del aire; de manera que, ó esos mecanismos se han interpretado erróneamente ó Jourdanet se engaña ó se engaña el organismo y sus esfuerzos resultan inútiles si no es que perjudiciales.—Bert ha visto perecer en las campanas de decompresión á cuanto animal introducía en ellas: la sangre absorbía menos oxígeno y las aves se mostraban

<sup>1</sup> Las personas que desearan hacer un estudio pormenorizado de la cuestión, pueden consultar un gran número de artículos que no citaremos en extenso por creerlo innecesario: nos limitaremos á los más importantes. R. Vivenot. Zur kenntniss der physiologischen Wirkunghen der therapeutischen Anwendung der verdichteten Luft. Erlangen, 1868.—Memorias de Fourcault, Jounod, Bert, de Cyon, en Compt. Rend. Acad. Sc. Paris.—A. Guérard. Note sur le effets physiologiques et pathologiques de l'air comprimé: Ann. d'hyg., Paris, 1854, 2 s., I, 279-304.—J. Pravaz. Influence de l'air comprimé sur la production de l'urée. J. soc. méd. et de Pharm. de l'Isère. Grenoble, 1877, I, 229.—Essai sur l'emploi médicale de l'air comprimé. Paris, 1850.—Dujardin Beaumetz. Clinique Thérapeutique. Vol. II, 351.

<sup>2</sup> Weber. Climats et Stations Climateriques. Paris, 1891, pág. 73.

más sensibles que otros vertebrados. Pero solo por una ignorancia absoluta de las leyes de la adaptación pudo deducirse que esos experimentos probaban la imposibilidad de la vida en las grandes altitudes.

Un aeronauta que suba con cierta rapidez á 6,000 metros de altura podrá habituarse á la falta de presión; pero que suba á 8,000 y correrá la suerte que muchos han tenido, ó bien que suba ó descienda con una velocidad extraordinaria y en ese corto espacio de tiempo le será imposible adaptarse á las nuevas condiciones. Es necesario, en efecto, el transcurso de meses ó años para que las modificaciones funcionales puedan verificarse; y no es en el laboratorio donde podrán obtenerse después de una hora ó un día de experimentos. En las riberas del Mar Rojo el hombre vive soportando una temperatura de más de 44°C., mientras que en la América del Norte sufre un frío de -56°C; y ni el habitante del Polo ni el habitante de las riberas del Mar Rojo podrían resistir á un cambio repentino tal, que quedaran invertidas las condiciones termológicas á que están habituados desde hace siglos.

Otras veces dicen los partidarios de Jourdanet que solamente se puede vivir en los países elevados, no quemando mucho, no fabricando mucho ácido carbónico, sujetándose á una eterna inmovilidad, y por esta razón los habitantes de las partes bajas de México son muy activos, y en la meseta lentos y apáticos: precisamente lo contrario han observado todos los viajeros que recorren la parte baja y caliente de la República, ó cualquier país que disfruta del clima de los trópicos.<sup>1</sup>

«En el Popocatepetl los indios no pueden trabajar más que algunas horas al día y solamente hasta los 28 años de edad.» Lo primero es falso,<sup>2</sup> así como lo segundo: todos los excursionistas que han ascendido al volcán en estos últimos años recordarán al guía Téllez de más de 70 años; á Juan Cruz, que pasa de los 40, y á otros muchos.<sup>3</sup>

La inmovilidad es indispensable: pero ¿cómo explicar entonces que «á grandes alturas puedan verificarse combates encarnizados y en Potosí bailes que duran toda una noche?» «Hace algunos años se intentó establecer hipódromos en la mesa del Anáhuac, pero los caballos no podían correr más de 300 metros, y se ha renunciado á esta diversión, así como á las corridas de toros, que no pueden verificarse.» Estas y otras pruebas de la imposibilidad de la aclimatación perfecta á las grandes alturas son enteramente falsas. Las corridas de toros se verifican no sólo en México, sino en poblaciones más elevadas, como Toluca, y las carreras de caballos se han establecido bajo las mismas bases que en Europa: caballos mexicanos corren de 800 á 1,500 metros tan bien como los caballos extranjeros.<sup>4</sup>

Es de notar que, según Jourdanet, la influencia de la poca tensión del oxígeno se manifiesta, sobre todo, en la dificultad de los trabajos intelectuales: «la raza indígena

<sup>1</sup> Combatimos únicamente los argumentos que se aducen en favor de la teoría de la anoxihemia en la *Géographie Médicale* de A. Bordier.

<sup>2</sup> Boletín de la Sociedad de Geografía y Estadística. Vol. VI, 219.

<sup>3</sup> Véase la Memoria que presentamos al Congreso Médico, *l. c.*

<sup>4</sup> Véase *El Universal*, 19 de Agosto de 1892.

sufre menos que la española, y los mestizos se encuentran en el término medio: heredan del indígena la mayor resistencia á la depresión, y del europeo el talento; ¡Juárez era un MESTIZO!» Sería inútil continuar enumerando todos los errores y absurdos que contienen las obras de Jourdanet: se les acepta sin examen y tarde ó temprano habrá que arrepentirse de esa ligereza: por nuestra parte creemos haber demostrado, gracias á investigaciones ajenas verdaderamente científicas, que la teoría de la anoxihemia barométrica es falsa en sus fundamentos y en sus consecuencias. No podemos ocuparnos en la discusión de los detalles.

Permítasenos solamente una reflexión final. ¿Es posible que el organismo sufra las influencias anemiantes, resignado á un fin funesto, sin procurar establecer el equilibrio, sin adaptarse á las condiciones de oxigenación como se adapta á otras condiciones mesológicas desfavorables? ¿Sería posible que la anoxihemia generalizada á todo un pueblo ó á todos los individuos de una especie no hubiera concluido con ellos después de tan considerable número de siglos?—México, situado á 2,268 metros; Toluca á 2,640 metros; Quito, con sus 70,000 habitantes y su elevación de 2,908 metros; Potosí, que tuvo 150,000 almas y se eleva á 4,166 metros; Calamarca en Bolivia á 4,141; la aldea de Deba á 5,000 metros; la posta de Ancomarca á 4,972, no deberían contener ya ni un solo habitante, ni una sola especie de animales; nuestra República sería un verdadero desierto, pues que en gran parte la constituyen tres grandes mesetas, del Norte, Centro y Sur situadas á considerable altura.—La anoxihemia, perpetuada por la acción del medio, resultaría aún más terrible por efecto de la herencia acumuladora, ya sea en las especies animales ó en las ciudades indígenas, en donde no hay siempre ni siquiera la circunstancia favorable de la inmigración de los costeños. Y después de tantos siglos, por la dificultad del trabajo intelectual en las alturas; por la depresión psíquica que resulta y quizá contribuyó poderosamente á la concepción de la teoría de la anoxihemia, los pueblos de México, de Potosí, de Deba habrían llegado al más lamentable aniquilamiento social, al más espantoso grado de la imbecilidad.

### C. Reflexiones sobre la aclimatación á las grandes altitudes.

El estudio de la distribución geográfica de los vertebrados nos demuestra claramente que la aclimatación en las alturas está íntimamente ligada con la aclimatación en los países fríos, y que un animal que desciende la montaña debe adaptarse á las nuevas condiciones de temperatura. La Llama, especie característica de las grandes altitudes, se aclimata en los países fríos con una facilidad sorprendente, hasta en países como Holanda, situados á algunos metros bajo el nivel del mar;<sup>1</sup> mientras que la Vicuña no ha podido aclimatarse en Europa, en las llanuras calientes de Andalucía.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Geoffroy Saint-Hilaire. *Acclimatation et Domestication des Animaux Utiles*, pág. 28. París, 1861.

<sup>2</sup> *Ibid.*, pág. 87.

En lo que se refiere á las especies de los trópicos conducidas á las alturas, es indudable que resienten mucho más la diferencia de temperatura que la falta del oxígeno. Entre los mamíferos, el *Cercoleptes caudivolvulus*; entre las aves, la *Cæreba cyanea*; y entre los reptiles, la *Cyclura articulata*, si se traen á México viven perfectamente hasta la llegada del invierno, al que con frecuencia no resisten. Casi todos los vegetales herbáceos de los trópicos crecen con vigor en los invernaderos, pero no puede conservárseles al aire libre durante los rigores del invierno.

Que el cambio de las condiciones de presión sea lento, gradual, y las especies podrán aclimatarse de una manera completa, y que ese cambio sea siempre entre ciertos límites, porque así como los vertebrados sucumben á una presión de diez atmósferas y se encuentran bien á una ó dos, del mismo modo podrán adaptarse á una altura de 4,000 metros, pero no á más. Los fenómenos de adaptación se verifican siempre entre ciertos límites.

Para comprobar los principios que anteceden, recordaremos una de las leyes más generales de la corología.

La distribución vertical, en altitud, de un grupo cualquiera de organismos, es análoga á la distribución horizontal, en latitud; pues metafóricamente puede decirse que una especie que sube á las montañas se acerca á las condiciones biológicas de los polos, mientras que al descender se acerca á las condiciones biológicas del trópico.

Del examen del cuadro y de la lista que damos á continuación, se desprende que los vertebrados mexicanos están distribuidos según la temperatura; que las especies de la América del Norte, comunes á nuestra fauna, se elevan hasta encontrar el grado de temperatura que les conviene, y que en una gran mayoría las especies de los trópicos se encuentran en lugares de muy poca elevación.

No nos creemos autorizados para afirmar que las especies alpinas vivan á una altitud extraordinaria, porque solo puedan existir á muy baja presión, pues entre otras, la *Sitta carolinensis aculeata* se encuentra también en Colville y resiste á una temperatura de 30°F.

DISTRIBUCION VERTICAL

DE

ALGUNOS VERTEBRADOS MEXICANOS.

	METROS.			
	0 á 1000	1000 á 2000	2000 á 3000	2268
1 <i>Ateles vellerosus</i> .....	+	+	..	..
2 <i>Vesperugo parvulus</i> .....	+	..	..	+
3 <i>Atalapha noveborascensis</i> .....	..	+	..	+
4 <i>Vespertilio mexicanus</i> .....	..	..	..	+
5 <i>Natalus stramineus</i> .....	+	..	..	..



## MAMÍFEROS.

## METROS.

	0 á 1000	1000 á 2000	2000 á 3000	2268
6 <i>Molossus rufus</i> .....	+	..	..	+
7 <i>Nyctinomus brasiliensis</i> .....	+	+	+	+
8 <i>Mormoops megalophylla</i> .....	+	+	+	+
9 <i>Schizostoma megalotis</i> .....	+	..	..	..
10 <i>Vampirus auritus</i> .....	+	..	..	..
11 <i>Carollia brevicauda</i> .....	+	..	..	..
12 <i>Glossophaga soricina</i> .....	+	+	..	..
13 <i>Ischnoglossa nivalis</i> <sup>1</sup> .....	..	..	+	..
14 <i>Cheronycteris mexicana</i> .....	+	..	..	..
15 <i>Centurio senex</i> .....	+	..	..	..
16 <i>Centurio macmurtrii</i> .....	+	..	..	..
17 <i>Sorex evotis</i> <sup>2</sup> .....	+	..	..	..
18 <i>Blarina mexicana</i> .....	+	+	+	+
19 <i>Felis onca</i> .....	+	..	..	..
20 <i>Felis pardalis</i> .....	+	+	+	+
21 <i>Felis tigrina</i> .....	+	..	..	..
22 <i>Felis concolor</i> .....	+	+	+	+
23 <i>Felis yaguarundi</i> .....	..	+	..	..
24 <i>Felis eyra</i> .....	..	+	..	..
25 <i>Felis rufa</i> .....	..	+	+	+
26 <i>Canis latrans</i> .....	+	+	+	+
27 <i>Vulpes virginianus</i> .....	..	..	+	+
28 <i>Procyon lotor</i> .....	+	+	..	+
29 <i>Bassaris astuta</i> .....	..	+	..	+
30 <i>Bassaris sumichrasti</i> .....	+	..	..	..
31 <i>Nasua narica</i> .....	..	+	..	+
32 <i>Cercoleptes caudivolvulus</i> .....	+	..	..	..
33 <i>Mustela brasiliensis</i> .....	+	+	..	+
34 <i>Galictis barbara</i> .....	+	..	..	..
35 <i>Mephitis mephitis</i> .....	+	+	..	+
36 <i>M. macroura</i> .....	..	+	..	+
37 <i>M. putorius</i> .....	+	..	..	..
38 <i>Conepatus mapurito</i> .....	+	+	+	+
39 <i>Taxidea americana</i> .....	+	+	+	+
40 <i>Lutra felina</i> .....	+	..	..	..
41 <i>Ursus americanus</i> .....	..	..	+	..
42 <i>Tapirus bairdi</i> .....	+	..	..	..
43 <i>Dicotyles tajaçu</i> .....	+	..	..	..
44 <i>Ovis montana</i> .....	..	+	..	..
45 <i>Antilocapra americana</i> .....	+	+	..	..
46 <i>Cariacus virginianus</i> .....	+	+	+	+
47 <i>Cariacus toltecus</i> .....	+	..	..	..
48 <i>Cariacus rufinus</i> <sup>3</sup> .....	..	+	..	..
49 <i>Sciurus carolinensis</i> .....	..	..	+	..
50 <i>Sciurus arizonensis</i> .....	+	..	..	..
51 <i>Sciurus variegatus</i> .....	+	+	+	..

1 Región de las nieves en el Volcán de Orizaba.

2 *Sorex thompsoni*. Guanajuato, 2015 metros.

3 Volcán del fuego.

## MAMÍFEROS.

## METROS.

	0 á 1000	1000 á 2000	2000 á 3000	2268
52 <i>Sciurus hypopyrrhus</i> .....	+	..	..	..
53 <i>Sciurus deppei</i> .....	+	..	..	..
54 <i>Spermophilus annulatus</i> .....	+	..	..	..
55 <i>Spermophilus grammurus</i> .....	+	+	+	+
56 <i>Spermophilus spilosomus</i> .....	..	+	..	..
57 <i>Spermophilus mexicanus</i> .....	..	+	+	+
58 <i>Cynomys ludovicianus</i> .....	..	+	..	..
59 <i>Mus rattus</i> .....	+	+	+	+
60 <i>Mus alexandrinus</i> .....	+	+	+	..
61 <i>Mus decumanus</i> .....	+	+	+	+
62 <i>Mus musculus</i> .....	+	+	+	+
63 <i>Hesperomys leucopus</i> <sup>1</sup> .....	..	+	+	+
64 <i>Hesperomys aztecus</i> .....	+	..	..	..
65 <i>Hesperomys californicus</i> .....	+	..	..	..
66 <i>Hesperomys melanophrys</i> .....	+	+	..	..
67 <i>Hesperomys sumichrasti</i> .....	+	..	..	..
68 <i>Hesperomys palustris</i> .....	+	..	..	..
69 <i>Ochetodon mexicanus</i> .....	+	+	..	..
70 <i>Geomys mexicanus</i> .....	+	+	+	+
71 <i>Geomys hispidus</i> .....	+	+	+	+
72 <i>Neotoma ferruginea</i> .....	+	..	..	..
73 <i>Arvicola mexicana</i> .....	+	..	..	+
74 <i>Arvicola pinetorum</i> <sup>2</sup> .....	..	..	+	+
75 <i>Arvicola quasiater</i> .....	+	..	..	..
76 <i>Dipodomys philipsii</i> .....	..	+	+	..
77 <i>Perognathus flavus</i> .....	..	+	..	..
78 <i>Perognathus fasciatus</i> .....	..	+	..	..
79 <i>Heteromys longicaudatus</i> .....	+	..	..	..
80 <i>Synetheres mexicanus</i> .....	+	Guanajuato	..	..
81 <i>Dasyprocta punctata</i> .....	+	..	..	..
82 <i>Dasyprocta mexicana</i> .....	+	..	..	..
83 <i>Cælogenyx paca</i> .....	+	..	..	..
84 <i>Lepus sylvaticus</i> .....	+	+	+	+
85 <i>Lepus graysoni</i> .....	+	..	..	..
86 <i>Lepus callotis</i> .....	+	+	+	+
87 <i>Lepus palustris</i> .....	+	..	..	..
88 <i>Lepus aquaticus</i> .....	+	+	+	..
89 <i>Tatusia novemcincta</i> .....	..	+	+	+
90 <i>Myrmecophaga tetradactyla</i> .....	+	..	..	..
91 <i>Cylothurus didactylos</i> .....	+	..	..	..
92 <i>Didelphis virginiana</i> .....	+	+	+	+
93 <i>Didelphis lanigera</i> .....	+	..	..	..
94 <i>Didelphis murina</i> .....	+	..	..	..

1 Según el Sr. J. Laverrière, en el cráter del Popocatepetl se encuentra "un animalillo de pelo rojizo parecido á las ratas."

2 Ranchería del Jacal.

AVES.	METROS.			
	0 á 1000	1000 á 2000	2000 á 3000	2268
95 <i>Catharus occidentalis</i> .....	..	Guanajuato	+	+
96 <i>Catharus melpomene</i> .....	..	+	..	..
97 <i>Turdus auduboni</i> .....	..	+	+	+
98 <i>Turdus assimilis</i> .....	+	+(1300)	..	..
99 <i>Turdus Grayi</i> .....	+	+	+	+
100 <i>Turdus migratorius</i> .....	..	..	+(2400)	+
101 <i>Turdus infuscatus</i> .....	..	+	+(2500)	..
102 <i>Turdus pinicola</i> .....	..	..	+(2500)	+
103 <i>Turdus fuscescens</i> .....	+	..	..	..
104 <i>Harporhynchus longirostris</i> .....	..	+	..	+
105 <i>Harporhynchus curvirostris</i> <sup>1</sup> .....	..	..	+(2015)	..
106 <i>Mimus polyglottus</i> .....	+	+	+	+
107 <i>Melanotis caerulescens</i> .....	+	+(1300)	+	+
108 <i>Cinclus mexicanus</i> .....	..	..	+(2500)	+
109 <i>Sialia mexicana</i> .....	..	..	+(2300)	+
110 <i>Lophophanes Wolbeberi</i> .....	..	+	+	+
111 <i>Parus meridionalis</i> .....	..	+	+(3400)	+
112 <i>Psaltriparus melanotis</i> <sup>2</sup> .....	..	+(1850)	+(4800)	+
113 <i>Sitta carolinensis</i> <sup>3</sup> .....	..	..	+(3800)	+
114 <i>Sitta pygmaea</i> .....	..	..	+(3800)	+
115 <i>Certhia mexicana</i> .....	..	..	+	+
116 <i>Campylorhynchus pallescens</i> .....	..	+	+	..
117 <i>Campylorhynchus zonatus</i> .....	+	+	..	..
118 <i>Catherpes mexicanus</i> .....	+	+	+	+
119 <i>Heterorhina protheleuca</i> .....	+	+	+	..
120 <i>Troglodytes brunneicollis</i> .....	..	+(1500)	..	..
121 <i>Thryothorus bevicki bairdi</i> .....	..	..	+	+
122 <i>Parula superciliosa</i> .....	..	+(1800)	+(2500)	+
123 <i>Dendroica olivacea</i> .....	..	+(1500)	+(3000)	+
124 <i>Granatellus Sallæi</i> .....	+(590)	..	..	..
125 <i>Basileuterus belli</i> .....	+	+	+	..
126 <i>Basileuterus culicivorus</i> .....	+	+	+	..
127 <i>Basileuterus rufifrons</i> .....	+	+	+	..
128 <i>Setophaga picta</i> .....	..	+(1400)	+	+
129 <i>Setophaga miniata</i> .....	+	+	+(2500)	+
130 <i>Setophaga lachrymosa</i> .....	+	..	..	..
131 <i>Setophaga ruticilla</i> .....	+	..	..	..
132 <i>Cardellina rubra</i> <sup>4</sup> .....	..	..	+(3897)	..
133 <i>Dendroica occidentalis</i> .....	..	..	+(2500)	..
134 <i>Dendroica auduboni</i> .....	..	+(1400)	+	+
135 <i>Progne subis</i> .....	..	+	+	..
136 <i>Progne leucogaster</i> .....	+	+(1200)	..	..
137 <i>Petrochelidon Swainsoni</i> .....	..	Guanajuato	..	..
138 <i>Hirundo horreorum</i> .....	..	Guanajuato	+	..
139 <i>Tachycineta thalassina</i> .....	+	+	+	+
140 <i>Tachycineta bicolor</i> .....	..	..	+	..

1 Tlalmanalco.

2 Ajusco.

3 Núms. 114, 115, 116, Rancho de Tlamacas. Popocatepetl, 3,897m.

4 Popocatepetl, Rancho de Tlamacas, 3,897m.

AVES.

METROS.

	0 á 1000	1000 á 2000	2000 á 3000	2268
141 <i>Vireosylva flavoviridis</i> .....	+	+	..	..
142 <i>Cyclorhis flaviventris</i> .....	..	+(1300)	..	+
143 <i>Vireolanius melitophrys</i> .....	..	+(1500)	..	..
144 <i>Ptilogonys cinereus</i> .....	..	+(1250)	+(3000)	+
145 <i>Myiadestes obscurus</i> .....	+	+	+(2500)	+
146 <i>Myiadestes unicolor</i> .....	..	+	+	+
147 <i>Phainopepla nitens</i> .....	..	Guanajuato	+	+
148 <i>Ampelis cedrorum</i> .....	+	+	+	+
149 <i>Lanius ludovicianus excubitoroides</i> .....	+	+	+	+
150 <i>Cœreba carniceps</i> .....	+	+(1200)	..	..
151 <i>Diglossa baritula</i> .....	..	+	+(3000)	+
152 <i>Pitylus polioaster</i> .....	+(1000)	..	+	+
153 <i>Saltator magnoides</i> .....	+(900)	..	..	..
154 <i>Saltator atriceps</i> .....	+	+(1200)	..	..
155 <i>Saltator grandis</i> .....	+	+(1500)	..	..
156 <i>Buarremon brunneinucha</i> .....	+(500)	+(2000)	..	..
157 <i>Buarremon albinucha</i> .....	+(600)	+(1100)	..	..
158 <i>Chlorospingus ophthalmicus</i> .....	+(600)	+(1100)	..	..
159 <i>Lanio aurantius</i> .....	+(500)	..	..	..
160 <i>Phænicothraupis rubicoides</i> .....	+(1000)	..	..	..
161 <i>Phænicothraupis Salvini</i> .....	+(1000)	..	..	..
162 <i>Pyrrhuloxia hepatica</i> .....	+	+	+(3000)	+
163 <i>Pyrrhuloxia bidentata</i> .....	+	+	..	..
164 <i>Pyrrhuloxia erythromelena</i> .....	+	+	..	..
165 <i>Rhamphocœelus sanguinolentus</i> .....	+	+(1200)	..	..
166 <i>Tanagra diaconus</i> .....	+(1000)	..	..	..
167 <i>Chlorophonia occipitalis</i> .....	+	..	..	..
168 <i>Euphonia affinis</i> .....	+	..	..	..
169 <i>Euphonia hirundinacea</i> .....	+	..	..	..
170 <i>Euphonia elegantissima</i> <sup>1</sup> .....	+	+	+	+
171 <i>Euphonia Gouldii</i> .....	..	+(1500)	..	..
172 <i>Hesperiphona vespertina</i> .....	..	..	+	+
173 <i>Carpodacus hæmorrhous</i> .....	..	+	+	+
174 <i>Chrysomitris notata</i> .....	..	+	..	..
175 <i>Chrysomitris mexicana</i> .....	..	+	+	+
176 <i>Chrysomitris pinus</i> <sup>2</sup> .....	..	+	+	+
177 <i>Loxia fasciata mexicana</i> .....	..	..	+(2500)	+
178 <i>Plectrophanes melanomus</i> .....	..	+(1220)	+	..
179 <i>Junco cinereus</i> <sup>3</sup> .....	..	..	+ 3500 y 3897	+
180 <i>Atlapetes pileatus</i> .....	..	..	+(3500)	..
181 <i>Hæmophila rufescens</i> .....	+(600)	+(1500)	+(2016)	..
182 <i>Hæmophila superciliosa</i> <sup>4</sup> .....	..	..	+ 3897 y 4000	+
183 <i>Peuceea cassinii</i> .....	..	+	..	..
184 <i>Embernagra rufivirgata</i> .....	+	+	..	..
185 <i>Guiraca melanocephala</i> .....	..	+	+(2500)	+
186 <i>Guiraca concreta</i> .....	+(750)	..	..	..
187 <i>Cyanospiza parellina</i> .....	+(800)	..	..	..

1 Iztaccihuatl.

2 Ajusco.

3 Popocatepetl. Tlámacas, 3,897.<sup>m</sup>

4 Popocatepetl. Tlámacas, 3,897.<sup>m</sup>

## METROS.

## AVES.

	0 á 1000	1000 á 2000	2000 á 3000	2268
188 <i>Cyanospiza versicolor</i> .....	+	+	..	..
189 <i>Spermophila Moreletii</i> .....	+	+	+	+
190 <i>Volatinia jacarina</i> .....	+	+(1300)	..	..
191 <i>Phonipara pusilla</i> .....	+	+(1400)	..	..
192 <i>Chæmospiza torquata</i> .....	..	+(1500)	+(3000)	+
193 <i>Pipilo maculatus</i> .....	..	+(1400)	+	+
194 <i>Pipilo fuscus</i> .....	..	+(1200)	+	+
195 <i>Peuceea ruficeps</i> .....	..	+	..	+
196 <i>Spizella socialis</i> .....	..	+	..	+
197 <i>Molothrus æneus</i> .....	..	+	+(1400)	..
198 <i>Sturnella magna mexicana</i> .....	+	+	+	+
199 <i>Icterus Waglerii</i> .....	+(1000)	..	+(2015)	..
200 <i>Icterus pustulatus</i> .....	+	..	..	..
201 <i>Icterus Audubonii</i> .....	..	+	..	+
202 <i>Icterus melanocephalus</i> .....	..	+	..	..
203 <i>Icterus parisorum</i> .....	..	+	+	+
204 <i>Icterus cucullatus</i> .....	+	Guanajuato	..	..
205 <i>Icterus mesomelas</i> .....	+	..	..	..
206 <i>Scolecophagus cyanocephalus</i> .....	..	+	+	+
207 <i>Quiscalus macrourus</i> .....	+	+	+	..
208 <i>Quiscalus Sumichrasti</i> .....	+	+(1200)	..	..
209 <i>Quiscalus tenuirostris</i> .....	..	..	+	+
210 <i>Ostinops Montezumæ</i> .....	+(1000)	..	..	..
211 <i>Eucorystes Waglerii</i> .....	+(900)	..	..	..
212 <i>Cassiculus prevosti</i> .....	+(1000)	..	..	..
213 <i>Corvus corax sinuatus</i> .....	+	+	+	+
214 <i>Cyanocitta coronata</i> <sup>1</sup> .....	..	+	+	+
215 <i>Cyanocitta californica</i> .....	..	+	+(3897)	..
216 <i>Cyanocitta ultramarina</i> .....	..	+	+(3500)	..
217 <i>Cyanocitta sordida</i> .....	..	+	..	..
218 <i>Cyanocitta ornata</i> .....	..	..	..	..
219 <i>Xanthoura luxuosa</i> .....	+	+	+(2000)	..
220 <i>Psilorhinus morio</i> .....	+	+(1500)	..	..
221 <i>Xiphocolaptes emigrans</i> .....	..	..	+(2500)	..
222 <i>Picolaptes affinis</i> .....	+	+	+(2500)	..
223 <i>Xyphorhynchus major</i> .....	+	..	..	..
224 <i>Sittasomus sylvioides</i> .....	+(590)	..	..	..
225 <i>Xenops mexicanus</i> .....	+	..	..	..
226 <i>Synallaxis erythrothorax</i> .....	+	..	..	..
227 <i>Anabates rubiginosus</i> .....	+	..	..	..
228 <i>Anabasenops variegaticeps</i> .....	+	..	..	..
229 <i>Automolus cervinigularis</i> .....	+	..	..	..
230 <i>Sclerurus mexicanus</i> .....	+	..	..	..
231 <i>Grallaria guatemalensis?</i> .....	+	..	..	..
232 <i>Formicarius moniliger</i> .....	+	..	..	..
233 <i>Thamnophilus melanocrissus</i> .....	+	..	..	..
234 <i>Thamnophilus doliatus</i> .....	+	..	..	..

<sup>1</sup> Límite inferior de las nieves en el Volcán de Orizaba.

AVES.	METROS.			
	0 á 1000	1000 á 2000	2000 á 3000	2265
235 <i>Attila citreopygia</i> .....	+ (500)	..	..	..
236 <i>Myiionectes assimilis</i> .....	+	..	..	..
237 <i>Milvulus forficatus</i> .....	+	+ (1220)	Guanajuato	..
238 <i>Milvulus tyrannus</i> .....	+ (700)	..	..	..
239 <i>Scaphorynchus mexicanus</i> .....	+	+ (1220)	..	..
240 <i>Pitangus derbianus</i> .....	+	+	..	..
241 <i>Myiodynastes luteiventris</i> .....	+	..	..	..
242 <i>Tyrannus intrepidus</i> .....	+	..	..	..
243 <i>Tyrannus vociferans</i> .....	+	+	+	+
244 <i>Myiozetetes texensis</i> .....	+	+ (1400)	..	..
245 <i>Myiarchus mexicanus</i> .....	+	..	..	..
246 <i>Myiarchus Lawrenci</i> .....	+	+	..	..
247 <i>Legatus variegatus</i> .....	+	..	..	..
248 <i>Myiobius sulphureypigi</i> .....	+	..	..	..
249 <i>Oncostoma cinereigulare</i> .....	+	..	..	..
250 <i>Platyrhynchus sp?</i> .....	+	..	..	..
251 <i>Sayornis nigricans</i> .....	+	+	+	+
252 <i>Pyrocephalus mexicanus</i> .....	+	+	+	+
253 <i>Contopus mesoleucus</i> .....	..	+	+	..
254 <i>Contopus sordidulus</i> .....	..	+	+	..
255 <i>Contopus pertinax</i> .....	..	+	+	..
256 <i>Contopus virens</i> .....	..	+ (1200)	+ (2500)	..
257 <i>Mitrephorus phæcerus</i> .....	..	+	+	..
258 <i>Empidonax pusillus</i> .....	..	+	..	..
259 <i>Tityra personata</i> .....	+	+ (1200)	..	..
260 <i>Platysparus aglaice</i> .....	+	+	+	..
261 <i>Errator albitorques</i> .....	+	..	..	..
262 <i>Bathmidurus major</i> .....	+	+	+ (2500)	..
263 <i>Lipangus unirufus</i> .....	+	..	..	..
264 <i>Manacus candei</i> .....	+	..	..	..
265 <i>Pipra mentalis</i> .....	+ (600)	..	..	..

Hemos tomado estos datos de los artículos publicados en la «La Naturaleza» por el Sr. F. Sumichrast, y de la Biología Central Americana. En la parte relativa á reptiles y batracios consultamos las memorias que contiene este periódico y la obra de Bournonville. El Sr. Dr. A. Dugès ha tenido la bondad de revisar el anterior catálogo.

El Sr. D. J. Flohr se ha servido darme la lista siguiente de los coleópteros de Tlaxmacas y el Popocatepetl, que nos parece de algún interés.

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| <i>Calathus mexicanus.</i>     | <i>Ligysopterus hæmatopterus.</i>       |
| <i>Quedionuchus impunctus.</i> | <i>Geotrupes rufo-clavatus.</i>         |
| <i>Nosoderma esculptum.</i>    | <i>Temnochila planipennis.</i>          |
| <i>Zopherus lævicollis.</i>    | <i>Pteroloma Sallæi</i> , en el volcán. |

**CONCLUSIONES Y RESUMEN.**

I. Las variaciones que se observan de un país á otro en la presión atmosférica, provocan variaciones determinadas en los vertebrados.

II. Estas variaciones no son funestas: la anemia de las alturas como estado constitucional crónico no existe. En igualdad de otras condiciones no hay países más propios para la curación de la anemia que los países situados á una gran altura sobre el nivel del mar.

III. Estas variaciones son provocadas, en su mayor parte, por la falta de tensión del oxígeno.

IV. El mecanismo de adaptación consiste principalmente en el aumento de la capacidad respiratoria de la sangre, que depende del mayor número de glóbulos y la mayor cantidad de hemoglobina. Consiste también el mecanismo de adaptación en varias particularidades de la mecánica respiratoria, entre ciertos límites; mayor capacidad vital y mayor número de respiraciones y pulsaciones.

V. El clima de los lugares elevados está caracterizado no solo por la menor presión y la menor cantidad de oxígeno, sino también por la poca amplitud de los cambios barométricos, el abatimiento de la temperatura, la menor tensión del vapor de agua, el aumento en la intensidad de la luz, etc.

VI. De todos los vertebrados, las aves son las que más se elevan sobre el nivel del mar; en seguida los mamíferos, y por último, los animales de temperatura variable.

VII. Ni las aves se adaptan bruscamente á condiciones anormales de presión.

VIII. El número de glóbulos sanguíneos, ó bien su diámetro, ó éste y aquél, varían en razón directa de la cantidad de oxígeno que consume un animal, en una misma mezcla gaseosa. En los herbívoros los glóbulos son pequeños y poco numerosos, y estos animales consumen poco oxígeno; en las aves los glóbulos son grandes y abundantes, y mayor el consumo de ese gas; en los reptiles lo contrario (los glóbulos son grandes pero poco numerosos).

IX. En los animales que han merecido la denominación de buzos, la capacidad respiratoria de la sangre es mayor que en los exclusivamente terrestres.

X. En los animales que viven á muy grandes alturas, la capacidad respiratoria de la sangre es mucho mayor que en las especies de las costas.

XI. Las especies animales se distribuyen en las montañas según la temperatura: la falta de oxígeno no influye en la corología ni en las emigraciones.

Hemos visto, en fin, que ya sea por el aumento en el volumen de aire en contacto con la sangre, ó por la mayor capacidad respiratoria del líquido que absorbe el oxígeno, se combina siempre el mismo peso de este gas, y si se consideran las particularidades del aparato respiratorio ú otras particularidades fisiológicas relacionadas con la edad, las costumbres, la alimentación, la especie, las dimensiones, la altura de un país, siempre se encontrarán comprobadas dos leyes generales de suma importancia:

EL MEDIO FÍSICO ES UNA CAUSA DE VARIACIÓN.

LAS MODIFICACIONES DEL MEDIO RESPIRATORIO PROVOCAN VARIACIONES PROFUNDAS EN EL ORGANISMO DE LOS VERTEBRADOS.

México, Diciembre de 1892.