

GEOGRAFIA DE LAS PLANTAS

CUADRO FISICO DE LAS REGIONES ECUATORIALES

FEDERICO ALEJANDRO, BARON DE HUMBOLDT

CON UN PREFACIO DE: FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Levantado sobre las observaciones y medidas hechas en los mismos lugares desde 1799 hasta 1803, y dedicado con los sentimientos del más profundo reconocimiento, al ilustre patriarca de los botánicos,

D. JOSE CELESTINO MUTIS

Por Federico Alejandro, Barón de Humboldt.

Traducido del francés por D. Jorge Tadeo Lozano, individuo de la real expedición botánica de Santa Fe de Bogotá; con un prefacio y algunas notas, por D. Francisco José de Caldas, individuo de la misma expedición, catedrático de matemáticas del Colegio Real de Nuestra Señora del Rosario, y encargado del Observatorio Astronómico de esta capital.

Los capítulos que a continuación se transcriben, son tomados de la nueva edición del Semanario de la Nueva Granada publicado en París en el año de 1849. Consideramos de grande importancia esta nueva publicación dentro de nuestra Revista, por cuanto el tema vuelve a tomar importancia con los estudios que actualmente se adelantan en el país, sobre su clima y la distribución geográfica de las plantas y animales.

P R E F A C I O

Es preciso no confundir esta obra sabia con ese montón de escritos que inundan la república de las letras, que no contienen sino ideas comunes y trilladas, escritos miserables que parecen en el momento mismo de su nacimiento, y que no dejan tras de sí sino el oprobio de sus autores. La *Geografía de las plantas*, obra original, llena de observaciones importantes, de miras vastas y filosóficas, en un estilo digno de la majestad de su objeto, es un cuadro grandioso de los Andes equinoxiales. Las plantas, los animales, los meteoros, la agricultura de los pueblos del Ecuador, el hombre mismo, se presentan nivelados a los ojos del filósofo. Ocho escalas puestas a los lados del inmenso *Chimborazo*, contienen todas las producciones de la naturaleza y del cultivo, con todos los fenómenos que presenta la atmósfera y el cielo bajo de la línea. Sobre un corte vertical de esta famosa montaña y de todo el continente meridional de la América, están señalados el término de la nieve permanente, la región de la arena y la esterilidad, la esfera de los musgos, de las gramas, de los arbustos, de los árboles y de las selvas colosales. Cada planta, cada ser organizado, ocupa aquí el lugar que le señaló la naturaleza. ¡Cuántos objetos reunidos en un espacio tan corto! ¡Cuántas ideas, cuántos conocimientos se amontonan en este cuadro verdaderamente filosófico!

Su autor, para darle más realce y contraste, ha puesto al lado del *Chimborazo* la cima inflamada de *Cotopaxi*, la del pico de *Teyde*, del *Mont-perdu*, del *Monte-Blanco*, el pico de *Orizaba*, la del *Etna*

y del *Vesubio*. Estos dos volcanes tan celebrados y tan famosos en la antigüedad, tan estudiados por los sabios del último siglo, y tan temidos de los pueblos que tienen la desgracia de existir en su vecindad, aparecen aquí como unos pigmeos despreciables al lado de nuestras montañas. Las ciudades principales del virreinato (Santa Fe, Quito, Popayán, Cuenca, Loja, Jaén), las minas de plata de Hualgayoc en el Perú, las de Europa, la nieve perpetua a 51° de latitud, la sal gema y los huesos fósiles de la llanura de Bogotá, las conchas petrificadas, el límite de la vegetación en Nueva España, etc., etc., adornan los contornos de este corte de la América del Sur.

La quina, este bello producto de los Andes, más precioso que el oro y que la plata que abrigan sus entrañas, y como ha dicho uno de nuestros compatriotas más ilustrado (1), *este árbol de la vida*, ha merecido al autor atenciones particulares. Señalando a cada planta un punto sobre el perfil del *Chimborazo*, la quina ocupa una zona de 1200 toesas de altura perpendicular. A 1500 toesas tira una línea paralela al horizonte que constituye el término superior, y a las 300 toesas otra que hace el inferior

(1) D. José Ignacio Pombo, del comercio de Cartagena, y hoy prior de este consulado, en un manuscrito intitulado: *Noticias varias sobre las quininas oficiales, sus especies, virtudes, usos, comercio, acopios, su extracto y descripción botánica*. Esta obra llena de erudición y de gusto, abraza cuanto se puede desear sobre los plátanos, acopios, envases y comercio de esta preciosa corteza. El autor la ha sabido embellecer con reflexiones y con hechos que siempre se leerán con gusto y con aprovechamiento. ¡Ojalá vea la luz pública cuanto antes! ¡Ojalá se estudie y profundice por nuestros compatriotas!



del género *cinchona*. De una sola ojeada conoce el observador los lugares que producen estos árboles, y aquellos de que se hallan desterrados.

Esta obra nos toca muy de cerca, son nuestras producciones, somos nosotros mismos los objetos de que trata. Merece, pues, un lugar distinguido en nuestro Semanario, y que nuestros compatriotas la tengan en su lengua propia. El autor la escribió en francés, en la ciudad de Guayaquil, y la consagró al *ilustre patriarca* de los botánicos D. José Celestino Mutis. Este sabio mantuvo el original inédito hasta su muerte, y ahora se publica en una traducción fiel y conforme al manuscrito del autor.

El barón de Humboldt, rodeado de una vegetación abundante, de todos los animales que pueblan nuestros bosques, llevando su atención hacia los fósiles, a la forma y dirección de nuestras montañas, a los ríos, a los valles, a los meteoros, a la temperatura, a la geografía, a la astronomía, en una palabra, a cuanto le presentaba el cielo y la tierra, pasando con la rapidez que exigía su largo viaje, es preciso que se hayan escapado a su penetración muchos objetos, y que haya incurrido en algunas equivocaciones. Nosotros que hemos viajado dentro del virreinato, por orden y a expensas de la Real Expedición Botánica de Santa Fe y de D. José Ignacio Pombo (1), que hemos visitado muchos lugares que nos son comunes con Humboldt, en una palabra, que hemos seguido de cerca los pasos de este viajero ilustre, con los mismos objetos y con la *Geografía de las plantas* en la mano, parece que nos hallamos autorizados (2) para advertir al público lo que hemos notado sobre esta producción interesante del *mártir voluntario del galvanismo*. No es el prurito de escribir, no es la necia vanidad de exagerar los descuidos de los hombres grandes la que nos obliga a poner algu-

(1) Este ciudadano patriota y desinteresado apoyó con todas sus fuerzas mi viaje a la provincia de Quito. Libros, instrumentos, recomendaciones, dinero, todo cuanto podía esperar un hijo de un padre generoso, recibí yo de su mano. No se crea que solicité, ni que pedí estos bienes. Sin conocerme, sin haberme escrito jamás, me llenó de beneficios. Con el placer más completo de mi corazón le pago este tributo de mi reconocimiento.

(2) Tanto más cuanto ha muchos años que reunimos materiales y observaciones para una obra intitulada *Fitografía del Ecuador*, trabajando sobre un plan más vasto, y tal vez más útil al comercio, a la agricultura y a la medicina vegetal. Como a Humboldt, la quina ha llamado toda nuestra atención. Bajando y subiendo los Andes en todos sentidos, desde los 4° 30' lat. S. hasta 5° 25' lat. N., hemos podido fijar irrevocablemente los términos, no sólo del género *cinchona* como lo ha hecho el autor de esta obra, sino también los de todas las especies que lo constituyen. Las plantas que cultivamos, las que sirven en las artes y para restablecer nuestra salud, son las que nos han merecido la preferencia. Humboldt se limita a las alturas, y nosotros, después de establecer los términos precisos a que está reducida cada especie bajo del Ecuador, nos atrevemos a señalar la latitud hasta donde extiende su existencia, y por decirlo así, a fijar los trópicos de todas las plantas que hemos sujetado a nuestro examen. Establecemos principios y leyes generales sobre la geografía de la vegetación, y creemos haber hecho dar un paso a esta ciencia, que por confesión de Humboldt se hallan todavía en la cuna. A pesar de los esfuerzos que hemos hecho para perfeccionar nuestra *Fitografía*, aún nos restan verificar muchas observaciones y un viaje a los Andes de Quindío. Si las circunstancias, si mi fortuna me lo permiten, si llego a completar mis conocimientos en este ramo importante de la botánica, los presentaré al público como un testimonio del amor que profeso a mi país y a mis conciudadanos.

nas notas. El amor a la verdad, el deseo de ilustrar algunos puntos de física y de historia natural de nuestros países, son los motivos que nos mueven. Respetando las luces, los vastos conocimientos y los grandes talentos de este viajero extraordinario, más respetamos la verdad.

Francisco José de Caldas

* * *

GEOGRAFIA DE LAS PLANTAS

PROSPECTO

Las indagaciones de los botánicos se han dirigido por lo general hacia objetos que sólo abrazan una parte muy pequeña de la botánica. Casi exclusivamente se ocupan en el descubrimiento de nuevas especies de plantas, y en su diagnosis fundada en la estructura externa de los caracteres que las distinguen y de las analogías que las unen en clases o familias. Si este conocimiento de las formas en que se presentan los entes organizados es en extremo importante para la historia natural descriptiva; si es la base indispensable de todas las ciencias que tratan de la utilidad medicinal o técnica de los vegetales; si es susceptible de considerarse bajo puntos de vista muy filosóficos, no es menos importante el fijar la atención en la *Geografía de las plantas*, ciencia sublime, de la cual apenas conocemos hasta ahora el nombre, sin embargo de ser una parte integrante de la física del mundo.

Ella es la que considera las plantas bajo la relación de su asociación local en todos los climas. Tan vasta como el objeto que abraza, pinta con rasgos majestuosos la inmensa extensión que ocupan los vegetales, desde la región de las nieves perpetuas hasta el fondo del océano y el interior del globo, donde en oscuras grutas vegetan algunos criptógamos, tan poco conocidos como los insectos a quienes sirven de pasto. El límite superior de la vegetación varía como el de las nieves, según la elevación del polo, o según la oblicuidad de los rayos del sol, e ignoramos hasta dónde se extiende el límite inferior. Pero varias observaciones exactas, hechas sobre la vegetación subterránea en los dos hemisferios, prueban que lo interior del globo se halla animado donde quiera que los gérmenes orgánicos han hallado vacío para extenderse y un alimento análogo a su organización. Las rocas empinadas cubiertas de hielo que distinguimos apenas entre las nubes, no nos ofrecen otras plantas que algunos musgos y otros criptógamos análogos a los que entapizan las bóvedas de las minas y de las cavernas. Así los dos límites opuestos de la vegetación, presentan seres de estructura semejante y cuya fisiología es desconocida.

La *Geografía de las plantas* no se ocupa solamente en clasificar los vegetales según las zonas y diferentes alturas en que se hallan, no se contenta con considerarlos según los grados de presión atmosférica, de temperatura, de humedad, y según

las modificaciones de la carga eléctrica bajo las cuales viven; sino que también distingue entre ellos, como entre los animales, dos clases, que tienen un modo de vivir, y se puede decir, hábitos muy diferentes.

Los unos crecen aislados y esparcidos; tales son: en Europa, el *solanum dulcamara*, el *lychnis dioica*, el *polygonum bistorta*, el *anthericum liliago*, el *crataegus aria*, el *weissia paludosa*, el *polytrichum piliferum*, el *fucus saccharinus*, el *clavaria pistillaris*, el *agaricus procerus*; bajo los trópicos, el *theophrasta americana*, el *lysianthus longifolius*, las *cinchona* y *hevea*. Otras plantas (al modo de las hormigas y de las abejas) reunidas en sociedad, cubren terrenos inmensos, tales son las fresas (*fragaria vesca*), los myrtos (*vaccinium myrtillus*), el *polygonum aviculare*, el *cyperus fuscus*, el *aira canescens*, el *pinus sylvestris*, el *sesuvium portulacastrum*, el *rhizophora mangle*, el *croton argenteum*, el *convolvulus brasiliensis*, el *brathis juniperina*, el *escallonia myrtilloides*, el *bromelia karatas*, el *sphagnum palustre*, el *polytrichum commune*, el *fucus natans*, el *sphaeria digitata*, el *lichen haematomma*, el *cladonia paschalis*, el *thelepora hirsuta*.

Las plantas asociadas son más comunes en las zonas templadas que entre los trópicos, en donde la vegetación por ser menos uniforme es más pintoresca. Desde las márgenes del Orinoco hasta las del Amazonas y del Ucayale, en una extensión de más de quinientas leguas, la tierra se presenta cubierta de selvas tan espesas, que si los ríos no las cruzaran por donde quieran, los monos, habitantes casi exclusivos de estas soledades, podrían lanzándose de rama en rama pasar del hemisferio boreal al hemisferio austral. Mas estos inmensos bosques no presentan el monótono espectáculo que ofrecen las plantas sociales; por el contrario, se observan en cada región formas diversas. En unas partes se ven las mimosas *psychotria* o melástomas, en otras, laureles, cesalpinias, *ficus*, *carolinea* y *hevea*, que entrelazan sus ramas, y en ninguna se observa el predominio exclusivo de un vegetal sobre los otros. No sucede así en la región tropical vecina del Nuevo Méjico y del Canadá. Desde el 17° al 22° de latitud, en todo el país de Anáhuac, cuyas planicies varían de mil quinientos a tres mil metros de elevación sobre el nivel del mar, no se ven sino encinas y una especie de pino semejante al *pinus strobus*. En los valles de Jalapa, situados en el declivio oriental de la cordillera, se halla una selva considerable de liquidambares. Allí la tierra, el clima y la vegetación adquieren el carácter de las regiones de la zona templada, circunstancia que no se observa en ninguna región de la América meridional a la misma altura. La anchura del continente americano cerca del polo boreal y su prolongación hacia el mismo, mayor que la del continente europeo, son sin duda las causas de este fenómeno. Por esto el clima de Méjico es más frío que lo que debería suponerse atendiendo sólo a su latitud y a su elevación sobre el

nivel del mar. Las plantas del Canadá y las de las regiones más septentrionales se han difundido al sur, de modo que las montañas volcánicas de Méjico están cubiertas de la misma especie de pinos que vegeta en las fuentes del Gila y del Misouri.

En Europa, por el contrario, la gran catástrofe que abrió el estrecho de Gibraltar y formó el lecho del Mediterráneo impidió que las plantas de África pasaran a la Europa austral, y por lo mismo muy pocas de ellas se observan al norte de los Pirineos; en tanto que las encinas que coronan las alturas del valle de Tenochtitlan son especies idénticas con las que existen por los 45°; y el pintor que, con el fin de estudiar el carácter de la vegetación, quisiera recorrer estas regiones tropicales, no hallaría ni la hermosura ni la variedad de formas que presentan las plantas equinoxiales, y vería en el paralelo de la Jamaica bosques de encinas de pinos, de *cupressus disticha* y de *arbutus madronno*, con el mismo carácter de uniformidad que las plantas sociales del Canadá, de la Europa y del Asia boreal. Muy interesante sería el marcar en un mapa botánico, los terrenos en donde crecen estos grupos de vegetales de la misma especie. Entonces se vería que ellos se presentan en largas fajas que extendiéndose de un modo irresistible, disminuyen la población de los Estados, separan las naciones vecinas y oponen a su comercio obstáculos más insuperables que las montañas y los mares. Los brezos (*bruyeres*), esta asociación de la *Erica vulgaris*, de la *Erica tetralix*, del líquen *icmadophila* y *haematomma*, se difunden desde la extremidad más septentrional de Jutlandia, por el Holstein y el Luneburgo, hasta los 52° de latitud. De allí se dirigen hacia el occidente, por los arenales graníticos de Munster y de Breda, hasta las costas del océano. Hace muchos siglos que estos vegetales esterilizan la tierra y ejercen un imperio absoluto en aquellas regiones; a pesar de todos los esfuerzos del hombre apenas se les han podido cercenar algunos terrenos para la cultura. Para estos campos cultivados, estas conquistas de la industria, las únicas provechosas para la humanidad, sólo forman pequeños islotes en medio de los brezos, y recuerdan al viajero los oasis de la Libia, en los cuales la fresca verdura sirve de contraste a las arenas del desierto.

Un musgo común a los pantanos de los trópicos y a los de Europa, el *sphagnum palustre*, cubría en otro tiempo mucha parte de la Alemania y hacía que muchos terrenos fueran inhabitables para los pueblos nómades cuyas costumbres nos ha transmitido Tácito. En apoyo de este fenómeno puede citarse un hecho geológico. Los depósitos de turba más antiguos, es decir, en los que se hallan el hidroclorato de sosa y conchas marítimas, provienen de las ulvas y de los fucus, mientras que por el contrario los más comunes y más recientes son restos de *Sphanum* y *mnium serpillifolium*, y su existencia manifiesta cuán abundantes eran en otro tiempo estos criptógamos. Destruyendo los bos-

ques, los pueblos agrícolas han disminuído la humedad de los climas; desecados los cenagales, los vegetales útiles se propagaron en las llanuras que ocupaban exclusivamente los criptógamos tan contrarios a la cultura de las tierras. Aunque es cierto que el fenómeno de las plantas sociales se observa principalmente en las zonas templadas, también los trópicos nos ofrecen algunos ejemplos. En las planicies elevadas de los Andes, a tres mil metros de altura sobre el océano, crecen reunidos el *brathis juniperina*, el *jarava* (género de gramíneas inmediato al *papporophorum*), la *escallonia myrtilloides*, muchas especies de *molina* y sobre todo la *touretia*, cuya médula sirve de alimento al indio indigente, comida que a menudo le disputan los osos. En los llanos que separan el río de las Amazonas del Chinchipe, se ven reuniones de *croton argenteum*, *bougainvillea* y *godoya*, y en las sabanas del Orinoco las palmeras *mauritia*, algunas sensitivas y las *kyllingias*. En el reino de la Nueva Granada, las *bambusas* y *heliconias* presentan igualmente fajas uniformes que ningún otro vegetal interrumpe, mas estas asociaciones de plantas de la misma especie, no son ni tan extensas ni tan comunes como en los climas de la zona templada.

La geología examina detenidamente la estructura de las costas, los bajíos del océano, y la identidad de los animales que habitan dos continentes vecinos para calcular si estuvieron o no reunidos. La geografía de las plantas suministra materiales preciosos para este género de indagaciones, porque puede hacer reconocer hasta cierto punto, las islas que, reunidas en otro tiempo, se han separado después, y anuncia que la separación del Africa y de la América meridional se hizo antes del desarrollo de los seres organizados. Esta misma ciencia manifiesta cuáles son las plantas comunes al Asia Oriental y a las costas de Méjico y de la California, y si hay algunas que existen en todas las zonas y a todas las alturas sobre el nivel del mar. Auxiliados por la Geografía de las plantas podemos retroceder con alguna certeza hasta el primer estado físico de la tierra, y decidir si, después de haberse retirado las aguas, cuya presencia, abundancia y oscilaciones se descubren en las rocas conchíferas, toda la superficie de la tierra se cubrió de vegetales diversos, o si, conforme a las tradiciones de todos los pueblos, el globo terrestre, restituído a su estado tranquilo, no produjo plantas sino en una sola región, de donde con el transcurso de los siglos y ayudadas por las corrientes del mar, han pasado con marcha progresiva hacia las zonas más remotas de su común y primitiva situación. Ella averigua si en la inmensa variedad de vegetales se halla arbitrio para descubrir algunas formas primitivas, y si su diversidad específica puede ser efecto de la degeneración del prototipo original, en la cual las variedades casuales se han convertido en constantes.

Si yo me atreviera a deducir consecuencias generales de los fenómenos que he observado en los dos hemisferios, diría que los gérmenes de los criptógamos son los únicos que la naturaleza desarrolla espontáneamente en todos los climas. El *dieranum scoparium* y el *polytrichum commune*, la *verrucaria sanguinea* y la *verrucaria limitata* de Scopoli crecen en todas las latitudes, en Europa como en el Ecuador, y no solamente sobre las más altas cadenas de montañas sino también al nivel del mar, siempre que puedan disfrutar de sombra y de humedad.

En las márgenes del Magdalena, entre Honda y la Egipciaca, en un terreno llano en donde el termómetro se sostiene casi constantemente en 28° a 30°, al pie de los *macrocnemum* y de los *ochroma*, los musgos forman una pelusa tan verde y tan hermosa como la que presentan en Noruega. Si otros viajeros han asegurado que los criptógamos son muy raros entre los trópicos, puede explicarse el hecho por la circunstancia de no haber visitado sino costas áridas e islotes cultivados, sin penetrar suficientemente en el interior de los continentes. A todas latitudes se encuentran líquenes de la misma especie, su forma parece tan independiente de la influencia de los climas como la naturaleza de las rocas sobre las cuales viven, mientras que todavía no conocemos ninguna planta fanerógama cuyos órganos sean bastante flexibles para acomodarse a todas las zonas y a todas las alturas, y no es cierto que la *alsina media*, la *fragaria vesca* y el *solanum nigrum* gocen de esta ventaja que hasta aquí sólo parece reservada al hombre y a algunos mamíferos que le rodean. La fresa de los Estados Unidos y la del Canadá difieren de la de Europa. Mr. Bonpland y yo creímos haber visto de estas últimas en el paso del Quindío sobre la Cordillera Central de los Andes entre el Magdalena y el Cauca. En medio de estas selvas solitarias compuestas de *stirax*, de pasifloras arbóreas y de las palmeras que producen la cera, no es posible sospechar que la mano del hombre o las aves hayan podido diseminar allí estas plantas, mas quizá, si hubiéramos logrado ver las flores, habríamos reconocido que eran tan específicamente diferentes del *fragaria vesca* como el *fragaria elatior* difiere del *fragaria virginiana* por caracteres apenas perceptibles. Una cosa podemos afirmar, y es, que en los cinco años en que hemos herborizado en los dos hemisferios, no hemos recogido ninguna planta europea espontáneamente producida por la tierra en la América meridional. Sin embargo, nuestro conocimiento de lo interior de los continentes es todavía tan imperfecto, que la prudencia nos aconseja abstenernos de toda consecuencia general, de miedo de incurrir en el error de los geólogos que construyen el globo entero tomando por modelo las colinas que de más cerca los rodean.

Para decidir el gran problema de la traslación de los vegetales, descendi la *Geografía de las plantas* a lo interior del globo, con el fin de consultar

allí los monumentos antiguos que nos presenta la naturaleza en las petrificaciones, en las maderas fósiles y en las capas de carbón de tierra, que son el sepulcro de la primitiva vegetación de nuestro planeta. Descubriendo frutos petrificados, palmas, helechos arbóreos, scitamineas y la *guadua* (bam-bou) (1) de los trópicos sepultados en las tierras heladas del Norte, considera si estas producciones de las Indias, lo mismo que los huesos de elefante, tapir (danta) y cocodrilo hallados con frecuencia en Europa, pudieron ser transportados a los climas templados por la fuerza de las corrientes en un mundo anegado, o si en otro tiempo estos mismos climas alimentaron aquellos habitantes de los trópicos: pero puede admitirse que ha habido grandes variaciones en la temperatura del aire, sin recurrir a mudanzas en el lugar de los astros, o a movimientos que son poco verosímiles en el eje de la tierra. Si los fenómenos más patentes de la geología nos indican claramente que toda la corteza de nuestro planeta fue primitivamente líquida; si la estratificación y la diferencia de las rocas nos manifiestan que la formación de las montañas y la cristalización de las mayores masas en torno de un núcleo común, no se efectuó al mismo tiempo sobre toda la superficie del globo; no podrá tampoco negarse que la transición del estado líquido al estado sólido ha debido necesariamente dejar en liber-

(1) La *guadua*, esta preciosa producción de los trópicos, que representa con las gramíneas el mismo papel que el elefante respecto de los cuadrúpedos, esta planta colosal y majestuosa, sobre la cual se ha escrito tanto, ha sido hasta hoy absolutamente desconocida de los botánicos. El célebre Mutis, a pesar de haber residido largo tiempo en las selvas ardientes de Mariquita, y a pesar de los esfuerzos que hizo por conocer su fructificación, no la vio hasta 1805. En esta época, por una feliz casualidad, la hallé florida en el valle de Neiva, a orillas del Magdalena. La describí, la diseñé y formé esqueletos completos de esta grama. Sobre estos materiales se delineó la grandiosa lámina que debe enriquecer la *Flora de Bogotá*. Este botánico experimentado y sabio, la reconoció por su género nuevo, y la separó del *tabaxir*, *mambó*, *arundo*, etc., a que se creyó pertenecer. La nombró *bambusa* de la palabra *bambou*, bajo de cuyo nombre se conocía. En nuestras excursiones botánicas, creemos haber reconocido tres especies diferentes en el nuevo género *bambusa*, y ahora presentamos el carácter genérico y específico, reservando una amplia descripción y la historia de esta planta preciosa para el primer fascículo de la *Flora de Bogotá*.

BAMBUSA. FLOR. BOGOT.

Gluma 0.

Calix bi-valvis, alvis muticus, inaequalibus persistentibus; exterior carinata, acuta, interiori pauce longior: interior fornicata, sen calceoli forman aemulans.

Stamina 6, hypogyna: filamenta capillaria, calice longiora, debiles: Antherae incumbentes, basi et apice bifurcae.

Germen oblongum, basi squamulis tribus conspicuis, germine majoribus cinctum: stylis 3, aut stylus profunde 3 fidus: stigmata plumosa, longitudine calicis.

Semen unicum, valva calicis intina tectum.

Culmus procer, 6-8 pollicum diametri, 45-60 pedes altus, erectus, cylindricus, fistulosus, articulatus: coma pyramidalis, apice nutans: e quovis articulo stipulam ovatam, culmum cingentem coriaceam, desciduum profert. Rami, in articulis superioribus, alteri, articulati. Folia alterna, in singulo culminodo, simplicia, vaginantia, et vagina fissill. Flores spicati. Spicae lineares, geminati, terminales.

Habitat in N. R. Granatensis humidis, calidioribus, et temperatis.

Bambusa inermis: Culmus cylindricus inermis.

Bambusa aculeata: Culmus aculeatus.

Bambusa lineata: Culmus lineis longitudinalibus luteis, viridibusque pulchre variegatus.

tad una inmensa cantidad de calórico y aumentar por cierto tiempo la temperatura de una región sin que en ello haya tenido parte alguna el calor del sol, ¿mas podrá acaso admitirse que este crecimiento local de temperatura ha durado el tiempo suficiente para que puedan haberse verificado los fenómenos que de esta manera se pretenden explicar?

Las variaciones observadas en la luz de los astros han podido autorizar la sospecha de que el que ocupa el centro de nuestro sistema ha experimentado también variaciones análogas, y de que el aumento de intensidad de los rayos solares haya sido suficiente en determinadas épocas para elevar la temperatura de las zonas polares, hasta la que actualmente tiene la zona tórrida. Estas variaciones que harían de la Laponia un país habitable para las plantas equinoxiales, para los elefantes y los tapires, ¿son por ventura periódicas?, ¿o son efecto de causas pasajeras perturbadoras de nuestro sistema planetario? Así es que la *Geografía de las plantas* lleva su antorcha luminosa hacia la historia del globo primitivo, sirve de base a la geología, y ofrece a la imaginación del hombre un espectáculo tan interesante como rico.

Los vegetales, tan análogos a los animales por la irritabilidad de sus fibras y por los estimulantes que las excitan, se diferencian esencialmente de ellos por su movilidad. La mayor parte de los animales no dejan a su madre hasta que son adultos, mientras que las plantas, fijadas al suelo desde el momento de su desarrollo, sólo pueden viajar cuando están contenidas en el huevo, cuya estructura favorece estos movimientos. Las corrientes, los vientos y las aves, no son los únicos agentes que sirven para la propagación de los vegetales en la superficie de nuestro planeta: el hombre es el que principalmente se ocupa de esto. Luego que sale de la vida vagabunda, reúne alrededor de sí los animales y las plantas más útiles para su alimento y para su vestuario. Esta transición de la vida errante a la agricultura es tardía en los pueblos del norte. En las regiones equinoxiales, entre el Orinoco y el Amazonas, lo cerrado de las selvas dificulta la cacería y obliga a los salvajes para subsistir a cultivar algunas plantas de *jatropha*, de plátano y de *solanum*. La pesca, los frutos de ciertas palmeras y estos pequeños campos cultivados (si merecen tal nombre las reuniones de un corto número de vegetales), forman la base del alimento de muchos indios de la América meridional. En dondequiera la naturaleza del clima y del suelo que pisa modifican los hábitos del hombre, y sin estas modificaciones sería imposible distinguir los primeros habitantes de la Grecia de los Beduinos pastores, y éstos de los indios del Canadá. Algunas plantas, que son el objeto de la jardinería y agricultura, acompañan al hombre desde un extremo al otro de la tierra. Así, en Europa, ha seguido la viña a los griegos, el trigo a los romanos, el algodón a los árabes; y en América, el

maíz acompañó a los aztecas, las patatas (1) a los peruanos, y la quinoa a los habitantes de la antigua Cundinamarca.

La traslación de estas plantas es evidente, pero su primera patria es tan desconocida como la de las diferentes razas de hombres que hallamos ya habitando todas las porciones del globo en las más remotas épocas de que la tradición nos conserva la memoria. Al oriente y al sur del Mar Caspio, en las orillas del Oxo, en la antigua Cólchida, y principalmente en la provincia de Curdistán, cuyas altas montañas se mantienen perpetuamente cubiertas de nieve (lo que supone más de tres mil metros de elevación), la tierra produce limones, granadas, cerezas, peras y los demás frutos de los árboles frutales que cultivamos en nuestros jardines. Ignoramos si ésta fue su cuna, o si, cultivados en remotos tiempos, se han hecho silvestres con el transcurso de las edades y su existencia sólo prueba en favor de la antigüedad de la agricultura en aquellas regiones. Estas fértiles comarcas, situadas entre el Mar Caspio, el Ponto Euxino y el golfo Pérsico son las que han dotado a la Europa de productos más preciosos. El nogal nos vino de la Persia junto con el durazno; el albaricoque de la Armenia; el Asia Menor nos envió la higuera, el peral, el granado, el olivo, el ciruelo y la morera. Los romanos del tiempo de Catón no conocían todavía ni las cerezas, ni los duraznos, ni las moras. Hesíodo y Homero mencionan ya el olivo cultivado en Grecia y en las islas del Archipiélago. Bajo el reinado de Tarquino el Viejo, no se conocía, sin embargo, todavía este árbol ni en Italia, ni en España, ni en Africa. En el consulado de Apio Claudio, el aceite era muy escaso en Roma, y ya en tiempo de Plinio el olivo había pasado a Francia y a España. La viña que hoy cultivamos con tanta extensión, tampoco es originaria de la Europa: se cría espontáneamente en las riberas del mar Caspio, en Armenia y en Caramania. Del Asia fue transplantada a Grecia y de allí a Sicilia. Los focos la llevaron a la Francia meridional, y los romanos la sembraron en las orillas del Rin. Las especies de *vitis* que se hallan silvestres en la América septentrional y que dieron su nombre (*winenland*) a la primera parte del Nuevo Continente que los europeos descubrieron, son muy diferentes de nuestra *vitis vinífera*.

En uno de los carros que adornaban el triunfo de Lúculo, se veía un cerezo cargado de fruta, y fue el primero de esta especie que llegó a Italia. El dictador había mandado arrancarlo en la provincia del Ponto, después de su victoria sobre Mitridates. En menos de un siglo después, ya el cerezo se había propagado en Francia, Alemania e Inglaterra. De esta manera es que el hombre muda a su arbitrio la vegetación de la superficie del globo, y reúne alrededor de sí las plantas de los climas más apartados. Un pedazo de tierra cultivada en las

(1) Son las papas del Perú, y las turmas del Nuevo Reino de Granada.

colonias europeas de las dos Indias, presenta reunidos el café de la Arabia, la caña dulce de la China, el añil de Africa y muchos otros vegetales procedentes de ambos hemisferios. Esta mezcla de producciones variadas se hace más interesante porque representa a la imaginación del observador la sucesión de acontecimientos que esparcieron la raza humana sobre el globo de cuyas producciones se hizo dueña. Así es que el hombre, inquieto y laborioso, al recorrer las diferentes comarcas de la tierra, ha compelido a cierto número de vegetales a habitar en todos los climas y alturas; mas este imperio sobre los seres organizados no ha podido desnaturalizar su estructura primitiva. La patata cultivada en Chile a 3.600 metros de altura, tiene la misma flor que la que se ha introducido en Siberia, y la cebada con que se alimentaban los caballos de Aquiles, era sin duda la misma que hoy sembramos, porque las formas características de los vegetales y de los animales que nos ofrece la superficie actual del globo parece que no se han mudado desde las épocas más remotas. El ibis sepultado en las catacumbas de Egipto, ave casi tan antigua como las pirámides, es idéntico con el que se observa hoy todavía pescando en las orillas del Nilo. Esta identidad prueba evidentemente que las reliquias colosales de animales fósiles que se encuentran en las entrañas de la tierra, no pertenecen a variedades de las especies que hoy viven, sino a un orden muy diferente del actual y demasiado antiguo para que de él se ocupen las tradiciones.

Cultivando ciertas plantas favoritas con esmero, el hombre las hace dominar sobre las que espontáneamente produce el suelo, mas esta preponderancia tan opuesta a los deseos del botánico, sólo se observa en una porción muy reducida de la tierra en donde la civilización (y con ella la población, su consecuencia necesaria) ha crecido y se ha perfeccionado. En los países inmediatos al ecuador, el hombre es demasiado débil para domar una vegetación que esconde por dondequiera el suelo, sin dejar aparente otra cosa que el océano y los ríos, vegetación que lleva en sí misma cierto sello de majestad agreste, al lado del cual parecen impotentes todos los esfuerzos de la agricultura.

El origen y la primera patria de estos vegetales tan útiles al hombre y que le siguen desde las épocas más remotas, es un secreto tan impenetrable a las indagaciones del naturalista, como la mansión primera de todos los animales domésticos. No sabemos cuál es la patria de las gramíneas que forman el principal alimento de las razas Mongola y Cáucasa, ni qué región produjo espontáneamente los cereales, el trigo, la cebada, la avena y el centeno. Se cree que los romanos no cultivaron esta última gramínea. Algunos aseguran haberse encontrado cebada silvestre en las orillas del Samara en Tartaria, el *triticum spelta* en Armenia, el centeno en Creta, el trigo en Baschiro en Asia, pero estos hechos no parecen bien averiguados, porque es fácil equivocarse creyendo que son plantas

espontáneas las que huyendo del hombre han recobrado su primitiva independencia. Es sabido que las aves que devoran los granos de los cereales los diseminan fácilmente en los bosques. Las plantas que constituyen la riqueza natural de todos los habitantes de los trópicos, como el plátano, el *carica papaya*, el *jatropha manihot* y el maíz, no se han hallado jamás silvestres. Algunas he visto dispersas en las márgenes del Casiquiare y del Ríonegro, mas esto depende de que el indígena salvaje de estas regiones, melancólico y desconfiado, se complace en desmontar y cultivar campos reducidos en los lugares más solitarios, los cuales abandona después con la misma facilidad. El terreno se cubre entonces de maleza, y las plantas que había sembrado, parecen naturales del bosque. La patata, planta bienhechora sobre la cual se funda en mucha parte la subsistencia de la población en los países más estériles de la Europa, está en el mismo caso que el plátano, el maíz y el trigo. De las averiguaciones que hice cuidadosamente en América, resulta que ningún viajero la ha encontrado silvestre, ni en las montañas del Perú, ni en el Reino de la Nueva Granada, donde esta planta se cultivaba con el *chenopodium quinoa* (1). La extensión de la agricultura, sus objetos diversificados según el carácter, según las costumbres, y frecuentemente según las imaginaciones supersticiosas de los pueblos, la influencia del alimento más o menos estimulante sobre la energía de las pasiones, la historia de las navegaciones y de las guerras emprendidas para conseguir producciones del reino vegetal, son otras tantas consideraciones que ligan la *Geografía de las plantas*, con la historia política y moral del hombre.

Estas relaciones bastarían, sin duda, para probar la importancia y extensión de la ciencia cuyos vastos límites describo. Pero el hombre, sensible a las obras de la imaginación, se complace en hermanar la *Geografía de las plantas* con las producciones de la fantasía. La contemplación de la naturaleza, la vista de los campos y de los bosques causa una dulce sensación, muy diferente de la impresión que hace el estudio particular de la estructura de un ente organizado. En éste, el pormenor es el que interesa y alimenta nuestra curiosidad; y en aquélla, son las grandes masas las que agitan nuestra imaginación. ¡Qué efecto tan diferente produce el verdor fresco de un prado rodeado de algunos grupos de árboles esparcidos, y el de un espeso bosque de pinos o de encinas! ¡Qué contraste tan visible entre las selvas de las zonas templadas, y las del ecuador, donde los troncos desnudos de las palmas se elevan sobre los del *cassubium* (2)

(1) El P. Molina, en su historia natural de Chile, asegura que las patatas se producen espontáneamente, pero que son entonces más pequeñas y de sabor algo amargo. Los indios llaman a este *solanum tuberosum silvestre*, *maglia*.

El Dr. Eloy Valenzuela encontró también en la provincia de Pamplona la misma planta. Sería de desear que, cultivándola con esmero, se averiguase si es capaz de perfeccionarse y llegar al estado de las patatas comunes.—A.

(2) Es el *anacardium occidentale* de Linc. Mr. de Jussieu (Antonio Lorenzo) cambió este nombre en el de *cassubium* de

las cuales están entretejidas con bejucos floridos, y representan un pórtico soberbio en los aires! ¿Cuál es la causa psicológica de estas diferentes sensaciones? ¿Es acaso la intensidad o la magia de los colores vegetales, o el tamaño de las masas, o el contorno de las formas, o el hábito de los vegetales los que las causan? ¿Cómo influye este hábito o aspecto de una naturaleza más o menos rica en las costumbres y principalmente en la sensibilidad de los pueblos? ¿En qué consiste el carácter de la vegetación de los trópicos, y cuál es la diferencia de fisionomía que distingue las plantas del África de las del Nuevo Continente? ¿Qué analogía de formas une a los vegetales alpinos de los Andes con los de los Pirineos? Hé aquí un cúmulo de cuestiones importantes que debe resolver la *Geografía de las plantas*... Entre la gran variedad de vegetales que cubren la corteza pétrea de nuestro planeta, se distinguen con facilidad algunas formas generales, a las cuales se reducen casi todas las demás que presentan un conjunto de familias o grupos más o menos análogos entre sí. Tal es la forma de las scitamíneas (*musca, heliconia, estrelitza*), la de las palmas, helechos arbóreos (*arum, pothos, dracontium*), de los ágaves (*yucca, aloe*, algunas *euphorbias pourretia*), de los pinos (*taxus pinus*) y todas las acetosas, de los tamarindos (*mimosa, gleditzia, porteria*) de los bombax (*sterculea, hibiscus, ocroma, cavaniillesia*), de las opuncias (*cactus*), de las gramíneas, la de los bejucos y enredaderas (*vitis, paullinia*), la de las orquídeas (*epidendrum scrapia*), la de las casuarinas (*equisetum*), los musgos, los líquenes. Estas divisiones no tienen relación alguna con las que hace el botánico clasificador, según principios muy diferentes. En aquélla no se atiende a otra cosa que a los grandes contornos que determinan la fisionomía de la vegetación y la analogía de impresión que recibe el contemplador de la naturaleza, mientras que la botánica descriptiva reúne las plantas según la afinidad que presentan las partes más pequeñas pero las más esenciales, cuales son las de la fructificación. En la belleza absoluta de las formas enunciadas, en la armonía y contrastes que nacen de su conjunto, consiste lo que se llama carácter de la naturaleza en tal o tal región. Algunas formas, a la verdad las más bellas (*las de las scitamíneas, palmas, guaduas*), faltan absolutamente en las zonas templadas. Otras, por ejemplo, la de los árboles de hojas pinadas, son muy raras y menos elegantes en ellas; las especies arborescentes, más pequeñas y menos cargadas de flores agradables a la vista; la frecuencia de las plantas sociales de que hemos hablado, y la cultura del hombre, hacen el aspecto de aquellas regiones más monótono. Bajo de los trópicos, por el contrario, se ha complacido la naturaleza en reunir todas las formas, y aunque a primera vista parece que falta la de los pinos, no

Rumphio. Este es el acajou, el *kapamaba* de la India y nuestro *marañón*.

obstante, en los Andes de Quindío y en las selvas templadas de Loja y de Méjico, hay cipreses y pinos. Las formas vegetales, en las inmediaciones del ecuador, son por lo general más majestuosas y admirables, sus masas son mayores, el barniz de las hojas más lustroso, el tejido de la parenquima más laxo y succulento, los árboles más elevados están adornados constantemente con flores más vistosas y más olorosas que las de las herbáceas de las zonas templadas. La corteza quemada de los troncos antiguos, forma un hermoso contraste con el tierno verdor de los pothos y orquídeas, cuyas flores imitan la forma del plumaje de los pájaros que chupan su néctar. No obstante los trópicos no presentan la extensión de prados esmaltados de ranúnculos (1), germaneas que adornan las riberas de los países del Norte. Allí no se conoce aquella dulce sensación de una primavera que despierta la vegetación y rejuvenece a la naturaleza. La mano de Flora, igualmente benéfica para todos los entes, ha reservado para cada región ciertos dones particulares. Un tejido de fibras más o menos laxo, según la presión del aire atmosférico, el grado de calor y de irritabilidad de los órganos, los colores vegetales más o menos intensos según la combinación química de los elementos y la fuerza estimulante de los rayos solares, es lo que caracteriza las diferentes zonas de nuestro globo. La inmensa altura a que se elevan las tierras inmediatas al ecuador, da a los habitantes de los trópicos el espectáculo curioso de vegetales cuyas formas son idénticas con las de la Europa.

El plátano hermosea los valles de los Andes; más arriba campea el árbol benéfico que nos ofrece en su corteza el febrífugo más pronto y más eficaz. En esta región templada de las quinas, y más arriba en la de las escalonias, crecen las encinas, los pinos y otros árboles del género *berberis*, *alnus*, *rubus*, y muchos otros que se creían peculiares a los países del Norte. Así el habitante de las regiones equinoxiales conoce todas las formas vegetales que la naturaleza ha colocado en su país favorecido, y la tierra ostenta a sus ojos un espectáculo tan variado como el que le presenta la bóveda azul del cielo, en la cual no hay constelación que se le oculte.

De tales ventajas no disfrutaban los pueblos de la Europa, porque las plantas lánguidas y enfermizas que el amor de las ciencias o los caprichos de un lujo refinado hace que se cultiven en las estufas, apenas les presentan la sombra de la majestad de las plantas equinoxiales, y aún muchas de sus formas permanecen para ellos desconocidas; pero la cultura y riqueza de sus idiomas, la imaginación y sensibilidad de sus poetas y pintores, les ofrecen un manantial inagotable de compensaciones. Las artes de imitación nos manifiestan el cuadro variado de las regiones ecuatoriales, y en

(1) Las praderías de Quito, Cayambe, Turubamba, Ibarra, Guaca, etc., etc., están cubiertos de una especie de ranúnculo tan abundante, que en algunas partes inutiliza los pastos, y es necesario arrancarlo.

Europa el hombre situado en una costa árida puede, sin embargo, gozar con el pensamiento del aspecto de las más distantes comarcas, y si su alma es sensible a las obras del arte, si su entendimiento ha sido cultivado para poder elevarse a la contemplación de los grandes problemas de física general, desde el fondo de su soledad y sin apartarse de su hogar, se apropia todo lo que el intrépido naturalista ha descubierto recorriendo los aires y el océano, penetrando en las más hondas cavernas, o trepando a las cúspides nevadas. De esta manera es que las luces influyen principalmente sobre nuestra dicha individual, haciéndonos vivir a un tiempo en lo presente y en lo pasado, reuniendo en torno de nosotros cuanto ha producido la naturaleza en los climas más diversos, e iniciando nuestras relaciones con todos los pueblos de la tierra. Fundándonos en los descubrimientos hechos, podemos lanzarnos en el porvenir, y adivinando las consecuencias de los fenómenos observados, fijar para siempre las leyes a que la naturaleza está sujeta. Estas indagaciones nos preparan un cúmulo de goces intelectuales, y, lo que es más, la libertad moral que nos abroquelamos contra los reveses de la fortuna y nos proporciona un abrigo seguro contra toda influencia externa.

* * *

CUADRO FÍSICO DE LAS REGIONES ECUATORIALES FORMADO SOBRE LAS MEDIDAS Y OBSERVACIONES HECHAS EN LOS MISMOS LUGARES, DESDE LOS 10° DE LATITUD BOREAL HASTA LOS 10° DE LATITUD AUSTRAL, EN LOS AÑOS 1799, 1800, 1801, 1802 Y 1803.

El aspecto del suelo y la serie de fenómenos físicos que presenta la atmósfera, varían gradualmente desde el nivel del mar hasta la cima de las más altas montañas. A las plantas que crecen en las llanuras bajas suceden otras de muy diferente especie; las leñosas desaparecen poco a poco para dar lugar a las herbáceas y alpinas, y últimamente no se encuentran sino gramíneas y criptógamos. Ya en la región de las nieves permanentes el reino vegetal está representado sólo por algunos líquenes que cubren las rocas. Las formas de los animales varían también con el aspecto de la vegetación, los mamíferos que habitan en los bosques, las aves que animan los aires y hasta los insectos que roen las raíces de las plantas, todo cambia según la altura del suelo, y aún la naturaleza de las rocas que lo componen varía también para el observador atento que se aleja del nivel del mar. En algunas partes las formaciones recientes que cubren el granito en los llanos no pasan de cierta altura, y esta roca primitiva que sirve de base a las demás y que constituye el interior de nuestro planeta hasta los lugares más profundos a que el hombre ha podido penetrar, se deja ver otra vez.

En otros lugares las formaciones modernas ocultan siempre las rocas cristalinas y a una altura

de más de 4.000 metros sobre el nivel actual del océano, se hallan bancos de conchas y de corales petrificados. Con frecuencia se advierte la cumbre de las montañas más elevadas coronada de pequeños conos de basalto, de roca verde (Grünstein) y de exquisito pórfido, fenómeno que da mucho qué pensar al geólogo, que ve variar las apariencias del suelo según su mayor o menor altura, como el naturalista las plantas y los animales. El aire mismo, esta mezcla de flúidos gaseosos que rodea nuestro planeta y cuya extensión nos es desconocida, nos ofrece también diferencias no menos notables. Si nos alejamos del nivel del océano, la temperatura del aire y su presión disminuyen, mientras que su sequedad y su tensión eléctrica aumentan; el color azul del cielo es más subido en razón de la mayor altura, y ésta influye también sobre la disminución de la gravedad y del grado de calor que adquiere el agua que hierve, como sobre la intensidad de los rayos solares que atraviesan la atmósfera y sobre las refracciones que éstos sufren cuando en ella penetran. El viajero, alejándose así del centro de la tierra, en una proporción mínima en verdad si se compara con el radio de nuestro globo, se halla con sorpresa grande colocado en un mundo nuevo y descubre en el aspecto del suelo y en las modificaciones de la atmósfera mayores alteraciones que si hubiera pasado a otras latitudes. Es cierto que las mismas variaciones se advierten en todas las regiones en que la naturaleza ha formado cadenas de montañas o planicies elevadas sobre el nivel del océano, mas ellas son menos grandes en las zonas templadas que en las inmediaciones del ecuador, en donde las cordilleras se levantan a cinco y seis mil metros de altura y en donde cada región disfruta de un temple uniforme y constante. Contiguos al polo boreal se hallan algunos grupos de montañas casi tan colosales como las del Reino de Quito cuya existencia han explicado algunos por la rotación de la tierra. Citaré entre otros el monte San Elías en la costa de la América opuesta al Asia por los $60^{\circ} 21'$ de latitud boreal, que tiene 5.512 metros de altura, el pico de Buen Tiempo, por los 59° de latitud boreal, con 4.547 metros de altura (1).

En nuestra latitud media de 45° el Monte Blanco se eleva a 4.754 metros. Mas en las regiones boreales, en la zona templada, a 45° , el límite de las nieves permanentes, que es al propio tiempo el límite de toda organización, no pasa de 2.533 metros sobre el nivel del mar. De aquí resulta que la naturaleza no tiene para desarrollar la serie de los cuerpos organizados, sino la mitad del espacio de que puede disponer entre los trópicos, en donde la vegetación no cesa hasta los 4.793 metros de altura vertical. Fuera de esto se ha de considerar que en nuestras latitudes boreales la oblicuidad de los rayos solares y la duración desigual de los días aumentan en tanto grado el calor del aire en las

montañas, que muchas veces no puede percibirse diferencia entre el calor de las llanuras y el que reina a 1.500 metros de altura; y este es el motivo porque muchas plantas crecen al pie de los Alpes y sobre su cumbre. Como han soportado los rigores del frío en lo llano, así los sufrirán en los meses de otoño en las montañas. Por esto es que se ven también algunas plantas alpinas de los Pirineos en los valles inferiores; nada tienen que extrañar en ellos el calor al cual están sujetas por algunos meses en mayores alturas.

No sucede así entre los trópicos, en el vasto espacio de 4.800 metros de extensión vertical que comienza en la superficie del océano y acaba en las nieves permanentes, en donde los climas se suceden como capas sobrepuestas las unas a las otras, en cada una de las cuales la temperatura es casi constante y donde la presión atmosférica, el estado higroscópico del aire, su carga eléctrica, siguen las leyes inalterables y tanto más fáciles de descubrir cuanto que los fenómenos son menos complicados. De semejante orden de cosas resulta que como cada altura entre los trópicos está sujeta a condiciones particulares, también ofrece producciones que varían según la naturaleza de estas circunstancias; y por esto es que en los Andes de Quito, en una faja de 2.000 metros de anchura, se advierte mayor variedad de formas que en una faja situada del mismo modo en el declivio de los Pirineos.

Me he propuesto reunir en un solo cuadro el conjunto de los fenómenos físicos que nos presentan las regiones equinoxiales desde el nivel del mar del sur hasta la cima más elevada de los Andes. Este cuadro indica:

La vegetación. Los animales. Los fenómenos geológicos. La cultura. La temperatura del aire. El límite de las nieves permanentes. La constitución química de la atmósfera. La tensión eléctrica. La presión barométrica. La disminución de la gravedad. La intensidad del color azul del cielo. El grado de extinción que padece la luz al atravesar las capas del aire. Las refracciones horizontales y el calor del agua que hierve, a diferentes alturas.

Para facilitar la comparación de estos fenómenos con los de las zonas templadas, he añadido muchas alturas medidas en diferentes puntos del globo y las distancias desde donde aquéllas pueden divisarse en alta mar, omitiendo, sin embargo, el cálculo de las refracciones terrestres. Puede mirarse este cuadro como el resumen de todas las cuestiones que he estudiado en el curso de mis viajes en los trópicos, y él presenta el resultado de un extenso trabajo de que me ocupo actualmente, en el cual se hallarán las explicaciones, que apenas he podido indicar en él. Me atrevo a pensar que este ensayo no solo será interesante en sí mismo por los objetos que comprende, sino porque sugerirá en el ánimo de los que se ocupan de física general algunas comparaciones y combinaciones favorables al progreso de esta ciencia, que constituye uno de los más hermosos ramos del saber humano

(1) Viaje al Estrecho de Fuca, por don Dionisio Galeano y don Cayetano Valdés, página 65. — H.

y en cuyo estudio no puede adelantarse sino examinando primero en detalle y después en conjunto los diversos fenómenos y las distintas producciones con que nos brinda la superficie del globo, porque, en este grande encadenamiento de causas y efectos, ningún hecho es fecundo si se le considera solo y aislado. El equilibrio general que reina en medio del cúmulo de perturbaciones aparentes, está fundado en la concurrencia de innumerables fuerzas mecánicas y de atracciones químicas que se contrapesan las unas a las otras y por tanto, si es menester considerar cada serie de hechos separadamente para averiguar las leyes particulares a que están sujetos, no es menos importante para el estudio de la naturaleza, que es el gran problema de la física general, el reunir todos los conocimientos que tratan de las modificaciones de la materia.

Llegué además a lisonjearme de que este cuadro no sólo haría nacer ideas nuevas de comparación en el entendimiento de las personas que se propusieran estudiar todos sus detalles, sino que sería también capaz, hablando a la imaginación, de procurarles algunos de los placeres que produce la contemplación de una naturaleza tan majestuosa como benéfica. En efecto, esa multitud de formas vegetales que se ostentan en el declivio de una de las cordilleras, esa variedad de estructura que se adapta al clima de cada altura y a su presión barométrica; ese manto de nieve perpetua que establece un dique inexpugnable a la vegetación, pero que en el ecuador se encoge, dejando un espacio de 2.300 metros de extensión mayor que en nuestros climas; esos fuegos volcánicos que se abren paso, ya por entre colinas bajas como en el Vesubio, o por alturas cinco veces mayores como en el Coto-paxi; esas conchas petrificadas que aparecen en las puntas de las montañas más elevadas como recuerdo de las grandes catástrofes que ha sufrido nuestro planeta; en fin, esas altas regiones del aire por entre las cuales ha penetrado un físico aeronauta animado del intrépido valor que inspira el celo más noble por las ciencias, he aquí objetos capaces de entretener nuestra imaginación y de elevarnos a las más sublimes contemplaciones. Quise así que un cuadro físico de las regiones equinoxiales se dirigiera al entendimiento y a la imaginación a la vez, a fin de que, no solamente interesara a los que se ocupan del estudio de las ciencias físicas, sino que inspirara gusto por el mismo estudio a los que no saben de cuántos placeres se privan no cultivando sus facultades mentales. No ignoro que este cuadro es bien imperfecto, y por lo mismo sólo lo presento como un ensayo, trabajado en medio de un cúmulo de ocupaciones heterogéneas y halagado por la idea de que el público lo recibirá con la misma indulgencia que mis otros escritos. Si las empresas nuevas que preparo me dejan tiempo, espero que podré ir mejorándolo sucesivamente, porque con las cartas botánicas acontece lo que con las que llamamos exclusivamente

geográficas y es que no se consigue que sean exactas sino a proporción que se aumenta el número de buenas observaciones.

Por la primera vez hice el diseño de este cuadro en el puerto de Guayaquil, por febrero de 1803, cuando de regreso de Lima por mar me preparaba a salir para Acapulco. Envié entonces una copia del primer bosquejo a Santa Fe de Bogotá, a M. Mutis, que me honra con su amistad. Nadie mejor que él podía juzgar de la exactitud de mis observaciones, y aún darles mayor extensión, comprendiendo en ellas las que él mismo ha hecho por espacio de cuarenta años en sus viajes en el territorio granadino. Este gran botánico, no obstante la distancia a que se halla de Europa, ha seguido los progresos de la física y observado con constancia los vegetales de los trópicos a todas las alturas; ha herborizado en las tierras bajas de Cartagena, en las orillas del Magdalena y sobre las colinas de Turbaco cubiertas de *gustavia augusta*, de *anacardium caracolí* y de *nectandra sanguinea*; ha vivido largo tiempo en la alta planicie de Pamplona, en los llanos de Mariquita y en los de Ibagué, cuyo cielo sereno y clima delicioso me han dejado los más agradables recuerdos; ha subido a las cumbres nevadas de los Andes, en cuyas inmediaciones vegetan el *escallonia myrtilloides*, el *wintera granatensis* y el *befaria*, que por la continua abundancia de sus flores debería llamarse la rosa alpina de estas comarcas. Ningún botánico ha estado en el caso de reunir mayor número de observaciones interesantes sobre la geografía de las plantas, que Mutis, por la multitud de medidas barométricas que ha practicado y que le han permitido apreciar con certeza la altura a que crecen las diversas plantas de la zona tórrida. Mr. Haenke, compañero del desgraciado Malaspina en sus navegaciones, debe haber hecho gran número de observaciones análogas a las mías. Este botánico infatigable vive hace más de diez años en la cadena elevada de los Andes de Cochabamba que liga las montañas del Potosí con las del Brasil. MM. Sesse y Mociño, que han traído a Europa las riquezas vegetales de Méjico, no habrán dejado tampoco de observar la variedad considerable de plantas que viven en el suelo de N. España, desde las costas de Yucatán y de Veracruz, hasta la cima nevada de Sitlaltepetl (pico de Orizaba) y de Popocatepec. Mi residencia en Méjico y en los Estados Unidos y otras circunstancias particulares me privaron de sacar el partido que habría deseado de los consejos de estos sabios distinguidos.

El diseño que hice en Guayaquil ha sido ejecutado en París en mayor escala por Mr. Schaeberger, que hace muchos años me honra con su amistad. Pero como sus ocupaciones no le permitieron poner este bosquejo en estado de poder grabarse, se encargó de darle la última mano Mr. Turpin, que disfruta de una reputación merecida como botánico y como pintor, y que ha dibujado esta geografía de las plantas con el buen gusto que carac-

teriza todas sus obras. Un dibujo como este, que por su naturaleza está sujeto a escala, no es susceptible de una ejecución pintoresca, porque lo que demanda una exactitud geométrica, deja de producir en pintura efectos agradables a la vista. Aunque no debería representarse la vegetación sino en masas semejantes a las que se advierten en una carta militar, he creído, sin embargo, que podría tomarme la libertad de dibujar un bosque de scitámíneas y de palmeras ostentando sus elevadas copas. Adviértese con facilidad en el cuadro el límite de cada región, las palmas se pierden poco a poco entre los demás árboles; éstos ceden su lugar a las plantas herbáceas, que insensiblemente dejan el campo libre a las gramíneas y criptógamos. Algunas personas de gusto delicado hubieran preferido quizá que todas las observaciones aparecieran cerca de las escalas que presenta el margen del cuadro, mas como en un trabajo de esta especie es preciso conciliar en lo posible (lo que no es fácil), dos intereses opuestos, que son el efecto agradable y la exactitud, toca al público el decidir si hemos conseguido vencer en parte las dificultades que se encuentran en la ejecución de obra semejante. El cuadro de las regiones ecuatoriales comprende los fenómenos físicos que presentan la superficie del globo y la atmósfera, desde los 10° de latitud boreal hasta los 10° de latitud austral. En razón de la grande diferencia que se nota, no sólo en las producciones de la tierra, sino también en los fenómenos meteorológicos, entre los 10° y los 23° de latitud (1), no creí que podía extender la zona del cuadro más cerca de los límites de los trópicos.

Resulta de mis operaciones geodésicas practicadas en Méjico, que aún por los 19° de latitud boreal el límite de las nieves permanentes no difiere sino de 200 metros del que se observa en el ecuador, puesto que alcanza a los 4.600 metros. En las inmediaciones de las zonas templadas, las corrientes que se establecen en la atmósfera, la dirección que siguen los vientos alisios, según el hemisferio en que soplan y otras causas que dimanen de la configuración de los continentes, dan a las regiones situadas por los 20° y 23° de latitud boreal, en su clima y en su vegetación, un carácter peculiar y distinto de lo que podría esperarse entre los trópicos. A una altura de 3.934 metros se ven todavía pinos en la N. España, y a 1.000 metros bajo el término de la nieve perpetua, hay todavía árboles gruesos hasta de un metro de diámetro, en tanto que por los 5° y 6° de latitud los árboles altos dejan de verse desde la altura de 3.508 metros. En la isla de Cuba el termómetro llega muchas veces al punto de congelación y se mantiene por algunos días y aún en la orilla del mar baja hasta los 7°, mientras que en Veracruz y en Santo Domingo, en latitudes algo más australes, nunca baja de 17°.

(1) En el curso de esta obra, cuando no se advierte lo contrario, se entiende hacerse uso del grado del termómetro centígrado y del metro, conservando sólo las antiguas divisiones del tiempo y de los grados de latitud.

En la ciudad de Méjico se ha visto caer nieve y también en la provincia de Michoacán; en Valladolid mismo, a pesar de que la altura de estas ciudades no excede de 2.264 metros la una y de 1.870 metros la otra, mientras que en el ecuador, hasta 4° de latitud no cae nieve sino en los lugares cuya altura pasa de 4.000 metros. Consideradas estas anomalías de la vegetación y del clima de las regiones que se aproximan a la zona templada, sería muy aventurado pretender reunir en un mismo cuadro los fenómenos que se presentan en toda la extensión de los trópicos. Luego que se sale fuera del 10° grado de latitud boreal o austral, ni el suelo ni la atmósfera tienen el carácter de las regiones ecuatoriales. Estas las he representado en un corte vertical que en dirección del este al oeste pasa por la cordillera alta de los Andes. Por un lado se distingue al occidente el nivel del mar del sur, que en estos parajes merece su nombre de océano Pacífico, porque desde el 12° de latitud austral hasta el 5° de latitud boreal, no turban su tranquilidad los vientos impetuosos, mas esta circunstancia sólo se advierte dentro de aquellos límites. Desde esta costa occidental hasta el pie de la cordillera, existe una llanura muy extensa de norte a sur, pero cuya anchura no excede de veinte a treinta leguas del occidente al oriente, éste es el terreno que forma el valle del Perú, el cual presenta al norte del cuarto grado y medio de latitud austral una vegetación tan rica y majestuosa, como árida y desnuda de plantas al sur de este paralelo. Allí el suelo cubierto de arenas graníticas, de conchas y de sal gema, manifiesta por dondequiera las señales de haber estado cubierto por las aguas del océano. En este valle, desde las colinas de Amotape hasta Coquimbo, los habitantes no han visto nunca llover ni tronar, mientras que al norte de estas colinas la lluvia es tan abundante como furiosas y frecuentes las tempestades. He hecho pasar el corte de la cordillera de los Andes por la cumbre más alta, que es el vértice del Chimborazo, situado a 1° 27' de latitud austral y a 0° 19' al occidente de la ciudad de Quito. Los académicos franceses sólo midieron aproximadamente esta altura. M. de la Condamine, que en su viaje ha consignado las más luminosas ideas sobre la geología y la física general, no da al Chimborazo sino como 6.274 metros de altura; el geómetra español don Jorge Juan le asigna 6.586; la diferencia entre estos dos cálculos es de 312 metros y por lo mismo demasiado considerable para no hacer alto en ella. La carta de las costas del Perú de Malaspina, que ha publicado el Depósito Hidrográfico de Madrid, da al Chimborazo 7.496 varas o 6.352 metros de altura. Yo practiqué cerca de la villa de Riobamba, en la grande llanura volcanizada de Tapia, una medida geodésica según la cual la altura del Chimborazo, suponiendo la refracción de $\frac{1}{14}$ del arco, sería de 3.640 metros sobre esta llanura, la cual está, según Mr. Gouilly (que ha calculado con la fórmula de Mr. Laplace mis observaciones baro-

métricas), a 2.896 metros sobre el nivel del mar, de manera que la altura total del Chimborazo llegaría a 6.536 metros; y si se hace uso de la nueva fórmula de refracción que Mr. Laplace ha calculado, mis medidas geodésicas se convierten en 3.648 metros y por tanto la altura total del Chimborazo es de 6.544 metros, número que se aproxima más al resultado de D. Jorge Juan que al de Mr. de la Condamine. Pero no hay que olvidar que este gémetra usaba quizás de la fórmula barométrica de Bouguer (1) y no hacía la corrección de la temperatura, y en este caso ha debido hallar una altura inferior a la mía de 180 metros. Además de esto, la diferencia de las suposiciones respecto de la altura del barómetro al nivel del mar, aumenta la divergencia en el cómputo de la elevación absoluta, porque las medidas practicadas en la cordillera de los Andes son necesariamente mitad geométricas y mitad barométricas, y esta complicación dificulta la comparación de dos operaciones calculadas sobre bases y métodos diferentes. Sin embargo las dimensiones considerables de mi base (1.702 metros), las precauciones que tomé para nivelarla y la naturaleza de mis ángulos, me parece que deben inspirar alguna confianza en el resultado de mi medida. La cúspide del Chimborazo es un gran segmento de círculo que tiene mucha semejanza con el aspecto del Monte-Blanco. No me ha sido posible figurarlo con exactitud en la lámina que acompaña esta obra, pero estoy preparando una vista pintoresca de esta montaña colosal cuyos contornos he medido con el sextante, y que algún día publicaré.

Detrás del Chimborazo se divisa en el cuadro un cono de 5.752 metros de elevación, que representa la cima del Cotopaxi. Su volcán y los del Tungurahua y del Sangay son los más activos de la provincia de Quito. Como llevo dicho, esta montaña es cinco veces más elevada que el Vesubio, que no tiene de altura sino 1.197 metros, pero no por esto debe suponerse que el Cotopaxi es el volcán más alto del mundo, el Antisana le precede; en este último nevado se descubren, a la altura de 5.832 metros, muchas bocas de las cuales he visto humear una en el año de 1802. En la realidad el Cotopaxi no se halla tan cerca del Chimborazo como aparece en el diseño. Si se hubieran querido conservar las distancias horizontales exactas, habría debido figurarse, en lugar del Cotopaxi, el volcán del Carguairazo, que se hundió el 19 de julio de 1698, y que está situado en la proximidad del Chimborazo.

(1) Las diferencias notables que se advierten entre las alturas que los académicos franceses y españoles asignan a las mismas montañas, y que son superiores a las que podrían resultar de la incertidumbre de la altura absoluta de la estación de Caraburu, hacen creer que el cómputo de la altura del Chimborazo se ha modificado a consecuencia de las diversas hipótesis del cálculo barométrico. Si por el contrario, como parece indicarlo un pasaje del tratado sobre la figura de la Tierra de Bouguer, la altura absoluta de todas las montañas depende de la medida geodésica de la pirámide de Ilinisa hecha desde Niguas, entonces todavía hay menos que extrañar estas diferencias, como lo manifestaré cuando en otro lugar discuta los errores que pueden cometerse en esta operación complicada.

zo. Mas, fuera de que el Carguairazo, que no ofrece sino las ruinas de su antigua grandeza, es hoy poco interesante, tenía por otra parte un motivo poderoso para preferir el Cotopaxi, cuyos bramidos subterráneos oí en el puerto de Guayaquil, mientras que estaba trabajando el primer bosquejo de mi cuadro. Desde aquel puerto al cráter del Cotopaxi (2) hay cuarenta y dos leguas marinas de distancia, y sin embargo las explosiones se oían como si fueran descargas de artillería. En el año de 1744, los bramidos de este volcán se oyeron hasta Honda y Mompox, a más de doscientas leguas de distancia. En esta proporción, si el Vesubio tuviera la misma intensidad de fuerza volcánica, el estallido de sus erupciones debería alcanzar hasta Dijon o hasta Praga. La altura del humo que despite el cráter, no está figurada arbitrariamente en el diseño. Para calcularlo me he conformado con el cómputo hecho por Mr. de la Condamine, que juzgó que las llamas en 1738 se elevaron a más de 900 metros sobre el vértice del volcán. Entonces fue que el Cotopaxi arrojó, como otros volcanes del Reino de Quito, inmensa cantidad de aguas cargadas de hidrógeno sulfurado y de arcilla carbonada mezclada con azufre, y peces muy poco alterados por el calor y que forman una especie nueva del género *pimelodus* (*pimelodus cyclopum*).

Parece superfluo indicar aquí que la proyección de la cordillera sólo está sujeta a escala en el sentido vertical, y que la misma escala no puede servir para las distancias horizontales, porque las montañas más altas aparecerían tan bajas, igualando las escalas, que al Chimborazo no le tocarían sino dos líneas de altura en un pliego en folio en el cual se quisiera figurar un terreno de doscientas leguas de largo, y la elevación del Vesubio sería totalmente nula en el mismo diseño; y para representar en la escala que he adoptado respecto de las alturas, no todo el perfil de la América meridional, sino el espacio solamente comprendido entre el mar del sur y el revés oriental de los Andes, sería menester una tira de papel de muchos metros. Tal es la razón porque no pueden igualarse, cuando se figura de perfil una porción considerable del globo, las escalas de altura y las de distancia; y por tanto no es posible dar una idea exacta de la configuración del terreno, pues todo parece más escarpado de lo que es realmente. No me faltarán ocasiones de discutir las ventajas y los inconvenientes de estas proyecciones en mi ensayo sobre la Pasigrafía mineralógica, o en el Atlas geológico que me propongo publicar luego que se terminen los cálculos de mis observaciones astronómicas y medidas geométricas.

En el cuadro se advierte que es menos empinado el lado oriental de los Andes que el occidental, y así es en efecto en la porción de la cordillera que he figurado en el corte, aunque estoy muy distante

(2) El cráter del Cotopaxi tiene cerca de 930 metros, el de Rucupichincha cerca de 1.463 metros de diámetro, el del Vesubio no pasa de 606 metros.

de creer que esta circunstancia sea tan general como lo han sostenido diversos físicos célebres, y entre ellos Buffon. En efecto, si consideramos cuán poco conocida es la cordillera de los Andes en su parte oriental, nos persuadiremos fácilmente de que pueden haberse confundido los ramos laterales de la cordillera con la alta cumbre que separa las inmensas llanuras del Beni, del Puruz y Ucayale, del valle angosto del Perú, y de que debemos ser cautos en decidir de un modo general sobre el declivio más o menos rápido de las pendientes de ambos lados. Cuando atravesé la cordillera de los Andes por el Páramo de Guamaní, en donde existen todavía a la altura de 3.300 metros las ruinas ciclópeas del palacio de los Incas; y cuando bajé hacia el río Amazonas, sabiendo luego de la provincia de Jaén de Bracamoros a Micuipampa, observé que bajo los 3° y 6° de latitud austral las cuevas orientales son más ásperas que las opuestas que caen al mar del sur. Mr. Haenke hizo en la provincia de Cochabamba y en las montañas fértiles de Chiquitos la misma observación. Muchos hechos podrían citarse en el hemisferio boreal que confirmarían el mismo reparo: sábese, por ejemplo, que al oriente de Bogotá, por el páramo de Chingasa, el descenso a los llanos de Casanare es punto menos que imposible.

Para indicar los valles angostos que sin duda se han formado por efecto de los terremotos en los Andes, he figurado una quiebra o barranca profunda en el declive oriental de la cordillera. Algunas de estas grietas son tan hondas, que el Vesubio, el Schneekoppe de Silesia y el Puy de Dome de Auvernia colocados en el fondo, no alcanzarían a igualar con sus cumbres las montañas que sirven de muros a estas maravillosas hendiduras. La de Chota en el Reino de Quito tiene de profundidad perpendicular 1.566 metros, la del río Cutacu en el Perú tiene más de 1.364, y sin embargo el nivel más bajo de estos valles está todavía elevado de otro tanto sobre el del océano. Su anchura no excede muchas veces de 1.200 metros, de manera que el geólogo se imagina ver inmensos filones que la naturaleza dejó de llenar de sustancias metálicas. Mr. Ramond calculó que la grieta de Ordesa, cerca del Mont-Perdú, tenía 896 metros de profundidad media.

A la extremidad más oriental del perfil se ven las costas del océano Atlántico, las llanuras del Pará y del Brasil, y para indicar que esta parte del diseño debería ser mucho más larga que el resto, se ha interrumpido esta inmensa llanura que riegan el Amazonas y el Río-Negro.

Hasta aquí sólo he manifestado los fenómenos geológicos que se descubren en la periferia de mi diseño. Pasemos ahora a lo interior, en donde he querido figurar la geografía de la vegetación equinoccial con toda la extensión que permiten los límites de una sola lámina. Los herbarios que Mr. Bonpland y yo trajimos como resultado de nuestras herborizaciones en los trópicos, encierran más

de seis mil especies, y como al mismo tiempo nos ocupamos de observaciones astronómicas y medidas geodésicas y barométricas, tenemos los datos suficientes para determinar con exactitud la posición de todas estas plantas, la extensión de la zona que cada especie ocupa, el máximo y el mínimo de su elevación, la naturaleza de la roca que les sirve de base y la temperatura en que viven. Conforme a estas observaciones, he situado en el cuadro, sin dejar el compás de la mano, el nombre de las plantas que la naturaleza hace nacer entre dos límites determinados. Cada nombre está escrito según la escala en metros que está al lado del diseño. Cuando la planta ocupa cierta extensión en el declive de la cordillera, el nombre de ella está escrito oblicuamente. Sólo se indica el nombre del género si todas las especies que él comprende crecen a la misma altura. Así es que la *escallonia*, la *wintera*, el *befaria* y el *brathys*, no se hallan en el ecuador sino en alturas considerables, mientras que el *aviccennia*, el *coccoloba*, la *coesalpinia* y *bombax*, aparecen únicamente en lugares poco más altos que el nivel del mar.

El espacio reducido en que he tenido que acumular todos estos resultados, no me ha permitido nombrar sino algunas especies; mas si el público acoge este ensayo con algún favor, lo ampliaré más tarde, publicando mapas especiales para los cuales tengo preparados abundantes materiales: porque me habría sido casi imposible indicar sin confusión en un cuadro general 150 especies de *melastoma*, 58 de *psychotria*, 38 *pasifloras* y más de 400 gramíneas que hemos traído de las regiones ecuatoriales, y de las cuales la mayor parte sin embargo vegetan sólo a cierta altura que la naturaleza les ha designado. Con frecuencia me he visto en la necesidad de repetir en muchos lugares el nombre de un mismo género cuyas especies ya crecen a 500, ya a 3.000 metros de altura. No me he atrevido a introducir en este cuadro un número considerable de géneros nuevos sobre los cuales tenemos todavía alguna incertidumbre que no hemos podido aclarar en el corto tiempo que hace estamos en Europa y por lo mismo sólo designo algunos vegetales curiosos que aparecerán en láminas muy en breve en los primero y segundo fascículos de nuestras *plantas equinoxiales*, tales son el *cusparia febrifuga* (árbol precioso del que se saca el *cortex angusturoe*, género nuevo, de hojas ternadas y alternas); el *matisia cordata* y la palma de cera (*ceroxylon andicola*), que ha sido descrito por Mr. Bonpland en una memoria particular.

A fin de fijar de un punto de vista más general y más digno de la física las ideas que deben tenerse de la estación de los vegetales, he dividido esta carta botánica en regiones, conforme a la analogía de las formas que se observan a diferentes alturas y he hecho grabar el nombre de estas regiones en caracteres más grandes, como se designan las provincias en las cartas ordinarias. Así es que, partiendo de lo interior del globo o de la profun-

didad de las minas hasta las cumbres heladas de los Andes, se ven en primer lugar la *región de las plantas subterráneas*, que contiene criptógamos de estructura singular, que Scopoli estudió el primero y sobre los cuales publiqué en 1790 una obra particular con este título: *Florae fribergensis prodromus, plantas cryptogamicas, prosertim subterraneas, recensens*. Estos criptógamos son específicamente diferentes de los que se hallan en la superficie del globo y parecen ser, como muchos de éstos, independientes del clima y de la latitud. Vegetan en una oscuridad profunda y perpetua, de sus especies están revestidos los muros de las cavernas y los maderos que sirven de apoyo a los trabajos de los mineros. He visto las mismas especies (*boletus ceratophora*, *lichen verticillatus*, *boletus botrytes*, *gymnoderma sinuata*, *bissus speciosa*) en las minas de Alemania, de Inglaterra y de Italia, como en las de la Nueva Granada y de Méjico, y, en el hemisferio austral, en las de Hualgayoc en el Perú.

En el fondo del océano, al mismo nivel que estos criptógamos subterráneos, vegetan en una oscuridad no menos profunda, algunos *fucus* y ciertas especies de *ulva* que salen enredadas en la sonda y cuyo color verde es difícil expliquen los físicos.

Luego que abandonamos esta multitud de vegetales subterráneos para subir a la superficie, nos hallamos de repente trasladados a una región en donde la naturaleza ha sabido reunir las formas vegetales más majestuosas y se ha complacido en agruparlas del modo más agradable; me refiero a la región de las palmeras y scitamíneas, que desde el nivel del océano se extiende hasta 1.000 metros más arriba. Esta es la patria de las *musa*, *heliconia*, *alpinia*, de las liliáceas, las más odoríferas, y de las palmas. En estos climas ardientes vegetan el *theophrasta*, el *plumería*, el *mussaenda*, el *caesalpinia*, el *cecropia peltata*, el *hymenea*, el bálsamo de Tolú y el *cuspare* o quina de Caroni. En las costas áridas del mar, a la sombra de los cocos, del *laurus persea* y del *mimosa inga*, crecen el *allionia*, el *conocarpus*, el *rhizophora mangle*, los *convolvulus littoralis* y *brasiliensis*, el *talinium*, el *avicennia*, el *cactus pereskia* y el *sesubium portulacastrum*.

Algunos de los vegetales de esta región presentan anomalías singulares y excepciones notables a las leyes generales de la vegetación. Las palmeras de la América meridional, como las del Antiguo Continente, no pueden soportar el frío de las montañas elevadas. Una sola presenta el fenómeno extraordinario de vegetar solamente en una altura igual a la del Monte-Cenis, y hasta la del Canigou. El *cerowylon andicola*, única palma alpina que hasta hoy se conoce, crece en los Andes de Quindío y de Tolima, bajo 4° 25' de latitud boreal, desde la altura de 1.860 hasta la de 2.870 metros y su tronco revestido de cierta especie de cera que Mr. Vauquelín acaba de analizar, suele tener más de 54 metros de alto. En la historia de la expedición del almirante Córdova se anuncia haberse encontrado

en ciertas barrancas del estrecho de Magallanes, es decir por los 53° de latitud austral, una palma. Este hecho es singular, sobre todo si se reflexiona en que no es posible confundir las palmas con otros vegetales, excepto con los helechos arbóreos, cuya existencia en aquel estrecho no sería menos curiosa (1). En Europa el *chamaerops* y la palma de dátil no pasan de los 43° 40' de latitud.

Las scitamíneas, y en particular las especies conocidas de *heliconia*, no crecen a una altura superior a 800 metros. Cerca de la cumbre de la Silla de Caracas hallamos, es cierto, a la altura de 2.150 metros sobre el nivel del mar, una especie de scitamínea de 3 a 4 metros de altura y tan abundante que impedía el paso; pero de su aspecto deducimos, por no haber podido ver la flor, que era una especie nueva de *heliconia* capaz de resistir a la temperatura fría de estas regiones. Las plantas que crecen en los estanques salados me parece que por lo general son menos sensibles a la diferencia de temperatura y de presión barométrica; así es que el *sesubium portulacastrum* que cubre las costas de Cumaná vegetan también abundantemente en la llanura de Perote, al oriente de la ciudad de Méjico, cuya elevación es de 2.340 metros, pero siempre en terrenos impregnados de carbonatos y muriatos de sosa. Después de la región de las palmas y de las scitamíneas, comienza la de los helechos arbóreos y de las *cinchona*. Esta última es más extensa que la de los helechos, que no viven sino en los climas templados entre 400 y 1.600 metros de altura, mientras que las quinas suben hasta 2.900 metros sobre el nivel del mar. Las especies de *cinchona* que resisten mejor el frío, son la *cinchona lancifolia* y la *cinchona cordifolia* de Mutis y las que descienden a un nivel más bajo, son la *cinchona oblongifolia* y la *cinchona longiflora*. He visto árboles bien lozanos de esta última a 740 metros de altura. La famosa quina de Loja, que crece en los bosques de Cajanuma y de Uritucinga, y que es enteramente diversa de la quina anaranjada de Bogotá, vegeta desde los 1.900 a 2.500 metros. Esta especie tiene cierta analogía con la *cinchona glandulifera* de la flora del Perú, pero se diferencia de ella esencialmente. Hasta aquí sólo se ha hallado cerca de Loja, entre el Río-Zamora y el Río-Cachiyaco, en las provincias de Jaén de Bracamoros, en las inmediaciones del pueblo de Sagique, y en un recinto poco extenso del Perú cerca de Huanca-bamba. La roca que le sirve de base es el esquisto micáceo, y para que se olvide enteramente el nombre inexacto de *cinchona officinalis*, la designaremos con el nombre de *cinchona condaminea*, porque el primero que la dibujó fue el ilustre astrónomo Mr. de la Condamine. Algunos viajeros pretenden haber visto quinas a alturas de 4.600 metros ya cerca

(1) Los viajes posteriores no parece que hayan confirmado la narración del almirante Córdova. Por lo menos, en el viaje de Mr. Dumont d'Urville, que tengo a la vista, sólo se mencionan en el estrecho de Magallanes ciertas hayas (le hêtre antarctique) en forma de parasol. No sería extraño que se hubieran confundido este árbol con una palma. — A.

del límite de la nieve permanente, pero es porque han confundido con la quina el *wintera* y algunas especies de *weinmannia* cuyas cortezas contienen tanino con abundancia y se usan también como febrífugos. Nosotros no hemos visto ningún árbol del verdadero género *cinchona* a una altura superior de 2.900 metros, ni inferior a 700 metros sobre el nivel del mar, porque la quina de Filipinas que ha descrito Cavanilles, y la que se ha descubierto últimamente en el valle de Guines en la isla de Cuba, parece que pertenecen a un género diferente. Del mismo modo que muchos vegetales poco análogos entre sí dan caucho, como unos *ficus*, el *hevea*, un *lobelia*, el *castilloa* y algunos euforbios; que el alcanfor lo producen muchas plantas que no pertenecen al mismo género, por ejemplo en Asia un laurel y en el Perú, en la fértil provincia de Cochabamba, un arbusto didinámico muy común descubierto por M. Haenke, del cual podrían extraerlo; que la cera vegetal pertenece, no solamente al fruto de un mirica, sino también al tronco de una palma: así también el principio febrífugo de la quina existe en plantas que no pertenecen al mismo género; y no hay razón para creer que productos cuyas propiedades químicas son las mismas, no sean elaborados en vegetales de diferente estructura. El cuspare de las llanuras de Caroni cerca de Upatu, es un árbol majestuoso que produce la corteza de angostura y cuyo género es bien diverso de las *cinchonas*, y sin embargo no sería fácil al mejor químico distinguir la infusión del cuspa de la de la quina amarilla de Santa Fe. En las costas del mar del Sur, al occidente de Popayán y cerca de Atacames, vegeta un árbol que participa de las propiedades del *cinchona* y del *wintera* y que sin duda difiere también de ambos géneros. El cuspare de la Guayana, el cuspa de la Nueva Andalucía y la cascarilla de Atacames, vegetan todos tres al nivel del mar y en sus jugos la naturaleza ha preparado un principio análogo al de las verdaderas quinas que vegetan a 2.800 metros.

Me propongo publicar, en la relación de mi viaje a los trópicos, una carta *botánica del género cinchona*, en la cual indicaré los parajes de uno y otro hemisferio en donde crece este árbol interesante. Allí se verá que él se prolonga en la cordillera de los Andes en un espacio de más de setecientas leguas de largo y será fácil seguirlo desde los 20° de latitud austral en el Potosí y la Plata hasta la sierra nevada de Santa Marta bajo los 11° de latitud boreal. Todo el declive oriental de los Andes, al sur de Huanuco, cerca de las minas de Tepuani en las inmediaciones de Apollobamba y de Yuracares, es una selva no interrumpida de quinas, que Mr. Haenke ha podido recorrer hasta cerca de Santa Cruz de la Sierra. Infiérese que este árbol no se extiende más al oriente, porque hasta hoy no se ha descubierto en las montañas del Brasil, que parecen sin embargo ligadas a los Andes del Perú por la cordillera de Chiquitos. Partiendo de La Paz, las *cinchonas* se difunden, por las provincias de

Gualias y Guamalies, a Huancabamba y Loja. Descienden por el oriente a la provincia de Jaén de Bracamoros, y aún alcanzan a coronar las colinas vecinas del río Amazonas, cerca del estrecho famoso de Manseriche. Desde Loja, las quinas se extienden en el Reino de Quito hasta Cuenca y Alausí, crecen y se multiplican al oriente del Chimborazo, pero dejan de verse en la planicie elevada de Riobamba y Quito y en la provincia de Pasto hasta Almaguer. ¿Será por ventura que las grandes catástrofes volcánicas que han devastado estos países han disminuído también las especies vegetales? Aquí hemos notado que en general la vegetación es menos variada que en otras regiones situadas a la misma altura sobre el mar. Al norte de Almaguer, cuya latitud es de 1° 51' 57" según mis observaciones, las quinas vuelven a verse con abundancia en la provincia de Popayán y se continúan sin interrupción por los Andes de Quindío, la vega de Supía, las fértiles colinas de Mariquita, Guaduas y Pampolona, hasta las montañas de Mérida y de Santa Marta, en donde varios manantiales de agua hidrosulfurosa hirviendo se juntan con las aguas heladas de la nieve que se derrite.

La Silla de Caracas y algunas montañas de la provincia de Cumaná (el Tumiriquiri, las inmediaciones del convento de Caripe y la garganta de Guanaguana "*Naguanagua*") tienen de 1.300 a 2.500 metros de altura, y por tanto disfrutan de suficiente frescura para favorecer la vegetación de las *cinchonas*; lo mismo sucede en el Reino del N. España, en donde las planicies altas tienen un clima enteramente semejante al del Alto Perú; y sin embargo ni en Cumaná ni en Méjico se han descubierto hasta aquí *cinchonas*. ¿Dependerá acaso esta anomalía de las pocas montañas de que están rodeadas las sierras de Guamoco y de Santa Marta? La cordillera de los Andes desaparece casi enteramente entre el golfo de Cupica y las bocas del Atrato y el istmo de Panamá es más bajo que el límite inferior de la *cinchona*. ¿Podrá quizás atribuírse a los obstáculos que ha encontrado esta planta en el clima ardiente de estas comarcas para continuar su propagación al norte, o por ventura vendrá un día en que se descubran también las quinas en los hermosos bosques de Jalapa, al oriente de Veracruz, en donde el aspecto del suelo, los helechos arbóreos, las melástomas arborescentes, el clima templado y la humedad del aire, parecen prometer a cada paso al botánico el árbol bienhechor que hasta aquí ha burlado sus esperanzas?

En la región templada de las *cinchona* crecen algunas liliáceas: tales son, por ejemplo, el *cypura* y el *sisyrinchium*, las *melastoma* de flores moradas, las pasifloras arbóreas tan altas como nuestras encinas del norte, el *bocconia frutescens*, el *thibaudia*, el *fuchsia* y ciertas *alstrameria* hermosísimas. Aquí se levantan majestuosamente en los aires los *macrocnenum*, los *lysianthus* y los cucularios, mientras que la tierra se cubre de *kaehltreutera*, *weissia*, *diceranum*, *tetraphis* y otros musgos siempre verdes.

En los barrancos se esconden el *gunnera*, el *dorstenia*, los *oxalis* y multitud de *arum* desconocidos.

Por los 1.700 metros se hallan el *porlieria hygrometrica* descrito por Ruiz y Pavón, los *citrosma* de hojas y frutos odoríferos, los *eroteum*, los *hypericum baccatum* y *cayenense* y muchas especies de *simplocos*. Pasando 1.200 metros, ya no se encuentran más mimosas de hojas irritables que se cierran al contacto, la frescura de estas altas regiones señalan este límite a su irritabilidad. Desde los 2.600 metros y principalmente a los 3.000 los *acaena*, *dichondra*, *nierembergia*, *hidrocotile*, *nerteria* y *alchemilla* forman un césped espeso. Esta es la región de las *weinmania*, de las encinas, del *vallea stipularis* y de las *spermacocce*. La *mutisia* trepa sobre los más altos árboles.

Las encinas (*quercus granatensis*) no comienzan en las regiones ecuatoriales sino arriba de 1.700 metros. En Méjico bajo los 17° y 22° de latitud, las he visto descender a 800 metros. Estos son los únicos árboles que bajo el ecuador presentan algunas veces el espectáculo de la primavera, porque pierden a la vez todas sus hojas y la tierna verdura de los retoños se junta con la de los *epidendrum*, parásitos que se nutren en sus ramas.

El *cheirosthemon*, género nuevo de las malváceas, cuya monografía interesante se debe a Mr. Cervantes, catedrático de botánica en Méjico, se halla también en estas elevadas regiones; mas este árbol, cuya flor es tan singular, no se ha descubierto todavía en los Andes del Perú. Por mucho tiempo no se conoció sino un solo individuo, en uno de los barrios de la ciudad de Toluca en Méjico, y como este género vegeta espontáneamente en el Reino de Guatemala, es probable que el árbol de Toluca fue plantado por algunos mistecas. Hernández alcanzó a ver reliquias de los jardines de Ixtapalapan que prueban la afición por el cultivo y por las bellezas del reino vegetal de pueblos a quienes estamos acostumbrados a dar el epíteto de bárbaros.

Cerca del ecuador, los árboles corpulentos cuyo tronco tiene más de 20 o 30 metros de altura, no crecen arriba de los 2.700 metros. Desde el nivel de la ciudad de Quito, los árboles son más pequeños y su altura es muy inferior a la que llegan las mismas especies en climas más templados. A los 3.500 metros de altura cesa toda vegetación arbórea, pero abundan los arbustos, tales como los *berberis*, los *duranta Ellisii* y *Mutisii* y una *barnadesia*. Estas son las plantas que caracterizan la vegetación de las planicies de Pasto y de Quito; la de Bogotá se distingue por sus *polymnia* y los *datura* arbórea. Los *castilleja integrifolia* y *fissifolia*, el *columella*, el hermoso *embothryum emarginatum* y el *clusia* de cuatro anteras, son comunes en esta región.

El verde césped que cubre la tierra aparece esmaltado con las corolas doradas de las calceolarias. Estas tienen su zona que comienza a 1° de latitud boreal, y en cuanto al límite austral sin duda lo fijarán los señores Ruiz y Pavón que las han estu-

diado hasta en Chile. Desde 2.800 hasta 3.300 metros, ya en las cumbres de la cordillera, hallamos la región de las *wintera* y de las *escallonia*. El clima frío y siempre húmedo de estas alturas que los indígenas llaman páramos, produce arbustos del tronco corto y atezado que se divide en multitud de ramas cubiertas de hojas duras y de un verde lustroso. Suelen encontrarse en estas alturas algunos árboles de quina naranjada, algunos *embotrium* y las *melastomas*, de flores casi purpurinas. La *alstonia*, con cuyas hojas desecadas se prepara un té saludable, el *wintera granatensis* y el *escallonia tubar*, que extiende sus ramas en forma de parasol, se hallan en ciertos parajes formando grupos. A su sombra crecen *lobelias* pequeñas y *swertias quadricornis*. Las plantas arbóreas cesan enteramente, como he dicho ya, a la altura de 3.500 metros. Solamente en la pendiente del volcán de Pichincha, en un valle angosto que principia en el Guagua-Pichincha, he hallado un grupo de singenesias arbóreas cuyos troncos suben a 7 u 8 metros de altura. La región de las plantas alpinas se extiende entre los 2.000 y los 4.100 metros. Abundan en ella las *stachelina*, las gencianas y la *espetelia frailexon* de hojas velludas, con las cuales se abrigan los pobres indios a quienes la noche sorprende en aquellas solitarias regiones. Las *lobelia nana*, *sida pichinchensis*, *ranunculus gusmani*, *ribes frigidum*, *gentiana quitensis* y multitud de otras especies nuevas, que describiremos en el tratado especial de las plantas equinoxiales, esmaltan la pelusa. Los *molina* son los arbolillos que hemos visto crecer a mayores alturas en el volcán de Puracé, cerca de Popayán, y en el de Antisana.

Las gramíneas se sustituyen a las plantas alpinas a la altura de 4.100 metros, y el término superior de la región que ellas ocupan es por los 4.600 metros. Cubren el suelo las *jarava*, los *stipas*, muchas especies nuevas de *panicum*, de *agrostis*, de *avena* y *dactylis*. Desde lejos parece una alfombra dorada que los habitantes del país llaman pajonal. En esta región cae algunas veces nieve. Pasando los 4.600 metros, desaparecen enteramente las fanerógamas bajo el ecuador. Desde aquí hasta la línea de la nieve permanente, no hay otras plantas que el liquen, que cubre las rocas y que se esconde bajo la nieve misma. En el ángulo de una roca, a poca distancia de la cima del Chimborazo, a 5.554 metros de altura, hallé el *umbilicaria pustulata* y el *verrucaria geográfica*, últimos seres organizados fijados al suelo que vimos a tanta altura.

Tales son los fenómenos principales de la vegetación que presenta el cuadro físico de las regiones ecuatoriales; sería conveniente que poseyésemos uno semejante para la Europa. Las obras clásicas de Pallas, Jacquin, Wulfen, Lapeyrouse, Schranck, Villars, Host y tantos otros naturalistas viajeros, encierran muchos datos que pudieran aprovecharse. Los célebres botánicos que han recorrido los Alpes de Salzburgo, del Tirol y de la Styria, los que han visitado las cumbres elevadas de la Suiza y de la

Saboya, formarán sin duda cartas botánicas mucho más completas que este breve ensayo que ofrezco al público. ¿Quién puede reunir materiales más preciosos para un trabajo de esta naturaleza, que el sabio que ha descubierto en el pico helado de los Pirineos aquella inmensa acumulación de restos de seres orgánicos, y que, tan instruido en geología como en botánica, reúne al arte de observar el don privilegiado de hablar a la imaginación? (1).

Antes he manifestado las causas que impiden que los fenómenos de la geografía de las plantas no sean ni tan variados ni tan constantes bajo los 45° de latitud como bajo el ecuador. Sin embargo, a pesar de este inconveniente, el cuadro físico de los climas templados no dejaría por esto de ser interesante. En el centro se vería el Monte-Blanco, en la cadena elevada de los Alpes, con una altura de 4.775 metros. El declive de esta cadena llega por una parte al océano Atlántico y por la otra al Mediterráneo, en donde los *chamaerops*, las palmeras de dátil y muchas otras plantas del Monte-Atlas están anunciando la proximidad del Africa. En este cuadro la nieve perpetua bajaría a 2.550 metros de elevación sobre el mar, es decir a una altura en la cual vegetan bajo el ecuador las palmas que producen la cera, las quinias y los más robustos árboles. Así es que la zona que comprende desde el nivel del mar hasta la nieve permanente, es casi la mitad más angosta en nuestros climas que en los trópicos; pero el manto de nieve que oculta las montañas más elevadas en Europa, el Monte-Blanco y el Monte-Rosa, tiene 600 metros más de extensión que el que cubre el Chimborazo. Sobre las rocas escarpadas en que la nieve no puede posarse, vegetan en los Alpes que rodean al Monte-Blanco a más de 3.100 metros de altura, el *androsace chamaejasma* (Jacq.), el *silene acaulis*, que descende hasta 1.500 metros y que Saussure halló a 3.468 metros; el *saxifraga androsacea*, el *cardamine alpina*, el *arabis caerulea* de Jacq. y el *draba hirta* de Villars, que es el *draba stellata* de Wild. También se elevan desde la llanura hasta estas altas regiones, el *myosotis perennis* y el *androsacca carnea*, aunque disminuyendo su porte a proporción de la altura. La última se convierte en uni-flora y se halla de 1.000 a 3.100 metros. En los Pirineos, las regiones altas de 2.400 a 3.400 metros, están adornadas con el *cerastium lanatum*, Lam., la *saxifraga groenlandica*, *saxifraga androsacea*, *aretra alpina* y *artemisia rupestris*. El *cerastium lanatum* no se encuentra abajo de 2.600 m. En los Alpes vegetan de 2.500 a 3.100 m., sobre los montones de piedras y guijarros que rodean las nieves perpetuas, y en los estanques helados, el *saxifraga biflora* (Allion), el *saxifraga oppositifolia*, el *achillea nana*, el *achillea atrata*, el *artemisia glacialis*, *gentiana nivalis*, *ranunculus alpestris*, el *ranunculus glacialis* y el *juncus trifidus*. En la cadena alta de los Pirineos crecen desde los 1.500 hasta 3.000 metros el *poten-*

tilla lupinoides (Wild.), el *silene acaulis*, el *sibbaldia procumbens*, el *carex cúrvula* y *carex nigra* (Allion), el *sempervivum montanum* y el *sempervivum arachnoidcum*, el *arnica scorpioides*, el *androsacca villosa* y el *androsacca carnea*. En los Alpes, entre 2.300 y 2.500 metros, línea de las nieves, crecen, no sobre las piedras sino en una tierra fértil, en praderas humedecidas por el agua de nieve derretida y muy oxigenada, y cubiertas de un césped de *agrostis alpina*, los vegetales que siguen: *saxifraga aspera* y *bryoides soldanella*, *alpina viola biflora*, *primula farinosa*, *primula viscosa*, *alchemilla pentaphyllea*, *salix herbacea*, el cual sube más que ningún otro vegetal leñoso, el *salix reticulata* y el *salix reclusa*. El *tussilago farfara* y el *statice armeria* se dan también desde los lugares más bajos hasta las alturas de 2.600 metros. A esta elevación se encuentran en los Pirineos el *scutellaria alpina*, *senecio persicifolius*, *ranunculus alpestris*, *ranunculus parnassifolius*, *galium pyrenaicum* y el *arctia vitaliana*. Más arriba del límite inferior de las nieves perpetuas, entre 1.500 y 2.005 metros de altura, vegetan en los Alpes de Saboya, el *eriophorum scheuchzeri*, *eriophorum alpinum*, el *gentiana purpurea*, *gentiana grandiflora*, *saxifraga stellaris*, *azalea procumbens* y el *tussilago alpina*. A la misma altura en los Pirineos, el *passerina geminiflora*, *passerina nivalis*, *merendera bulbocodium*, *crocus multifidus*, *fritillaria meleagris* y el *anthemis montana*. Más abajo se hallan el *genista lusitanica*, *ranunculus gouani*, *narcissus bicolor*, *rubus saxatilis* y muchas gencianas. El *rhododendrum ferrugineum*, prefiere en general las alturas de 1.500 a 2.500 metros, aunque Mr. Decandolle, a quien soy deudor de estas observaciones sobre los Alpes, lo ha visto también en la cadena del Jura, en el fondo del Creux du Vent, a una altura de 970 metros sobre el nivel del océano.

El *linnaea borealis*, que se halla al nivel del mar, en Suecia, en los Estados Unidos, en Nootka-Sund y también en las inmediaciones de Berlín, vegeta igualmente en los Alpes de la Suiza a 500 y 700 metros de elevación. Se encuentra en el Valés, a orillas del torrente que corre bajo la Cabeza-Negra; en el San Gotardo, donde Haller lo observó el primero; cerca de Ginebra, según Saussure, en la montaña de Voiron; y en Francia en los alrededores de Montpellier, en la Espinosa.

Los árboles cuyo tronco excede cinco metros no se ven en el ecuador a una elevación superior a 3.500 metros. En la Nueva España por los 20° de latitud se halla un pino análogo al *pinus strobus* a la altura de 3.900 metros, y las encinas abundan hasta los 3.100 metros. El naturalista que no se haga cargo de los fenómenos de la geografía de las plantas supondrá que estas montañas cubiertas de elevados pinos no pueden llegar a la altura del pico de Tenerife. Mr. Ramond ha notado en los Pirineos que los dos árboles que más se encumbran, son el *pinus sylvestris* y el *pinus mughos* los hay entre 2.000 y 2.400 metros. El *abies tavifolia* y el *taxus*

(1) Mr. Ramond, autor de las Observaciones hechas en los Pirineos y del viaje al Mont-Perdú.

communis comienzan a 1.400 metros y no desaparecen hasta los 2.000 metros. El *fagus sylvatica* ocupa la región mediana de 600 a 1.800 metros; mas el *quercus robur* que habita la llanura, no se extiende sino hasta los 1.600 metros, acabando así 200 metros más arriba que el límite inferior del *pinus mugho*.

Mr. Ramond (1) me ha comunicado algunas observaciones muy importantes sobre el máximum y el mínimum de altura a que se hallan las diversas especies de un mismo género. Tomando como ejemplo los géneros *primula*, *ranunculus*, *daphne*, *erica*, *gentiana* y *saxifraga*, voy a presentar la tabla de las alturas en que vegetan las especies de estos géneros en los Pirineos.

		Metros
<i>Gentiana</i>	pneumonanthe	0 a 800
	verna	600 a 3.000
	acaulis	1.000 a 3.000
	campestris	1.000 a 2.400
	ciliata	1.200 a 1.800
	lutea	1.200 a 1.600
<i>Daphne</i>	punctata	1.600 a 2.000
	laureola	300 a 2.000
	mezereum	1.000 a 2.000
<i>Primula</i>	cneorum	2.000 a 2.400
	elatior	0 a 2.200
	integrifolia	1.500 a 2.000
<i>Ranunculus</i>	villosa	1.800 a 2.400
	aquatilis	0 a 2.100
	gouani	500 a 2.000
	thora	1.400 a 2.000
	alpestris	1.800 a 2.600
	amplexicaulis	1.800 a 2.400
	nivalis	2.000 a 2.800
	parnassifolius	2.400 a 2.800
<i>Saxifraga</i>	glacialis	2.400 a 3.200
	tridactilides	0 a 40
	geum	400 a 1.600
	longifolia	800 a 2.400
	aizoon	800 a 2.400
	pyramidalis	1.200 a 2.000
	exarata	1.400 a 1.800
	cespitosa	1.600 a 3.000
	oppositifolia	1.600 a 3.400
	umbrosa	1.400 a 1.800
	granulata	1.200 a 1.600
<i>Erica</i>	groenlandica	2.400 a 3.400
	androsacea	2.400 a 3.400
	vagans	0 a 900
	vulgaris	0 a 2.000
<i>Erica</i>	tetralix	500 a 2.400
	arborea	550 a 700

Las saxifragas del Tirol presentan fenómenos análogos a las de los Pirineos. El conde de Sternberg, que ha herborizado en estas montañas y a

(1) Véanse sus observaciones botánicas, página 21 del Viaje al Mont-Perdú, publicado en 1803, y la memoria sobre las plantas alpinas en los Anales de historia natural.

quien debemos una descripción geológica del Baldo, me ha comunicado una noticia interesante relativa al *rhododendrum* y otras plantas alpinas, que me ha parecido conveniente transcribir aquí literalmente para utilidad de los físicos y botánicos.

“La región de los *rhododendrum*, dice Mr. de Sternberg, a menos que sobrevenga alguna circunstancia local, no comienza abajo de los 876 a 974 metros. No los he encontrado a una altura inferior de 100 metros arriba del Wallerse, en Baviera, el cual se levanta a 817 metros sobre el nivel del mar. El *rhododendrum chamaecistus* no baja tanto como el *ferrugineum* y el *hirsutum*, y vegetan igualmente sobre la caliza primitiva como sobre la secundaria en las *Sette communi* y en el Monte-Sumano que tiene 1277 metros de altura. Estos vegetales me han acompañado hasta la altura de 1950 metros.

“La región de los saxifragas alpinas me parece la más dilatada en los Alpes del Tirol. He hallado las saxifraga *cotyledon* y *aizoon*, en el valle de Eiszach, entre Brixen y Botzen, a 360 metros de altura, y he continuado viéndolas hasta la cima de la Grapa, cerca de Bassano, a 1.684 metros. Las *saxifraga aspera* y *androsacea* se encuentran también en la región media; después comienzan las saxifraga *autumnalis*, *mucosa*, *moschata* y *petraea*, y últimamente las *saxifraga burseriana* y *bryoides*, que crecen en la cumbre del Baldo a 2.225 metros. Las primulas, particularmente la *farinosa*, *auricula*, *marginata* y *viscosa*, no aparecen en los Alpes del Tirol bajo 800 metros y sin embargo, por una anomalía singular, la primula *farinacea* crece en la llanura de Ratisbona. Por lo que hace al *ranunculus glacialis* y al *ranunculus sequierii*, no los he visto jamás a una elevación menor de 1950 metros”.

Mas para completar la geografía de las plantas sería preciso formar cuadros, no solamente para las regiones vecinas al polo boreal para los climas templados desde los 40° a los 50° de latitud y para las regiones ecuatoriales, sino también para el hemisferio austral, porque las plantas de Chiloe y de Buenos-Ayres son muy diferentes de las de España y de Grecia. Sería menester también separar los cuadros de cada continente, el Nuevo y el Antiguo. Hay comarcas que podrían suministrar preciosos materiales para la formación de los cuadros de las regiones ecuatoriales del Africa y para las Indias orientales, tales son Madagascar, cuyas altas cumbres graníticas permanecen siempre nevadas, según Commerson, y cuyas costas han sido examinadas con tanto esmero por Mr. du Petit-Thouars, el pico de Adam en Ceilán y la empinada montaña de Ophyr en la isla de Sumatra, a la que Marsden asigna una altura de 3.949 metros. El ilustre Pallas podría dar a conocer la geografía de las plantas en los climas templados de Asia. La de las regiones templadas de los Estados Unidos, queda al cuidado de Mr. Barton, tan distinguido zoologista como botánico y filólogo. Es verdad que las montañas no

son muy elevadas en los Estados Unidos (la más alta no pasa de 2.000 metros (1), pues el cálculo de Cutler y Belknap que atribuye al White Mountain en New Hampshire 3.100 metros parece exagerado) y que no se advierten allí la variedad de los fenómenos que hemos admirado en los Andes elevados del resto del Nuevo Continente; pero en compensación ostentan su diversidad los vegetales arbóreos de las hermosas llanuras de la Carolina, Virginia y Pensilvania. En sólo las encinas hay, en los Estados Unidos, un número tres veces mayor de especies diferentes, que las que ofrecen todos los géneros de árboles de Europa juntos. El aspecto de la vegetación es más variado y más agradable a igualdad de latitud en el Nuevo Continente que en el Antiguo. Los *gleditschia*, tulipanes y magnolias contrastan agradablemente con la verdura opaca de los pinos y de los *thuza*. Aquí parece que la naturaleza se ha esmerado en adornar la tierra que más tarde debía habitar un pueblo enérgico, industrial y digno de gozar *en paz* de todos los bienes que procura la libertad social.

Mas el cuadro físico de las regiones ecuatoriales no ha de comprender solamente lo que dice relación a la geografía de las plantas, sino que puede abrazar todo el conjunto de nuestros conocimientos sobre las cosas que varían en razón de la altura sobre el nivel del mar; y esta consideración me ha decidido a reunir en catorce escalas muchos números que son el resultado de las indagaciones multiplicadas que hasta aquí se han hecho en los diferentes ramos de la física general. Como estas escalas no necesitan explicación, diré dos palabras solamente relativas a su construcción. Las que indican la temperatura, el estado higroscópico y la tensión eléctrica del aire, el color azul del cielo, la geología, la cultura de la tierra y la diversidad de animales según las alturas que habitan, se fundan en las observaciones hechas durante mis viajes y los detalles se hallarán con toda extensión en la *Relación histórica*.

ESCALA DE TEMPERATURA

Esta escala presenta el máximo y el mínimo de calor que el termómetro centígrado indica, de 500 en 500 metros. Estos resultados son el fruto de muchos millares de observaciones hechas en cinco años, algunas de hora en hora. La temperatura media que se indica representa el término medio de todas las observaciones practicadas a tal o tal altura y no el medio entre el máximo y el mínimo. Me he esforzado además en evitar la confusión que resultaría de considerar como efecto de una ley general lo que puede depender solamente de causas locales. Así, por ejemplo, el cuadro indica que al nivel del mar el termómetro no baja de 18° 5 y sin embargo, en La Habana se ha visto a 1° 4 y aun a cero; pero esta anomalía dimana de que esta

ciudad está 13° más distante del ecuador que la zona cuyos fenómenos me he propuesto describir y de que mientras los vientos del norte soplan impetuosamente, la proximidad del continente produce allí un frío que no podía esperarse en aquella latitud. En la isla de Santo Domingo, que es un poco más meridional, el termómetro se sostiene constantemente en lo llano entre 23° y 24°.

Parece superfluo advertir que todas las observaciones del termómetro se han hecho a la sombra y lejos del reflejo de los rayos solares.

Alturas sobre el nivel del mar en metros	Máximum de temperatura	Mínimum de temperatura	Temperatura media
De 0 a 1.000	+ 38° 4	+ 18° 5	+ 25° 3
De 1.000 a 2.000	+ 30 0	+ 12 5	+ 21 2
De 2.000 a 3.000	+ 23 7	+ 1 2	+ 18 7
De 3.000 a 4.000	+ 20 0	+ 0 0	+ 9 0
De 4.000 a 5.000	+ 18 7	— 7 5	+ 3 7
De 5.000 a 6.000	+ 16 0	— 10 0	— 2

De 5.000 metros arriba no puede contarse ya con mucha exactitud, porque esta alta región ha sido muy poco visitada hasta hoy y eso por pocas horas, para que pueda juzgarse con certeza de su temperatura media. El frío que el termómetro indica en las cumbres de los Andes nunca es considerable, y aunque se sufre con más incomodidad, esto depende de la menor cantidad de oxígeno que se aspira en una atmósfera dilatada, en la depresión del sistema nervioso y en otras causas que son desconocidas hasta hoy. Los académicos franceses, en su cabaña de Pichincha a 4.735 metros de altura, no vieron el termómetro sino a 6° bajo cero, y mi termómetro, en el Chimborazo, a 5.908 metros, no mostró sino 1° 8. En el gran volcán de Antisana, a la altura enorme de 5.403 metros, este mismo termómetro subió a la sombra a 19°. Por el contrario en los lugares más calientes de la tierra, Cumaná, La Guayra, Cartagena de Indias, Guayaquil, en las costas del mar del sur, en las orillas del Magdalena y sobre las orillas del Amazonas, el término medio de la temperatura es de 27°, mientras que en París y en Milán es de 11° a 13°. Sin embargo, en aquellas mismas regiones ecuatoriales, el termómetro llega pocas veces a los extremos del calor a que sube en el norte de Europa. Examinando un registro de más de 21.000 observaciones hechas por el señor Orta, oficial de marina español, he visto que en Veracruz, en trece años, el termómetro centígrado no subió sino tres veces a los 32° y no pasó nunca de 35° 6, cuando en París es común verlo subir a 36°, y el 14 de agosto de 1773, llegó a 38° 7. En Veracruz la temperatura media de los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre, es de 27° 5 y yo he hallado que hace sus estragos la cruel fiebre adinámica, que se conoce con el nombre de vómito prieto, todas las veces que la temperatura media del mes pasa de 23° 7. En las regiones ecuatoriales, los términos extremos del mayor y menor calor distan entre sí de 16° a 20°. En Europa bajo

(1) Véase el viaje de Mr. Volney, que contiene grandes ideas sobre la construcción del globo en la parte boreal del Nuevo Continente.

los 5° de latitud, esta misma diferencia es de 62° del termómetro centígrado.

Como la superficie de la tierra se calienta de un modo extraordinario en las costas del mar o en las inmensas llanuras del Orinoco, algunas plantas herbáceas, como los *sesuvium*, *gomprena*, *thalinum*, *killingia* y algunas mimosas, medio sepultadas en la arena, soportan un calor de 52°; y yo he visto plantas, en la planicie de Jorullo en Méjico, que vegetaban en una arena negra que hizo subir el termómetro a 60° en el día. Las *staelina*, los *swertia* y otras plantas de la cima de los Andes viven por el contrario todo el año, si se exceptúan las pocas horas en que las calienta el sol, a una temperatura de 3°5. Estas plantas alpinas por una parte, y las palmas por la otra, puede decirse que ocupan las dos extremidades del termómetro botánico.

Las temperaturas medias del segundo lugar de la escala, es decir las que corresponden a las alturas de 1.000 a 2.000 metros, exhiben la disminución del calórico bajo el ecuador desde el nivel del mar hasta la cima de los Andes. Si pues he logrado escoger bien las observaciones en que fundo el cálculo de estas temperaturas medias, la disminución o decremento gradual que resulta podrá mirarse como más exacto que el que pueda deducirse en Europa de las pocas y aisladas observaciones hechas a una altura superior a 3.000 metros. Los viajes ejecutados a la cumbre de los Alpes y las ascensiones aerostáticas no serán nunca suficientemente repetidas para hacernos conocer con exactitud la temperatura media de las capas de aire a una altura de 3 a 5.000 metros. En los trópicos, las observaciones se facilitan por la circunstancia favorable de haber pueblos que son muchos centenares de metros más elevados que el pico de Tenerife y en los cuales un físico puede establecer su residencia sin muchas privaciones y con gran provecho para la meteorología (1).

De mis observaciones en la cordillera de los Andes, resulta que el decremento del calórico es como 5:3 más rápido desde la altura de 3.500 metros, que desde el nivel del mar hasta 2.500 metros. La capa de aire que se enfría más pronto bajo el ecuador, parece ser la que está comprendida entre 2.500 y 3.500 metros, o entre las alturas del San Gotardo y del Etna. Fácil es imaginar la influencia de la irradiación del calórico, modificada por las desigualdades de la superficie de la tierra o por la forma de las montañas, sobre este decremento o disminución. Un físico que subiera en un globo aerostático desde las llanuras que riega el Amazonas bajo la línea equinoccial, hallaría quizá la temperatura de las capas de aire que fuera encontrando muy diferentes de lo que yo creo haber obser-

vado en el declive de la cordillera, pero es probable que pasando los 4.000 metros la diferencia sería nula, porque en los Andes mismos la masa de las montañas, y por consiguiente su influencia sobre el ambiente a tanta altura, disminuyen infinitamente.

En mi excursión al Chimborazo hallé el decremento del calórico de un grado centígrado por cada 196 metros. Este mismo decremento, calculado según las temperaturas medias de mi escala termométrica, desde el nivel del mar hasta la altura de 5.500 metros sería de 189 metros por cada grado. Según Saussure, el decremento en Europa es en estío de 156 metros y en invierno de 233 metros por cada grado centígrado; pero Mr. Gay-Lussac halló en su gran ascensión aerostática, en estío, un decremento idéntico con el que resulta de mis observaciones en el ecuador; este sabio observó a 5.000 metros la temperatura cero, mientras que en París era de 30°, y a 6.000 metros, de 3° bajo cero, datos que fijan el decremento de la temperatura entre 0 y 5, 500 metros a 183 metros por cada grado; y si se calcula toda la columna de aire que Mr. Gay-Lussac atravesó, el decremento entre 0 y 6.977 metros será de 173 metros por grado centígrado. Ya he manifestado en mi memoria sobre el límite inferior de las nieves permanentes, que arriba de 4.700 metros, la diferencia de latitud parece que no influye sobre la temperatura y Mr. Gay-Lussac, el día de su última ascensión, halló sobre este límite a la latitud de 48°, capas de aire que tenían exactamente la misma temperatura que las que hallé en el Chimborazo a una altura igual. El fenómeno de la refracción horizontal, que es menor de 4 a 5 minutos bajo el ecuador que en Europa, parece contrario a esta igualdad de temperatura de las regiones elevadas, porque indica un decremento de calórico más rápido en el ecuador que el que resulta de mis observaciones, mas es preciso advertir que las refracciones horizontales en Europa son, según Delambre, menos fuertes que lo que generalmente se cree. Este fenómeno de las refracciones depende del cúmulo de todas las capas de aire que los rayos recorren y por tanto, un decremento desigual arriba de 7.000 metros, es decir en regiones que a nadie ha sido dado visitar hasta ahora, puede causar las diferencias de refracción horizontal que Bouguer observó en el ecuador. Más en verdad que la incertidumbre respecto del decremento del calórico en los inviernos de Europa y el desacuerdo (1) que ofrecen las observaciones de le Gentil y Bouguer, nos privan de resultados seguros en esta materia y por lo mismo debo limitarme a consignar aquí los hechos como los he observado en las regiones ecuatoriales.

(1) Un joven quiteño, el señor Carlos Aguirre, sobrino del desgraciado Montúfar, que acompañó al barón de Humboldt en su ascensión al Chimborazo, acaba de enviar a la Academia de Ciencias una serie de interesantes observaciones meteorológicas hechas en la hacienda de Antisana, a más de 4.000 metros de altura. — A.

(1) Mr. Delambre no cree que haya mucha diferencia entre las refracciones horizontales de las zonas templadas y las de los trópicos. Calculando de nuevo todas las observaciones hechas por le Gentil en Pondichery, en las cuales Borda había hallado un error de reducción, dedujo Mr. Delambre que en Europa y en las Indias las refracciones eran las mismas. Las observaciones de le Gentil parecen muy exactas.

ESCALA BAROMETRICA

Esta escala presenta la presión del aire atmosférico a diversas elevaciones sobre el nivel del mar, según resulta de la altura del barómetro.

Estas alturas se han calculado según la fórmula barométrica que Mr. de la Place ha publicado en su mecánica celeste, y suponiendo las temperaturas medias que dejamos consignadas en la escala termométrica. Sea X la altura dada en metros, H la altura del barómetro al nivel del mar, T la temperatura en el mismo nivel, t la temperatura correspondiente a la altura X , y h la altura del barómetro que se pretende hallar para la elevación X . La fórmula será:

$$\log m = \frac{x}{18393 \left(1 + \frac{2(T+t)}{1000} \right)}$$

y hallado el número m resultará:

$$h = \frac{H}{m \left(\frac{1+T-t}{5412} \right)}$$

En esta fórmula da de 500 a 500 metros las alturas barométricas siguientes:

Elevaciones sobre el nivel del mar	Temperatura en grados centígrados	Alturas Barométricas en metros	en líneas del pie de París
0 ^m	+ 25°3	0,76202	337, 8
500	+ 24 0	0,71961	319,03
1.000	+ 22 6	0,67923	301,18
1.500	+ 21 2	0,64134	284,28
2.000	+ 20 0	0,60501	268,24
2.500	+ 18 7	0,57073	253,05
3.000	+ 14 4	0,53689	238,06
3.500	+ 9 0	0,50418	223,50
4.000	+ 6 4	0,47417	210,20
4.500	+ 3 7	0,44553	197,55
5.000	+ 0 4	0,41823	185,40
5.500	- 3 0	0,39206	173,84
6.000	(- 6 0)	0,36747	162,95
6.500	(- 10 0)	0,34357	152,38
7.000	(- 13 0)	0,32035	142,61
7.500	(- 16 0)	0,30068	133,36

Las temperaturas medias desde 6.000 metros, que se ponen entre paréntesis, no son enteramente exactas y sólo se fundan en la ley hipotética del decremento del calórico. Mr. de Saussure observó el barómetro en el Monte Blanco a 0^m43515 (16 pulgadas 9 líneas) y Bouguer y la Condamine, en la cima del Corazón, observaron el barómetro a 0^m42670 (15 pulgadas 9,2 líneas) (1). Yo he subido al Chimborazo con mis instrumentos a una altura en que el mercurio bajó en el barómetro a 0^m37717 (13 pulgadas 11,2 líneas); y Mr. Gay-Lussac ha resistido en su ascensión aerostática a una dilatación del

(1) Nadie ha visto, dice Mr. de la Condamine, el barómetro tan bajo al aire libre y verosíblemente nadie ha subido a tanta altura. Estábamos entonces a 4.815 metros y podemos responder de la exactitud de esta determinación, sin que en ella pueda exceder el error de ocho a diez metros. (Viaje al Ecuador, página 58).

aire correspondiente a 0^m3288 (32 pulgadas 1,7 líneas).

La altura barométrica al nivel del mar se ha fijado sólo a 0^m76202 (28 p. 1,8 l.), suponiendo la temperatura a 25° centígrados. Así me la han indicado mis observaciones entre los trópicos, tanto en las costas del océano Atlántico como en las del mar del Sur. Bouguer la establece en 0,76022 (28 pulgadas 1 línea) y el geómetra español don Jorge Juan, en 27 pulgadas 11,5 líneas. La Condamine dice que "si la altura media del barómetro bajo los trópicos no es menor de 28 pulgadas, la diferencia será muy corta". Mis observaciones hechas con barómetros en los cuales se había hervido el mercurio y bien privados de aire, comparados con los del Observatorio de París, parecen probar que la presión media del aire al nivel del mar en los trópicos es algo menor que en las zonas templadas. Esta presión según Mr. Schuckburg es de 0^m76,300 (28 pulgadas 2,24 líneas), de 0,76434 según Mr. Fleuriat Bellevue, siendo la temperatura de 12°. Esta diferencia de casi dos milímetros no puede explicarse únicamente por la diferencia de la temperatura media de la Europa y de las regiones ecuatoriales, sobre todo si recordamos que en las costas del Perú, en los cinco meses del año en que el sol aparece cubierto de niebla densa, el termómetro centígrado no pasa de 15° a 16°. Las oscilaciones horarias del barómetro bajo el ecuador son para mí difíciles de explicar, sobre todo desde que he cesado de considerarlas como indicios de mareas del océano aéreo, puesto que he llegado a persuadirme que la luna no ejerce sobre ellas influencia sensible.

La elasticidad del aire de las zonas templadas varía en el mismo lugar a veces hasta 0,0450 (o 20 líneas) que el mercurio fluctúa en el barómetro. En los trópicos, donde los vientos alisios traen constantemente capas de aire de temperatura igual, desde el 10° latitud norte hasta el 10° latitud sur, esta elasticidad no varía, a la orilla del mar, más allá de 0,0026 metros (1,4 líneas) y a 3.000 metros de altura, la variación se reduce a 0,0015 (0,7 líneas). Mas si por una parte la oscilación es pequeña, por otra es digna de atención por la ley que en ella sigue el barómetro de hora en hora. Godin fue el primero que dio a conocer este fenómeno, pero no indicó las épocas del máximo y minimum de la altura barométrica. Mr. de la Condamine fija estas épocas a las 9 de la mañana y a las 3 de la tarde. Mr. Balfour en Calcuta y Mr. Moseley en las Antillas han señalado también los períodos, pero éstos no corresponden con los que yo he observado con Mr. Bonpland, velando muchas noches consecutivas para examinar las mareas nocturnas. De nuestras observaciones resulta que el barómetro está en el máximo a las 9 de la mañana, que varía muy poco en las tres horas siguientes, pero que baja después sensiblemente desde las 12 a las 4 o 4 y media de la tarde, que después vuelve a subir hasta las 11 de la noche aunque nunca tanto como

a las 9 de la mañana. Luego baja otra vez hasta las 4 y media de la mañana aunque no llega al punto que a las 4 de la tarde, finalmente vuelve a subir hasta las 9 de la mañana. Las épocas de las variaciones horarias son las mismas sobre las costas del mar del sur, en las llanuras del Amazonas y en los lugares más elevados, a 4.000 metros de altura. Parecen ser enteramente independientes de las mudanzas de temperatura y del curso de las estaciones. La marcha ascendente y descendente del barómetro es imperturbable tanto de día como de noche; ni las tempestades, ni los temblores de tierra, ni las lluvias deshechas, ni los vientos impetuosos, son capaces de alterarla y ella sigue con la mayor constancia el tiempo verdadero o la posición del sol que es lo único que influye en estas oscilacio-

nes. Hay lugares en los trópicos en que el momento en que el mercurio comienza a bajar es tan manifiesto, que puede indicar un cuarto de hora más o menos el tiempo verdadero. Suponiendo al nivel del mar bajo el ecuador el término medio del barómetro = z su altura será:

$$\begin{aligned} \text{a } 21^h &= z + 0,5 & \text{a } 11^h &= z + 0,1 \\ \text{a } 4^h &= z - 0,4 & \text{a } 16^h &= z - 0,2 \end{aligned}$$

De nuestros registros, que contienen muchos millares de observaciones respecto de las oscilaciones horarias del barómetro, citaré sólo un ejemplo que puede servir de tipo de esta regularidad. Las flechas indican por su dirección las épocas en que el barómetro sube o baja.

OBSERVACIONES HECHAS EN EL PUERTO DEL CALLAO, CERCA A LIMA, LOS DIAS 8 Y 9 DE NOVIEMBRE DE 1802: CON EL AUXILIO DEL NONIO DEL BAROMETRO PUDO ESTIMARSE FACILMENTE UN QUEBRADO DE 0,03 DE LINEA

Horas en tiempo verdadero	Barómetro en líneas	Termómetro fijo al barómetro	Termómetro al aire libre y a la sombra	Higrómetro de Delue
El 8 de noviembre a las				
10½	336,92	19°	16°3	43°
11	336,98	19	16 2	43 7
13	336,72	19 5	16 2	44
14	336,60	19 5	16 2	42
15	336,65	19 8	16 5	43
15½	336,62	20 0	16 0	42
16	336,55	19 0	16 0	42
16½	336,80	20 5	16 3	42 5
17	336,87	22 0	16 4	42
17½	336,95	22 7	17 0	42
20	337,25	23 0	18 0	39
21	337,35	23 0	19 2	37
22½	337,13	24 5	20 4	37 5

(La observación se hizo a doce metros sobre la superficie del mar del sur, y como dejó de rectificarse exactamente el nivel del barómetro, las alturas absolutas tienen todas 0,9 de línea de menos).

El 9 de noviembre a las				
0½	336,90	25°5	22°5	34°
0¾	336,75	25 9	22 7	34
3½	336,60	26 0	23 0	34 5
4	336,45	25		
5	335,50	25 5	18 0	37
8	336,85	25 0	16 1	39
9	336,95	22 0	16 5	40
10	336,97	22 4	16 4	42
11	337,15	20 0	16 4	42
11½	336,90	20 5	16 7	42
13	336,84	20 5	17 0	43

El señor Mutis, que observó por el espacio de más de treinta años estas oscilaciones horarias, parece haberse llegado a persuadir de que las conjunciones y las oposiciones de la luna influyen en las mareas barométricas. Yo no he percibido esta influencia pero no por esto dudo que ella exista. Mr. Laplace

ha calculado el efecto de esta influencia del sol y de la luna sobre el océano aéreo, pero quizá el fenómeno de las oscilaciones horarias la encubre en el ecuador. En el hemisferio boreal hacia los límites de los trópicos, los vientos fríos del norte que soplan impetuosamente en el golfo de Méjico, hacen

subir el barómetro de 5 a 7 líneas, pero este fenómeno extraordinario que es el pronóstico más importante para la navegación entre La Habana y Veracruz, es enteramente local entre los 19° y los 23° de latitud. El juego de las oscilaciones horarias se interrumpe por la capa de aire frío que sobreviene, pero él continúa en Veracruz luego que pasa la borrasca. Mr. Cotte, computando un número considerable de observaciones hechas en Europa, dedujo que en esta parte del mundo se efectúa el minimum de la altura barométrica dos horas después de la culminación del sol, es decir dos horas antes que en el Ecuador. En nuestros climas templados las variaciones horarias del peso del aire se hacen invisibles, quizá en razón de la multitud de causas locales que hacen subir y bajar irregularmente los barómetros; pero yo creo con Mr. Van Swinden, que términos medios deducidos de algunos millares de observaciones hechas de hora en hora, mostrarían, aún en nuestras latitudes, que el barómetro también sube y baja a épocas determinadas.

Antes de terminar esta discusión sobre la presión del aire, voy a añadir una observación fisiológica. En la ciudad de Quito el barómetro se sostiene a 0,^m 54366 (20 pulgadas 1 línea). En Micuipampa, lo hallé a 0,^m 49629 (18 pulgadas 4 líneas); la elasticidad del aire que respiran los habitantes de la hacienda de Antisana, sólo hace equilibrio a una columna de mercurio cuya altura es solamente de 0,^m 46927 (17 pulgadas 4 líneas). El hombre que en los lugares bajos soporta una presión que levanta la columna de mercurio a 0,^m 76, vive sin embargo sano y robusto en alturas en donde la elasticidad del gas que respira y en el cual se mueve, se reduce casi a la mitad. Es cierto que los recién llegados sufren alguna incomodidad al respirar, sobre todo cuando hablan aceleradamente o cuando ejecutan fuertes movimientos musculares, mas esta desazón dura poco y sólo se deja sentir de un modo muy desagradable en alturas en que el barómetro baja a 0,^m 4060 (15 pulgadas), es decir a 5.000 metros, porque entonces se debilita el sistema nervioso y basta el menor esfuerzo para desmayarse. Muchas personas son acometidas de náuseas y pasados los 5.800 metros de altura, el movimiento muscular y la falta de presión atmosférica suficiente obran de tal manera sobre los vasos delgados, que la sangre sale de los ojos, labios y encías. Estos fenómenos son variables según la constitución física de los viajeros y aun hay quienes son enteramente insensibles a la falta de presión. Saussure observó que el hombre resistía mejor que las mulas a la rarefacción del aire. En efecto, yo hice subir al Cofre de Perote hasta 3.837 metros de altura un caballo que respiraba con el mayor trabajo. Me ha parecido notar que la raza de hombres blancos sufre menos en alturas que pasan de 5.800 metros que la raza de indígenas bronceados.

La presión del aire atmosférico debe influir considerablemente sobre las funciones vitales de los vegetales y especialmente sobre las de la respiración

de sus tegumentos. Aunque muchos criptógamos y entre los fanerógamos las gramíneas particularmente, son indiferentes a estas modificaciones de la presión barométrica, hay otros que no lo son. El *swertia quadricornis*, el *espeletia frailexon*, los *chiquiraya* y algunas gencianas exigen según parece para vegetar de una dilatación de aire igual a 0,^m 46 o 0,^m 49, es decir, 17 a 18 pulgadas. Muchas plantas de los Andes, trasportadas a las regiones igualmente frías de Europa, no vegetarían con la misma perfección que en su patria originaria, porque no hallarían aquí el aire dilatado que demanda su organización. Atribúyense las diferencias notables que se observan en la fisonomía de los vegetales alpinos trasplantados en los lugares bajos, únicamente a las diferencias de temperatura, de humedad y de tensión eléctrica, mas no sé por qué ha de excluirse como causa también de este fenómeno la presión barométrica que influye sin duda de un modo bien enérgico sobre la organización de los vegetales. En la naturaleza animada hay muchas causas que concurren simultáneamente para modificar las acciones vitales y no debe omitirse ninguna de ellas en la explicación de los fenómenos de la materia organizada.

ESCALA HIGROMETRICA

Esta escala muestra el decremento de humedad en el aire atmosférico en razón de la mayor altura sobre el nivel del mar. Las observaciones que han servido para calcular los términos medios se han hecho a la sombra y en tiempo sereno, con la bóveda celeste despejada. He usado del higrómetro de Saussure unas veces y otras del de Deluc, según que el instrumento debía o no absorber con prontitud la humedad del aire, mas todos los resultados aparecen en grados del higrómetro de Saussure, haciendo la corrección de la temperatura y reduciéndolos a 25°3 del termómetro centígrado. Las experiencias de Saussure y de Dalton prueban que no hay que hacer correcciones barométricas.

Alturas	Higrómetro de Saussure sin corrección de temperatura	Termómetro del higrómetro	Higrómetro reducido a la temperatura de 25°3
De 0 a 1.000 ^m	86	+ 25 3	86°
De 1.000 a 2.000	80	+ 21 2	73 4
De 2.000 a 3.000	74	+ 18 7	64 5
De 3.000 a 4.000	65	+ 9 0	46 5
De 4.000 a 5.000	54	+ 3 7	36 2
De 5.000 a 6.000	38	+ 3 0	26 7

Estos términos medios dan alguna luz respecto de la disminución de humedad en las regiones ecuatoriales, disminución que no carece de interés para el estudio de las refracciones. Esta disminución llega a 90 metros por cada grado del higrómetro de Saussure.

No obstante la sequedad extrema del aire en la cima de los Andes, en donde el higrómetro baja hasta 46° a la temperatura de 3°7 (o lo que es

lo mismo $31^{\circ}7$ del higrómetro, reduciendo el termómetro a $25^{\circ}3$), en estas regiones elevadas de 2.500 a 3.000 metros es donde uno se halla a cada instante envuelto en espesas nieblas. La frescura y el verdor que caracteriza la vegetación de los páramos depende de estas precipitaciones del vapor acuoso que son o el efecto o la causa de una fuerte tensión eléctrica.

Lo que mantiene la vegetación en las regiones bajas entre los trópicos, es el aire, que a pesar de su perfecta transparencia y de un cielo sin nubes por cuatro a cinco meses en el año, está cargado de humedad. Y en efecto si las plantas no tuvieran la propiedad de absorber el vapor húmedo del aire, no sería posible explicar cómo se sostiene la hermosa vegetación de algunas comarcas en donde, como en Cumaná, no hay ni lluvia, ni niebla, ni rocío por ocho o diez meses en el año. Las experiencias del hijo de Mr. Deluc prueban también que en Bengala existe un grado semejante de humedad al que hemos visto en la América ecuatorial.

En el valle de Méjico, cuya elevación sobre el nivel del mar es de 2350 metros, el higrómetro de Saussure baja muy a menudo de 42° a 43° cuando el termómetro señala 15° a 18° . Con el termómetro a 15° nunca pude observar en Europa una sequedad superior a 46° . ¿Qué se hacen pues los vapores que se levantan de los cinco lagos que rodean la ciudad de Méjico? No es posible suponer que sean absorbidos por la inmensa cantidad de muriato y de carbonato de sosa de que está cubierto el suelo de las inmediaciones. La más grande sequedad reina en el interior de la N. España. A una altura de 2.000 metros, la vegetación es ya escasa y el aire se siente como si se hubiere desecado artificialmente. Esta sequedad tan contraria a la salud como perjudicial a la vegetación, va en aumento de siglo en siglo, porque la mano del hombre desagua los lagos y las lluvias copiosas disminuyen. ¿Cuál no será la sequedad del aire en Persia, entre Tiflis y Tauris y en la provincia de Kermann, en donde, según Chardín, se construyen las casas con sal gema, en lugar de piedra común?

El agua evaporizada en el aire, y precipitada, ya sea en virtud de un cambio de temperatura, o por otras causas que no conocemos todavía bien, aparece a nuestra vista en grupos de vapores vesiculares que son las nubes, cuya altura, que repetidas veces he medido, me parece siempre la misma poco más o menos. Las nubes más bajas, o sea la superficie inferior de las nubes, tiene según creo una altura de 1169 metros sobre el nivel del mar. Esta es la altura en que se deja ver en el declive de la cordillera la densa niebla que envuelve una parte del año los habitantes de Jalapa, al oriente de Méjico, y del valle de Guaduas en la Nueva Granada. El límite superior de las nubes espesas está en los 3.300 metros; pero lo que es singular es la existencia de las nubecillas leves denominadas carneros a la altura de más de 7.800 metros. Yo las he visto arriba de mi estación en la cumbre del Antisana,

y Mr. Gay-Lussac las menciona en la relación de su segundo viaje aerostático. ¡Cuán leves deben ser estos vapores vesiculares para poder sostenerse a tal elevación en una atmósfera tan rara! Según las observaciones de MM. Biot et Gay-Lussac, el límite inferior parece ser en estío en Europa de 1.200 metros, como en el ecuador. A 5.267 metros de altura, el higrómetro de Mr. Gay-Lussac señalaba $25^{\circ}5$, cuando el termómetro indicaba 4° de calor, es decir que, a la temperatura de $25^{\circ}3$, que es la del estío en los lugares bajos, el higrómetro habría quedado reducido a $21^{\circ}5$ máximum de sequedad que hasta hoy ha podido observarse al aire libre.

La cantidad de lluvia que cae anualmente bajo los trópicos, es de más de 1,^m 89, o de 70 pulgadas. En Guayaquil, en el valle de Cumanacoa y entre el Casiquiare y el Río Negro, esta cantidad me parece que puede computarse a 2,^m 43, o 90 pulgadas. En los Estados Unidos, por los 40° de latitud, es sólo de 1,^m 08, o de 40 pulgadas, y en Europa, de 0,^m 48, o de 18 pulgadas.

ESCALA ELECTROMETRICA

Cuando se sube desde el nivel del mar hasta la cima de las cordilleras, se observa que la tensión eléctrica aumenta gradualmente, mientras que el calórico y la humedad del aire disminuyen en la misma proporción. Las experiencias mencionadas en mi cuadro fueron hechas a diferentes horas del día con el electrómetro de Saussure, armado de un conductor de 1,^m 4, o de 4 pies de altura, y atrayendo la electricidad atmosférica por medio del humo de la yesca, como lo propone Mr. Volta. En las regiones bajas ecuatoriales, desde el mar hasta una altura de 2.000 metros, los lechos inferiores de aire están poco cargados de electricidad, de tal suerte que, pasadas las diez de la mañana, cuesta trabajo hallar el menor indicio de este flúido, aun usando del electrómetro de Bennet. Todo el flúido parece que se acumula en las nubes, lo que ocasiona explosiones eléctricas frecuentes, las cuales se hacen periódicas generalmente dos horas después de la culminación del sol, cuando el calor es mayor y la marea barométrica está cerca del punto más bajo. En los valles de los grandes ríos, tales como el Magdalena, el Río Negro y el Casiquiare, las tempestades son constantemente cerca de media noche. Entre los 1.800 y los 2.000 metros está la zona en donde las explosiones eléctricas son más fuertes y más estrepitosas; los valles de Caloto y de Popayán son conocidos por la frecuencia de estos fenómenos. Pasados los 2.000 metros ya son menos frecuentes y menos periódicos; pero se forma mucho granizo, principalmente de 3.000 metros arriba, porque allí el aire permanece por mucho tiempo cargado de electricidad negativa, cosa que no acontece o que por lo menos no dura sino pocos instantes abajo de 1.000 metros. A una altura superior a 3.500 metros ya las explosiones son más raras, el granizo cae sin tronadas, y a veces, desde los 3.900 metros, mezclado con nieve y aún en la mitad de la noche.

Las capas de aire inmediatas a las cumbres de los Andes tienen constantemente una tensión eléctrica que puede representarse por 4 a 5 líneas del electrómetro de Saussure. La sequedad del aire y la proximidad de las nubes hacen más sensible el juego de la electricidad. Cerca de la boca de los volcanes, la electricidad pasa frecuentemente del estado positivo al negativo.

En la región superior a la nieve permanente se observan muchos fenómenos luminosos que no parecen acompañados de truenos, y la multitud de bólidos o estrellas errantes que se ven caer en la parte volcánica de los Andes, y su mayor frecuencia en las tierras calientes, inclinarían a pensar que estos fenómenos pertenecen a nuestro globo, si otras razones, especialmente su grande elevación, no se opusieran a esta suposición.

COLOR AZUL DEL CIELO

Una de las cosas que admira el habitante de las costas y lugares bajos, cuando sube a las alturas que pasan de 3.000 a 4.000 metros, es el color más oscuro que advierte en la bóveda celeste. Crece esta intensidad del color azul en razón de la dilatación del aire y de la menor masa de vapores que los rayos del sol atraviesan. El vapor vesicular esparcido en el aire dispersa la luz y le da un color blanquecino. Cuanto menor es la masa de aire por la cual nos llegan los rayos del sol, tanto más subido es el tinte del cielo y más se aproxima al color negro que nos presentaría si estuviéramos en el límite superior de la atmósfera. He usado en estas observaciones de un cianómetro construido en Ginebra por Mr. Paul, igual al que sirvió a Saussure en su viaje al Monte Blanco y me he ceñido a hacerlas en el cenit.

Me parece que puede decirse que en general el cielo es más azul, a alturas iguales, en los trópicos que en Europa. En París, el término medio (con el termómetro a 25°) me ha parecido de 16° del cianómetro. En los trópicos, es de 23° a la misma temperatura. Esta diferencia dimana indudablemente de la disolución perfecta de los vapores en la atmósfera ecuatorial. Así es que nada iguala a la majestad de las noches en estas regiones: las estrellas brillan con una luz tranquila como la de los planetas y su vibración no se echa de ver sino cuando se acercan al horizonte. Los anteojos de menos alcance transportados de Europa a las Indias parece que han aumentado su fuerza, tal es allí la grande y constante transparencia del aire.

Saussure observó el cianómetro, en la cima del Monte Blanco, a 4.754 metros de altura, en los 39°. En el Pico de Tenerife me pareció que llegaba a 41°. Supongo que la grande sequedad del aire africano favorecía la intensidad del color azul del cielo, porque el Pico de Tenerife es menos alto de 1.050 metros que el Monte Blanco. En los Andes, a 5.900 metros de altura, el cianómetro marcaba 46°. Mr. Gay-Lussac observó esta misma intensidad de

color en sus viajes aerostáticos. "Un fenómeno, dice este físico, que llamó mi atención a esta grande altura de 7.016 metros, fue ver todavía nubes más altas y a una distancia que me pareció muy considerable. En nuestra primera ascensión las nubes se sostenían solamente a 1.169 metros, sobre ellas el cielo parecía enteramente sereno, y su color en el cenit me pareció tan subido como el del azul de Prusia. Mas en mi último viaje no vi nubes a mis pies, el cielo estaba vaporoso y de color opaco".

DECREMENTO DE LA LUZ

La luz del sol y de los astros pierde de su intensidad al atravesar el aire atmosférico. Esta extinción de la luz proviene de la densidad de las capas de aire; y por consiguiente es menor en las cumbres de las montañas y mayor al nivel del mar. En el cálculo de la tabla que sigue no se ha hecho caso de los vapores que se hallan esparcidos accidentalmente en el aire y hemos considerado el fenómeno de la extinción de la luz como se presenta en un aire transparente y en el cual el agua está enteramente vaporizada. Sobre esta materia pueden consultarse las ideas que Mr. Laplace ha enunciado en su Exposición del sistema del Mundo (vol. 1, p. 157). La grande transparencia del aire en los trópicos es la causa de que a igual altura la luz es allí más viva que en Europa. Así es que la claridad del día fatiga más aún en las horas en que no hay reflejo. Sería curioso examinar este fenómeno con el photómetro de Leslie. La mayor fuerza de la luz en la atmósfera de los trópicos se descubre también en la luz que la luna totalmente eclipsada refleja hacia la tierra, la cual depende de la inflexión de los rayos solares por la atmósfera terrestre. En las zonas templadas acontece algunas veces que el aire es tan denso y tan cargado de vapores que el disco de la luna se oculta enteramente en ellos, mientras que yo he visto, por los 10° de latitud boreal, la atmósfera tan transparente, que el disco de la luna eclipsada, estaba tan visible como la luna llena en Europa, cuando aparece en el horizonte.

Sábese que la luz influye eficazmente en las funciones vitales de las plantas, particularmente en su respiración y en la formación de la parte colorante, que tiene un carácter resinoso y, también, según Mr. Berthollet, en la fijación del azote en la fécula. Estas consideraciones nos autorizan para pensar que la grande intensidad de la luz de que disfrutan las plantas que vegetan en la cima de las montañas, debe contribuir a darles el carácter resinoso y aromático que se encuentra en muchas plantas alpinas. En mi obra sobre los nervios, he mencionado algunas experiencias de las cuales resulta que la luz solar produce sobre la fibra nerviosa efectos estimulantes que no pueden dimanar sólo del calor. La decadencia de fuerzas que siente el habitante de Quito y de Méjico a una altura de 3 a 4.000 metros, cuando el sol le hiere con sus rayos, parece que no depende del movimiento muscu-

lar o de la transpiración cutánea, que sin duda es también más abundante en un aire dilatado. ¿Sería aventurado acaso atribuírle a una irritación nerviosa, o a que la luz, menos debilitada en la cima de las montañas, es susceptible de exhalar más calórico, cuando los cuerpos densos la descomponen, porque ha perdido menos cantidad de este flúido al atravesar las capas superiores del aire?

REFRACCIONES HORIZONTALES

Como la fuerza refractiva de la atmósfera depende de la densidad de sus capas y de la ley de su temperatura, esta fuerza es necesariamente diversa según la elevación del lugar en que se halle el observador. Mr. Laplace ha probado que el cálculo de las refracciones astronómicas es muy diferente según que el ángulo observado es superior o inferior a 12° . En el primer caso, el estado hygrocópico del aire modifica poco la inflexión de la luz; en el segundo, en que el rayo es casi tangente a la superficie de la tierra, la influencia de los vapores acuosos y de su disolución más o menos perfecta constituye una condición importante. Si sólo el decremento del calor modificara las refracciones horizontales, no sería entonces posible explicar por qué en estío son éstas mucho menores en el ecuador que en las zonas templadas, puesto que de las experiencias arriba citadas casi puede deducirse que en el verano el decremento del calórico, a lo menos desde la superficie del mar hasta los 6 o 7.000 metros de altura, difiere poco en los Andes de Quito y en Europa. Mas todavía puede suceder que las cordilleras que reflejan el calórico radiante hacia las regiones elevadas del aire, no nos den resultados comparables con los que se deducen de las ascensiones aerostáticas en Europa, o que la disminución del calórico siga otras leyes desde los 7.000 metros para arriba. Por tanto, es de la mayor importancia observar bien estos fenómenos tan interesantes para la astronomía física y sobre los cuales los últimos trabajos de Mr. Laplace no pueden dejar de ilustrarnos. Conforme a las fórmulas de este gran geómetra se ha calculado la escala de las refracciones que adorna mi cuadro físico de las regiones ecuatoriales.

Los académicos franceses hicieron grabar en una lápida de mármol que todavía se conserva en el antiguo colegio de los jesuitas de la ciudad de Quito, que la refracción astronómica horizontal media es, bajo el ecuador, al nivel del mar, de $27'$; a la altura de Quito, de $22' 50''$, y en el Chimborazo, cerca del límite inferior de la nieve permanente, de $19' 51''$. Mr. Laplace ha dicho que, como la refracción de la atmósfera lunar es mayor que la que puede verificarse en nuestras mejores máquinas neumáticas, la refracción horizontal a la superficie de nuestro satélite no puede exceder $5''$.

Desde las cumbres elevadas de los Andes se suele ver a media noche un resplandor pálido pero perceptible que rodea el horizonte. Saussure observó

también este fenómeno en la Garganta del Gigante, en los Alpes, a los 3.435 metros de altura. Yo también he sido testigo del mismo espectáculo en la hacienda de Antisana, a la altura de 4.105 metros. La explicación ingeniosa que Mr. Biot ha dado de este fenómeno, consiste en suponer que la densa masa de aire que circuye el horizonte refleja la luz solar (*Astronomía física*, vol. I, p. 277).

COMPOSICION QUIMICA DE LA ATMOSFERA

El flúido elástico que envuelve nuestro planeta se dilata hasta una altura cuyos límites no conocemos. La teoría de la extinción de la luz y las experiencias de Bouguer, prueban que la altura de la atmósfera, reducida en toda su extensión a la densidad del aire correspondiente a cero de temperatura y a la presión de una columna de $0,^m 76$ (28 pulgadas) de mercurio, no puede pasar de 7.820 metros (*Mecánica Celeste*, tomo 4^o). Las observaciones del crepúsculo indican que a una altura de 60.000 metros todavía la densidad de las capas de aire es suficiente para reflejarnos una luz sensible.

Por mucho tiempo se ha creído que la composición química de la atmósfera variaba no solamente en un mismo lugar, sino también que la pureza del aire disminuía con la altura sobre el nivel del mar, porque se atribuían a modificaciones del aire los errores que resultaban de la imperfección de los análisis eudiométricos de que se hacía uso y tengo que confesar que las experiencias que hice en otro tiempo valiéndome del gas nitroso, contribuyeron en parte a propagar estos errores.

En estos últimos años se ha anunciado que la cantidad de oxígeno que el aire atmosférico contiene, lejos de llegar a 27 o 28 centésimos, no pasa de 21 a 23. Mas como estos límites no son bastante precisos y como los químicos no están bien de acuerdo respecto de la exactitud de los diversos análisis eudiométricos, emprendí, asociado con Mr. Gay-Lussac, un trabajo completo sobre la composición del aire y sobre las modificaciones que pueden afectarlo, para reemplazar un trabajo imperfecto de mi primera juventud, con otro fundado sobre bases sólidas.

Con la química sucede lo que con la astronomía, que la perfección de los métodos y de los instrumentos nos permite estimar las cantidades más pequeñas y que hoy no es permitido dejar de hacer caso de lo que antes podía omitirse como de poca importancia. Presentamos los primeros resultados de nuestro trabajo en una memoria leída en el Instituto el 1^o pluvioso del año 13. Los números eudiométricos que indica el cuadro se fundan en las experiencias que hicimos Mr. Gay-Lussac y yo en uno de los laboratorios de la Escuela Politécnica, experiencias que tenemos intención de completar dándoles mayor extensión y variedad.

En el estado actual de la ciencia química, el eudiómetro de Volta es todavía el mejor de los instrumentos de este género que conocemos, porque es el

único que permite estimar en el aire variaciones de dos milésimos de oxígeno. En cuanto a los análisis hechos con sulfuro alcalino, fósforo y gas nitrógeno (lavando los residuos con sulfato de fierro, o con ácido hidroclicórico y alcali), estos medios no permiten apreciar la cantidad de oxígeno sino con una aproximación de uno o dos centésimos. El sulfuro alcalino absorbe el ázoe y por tanto si se atribuye toda la absorción observada al oxígeno de la atmósfera, el error puede ser considerable. Esta acción de los sulfuros alcalinos disueltos en caliente y la falsa suposición respecto de la saturación de una parte del oxígeno por dos a cuatro partes de gas nitrógeno, fueron los motivos que influyeron en asignar al aire de 27 a 28 por ciento de oxígeno.

Los elementos que constituyen la atmósfera, parece que son 0,210 de oxígeno, 0,787 de ázoe y 0,003 de gas ácido carbónico. La proporción de este último gas no ha podido estimarse con toda exactitud. Quizá es aún menor. Las soluciones alcalinas que se han empleado no absorben sólo el ácido carbónico, pues cada vez que un líquido permanece largo tiempo en contacto con el aire, la absorción del ázoe y del oxígeno es capaz de alterar los resultados (1).

La composición química de la atmósfera no varía, según parece, en ninguna circunstancia, por lo menos en cuanto a las cantidades de oxígeno y de ázoe y si hay diferencia, ésta no excede de una milésima parte de oxígeno, porque siempre hemos hallado las mismas proporciones en aire cogido en tiempo sereno, o de lluvia, de niebla, cayendo nieve o soplando viento de las regiones más opuestas. A la altura de 7.000 metros. Mr. Gay-Lussac recogió aire que tenía igualmente 0,210 o 0,211 de oxígeno, y puede asegurarse que esta es la única experiencia que hasta aquí se ha hecho con exactitud, respecto de la composición química de las capas de aire más elevadas. Si yo y otros viajeros hemos creído que había menos oxígeno en las altas regiones que en el nivel del mar, debe juzgarse que este resultado dimana de la imperfección de los medios eudiométricos empleados. Sobre la cima del pico de Tenerife y en algunos volcanes de los Andes, la pureza del aire puede ser en efecto menor, mas la diferencia puede depender de la acción de los volcanes y sobre todo de las grandes masas de azufre que absorben el oxígeno del aire que las baña.

Se ha suscitado por muchos años la importante cuestión de la existencia del hidrógeno libre en el aire atmosférico. El viaje aerostático de Mr. Gay-Lussac demostró que si existe una pequeña canti-

dad de hidrógeno en el aire, ésta no es mayor a la altura de 7.000 metros que en las llanuras. Las experiencias ulteriores que hemos hecho nos autorizan para afirmar que no pueden existir en el aire atmosférico más de dos milésimos de hidrógeno, pues 0,003 anegados en una mezcla artificial de oxígeno y de ázoe, han sido indicados por nuestros instrumentos. Si se recuerda que una mezcla de aire con menos de 0,05 de hidrógeno no es susceptible de inflamarse por la centella eléctrica, no puede el ánimo más preocupado negarse a admitir que el hidrógeno no tiene nada que hacer con la formación de la lluvia de tempestad, ni con los otros fenómenos ígneos que aparecen en el aire. La constante uniformidad de la composición química del aire y la no existencia del hidrógeno en este fluido, son hechos importantísimos para el cálculo de las refracciones; porque prueban que los géometras no tienen más correcciones que hacer sino las del barómetro, termómetro e higrómetro.

Mas independientemente del oxígeno y del ázoe, el aire atmosférico contiene también un número considerable de emanaciones gaseosas que nuestros instrumentos en su estado actual no pueden acusar y que sin embargo influyen eficazmente en nuestra salud. Estas emanaciones se forman principalmente en las regiones bajas de los trópicos, en los lugares en que la materia organizada se desarrolla con más rapidez, pero en donde al mismo tiempo estos mismos restos orgánicos llenan el aire de miasmas pútridos y deletéreos. La humedad del aire, su temperatura constantemente elevada y la falta de viento a la sombra de los bosques, favorecen la formación de estos miasmas. Son más abundantes y comunes en aquellos valles profundos de los Andes, que semejan a hondas grietas de 1.200 a 1.500 metros de profundidad y en cuyo fondo el termómetro sube a causa de la reflexión del calórico radiante a 42°. Una hora de mansión es muchas veces suficiente para causar a los transeúntes las más graves enfermedades, al paso que los indios que habitan estos valles viven largos años sanos y robustos. Tal es la admirable organización del hombre.

DISMINUCION DE LA GRAVEDAD

La gravedad terrestre disminuye en razón de la distancia del centro de la tierra. Esta disminución comienza a sentirse ya en las primeras alturas de las cordilleras, pero como la densidad de estas montañas varía mucho, prefiero determinar teóricamente la ley del decremento de la gravedad, que valere para ello de las experiencias que verifiqué en circunstancias difíciles de comparar. La escala expresa las oscilaciones de un péndulo simple en el vacío.

Suponiendo la longitud de un péndulo que señala los segundos en París = 1.000.000, la longitud del mismo péndulo para marcar los segundos en el ecuador, será = 0,99669. Estas relaciones nacen de las dimensiones de la tierra: el radio del ecuador = 6.375.703 metros (3.271.208 toesas); el radio del

(1) Conforme a las experiencias más recientes de MM. Dumas y Boussingault, la composición del aire es la siguiente: 230,2 de oxígeno, 769,8 de ázoe. Estos químicos fijaron el oxígeno del aire sobre cobre metálico pesando después el óxido producido. La delicadeza extrema de las balanzas permite obtener resultados mucho más exactos hoy que a principios del siglo en que MM. Humboldt y Gay-Lussac hicieron sus experiencias, que no son menos admirables para el tiempo en que se hicieron. En cuanto al ácido carbónico, se admite siempre que el aire contiene cuatro milésimos. — A.

polo = 6.356.671 metros (3.261.443 toesas); el aplamamiento = 19.032 metros (9.765 toesas); la longitud del grado (bajo el ecuador) = 51.077,70 toesas, Bouguer en Francia, lat. 51° 33' = 51.316,58 toesas (100.015 metros) *Mechain y Delambre*; en Suecia, lat. 73° 70' = 51.473,01 toesas (100.320 metros) *melanderhielm*.

Supongamos que sea N el número de oscilaciones que hace en un tiempo dado un péndulo en el ecuador y a la superficie de la tierra; N' el número de oscilaciones que hará en igual tiempo el mismo péndulo trasportado verticalmente a la altura h : esta altura, siendo expresada en metros, tendremos:

$$N' = N \left(1 - \frac{579 \cdot h}{576.6375793} \right)$$

Mi cuadro no menciona el decremento de las fuerzas magnéticas a grandes alturas, porque ya está reconocido, gracias a las experiencias decisivas de MM. Biot y Gay-Lussac, que este decremento es insensible del nivel del mar hasta 6.000 metros de elevación. Las observaciones hechas en las cordilleras no pueden eximirse del error causado por atracciones locales. En Guadalupe, montaña cuya altura es de 676 metros sobre el nivel de Bogotá, mi aguja en dos minutos marcaba dos oscilaciones menos que en el llano. En el cerro de Avila, cerca de Caracas, cuya altura sobre el nivel del mar es de 2.632 metros, esta disminución llegaba a cinco oscilaciones en dos minutos; por el contrario, en el volcán de Antisana, a la enorme altura de 4.934 metros, el número de oscilaciones, en diez minutos, llegó a 230, mientras que en la ciudad de Quito no pasaban de 218: lo que indica acrecentamiento de intensidad en vez de disminución. Estas anomalías no pueden depender de otra cosa que de circunstancias locales y sobre esta materia podrá consultarse la memoria sobre las variaciones del magnetismo terrestre que he publicado hace poco, asociado con Mr. Biot.

GRADO DE CALOR DEL AGUA HIRVIENTE
 A DIVERSAS ALTURAS

El grado de calor que adquieren los líquidos antes de hervir, depende del peso de la atmósfera y como este peso varía como las alturas sobre el nivel del mar, cada altura tiene su término o punto de ebullición correspondiente. La tabla siguiente representa la ley que sigue este fenómeno.

Elevación en metros	Alturas barométricas	Grados del agua hirviente	
		Termómetro centígrado	Termómetro Reaumur
0	0° 7620	100° 0	80° 0
1.000	0 6792	97 1	77 7
2.000	0 6050	94 3	75 4
3.000	0 5368	91 3	73 0
4.000	0 4741	88 1	70 5
5.000	0 4182	84 7	67 7
6.000	0 3674	81 0	64 8
7.000	0 3203	77 0	61 6

En el curso de mis viajes hice muchas experiencias sobre el hervor del agua en las cimas de los Andes. Me propongo publicarlas y con ellas otras ejecutadas por Mr. Caldas, natural de Popayán, físico distinguido, que se ha consagrado con un ardor sin ejemplo, a la astronomía y a muchos ramos de la historia natural. Estas experiencias, poco interesantes para la teoría, servirán sin embargo para juzgar del grado de exactitud que podrían adquirir las medidas de alturas hechas con el termómetro, si se logaran instrumentos que pudieran indicar con exactitud pequeñas fracciones de grado. Desde el nivel del mar hasta la altura de 7.000 metros, cada grado de disminución en la temperatura del agua hirviente, representa una altura de 304 metros y desde el nivel del mar hasta 1.000 metros, el grado equivale a 357 metros. Puede decirse que hasta la altura del Monte Blanco, cada grado de menos en la temperatura del hervor del agua, representa diez líneas de descenso en la columna barométrica o 340 metros de elevación (1).

CONSIDERACIONES GEOLOGICAS

La naturaleza de las rocas no tiene dependencia alguna de las alturas ni de la diferencia de latitudes, ya sea que la temperatura del aire y su presión barométrica influyeran poco en el estado de agregación de las moléculas o lo que parece más probable, que la formación de la masa sólida del globo haya precedido el orden de cosas que asignó a cada región un clima particular. Por otra parte la altura de las montañas es tan pequeña comparativamente al radio de la tierra, que estas pequeñas diferencias de nivel no han podido modificar los grandes fenómenos geológicos. Si se considera el globo en grande, casi puede suponerse que a cualquiera elevación se hallan las diversas especies de rocas, mas si se atiende sólo a una porción circunscrita de la superficie de la tierra, se descubre entonces que en cada región la dirección y la inclinación de las diversas capas depende de un sistema particular de fuerzas (2) y que existe cierta ley local respecto de la altura de las diversas formaciones de rocas sobre el nivel del mar. Se advierte que en ciertas

(1) Mr. Forbes, distinguido físico inglés, que se ha ocupado muy recientemente de este género de experiencias, me ha asegurado que de las que él hizo en los Alpes con mucha prolijidad, resultan 500 pies ingleses de altura por cada grado del termómetro Fahrenheit, medidas equivalentes con suficiente aproximación a 299 metros por cada grado centígrado. El instrumento que Caldas había previsto y que el barón de Humboldt deseaba, se ha construido por fin y lleva el nombre de hipsómetro, con el cual y las excelentes tablas calculadas por el acreditado físico Mr. Regnault, puede hoy determinarse, con un error de diez metros a lo sumo, la altura de las montañas sin necesidad de barómetro. — A.

(2) En los Andes de la América meridional, en la cordillera litoral de Venezuela y en la de Pavía, las rocas primitivas, particularmente el gneiss y el esquisto micáceo, afectan comúnmente la dirección *hora*, 3 4/8 de la brújula del minero, o en otros términos, la dirección de sus estratos hace de ordinario un ángulo de 52°, del norte al este, con el meridiano del lugar. Su inclinación es casi constantemente al NO. Estas direcciones e inclinaciones de las rocas esquistosas son también muy comunes en los Alpes, en el Fichtelgebirge y en las costas de Génova. En Méjico, la dirección más constante de las rocas primitivas es *hora* 7-8 de la brújula de Sajonia.

regiones las montañas secundarias no pasan de una altura de 3.000 metros, que las masas calizas no aparecen cubiertas de arenisca (gres) cuando la altura excede de 1.800 metros, que el esquisto micáceo no se eleva tanto como el gneiss y que las brechas que se encuentran a determinadas alturas, se componen sólo de fragmentos de rocas primitivas. Sobre un corto terreno se puede así descubrir un límite superior de los basaltos, de la caliza secundaria y de la arenisca silizosa del mismo modo que se descubre un límite superior a los pinos y a las encinas. De lo que llevo expuesto se deduce que no es posible formar una escala geológica respecto de las regiones ecuatoriales, a menos que no se pretenda sujetar la naturaleza a ideas teóricas, es decir, considerar como fenómenos generales lo que no se aplica sino a una corta extensión de los Andes. A pesar de esto, me ha parecido que el cuadro podría comprender algunas indicaciones geológicas, las cuales no serán inútiles al mineralogista.

Las regiones ecuatoriales de América ofrecen a la vez las cumbres más elevadas y las llanuras más extensas y más bajas del mundo, contraste admirable que bastaría por sí solo para demostrar que la rotación del globo no es la causa de la reunión de tantas montañas cerca del ecuador. La cordillera de los Andes vuelve a levantarse por los 60° de latitud boreal, a una altura casi igual a la que se observa en el Reino de Quito.

La cadena de los Andes (cuyo nombre en lengua quichua *antis* parece derivarse de la palabra peruana *anta* que significa cobre y se aplica a todo metal) se aproxima casi igualmente de los dos polos de nuestro globo. Sus extremidades no se alejan de uno y otro polo sino de 29° a 30° de latitud. Esta cordillera corre desde los islotes situados al sur de la Tierra de Fuego y desde el Cabo de Hornos hasta el monte San Elías en la parte nordeste del puerto Mulgrave, es decir, desde los 55° 58' de latitud austral, hasta los 60° 12' de latitud boreal. Tiene pues 2.500 leguas de largo y 30 a 40 de ancho.

La elevación de la cordillera de los Andes es mucho más desigual de lo que generalmente se cree. Hay parajes en el hemisferio austral, entre el Chimborazo y Loja, cuya altura no es superior a la del San Gotardo; y en el hemisferio boreal, en el Istmo de Panamá, cerca de Cupica, los hay que no llegan a 200 metros. Sin embargo hasta cuatro veces la cordillera adquiere una masa y una altura colosales. En el Perú por los 17° de latitud austral, después bajo el mismo ecuador en el Reino de Quito, la tercera vez en Méjico por los 19° de latitud boreal, y últimamente frente al Asia por los 60° de latitud. En todos aquellos lugares sobrepasa en altura al Monte Blanco y alcanza a 5.000 o 6.000 metros. En general la cadena de los Andes asombra más nuestra imaginación por su masa que por su altura, aún en los lugares en que es más elevada, como en las planicies encumbradas de Quito y de Méjico. En el volcán de Antisana, a 4.105 metros de altura, he

visto una llanura de doce leguas de circunferencia. Por término medio, la elevación de los altos Andes, cerca del ecuador, sin hacer caso de los picos que dominan la cadena, es de 3.900 a 4.500 metros; y la altura media de la cadena de los Alpes y de los Pirineos, es de 2.500 a 2.700 metros. El ancho de estas últimas cadenas no pasa por término medio de diez a doce leguas náuticas, en tanto que el de los Andes en Quito, tiene veinte, y en Méjico y algunas partes del Perú, de cuarenta a sesenta leguas. Estas son las consideraciones más capaces de hacer formar una idea cabal de la grande diferencia de masas de montañas entre los Andes y los Alpes y los Pirineos, la cual no puede ser exacta comparando solamente las cimas más empinadas que son de 6.372 metros, 4.754 y 3.434.

La porción más elevada de los Andes es la que se halla situada entre el ecuador y el 1° 45' de latitud austral. Sólo en este pequeño espacio del globo se encuentran montañas que exceden la altura de 5.847 metros (1). Tales son el Chimborazo, cuya elevación es superior a la que resultaría del Etna colocado sobre el Canigou o la del San Gotardo sobre el pico de Tenerife, y el Cayambe y Antisana. Las tradiciones de los indios de Lican nos enseñan con alguna certeza, que la montaña del Altar, que los indígenas denominan *capa-urcu* era en tiempos remotos más alta que el Chimborazo, pero que a consecuencia de una erupción continua de ocho años, bajo el reinado de *Ouainia-Abomatha*, este volcán se hundió. En efecto, su cima presenta las pruebas de la destrucción en sus picos inclinados.

El Chimborazo, como el Monte Blanco, forma la extremidad de un grupo colosal. Desde aquella elevada montaña hasta una distancia de 120 leguas al sur, ningún pico llega siquiera al límite de la nieve permanente. Allí la cadena de los Andes no tiene sino 3.100 a 3.500 metros de altura. Desde el 8° de latitud austral, es decir desde la provincia de Guamachuco, las cumbres nevadas son ya más comunes, particularmente cerca del Cuzco y La Paz en donde se ven los picos empinados de Illimani y Cururana. No tenemos todavía medidas de las montañas de Chile, y siguiendo al sur, la cordillera se acerca de tal modo al océano, que pueden considerarse los islotes escarpados del archipiélago de los Huaytecas como una porción destacada de la cadena de los Andes. El cono nevado de Cupatana, que es el pico de Teyde de estos parajes, llega a 2.900 metros. Todavía más al sur en las inmediaciones del cabo Pilar, la serranía granítica desciende a 400 metros para confundirse luego con el nivel del mar. Si en lugar de caminar al sur, tomamos

(1) En el tiempo en que el barón de Humboldt escribía esto, no se había medido todavía la altura de los picos del Himalaya en Asia, cuya altura es desde 6.925 metros hasta 8.575, ni de los dos nevados de Bolivia, el Soratá, que tiene 7.696 metros, casi equivalente a la montaña más elevada de la luna, el Illimani, que alcanza a 7.315 metros. De manera que por su elevación, el grupo del Chimborazo hoy no ocupa sino el tercer lugar en el orden de las cumbres más elevadas de nuestro planeta. El primero pertenece a los picos del Himalaya en el Antiguo Continente, el segundo a los nevados de Bolivia en el Nuevo. — A.

la dirección al norte, veremos que la elevación de los Andes, partiendo desde el Chimborazo, no es menos desigual. Desde $1^{\circ} 45'$ de latitud austral hasta 2° de latitud boreal, la cordillera mantiene la altura de 5.000 a 5.500 metros. La provincia de los Pastos es una de las planicies más elevadas del globo y puede considerarse como el Tibet de la América. Siguiendo al norte la cordillera, se divide ésta en tres ramos de los cuales el más oriental no tiene nevados de los 4° a los 10° de latitud, pero en su extremidad boreal, en donde se tuerce al oriente para formar la cadena litoral de Caracas, se descubre el grupo colosal de Santa Marta y de Mérida de 4.700 a 5.000 metros de altura. El ramo más occidental de la cordillera de los Andes, el único que produce la platina, disminuye en su altura en Cúcuta y en el Istmo de Panamá hasta descender a 300 y aun a 100 metros. Luego vuelve a levantarse en Guatemala y en Méjico a 2.700 y 3.500 de altura mediana desde los 11° y 17° de latitud; y por los 19° , en las inmediaciones de la ciudad de Méjico, forma un grupo en el cual hay cumbres, como el Popocatepetl y el Orizaba, que exceden de 5.300 metros de altura. Al norte de Anáhuac y en la Nueva Vizcaya, no pasa la cordillera de la altura de los Pirineos y aun algunos viajeros ingleses sólo le han hallado 800 metros bajo los 55° de latitud boreal. Podría suponerse que los Andes desaparecen enteramente hacia el polo boreal si no supiéramos que no lejos del Asia, por los $60^{\circ} 21'$ de latitud, existe el cuarto grupo casi tan colosal como los otros, en el cual se ven el Pico de San Elías con 5.512 metros y la montaña de Buen Tiempo con 4.547 metros de altura. En estos parajes es y en Analasca donde los Andes parecen tener correspondencia submarina con los volcanes de Kamtschatka. Las montañas del Asia oriental no son pues sino una continuación de la cadena de América; y si es probable que la mayor parte de los habitantes del Nuevo Continente son de raza mongola, y si es al norte del Indostán, en la alta planicie del Tibet, que existe la cuna de las artes, de las fábulas religiosas y quizá también de toda civilización humana, ¡cuán interesante no es el considerar esta misma planicie como el centro común de donde parten las cordilleras de uno y otro continente!

Tal es el bosquejo en grande de los contornos de la alta cadena de los Andes. Por lo que hace a su estructura y a la naturaleza de las rocas que la componen, debo limitarme a los resultados siguientes.

Existen en las regiones ecuatoriales todas las rocas que se han descubierto en las demás regiones del globo terrestre. Las únicas que no pude hallar fueron la roca esteatitosa llamada roca de topacio por Werner, la mezcla de caliza granujienta y de serpentina que se encuentra en el Asia menor, la oolita o *Rogenstein* de los alemanes, el grau wake (1) y la creta. Mas no solo son idénticas las

(1) Mr. Boussingault halló posteriormente el grau wake entre Cúcuta y San Martín, y yo he traído varias muestras a Europa de esta roca. — A.

rocas en ambos mundos, sino que también existe en el orden de sobreposición y tránsito de unas a otras tal armonía, que por ellas se manifiesta evidentemente que la naturaleza obra en todas partes en virtud de leyes tan sencillas como universales (1). En la América meridional, el granito forma la base de las demás formaciones. Esta roca cristalina se descubre al pie de los Andes, sobre las costas del mar del sur y sobre las del océano Atlántico, entre las bocas del Orinoco y el río de las Amazonas; ella sostiene la alta mole de los Andes y las formaciones secundarias de los llanos. El granito en que predomina el cuarzo, que contiene poca mica y gruesos cristales de feldespato, parece ser en los Andes más antiguo que el granito de menudos cristales, abundante en hojuelas exagonales de mica. El granito del Perú, unas veces en masas, otras dividido en lechos paralelos e inclinados regularmente, y en ellos embutidas porciones globulares de la misma roca con aumento de mica, las cuales son el resultado de atracciones particulares entre sus partes constituyentes, esta roca, digo, no difiere en América de la de los Alpes superiores y de Madagascar. En ella sin embargo el óxido rojo de titanio es más abundante que la turmalina. Hasta aquí no se han reconocido en ella la esteatita, la lepidolita y el sulfato de barita. Sobre ella y en ocasiones alternando con la misma se encuentra el gneiss o granito foliáceo que pasa al esquisto micáceo, como éste al esquisto primitivo. Los granates en estas regiones son más comunes en el gneiss que en el esquisto micáceo. También se ven en los bellos pórfidos que, reposando sobre el esquisto primitivo, coronan la cima del cerro argentífero de Potosí.

La caliza granujienta, el esquisto clorítico y la roca trapeana primitiva, que es una combinación de feldespato y de anfibolio, forman a menudo estratos subordinados en el granito foliáceo, o gneiss, y en el esquisto micáceo, y este último es allá tan abundante como en la cadena de los Alpes. Contiene con frecuencia capas de grafita y sirve de base a las formaciones de serpentina y de jado. Obsérvese lo que tal vez no hemos visto nunca en Europa, la serpentina alternando con la sienita. La alta cumbre de los Andes está por donde quiera cubierta de formaciones porfiríticas, de basalitos, de fonolitas y de rocas verdes, las que tomando la forma de columnatas aparecen a lo lejos bajo

(1) En obra posterior dice Mr. de Humboldt: "Bajo todos los climas, la corteza pétreo del globo presenta el mismo aspecto al viajero; en todas partes reconoce, y no sin cierta emoción y sorpresa, en medio de un mundo nuevo, las rocas de su país natal: mas esta sorpresa cesa reflexionando que si el clima influye en la forma de los animales y de las plantas (porque la temperatura de la atmósfera y la que resulta de las diversas combinaciones formadas por la acción química, modifican el juego de las afinidades que preside al desarrollo de los órganos), esta distribución desigual del calor, efecto de la oblicuidad de la eclíptica, no puede haber tenido influencia alguna sensible en la formación de las rocas, la cual por el contrario debe haber influido poderosamente en la temperatura del globo y del aire que le rodea, porque cuando pasan grandes masas de materia del estado líquido al estado sólido, no puede efectuarse este fenómeno sin un desprendimiento enorme de calórico". — A.

el aspecto fantástico de ruinas de palacios, que es la figura a que generalmente comparan las cordilleras en América los que las contemplan por la primera vez. Por entre las rocas porfiríticas es que salen las materias volcánicas y no es fácil al geólogo decidir si estos pórfidos, basaltos, estas rocas amigdaloidas porosas, obsidianas y piedras aperladas, han sido formadas por el fuego, o si son rocas preexistentes alteradas por la acción destructiva de los volcanes (1).

Todavía es más notable la identidad de estratificación que se observa en toda la superficie de nuestro globo, si se comparan las formaciones secundarias de la América meridional con las del Antiguo Continente. La naturaleza, constante en sus tipos, parece que ha repetido los mismos fenómenos geológicos en las llanuras del Orinoco, en las costas del mar del sur, en Francia, en Polonia y hasta en los desiertos de Africa. Al pie de los Andes se descubren dos formaciones muy diferentes de piedra arenisca: la una de basa silizosa, conglomerada de rocas primitivas, que en ciertos lugares encierra cinabrio y lechos de hulla; la otra de basa caliza, conglomerada de rocas secundarias; existen también dos formaciones de yeso y tres de caliza secundaria. Hay llanuras extensas que comprenden más de setenta mil leguas cuadradas, cubiertas de un conglomerado antiguo, en el cual se hallan maderas fósiles y fierro oxidado negrusco. Sobre este conglomerado se ve una piedra caliza semejante a la de los Alpes superiores, que contiene petrificaciones de animales marítimos a grandes alturas y la cual se distingue por abundantes lechos de esquisto arcilloso, con venas de caliza espática blanca. Esta piedra caliza sirve de base al yeso hojoso penetrado de azufre y a veces muriatífero. Después de este yeso sigue otra formación caliza muy homogénea, blanquecina, en ocasiones cavernosa, análoga a la caliza jurásica que es la misma de Monte Baldo y de Palestina. A ésta sucede una arenisca caliza, luego un yeso fibroso sin sosa muriatada, pero mezclado de arcilla, y finalmente la caliza que contiene sílice y piedra córnea. Difícil es reconocer en las inmensas llanuras del Orinoco y Río Negro, la serie de estas formaciones secundarias, porque todo lo que cubría en otro tiempo el conglomerado antiguo parece haber sido arrebatado a consecuencia de grandes catástrofes, mas ella se manifiesta en la Nueva Andalucía (sobre todo en la cadena de Tumiriquirí) y en Méjico, en donde el profesor Del Río ha hecho en geología las más preciosas observaciones. No obstante esta identidad de formación y de estratificación en los dos continentes, las regiones ecuatoriales presentan también muchos fenómenos que les son particulares. Uno de los más singulares es sin duda la inmensa altu-

ra a que se elevan las rocas posteriores al granito y lo macizo de las formaciones. En Europa, las cumbres de las montañas elevadas son de granito, pues el esquisto micáceo no se observa más arriba de 2.400 metros. En el Monte Blanco, el granito se descubre a 4.754 metros de altura. En la cordillera de los Andes, esta misma roca se oculta bajo formaciones posteriores; de suerte que podría viajar por muchos años en el Reino de Quito y en parte del Perú, sin aprender a conocer el granito. El punto más elevado en que he hallado en los Andes el granito, es en el páramo de Quindío a 3.500 metros. Las cumbres heladas del Chimborazo, del Cayambe y del Antisana a 6.372 y 5.847 metros de altura son de pórfido (traquita). La caliza secundaria se descubre, cerca de Micuipampa en el Perú, a 3.703 metros de elevación, la arenisca de Huancavelica a 4.500 metros, el esquisto micáceo de los Andes de Tolima en Nueva Granada a 4.482 metros, el basalto de Pichincha, cerca de Quito, a 4.735 metros; mientras que el lugar más alto en que hasta aquí se han hallado en Alemania basaltos, es la cúspide del Schneekope en Silesia, a 1.285 metros. A los mineralogistas que consideran los pórfidos del Chimborazo, los basaltos y las rocas verdes, no como masas alteradas, sino como productos de la erupción de los volcanes, deben también interesar estas indagaciones sobre los límites de altura de estas formaciones, porque se trata aquí no de su origen ni del estado primitivo de nuestro planeta, sino de las cosas como existen hoy. En las inmediaciones de Bogotá, se ven lechos de carbón mineral a las orillas de la hermosa cascada de Tequendama, a 2.633 metros, y se asegura haberse hallado carbón fósil en la caliza compacta de Huancu en el Perú, a 4.482 metros de altura, arriba casi de toda vegetación actual. En la llanura de Bogotá, a una elevación de 2.700 metros, se hallan el yeso, la arenisca y la caliza conchífera y aun la sal gema en Zipaquirá. No creo que se haya descubierto todavía en Europa ni carbón mineral ni sal gema a más de 2.000 metros de altura. ¿En qué consiste semejante acumulación de las mismas materias a tan desiguales alturas bajo el ecuador y en las zonas templadas? Las petrificaciones de conchas que en el Antiguo Continente se han hallado a mayor altura, son las del Monte Perdú en los Pirineos a 3.566 metros (1). En los Andes los restos de cuerpos organizados son por lo general muy escasos, por la falta de piedra caliza en las inmediaciones del ecuador y sin embargo, cerca de Micuipampa, latitud austral 6° 45' 38", se hallan conchas petrificadas (ostras, equinitas, etc.) a 3.900 metros, es decir a una altura superior a la del Pico de Tenerife y en Huancavelica existen a 4.300 metros.

Los huesos de elefantes fósiles que traje de Méjico, de Soacha, cerca de Bogotá, de Quito y del

(1) Cuando el barón de Humboldt escribía esto, no habían adoptado todavía los geólogos la denominación de *traquitas*, que Haüy dio en su clasificación a las rocas que aquí se mencionan y que siendo porosas, escoriñicadas y compuestas de cristales cruzados de feldespato vitroso, son ásperas al tacto, de donde les viene su nombre. — A.

(1) Mr. Victor Jacquemont halló, en su exploración al Himalaya en 1830, conchas petrificadas a una altura de 700 metros superior al Monte-Blanco y por lo mismo a la elevación absoluta de 5.510 metros, que creo que es la mayor en que hasta aquí se han hallado restos fósiles de animales. — A.

Perú y en los cuales Mr. Cuvier reconoció una especie nueva y muy diferente del mamouth, no se hallan en la cordillera de los Andes sino a 2.300 y a 2.900 metros de altura. No he sabido que se hayan descubierto en más bajas regiones, porque los huesos llamados de gigantes de la Punta de Santa Helena, no lejos de Guayaquil, son de cetáceos. En Europa es raro ver capas continuas de la misma roca cuyo grueso llegue a mil metros. En Méjico y en el Perú, sobre el declive de la cordillera y en valles profundísimos, se descubre fácilmente que las rocas porfíricas tienen 3.100 a 3.900 metros de espesor, y los pórfidos del Chimborazo llegan a 3.700 metros. La arenisca de las inmediaciones de Cuenca tiene 1.500 metros y la formación de cuarzo puro que se halla al oeste de Cajamarca y que parece privativa a los Andes, tiene 2.900 metros de grueso. Ninguna de estas formaciones se halla interrumpida por otras rocas heterogéneas. Debo mencionar aquí otro fenómeno no menos interesante, que caracteriza a las regiones ecuatoriales, y es la abundancia de pórfidos con amfibolio, la escasez de mica en ellos y la falta total de cuarzo en los mismos. Las masas considerables de azufre se hallan a menudo lejos de los volcanes y no en montañas calizas o acompañando al yeso, sino en las rocas primitivas. Habría de mencionar la riqueza de los Andes en toda clase de metales (con excepción del plomo) (1); llamar la atención de los geólogos hacia el *paco*, sustancia compuesta de arcilla, de óxido de hierro, de cloruro de plata y de plata nativa, mezclados íntimamente, y hacia la diferencia de alturas en que la naturaleza ha depositado sus riquezas en el Perú a 3.500 y 4.100 metros, y en Méjico a 1.700 y 2.500 metros, y finalmente sobre la abundancia de mercurio que existe en cuantiosas venas, aunque no se trabajan con fruto. Mas todos estos objetos no pueden referirse por menor en un cuadro general y sólo darán motivo a esta consideración: es tal la abundancia de minas de metales preciosos en la cordillera de los Andes, que la América Española, que hoy exporta anualmente cerca de 38 millones de pesos en oro y plata, podrá triplicar este producto a medida que aumente su población. Méjico, en donde la industria comienza a despertarse, produce hoy 22 a 25 millones de pesos, en vez de 5 a 6 millones que se sacaban a principios del siglo XVIII. Mas la riqueza de Europa no ha aumentado en la misma progresión, pues la sola casa de moneda de Méjico ha contribuido desde la conquista con más de 1.900 millones de pesos, de los cuales la mayor parte han ido a parar a las Indias Orientales y a la China.

Ninguna parte del globo ha sido tan agitada por el fuego subterráneo como la cordillera de los Andes. Desde el Cabo de Hornos hasta el Monte San Elías se cuentan más de cincuenta volcanes infla-

dados. Los más distantes del mar son el Popocatepetl, en Nueva España, a 37 leguas náuticas del golfo de Méjico, y el Cotopaxi, en la provincia de Quito, que dista 40 leguas náuticas del mar del sur. La naturaleza de estos volcanes de los Andes varía mucho. Unos, los menos altos particularmente, arrojan lavas; otros, como los de Quito, lanzan únicamente vapor de agua, rocas escoriñadas y principalmente un lodo arcilloso mezclado de carbón y azufre. Se ha visto, en la noche del 14 de septiembre del año de 1759, levantarse de un llano, a 29 leguas de distancia del mar del sur, el gran volcán de Jorullo rodeado de dos a tres mil conos pequeños todos humeando. Este volcán se elevó en poco tiempo a la altura de 486 metros sobre el nivel llano que le sirve de base (1), el cual tiene una altura absoluta sobre el océano de 717 metros. Mr. Bonpland y yo bajamos al fondo de su cráter y nos convencimos de que arde todavía. Allí recogimos el aire que se exhalaba y que contiene 5 p. 100 de ácido carbónico.

LIMITES DE LA NIEVE PERPETUA

Cuando tratamos del decremento del calórico en la atmósfera, dijimos que, pasada la altura del Monte Blanco, esta disminución sigue según parece la misma ley en las zonas templadas que bajo los trópicos. Puede suponerse que en estas regiones elevadas, el calor radiante que refleja la superficie del globo es casi insensible y que la temperatura en ellas depende únicamente de la descomposición de los rayos del sol en el aire, el cual debilita la luz en razón de su densidad. No sucede así en las regiones bajas de la atmósfera, puesto que desde el nivel del mar hasta la altura de 5.000 metros el decremento del calórico, considerando el término medio en todo el año, no guarda la misma ley que en mayores alturas y aunque las capas de aire en las cuales por su frialdad no se derrite la nieve, se hallan a diverso nivel según la distancia del lugar al polo, su temperatura media debe ser la misma. Conociendo por tanto el decremento del calórico bajo el ecuador, desde el mar hasta el límite de la nieve permanente, que es de 200 metros por grado centígrado, esta hipótesis nos enseña a conocer también aproximadamente el límite de la nieve permanente en las demás latitudes. Bastará así averiguar la altura de una capa de aire cuya temperatura media sea $+0^{\circ},4$, que es la que reina bajo el ecuador en los lugares en donde comienza la nieve permanente. Supongamos que la temperatura media de las regiones bajas por los 45° de latitud, sea de $12^{\circ},5$, se hallará $200 \times (12^{\circ},5 - 0^{\circ},4) = 2.420$ metros; y este resultado, a 80 o 100 metros más o menos, está de acuerdo con lo que se observa en la naturaleza misma. Un lugar de la Europa boreal que tenga al nivel del mar una temperatura media de $+4^{\circ}$

(1) Probablemente no tuvo noticia en aquella época el barón de Humboldt, de los abundantes criaderos de galena que se hallan en diversas provincias de la N. Granada, particularmente en las de Vélez, Tunja, Socorro y Bogotá. — A.

(1) La altura de este volcán, el más reciente y el más extraordinario de cuantos se conocen, es tres veces mayor que la de la gran pirámide de Cheops en Egipto, la cual no tiene sino 142 metros, y ocho veces más que la pirámide de Cholula, construída por los antiguos mejicanos.

tendría su nieve permanente a 720 metros de altura, y por punto general se dirá que este límite expresado en metros, es igual a doscientas veces la temperatura media de las regiones inferiores. Una fórmula en que la latitud entrara como función sería menos exacta, porque el clima físico es con frecuencia independiente de la posición astronómica de un lugar. Esta misma consideración nos ofrece recíprocamente la ventaja de poder hallar la temperatura media de un país, dada la altura del límite inferior de su nieve permanente, dividiendo por 200 el número de metros de altura, el resultado serán los grados de temperatura media al nivel del mar, si se tiene cuidado de añadir la temperatura media del límite de las nieves permanentes.

Mas dejemos a un lado estas hipótesis que sólo se fundan en un corto número de hechos y veamos cuáles son los resultados de las observaciones. Uno de los fenómenos más constantes que nos presenta la naturaleza, es la altura del límite inferior de la nieve permanente, el cual, según Bouguer, es de 4.744 metros. Aunque mis medidas le asignan 4.795 metros, esta diferencia de 50 metros depende de la diferente altura que Bouguer y yo asignamos a la señal de Caraburu y al barómetro colocado en el nivel del mar. Los académicos han observado además con razón que en una región en que la temperatura es constante en todo el año, la altura de la nieve no varía de 50 ó 60 metros y que ella forma una línea horizontal bien manifiesta, sin prolongarse en los valles. Bajo los 20° de latitud boreal, no se había determinado todavía a la época de mi viaje, el límite inferior de la nieve permanente, y era de suponerse que éste sería mucho más bajo que en el ecuador. Resulta sin embargo de mis medidas geométricas ejecutadas en el volcán de Popocatepetl, de Itzaccihuatl, en el Pico de Orizaba, en el nevado de Toluca y en el Cofre de Perote, que la nieve perpetua comienza a 4.600 metros, es decir inferior de 200 metros solamente al límite ecuatorial. Nótase sin embargo que cae en ocasiones nieve en Méjico bajo los 19° a los 22° de latitud, a una altura de 2.100 metros menor que en Quito, lo que prueba que las variaciones momentáneas de frío y de calor son muy desiguales en los dos países, aun cuando su temperatura media es poco diferente: y además como el clima de Méjico se asemeja ya bastante al de las regiones templadas, el límite de la nieve permanente oscila mucho más. En el mes de julio en el volcán de Popocatepetl, la he visto a 4.523 metros de altura, y en febrero a 3.824 metros. La cordillera de los Andes carece de estanques de hielo que hermosteen los declives de sus cumbres nevadas, lo atribuyo a que no cae la nieve en abundancia, sino poco a poco, en los climas ecuatoriales, los que disfrutan por otra parte de una constancia de temperatura contraria a la formación de los neveros, cuya existencia es como nadie ignora independiente de la altura que ocupan. Se encuentran sin embargo en el Chimborazo, sepultadas bajo la arena, nieves antiquísimas. No sabemos

todavía cuál es la altura de la nieve permanente bajo los 25° y 30° de latitud. En Europa, bajo los 42° y 46°, este límite es de 2.534 metros de elevación sobre el nivel del mar. Sobre esta materia puede consultarse la memoria que presenté al instituto nacional en el mes de nivoso del año 13 (1).

DISTANCIA DESDE LA CUAL PUEDEN VERSE LAS MONTAÑAS DESDE EL MAR

La distancia desde la cual puede comenzarse a divisar una montaña desde el mar, depende de su altura, de la línea curva que forma la superficie de la tierra y de la refracción. Como este último es elemento muy variable, he calculado la escala sin atender a él, mas no debe perderse de vista que, aun cuando se supongan los fenómenos de refracción muy extraordinarios, la incertidumbre sobre el punto, o la posición en que se hallaba el buque, ha hecho creer que se han visto los objetos a distancias mayores que las que efectivamente había. Lo mismo sucede con el efecto de las corrientes, cuya fuerza exagera a menudo el navegante, porque, sea por error o por falta de observación astronómica, se halla en un punto del cual se creía muy distante. Entre los trópicos, en donde he hallado siempre constantes las refracciones terrestres, pueden ser muy útiles al navegante los ángulos de altura. El pico de Tenerife, el de las Azores, el volcán de Orizaba en las costas de Méjico, la Silla de Caracas y la sierra nevada de Santa Marta, al oriente de Cartagena, son, por decirlo así, señales colocadas por la naturaleza para guiar a los pilotos. Conociendo la altura de aquellas montañas y su posición astronómica, la más sencilla observación es suficiente para fijar la posición del buque. Mr. Churruca ha calculado tablas para conocer las distancias del pico de Tenerife según los ángulos de visión. La escala que presento hace conocer también la vasta extensión de terreno que la vista puede descubrir desde la alta cima de las cordilleras. Si las nubes y los vapores no nos hubieran ocultado las regiones inferiores, mi vista, desde el Chimborazo, habría abrazado un círculo de 87 leguas náuticas de diámetro; y Mr. Gay-Lussac, en su ascensión aerostática, habría podido descubrir los objetos en un círculo de 106 leguas de diámetro.

DIVERSIDAD DE LOS ANIMALES SEGUN LA ALTURA DEL SUELO QUE HABITAN

Para completar el cuadro físico de las regiones ecuatoriales, he indicado en la escala 14° la diver-

(1) Puede consultarse hoy con más fruto, la memoria de Mr. de Humboldt sobre el límite inferior de las nieves permanentes, inserta en el tomo 14 de los Anales de Física y Química. Los resultados de la obra que acabamos de traducir se hallan algo modificados, particularmente por las observaciones de Mr. Pentland en Bolivia, en donde, entre los 14° y 19° de latitud austral (fenómeno raro), el límite de la nieve se eleva más que en el ecuador (es decir a 5.200 metros); y por las de Mr. Webb, en el Himalaya (declive setentrional), entre los 27° a 38° de latitud boreal, en donde este límite sube también a 5.600 metros. Tales anomalías parece que dependen de la configuración del suelo, extensión de las planicies que circueyan aquellas montañas y de los vientos dominantes. — A.

sidad de los animales que viven en las diferentes alturas de la cordillera de los Andes. En el interior de la tierra aparecen los dermestres que roen los hongos subterráneos; en el océano, los corifonos, y otros peces que se alimentan con la parte gelatinosa de los fucus. Desde el nivel del mar hasta 1.000 metros, en la región de las palmeras y scitamineas, se comienzan a ver perezosos que viven encaramados en el *cecropia peltata*; los boas y los cocodrilos que duermen al pie de los *conocarpus* y del *anacardium caracoli*. Es aquí que el cavia capivara se esconde en los pantanos cubiertos de *heliconia* y de *bambusa*, huyendo del *jaguar*, el *crax*, el *tanayra* y los papagayos se posan sobre el *carycar* y el *lecyrthis*, y el *elater nocticulus*, que se alimenta con el dulce de la caña, y el *curculio palmarum*, que habita dentro de la médula del coco. Las selvas de estas ardientes comarcas resuenan con los aullidos de los monos y ardillas. El *jaguar*, el *felis concolon* y el tigre negro del Orinoco, mucho más sanguinario que el jaguar, persiguen los cervatos (*C. mexicanus*), los cavia y los hormigueros, cuya lengua sale del cabo del esternum. El aire de estas bajas regiones, particularmente en los bosques y en las orillas de los ríos, está lleno de innumerable cantidad de mosquitos que casi no permiten habitar una parte tan grande y tan hermosa de nuestro globo. Con los mosquitos se juntan los *aestrus humanus* que introducen sus huevos en la epidermis humana, produciendo luego gusanos e hinchazones dolorosas, los acaries que recorren el cutis del hombre dejando una huella que escuece, las arañas venenosas, las hormigas y los termitas, que con su industria devastadora destruyen los trabajos del hombre. Más arriba, entre los 1.000 y 2.000 metros, en la región de los helechos, ya no se ven el jaguar ni el boa, ni cocodrilos, ni manatíes; hay pocos monos, pero abundan las dantas, el *sus tajassu* y el *felis pardalis*, y las niguas atormentan a los hombres, a los monos y a los perros. De 2.000 a 3.000 metros, en la región superior de las quinias, no viven ya los monos ni los ciervos grandes de los Andes y el *felis tigrina*. En este nivel que es el de la cúspide del Canigou, abundan por desgracia los piojos. Desde 3.000 hasta 4.000 metros habita la especie de león conocido en lengua quichua con el nombre de *puma*, y el oso pequeño de frente blanca. He visto frecuentemente con asombro, los colibríes a la altura del Pico de Tenerife. Bandadas de vicuñas, de guanacos y de alpacas recorren la región de las gramíneas y de la *espeletia frailexon*, que abraza un espacio entre los 4.000 y 5.000 metros de altura. Los llamas viven en rebañes y domesticados, pues los que se hallan en el declive occidental del Chimborazo se hicieron salvajes cuando fue destruido el pueblo de Lican por el inca Tupayupangui. La vicuña habita con preferencia los sitios en que cae nieve una u otra vez, y a pesar de que son perseguidas sin cesar, todavía se hallan tropas de 300 a 400, particularmente en las provincias de Pasco, hacia los nacimientos del Amazonas, y en la de

Guailas y Cajatambo, cerca de Gorgor. Abunda también este cuadrúpedo en las inmediaciones de Huanavelica, cerca del Cuzco, y en la provincia de Cochabamba, hacia el valle del río Cocatajes. Se le encuentra allí donde quiera la cima de los Andes es más alta que el Monte Blanco. Es cosa sin embargo bien singular en la geografía de estos animales, que los alpacas, vicuñas y guanacos existan desde Chile hasta los 9° de latitud austral, y no se hallen desde este punto al norte, ni en los altos Andes del reino de Quito, ni en los de la Nueva Granada. Lo mismo sucede con el avestruz de Buenos Aires, y no es fácil averiguar por qué esta ave no se encuentra en las vastas llanuras al norte de la cordillera de Chiquitos, en donde también hay selvas espesas y sabanas.

El límite inferior de la nieve perpetua es, por decirlo así, el límite superior de los seres organizados. Todavía vegetan bajo la nieve algunos líquenes, pero entre los animales sólo el cóndor (*vultur gryphus*) habita estas vastas soledades. Lo hemos visto volar a una altura superior a 6.500 metros. He visto también, como antes que lo habían observado Mr. Ramond a la orilla del lago del Mont-Perdú, y Saussure en la cima del Monte Blanco, algunas moscas y esfinges, pero me parecieron haber sido llevadas accidentalmente por las corrientes ascendientes de aire. Me lisonjeo de que los materiales que contiene mi escala zoológica son los primeros que se han recogido para formar un cuadro de la geografía de los animales, análoga al que he ejecutado para las plantas. La obra clásica de Mr. Zimmermann indica la patria de los animales, según la diferencia de latitudes que habitan. Falta ahora fijar en un perfil las diferentes alturas en que pueden vivir bajo cada latitud.

CULTIVO DE LA TIERRA

Después de haber analizado los fenómenos físicos que nos ofrecen las regiones ecuatoriales, las modificaciones de la atmósfera, las producciones vegetales de la tierra, los animales que viven a diversas alturas y la naturaleza de las rocas que componen la cordillera, sólo nos falta decir algo del hombre y de los efectos de su industria. Nuestra especie se ha propagado y vive desde el nivel del océano hasta la inmediación de la nieve permanente, aun puede decirse que la parte del Perú que los incas, en la división política de su imperio, llamaban Antisuyu, es todavía más poblada que la parte baja llamada Cuntisuyu, porque la civilización de los pueblos está casi siempre en razón inversa de la fertilidad del país que habitan. Mientras más obstáculos les presenta la naturaleza, más se desarrollan las facultades morales del hombre. Así es que los habitantes de Anáhuac (o de Méjico), los de Cundinamarca (o del Reino de Santa Fe) y los del Perú, formaban ya grandes asociaciones políticas y disfrutaban de un principio de civilización semejante al de la China y del Japón, en tanto que el hombre vagaba todavía agreste y

desnudo en las selvas de que están cubiertas las llanuras del oriente de los Andes. Mas si no es difícil concebir porque la civilización de nuestra especie hace más progresos en las regiones boreales que en medio de la fertilidad de los trópicos y porque comenzó ésta en lo alto de la cordillera y no en las orillas de los grandes y caudalosos ríos, sí lo es explicar porque los pueblos civilizados y agrícolas no descienden a habitar en climas en donde la naturaleza produce espontáneamente lo que bajo un cielo menos propicio no se consigue sino mediante el más penoso trabajo. ¿Qué es lo que puede obligar a los hombres a trabajar un terreno pedregoso y estéril a 3.500 metros de altura, cuando las llanuras bajas permanecen desiertas? ¿Qué vínculo los retiene en las planicies altas en donde cae la nieve en todo tiempo y en donde bajo un cielo frío y nebuloso la tierra aparece sin vegetación? El hábito y el amor del país natal me parece que son los únicos motivos que para ello puedan asignarse.

En Europa, las aldeas más altas están de 1.600 a 1.900 metros sobre el nivel del océano; así en los Alpes de la Suiza existen:

La aldea de Breuil, en el valle de Mont-Cervin, a	2.007 ^m
La de Santiago, en el valle de Ayas, a	1.631
La de San Remi, a	1.614
La de Eleva, en la falda del Cramont, a	1.308
La de Lans le Bourg, a	1.388
La de Formaza, a	1.263
Y en los Pirineos, según Mr. Ramond:	
La aldea de Heas, a	1.465 ^m
La de Gavarnie, a	1.444
La de Barreges, a	1.290

Más arriba no se ven en Europa sino chozas que los pastores habitan en estío, mientras que en la cordillera de los Andes, las ciudades de Pasco, de Huancavelica y de Micupampa están edificadas a una altura superior a la del Pico de Tenerife. La hacienda de Antisana en el Reino de Quito está situada a 4.107 metros y sin duda es uno de los lugares habitados más elevados de la tierra (1).

El cultivo de la tierra depende de la variedad de los climas y ésta depende de la altura. Desde el nivel del océano hasta la altura de 1.000 metros, los indígenas cultivan, en América, el plátano, el maíz, el *jatropha* (yuca vulgar) y el cacao. Esta es la región de las piñas, naranjas, mameyes y de las frutas más deliciosas. Los europeos han aclimatado en esta zona, la caña de azúcar, el algodón, el añil y el café; pero estos nuevos ramos de agricultura lejos de haber sido ventajosos a la humanidad, han aumentado la *inmoralidad* y las *des-*

(1) Entonces no se sabía que la altura de la ciudad de Potosí es de 4.166 metros, y la de Calamarca de 4.141 metros; que la ciudad de La Paz tiene 3.717 metros, la Oruro 3.702 y la de Puno 3.911. Estas son hoy consideradas como las ciudades situadas a mayor elevación sobre el nivel del mar. M. V. Jacquemont menciona la aldea de Ghuyoumaenl, sobre el Himalaya, a una altura de 5.000 metros. — A.

gracias de la especie humana: la introducción de esclavos africanos en América, ha sido un motivo de devastación para el antiguo continente y el origen de discordia sin fin y de sangrientas venganzas en el nuevo. De 1.000 a 2.000 metros comienzan a escasear las cañas, el añil, el plátano y la yuca (*jatropha manihot*). El café prefiere un clima menos ardiente y sitios más elevados y pedregosos; crece también allí el algodón, pero no el cacao y el añil que apetecen calor más fuerte. La caña dulce, en el reino de Quito, se cultiva y con provecho hasta una altura de 2.500 metros, pero en sitios en que extensos llanos auxilien la reverberación de los rayos solares. Esta misma región templada es la más agradable para el colono europeo, porque en ella disfruta de primavera perpetua y saborea los frutos más suaves, entre otros el *annona chirimoya*. El cultivo del trigo de Europa comienza desde los 1.000 metros. Es cosa singular que los cereales, estas gramíneas nutritivas que acompañan a los pueblos de raza cáucasa, sean susceptibles de medrar así en los calores tropicales, como expuestas al frío de las cimas glaciales. En la isla de Cuba, a los 23° de latitud, el trigo se cultiva abundantemente a 150 metros de altura sobre el nivel del mar. En la provincia de Caracas, a 10° de latitud, a una altura de 500 metros, se encuentran, entre Turmero y la Victoria, hermosas sementeras de trigo. Los valles de Aragua ofrecen a un tiempo y en la misma llanura, campos en donde se cultivan la caña de azúcar, el añil, el cacao y el trigo europeo. Sin embargo, para que el trigo en los trópicos rinda buenas cosechas a tan poca altura, es necesario un concurso particular de circunstancias; y la verdarera altura en que este grano se cultiva en dondequiera con utilidad, es arriba de los 1.364 metros. En Jalapa (reino de Méjico), latitud 19° 30' 46", el *triticum* crece a 1.314 metros, pero como la espiga no grana, sólo se emplea como pasto para el ganado. En la falda oriental de las montañas de Anáhuac, el cultivo del trigo sólo comienza en Perote a 2.333 metros. En la occidental, es decir mirando al mar del sur, descendiendo hasta 1.292 metros, a cuya altura he visto sementeras en el hermoso valle de Chilpanzingo. En el resto de la América, a saber en el Perú, Quito, Santa Fe y en las otras regiones de Nueva España, la mayor abundancia de trigo existe entre los 1.600 y 1.900 metros de altura, allí produce por término medio de 25 a 30 por uno.

Los frutos del plátano no maduran bien en alturas que exceden de 1.750 metros; pero la planta vegeta hasta los 2.500 metros aunque bien mezquina. La zona del trigo, entre los 1.600 y 1.900 metros, es también la que abunda en *erythroxylum peruvianum* (coca), con la cual se alimenta el indio peruano en sus más dilatados viajes, mezclando las hojas de esta planta con cal cáustica. El *chenopodium quinoa* se cultiva también en la región del trigo, de 2.000 a 3.000 metros de altura. La extensión de las planicies que presenta la cordillera de

los Andes, algunas de las cuales tienen 80 y aun 100 leguas cuadradas (1), favorece singularmente el cultivo de estas plantas. El suelo de estos para-
 jes, plano y fácil de arar, está anunciando que en un tiempo fueron estas planicies lagunas conside-
 rables que se han secado. De 3.100 a 3.300 metros, los hielos y el granizo hacen que las cosechas de trigo se pierdan a menudo. El maíz cesa de culti-
 varse casi enteramente desde la altura de 2.339 metros. Entre los 3 y 4.000 metros, las patatas (*solanum tuberosum*) son el objeto principal de la agricultura. La cebada es la planta cereal que re-
 siste mejor en las grandes alturas de más de 3.300 metros, en donde ya no se da el trigo, pero aun aquélla medra poco por falta de calor. Arriba de 3.600 metros cesa enteramente toda cultura de la tierra. El hombre vive sin embargo en medio de numerosos rebaños de llamas, de ovejas y de vaca-
 das que penetran algunas veces hasta en las regio- nes de la nieve permanente. Esta escala del cul-
 tivo de la tierra, que apenas dejo bosquejada, pre- senta un cuadro de la industria humana desde el fondo de las minas hasta la más alta cima de la cordillera.

(1) La llanura de Bogotá, elevada sobre el nivel del mar de 2.625 metros, tiene algo más de cien leguas cuadradas de superficie, comprendiendo en ella los terrenos llanos al nordeste de Zipaquirá, los de Subachoque y los del sur de Soacha. — A.

ALTURAS MEDIDAS
 EN DIFERENTES PARAJES DEL GLOBO

Como todos los resultados físicos que he consig- nado en esta obra están conexiónados con las di-
 versas alturas, me ha parecido conveniente añadir cierto número de medidas verificadas en varios luga-
 res de la tierra, para que sirvan de comparación con las que llevo mencionadas hablando de la cordille-
 ra y las he reunido en el cuadro que comprende uno y otro continente para facilitar de este modo comparaciones que pueden ser útiles a los que se ocupan de estudiar los grandes fenómenos de la na-
 turaleza. En el diseño se han marcado las mayo- res alturas a que se han elevado los hombres sobre el nivel del mar. Saussure, en Mont-Blanc, a 4.756 metros, Bouguer y la Condamine, en el Corazón, a 4.814 metros, y nosotros en el Chimborazo, a 5.909 metros (1). Ultimamente Mr. Gay-Lussac, en su ascensión aerostática verificada en París el 16 de septiembre de 1804, a 7.016 metros, es decir 600 me-
 tros más arriba del vértice de la más alta monta- ña de nuestro planeta (2). Este viaje aéreo, que ha sido fecundo en resultados importantes respec-
 to del magnetismo y del conocimiento químico de la atmósfera, ofrece también un loable ejemplo de valor y de consagración a la ciencia.

(1) Mr. Boussingault, en su ascensión al Chimborazo, alcan- zó a una altura de 6.004 metros, cerca de 100 metros más que Mr. Humboldt. — A.

(2) Véase la nota de la página 318.

TABLA DE ALTURAS

Los números que se colocan entre paréntesis manifiestan que hay duda respecto de la altura. La letra *H* indica mis propias observaciones, sobre las cuales tendré que hacer algunas rectificaciones luego que mis ocupaciones me permitan verificar todos mis cálculos por la fórmula de M. la Place.

AMERICA

Lugares	Altura sobre el nivel del mar en metros	Nombre de los observadores
	6.544	Humboldt
Chimborazo	6.275	Bouguer y la Condamine
	6.587	D. Jorge Juan
Cayambe	5.905	Bouguer y la Condamine
	5.954	H.
Antisana	5.833	H.
	5.878	Bouguer
Cotopaxi	5.753	Bouguer
Rucu Pichincha	4.868	H. fórmula de la Place
	4.816	D. Jorge Juan
Guagua Pichincha	4.740	La Condamine
Tunguragua después de las erupciones de 1772 y el terremoto de 1797	4.958	H.
Antes de estas catástrofes	5.106	La Condamine
No hay que olvidar que en esta diferencia influye no solamente el hundimiento de la montaña, sino la diversidad de métodos empleados en el cálculo barométrico.		
Ciudad de Quito	2.935	H. fórmula de la Place
Santa Fe de Bogotá	2.625	H.
Méjico	2.294	H. fórmula de la Place
Popayán	1.756	H.
Cuenca	2.514	H.

Lugares	Altura sobre el nivel del mar en metros	Nombre de los observadores
Loja	1.960	H.
Cajamarca (Perú)	2.748	H.
Micuipampa (Perú)	3.557	H.
Caracas	810	H.
Hacienda de Antisana	4.095	H. fórmula de la Place
Popocatepetl (volcán)	5.387	H.
Ytzacihuatl (Orizaba pico)	5.305	H.
Cofre de Perote (Naopautepel)	4.026	H.
Nevado de Toluca (Méjico)	4.607	H.
Volcán de Jorullo	1.204	H.
Monte San Elías	5.513	Expedición de Quadra y Galeano
Montaña de Buentiempo en la América del Norte, por los 60° de latitud boreal	4.549	
Volcán de Arequipa (Perú)	2.693	Espinosa
Pico de Duida (nacimiento del Orinoco)	2.551	H.
Silla de Caracas	2.564	H.
Tumiriquiri (Nueva Andalucía)	1.902	H.
Cumbre de las montañas Azules de Jamaica	2.218	Edward
Mowna Roa (Islas Sandwich)	5.024	Marchand
EN ASIA		
El Monte Líbano (cumbre)	2.906	Labillardiere
Oiy (en la isla de Sumatra)	3.950	Marsden
EN AFRICA		
	3.705	Cordier
	3.701	Johnstone
Pico de Teyde	3.689	Borda (barón)
	4.313	Feuillé (geoméricamente)
	4.687	Heberden (geom.)
	5.180	Manuel Hernández (geom.)
EN EUROPA		
	4.775	Saussure (fórmula de Shukburg)
<i>Alpes.</i> — Monte Blanco	4.728	Pictet (geoméricamente)
	4.660	Deluc (geom. y barom.)
Mont-Rose	4.736	Saussure
Ortler, en Tyrol	4.699	Dudosc
Finsterhorn	4.362	Tralles
Iungfrau	4.180	Tralles
Monch	4.114	Tralles
Aguja de Argentiére	4.081	Saussure
Schreckhorn	4.079	Tralles
Eiger	3.983	Tralles
Breithorn	3.902	Tralles
Großglockner, en Tyrol	3.898	Algo dudosa
Alt-Els	3.713	Tralles
Frau	3.699	Tralles
Aguja del Dru	3.794	Saussure
Wetterhorn	3.720	Tralles
Doldenhorn	3.666	Tralles
Rothorn	2.935	Saussure
El Cramont	2.732	Saussure
Wasserberg, en Tyrol (Salgema)	1.652	Ruch
San Mauricio en Saboya (Salgema)	2.188	Saussure
PASAJES EN LOS ALPES		
En el Mont-Cervin	3.410	Saussure
En la Garganta de Seigne	2.461	Saussure



Lugares	Altura sobre el nivel del mar en metros	Nombre de los observadores
En la Garganta de Terret	2.321	Saussure
En el Mont Cenis	2.066	Saussure
En el Pequeño San Bernardo	2.192	Saussure
En el San Bernardo	2.428	Saussure
En el Simplón	2.005	Saussure
En el San Gotardo	2.075	Saussure
En el Splugen	1.925	Scheuhzer
Las Toras de Rastadt en el Salzburgo	1.559	Moll
En el Brenner (Tirol)	1.420	Buch
Garganta del Gigante	3.426	Saussure
Grimsel	2.134	Tralles
Scheidek	1.964	Tralles
Petina, cumbre del San Gotardo	2.722	Saussure
Buet	3.075	Saussure
Dole (en el Jura)	1.648	Saussure
Montanvert	1.859	Saussure
Horca de Beta	2.633	Saussure
Watsmann	2.941	Beck
Untersberg	1.800	Schieg
Hohestaufen	1.793	Schieg
Rocas del Paso Lug	2.161	Moll
Schneeberg, cerca de Sterzing	2.522	Buch
Cima del Brenner, en Tyrol	2.066	Buch

EN ITALIA

Etna	3.338	Saussure (barom.)
Monte Erix, en Sicilia	1.187	
Monte Vellino (Apeninos)	2.393	Shukburg
Leñone	2.806	Pini
Vesubio	1.198	Shukburg
Monte Rotondo (Córcega)	2.672	Perney
Monte de Oro (Córcega)	2.652	Perney
Monte Grosso (Córcega)	2.237	Perney
Monte Cervello (Córcega)	1.826	Perney
Venda (la más alta cima de los montes Eugáneos)	555	Conde Sternberg
Monte Baldo (cima de la Fenestra)	2.149	Conde Sternberg
Monte Baldo (la cima Monte Mayor)	2.227	Conde Sternberg

EN LOS PIRINEOS

Mont-Perdu (Pirineos españoles)	3.436	Ramond
Viñamala (más alta cima de los Pirineos franceses)	3.366	Mechain
El Cilindro	3.356	Vidal
El Cilindro	3.332	Vidal y Reboul
Maladetta	3.255	Cordier (Dudosa)
El Pico Largo	3.251	Ramond
Primera torre de Marboré	3.188	Vidal y Reboul
Neouvielle	3.155	Ramond
Brecha de Rolando	2.943	Ramond
Pico del Mediodía	2.935	Vidal y Reboul (niv.)
Pico del Mediodía	2.865	Mechain (Geod.)
Pico del Mediodía	2.808	Cassini
Canigou	2.781	Mechain
Pico de Bergons	2.112	Ramond
Pico del Montaigu	2.376	Ramond

PASAJE DE LOS PIRINEOS ENTRE FRANCIA Y ESPAÑA

Puerto de Pineda	2.516	Ramond
Puerto de Gavarnie	2.331	Ramond
Puerto de Cavarrera	2.259	Ramond

Lugares	Altura sobre el nivel del mar en metros	Nombre de los observadores
Pasaje del Tourmalet	2.194	Ramond
<i>En Francia:</i> Mont-d'Or	1.886	Delambre
	2.042	Cassini
	1.857	Delambre
Cantal	1.935	Cassini
	1.477	Delambre
Puy de Dome	1.592	Cassini
	1.658	Delambre
Puy Mary	1.863	Cassini
	1.689	Delambre
Col de Cabre	2.001	
Montaña de Mezin (Cevennes)	1.403	
El Ballon (Vosges)	1.115	Thuilis y Pistou
Pico de Beguinias	970	Thuilis
Monte San Víctor, cerca de Aix (Provenza)	1.155	Thalacker
<i>En España:</i> Palacio de S. Idefonso		
Picacho de la Veleta (en la Sierra Nevada de Granada)	2.249	Thalacker
<i>En Suecia:</i> Kinekulle	306	Bergmann
<i>En Islandia:</i> Snaefials Sokull	1.559	Povelsen
Hecla	1.013	Povelsen
<i>En Spitzberg:</i> Monte-Parnaso	1.194	Lord Mulgrave