

excitar el interes de los geognósticos. El estudio de las colecciones que yo he traído, y cuatro años de viages por los Andes, me han puesto en estado de rectificar mis primeros cálculos y tanteos, y extender un trabajo que, en razon de su novedad, habia sido recibido con bastante benevolencia. Como las descripciones mineralógicas de cada roca han sido ya expuestas en los capítulos precedentes, solo me queda aquí que reunir los materiales esparcidos y citar las páginas en que se encuentra el por menor de las observaciones. Para aprovechar mejor las relaciones geognósticas mas notables, voy á tratar de un modo aforístico en diferentes secciones la configuracion del suelo, la direccion y la inclinacion de las camas y vetas y la naturaleza de las rocas primitivas, intermediarias, secundarias y terciarias. La nomenclatura de que me sirvo es la misma cuyos principios he expuesto en una obra de geognosía general.

SECCION I.

Configuracion del pais. Desigualdades del suelo. Cadenas y grupos de montañas. Puntas ó alturas de particion. Llanuras ó llanos.

La América meridional es una de estas grandes masas triangulares que forman las tres partes continentales del hemisferio austral del globo. Por su configuracion exterior se parece mucho mas al Africa que á la Nueva Holanda. Estan dispuestas de tal modo las extremidades meridionales de los tres continentes, que, haciendo la travesía del cabo de Buena Esperanza (lat. $35^{\circ} 55'$) al cabo de Hornos (lat. $55^{\circ} 58'$) y doblando la punta sur de la Tierra de Diemen (lat. $43^{\circ} 58'$), se ve prolongarse las tierras tanto mas hácia el polo sur, cuanto mas se avanza hácia al este. De las 571,000 leguas cuadradas marinas que encierran la América meridional, la cuarta parte de ella está cubierta de montañas que estan ó distribuidas en eslabones ó acumuladas por grupos. El resto se compone de llanuras que forman

largas bandas no interrumpidas, cubiertas de bosques ó de gramíneas mas unidas que las que se encuentran en Europa, y elevándose progresivamente, á 500 leguas de distancia de las costas, de 30 á 70 toesas de altura sobre el nivel del Océano. La cadena de montañas mas considerable de la América meridional se extiende del sur al norte segun la mayor dimension del continente; no es ella central como en Europa, ni está avanzada considerablemente de las costas del mar como el Himalaya y el Hindou-Koh, pero sí arrojada hácia la extremidad occidental sobre las costas del Océano Pacífico. Fijando la vista sobre el perfil que he dado de la configuracion de la América meridional, bajo el paralelo del Chimborazo y del Gran Pará, por medio de las llanuras del Amazona, se ve bajarse las tierras hácia al este en escarpas ó declives, como un plano inclinado, por una largura de 600 leguas marinas. Si en el antiguo estado de nuestro planeta no se ha elevado jamas el Océano Atlántico, por cualquier causa extraordinaria, á 1,100 pies de altura sobre su nivel actual (altura de $\frac{1}{3}$ menos que la de las regiones

interiores de España y de la Baviera), las olas han debido estrellarse, en la provincia de Jaen de Bracamoros, contra los arrecifes que adornan la ladera oriental de la cordillera de los Andes. La elevacion de esta punta ó altura es tan poco considerable, comparándola con el continente entero, que la anchura de este, en el cabo de San Roque, es 1,400 veces mayor que la altura media de los Andes.

Distínguese en la parte montañosa de la América meridional una cadena y tres grupos de montañas, á saber: *la cordillera de los Andes* que el geognóstico puede seguir sin interrupcion desde el cabo Pilares, en la parte occidental del estrecho de Magellanes, hasta el promontorio de Paria, en frente de la isla de la Trinidad; el grupo aislado de la *Sierra Nevada de Santa Marta*, el de las *montañas del Orinoco* ó de *la Parima*, el de las *montañas del Brasil*. Como la Sierra de Santa Marta se encuentra casi en el meridiano de las Cordilleras del Perú y de la Nueva Granada, se cae comunmente en el error de mirar las nevadas cimas que perciben los navegantes, pasando la

embocadura del Río de la Magdalena, como la extremidad boreal de los Andes. Luego probaré que el grupo colosal de la Sierra de Santa Marta está casi enteramente aislado de las montañas de Ocaña y de Pamplona, que pertenecen á la cordillera oriental de la Nueva Granada. Las cálidas llanuras que corre el Río César, y que se extienden hácia el valle de Upar, separan la Sierra Nevada del páramo de Cacota, al sur de Pamplona. El asiento ó cima que divide las aguas, entre el golfo de Maracaibo y el Río de la Magdalena, se halla en la llanura misma al este de la laguna Zapatoza. Si durante largo tiempo se han equivocado considerando la Sierra de Santa Marta, á causa de sus eternas nieves y de su posición en longitud, como una continuación de la cordillera de los Andes, por otra parte se ha desconocido el vínculo de esta misma cordillera con las montañas costeras de las provincias de Cumaná y de Caracas. La cadena del litoral de Venezuela, cuyas diferentes filas forman la montaña de Paria, el istmo de Araya, la Silla de Caracas, y las montañas de granito-gneis al norte y al sur del lago Valencia, se jun-

ta de nuevo entre Puertocabello, San Felipe y Tocuyo (por el Torito, el picacho de Nirgua, la Palomera y Altar) á los páramos de las Rosas y de Niquitao que forman la extremidad nordeste de la Sierra de Mérida y de la cordillera oriental de los Andes de la Nueva Granada. Basta haber indicado aquí este vínculo tan importante bajo las relaciones geognósticas; pues que como las denominaciones Andes y Cordilleras están enteramente inusitadas por cadenas de montañas que se prolongan desde la orilla oriental del golfo de Maracaibo hasta el promontorio de Paria, seguiremos designando estas cadenas, dirigidas del oeste al este, bajo los nombres de *cadena del litoral*, ó *cadena costera de Venezuela*.

De los tres grupos aislados de montañas, es decir, de los que no son ramales de las cordilleras de los Andes y de su continuación hácia el litoral de Venezuela, hay uno al norte y dos al este de los Andes: el primero es la *Sierra Nevada de Santa Marta*, los otros dos son la *Sierra de la Parima*, entre los 4° y 8° de latitud boreal, y las *montañas del Brasil*, entre

los 15° y 28° de latitud meridional. De esta rara distribucion de las grandes desigualdades del terreno nacen tres llanuras, que, unidas, constituyen una superficie de 420,600 leguas cuadradas ó $\frac{4}{5}$ de toda la América meridional, al este de los Andes. Entre la *cadena costera de Venezuela* y el grupo de *la Parima*, se extienden las *llanuras del Apure y del Bajo Orinoco*; entre el grupo de *la Parima* y el de las *montañas del Brasil, las llanuras del Amazona, del Rio Negro y de la Madeira*; entre los grupos del *Brasil* y la extremidad austral del continente, las *llanuras del Rio de la Plata y de la Patagonia*. Como el grupo de la Parima, en la Guayana española, y el del Brasil (ó de Minas Geraes y de Goyaz) no se juntan hacia el oeste á la cordillera de los Andes de la Nueva Granada y del Alto Perú, las tres llanuras del Bajo Orinoco, del Amazona y del Rio de la Plata se comunican entre sí por estrechos terrestres de una anchura considerable. Estos estrechos son tambien llanuras dirigidas del norte al sur y atravesadas por cimas imperceptibles, pero formando las *divortia aqua-*

rum. Estas cimas (y este fenómeno notable no ha fijado hasta ahora la atencion de los geógnostos) estas cimas, repito, ó *lineas de cumbres* estan colocadas entre los 2° y 3° de latitud boreal y los 16° y 18° de latitud austral. El *primer asiento* forma la division de las aguas que desaguan al nordeste en el bajo Orinoco, al sur y sudeste en el Rio Negro y Amazona, y el *segundo asiento* divide los afluentes de la orilla derecha del Amazona y del Rio de la Plata. La direccion de estas líneas de cumbres es tal, que si ellas estuviesen señaladas por cadenas de montañas, unirian el grupo de la Parima con los Andes de Timana (*Relac. hist. T. VIII*, y las montañas del Brasil con el promontorio de los Andes de Santa Cruz de la Sierra, de Cochabamba y del Potosí. No enunciamos una suposicion tan vaga, sino para que se comprehenda mas fácilmente la construccion de esta vasta parte del globo. Esta determinacion de la llanura en la interseccion de dos planos poco inclinados, estos dos asientos cuya existencia no se manifiesta, como en Volhinia, sino por el curso de las aguas, son paralelos á la cadena costera de

Venezuela; y ofrecen, por decirlo así, dos sistemas *de contra ladera poco desenvueltos*, dirigidos del oeste al este, entre el Guaviare y el Caqueta, y entre el Mamore y el Pilcomayo. Es muy digno de notarse también que, en el hemisferio meridional, la cordillera de los Andes envía hacia el este un inmenso contrafuerte, el promontorio de la Sierra Nevada de Cochabamba, adonde empieza la cima que se prolonga entre los afluentes del Madeira y del Paraguay, hacia el elevado grupo de las montañas del Brasil ó de Minas Geraes. Diríase de una cadena longitudinal (los Andes) á la que tres eslabones transversales (montañas del litoral de Venezuela, montañas del Orinoco ó de la Parima y montañas del Brasil) inclinan á juntarse, sea por un grupo intermediario (entre el lago de Valencia y Tucuyo), ó sea por simples cimas formadas por la interseccion de contraladeras en llanuras. De los tres *llanos* que comunican por estrechos terrestres, desde los del Bajo Orinoco, del Amazona y del Rio de la Plata ó de Buenos Aires, los dos extremos son dehesas cubiertas de gramíneas, mientras que el llano

intermediario, el del Amazona, es un bosque espeso. En cuanto á los dos estrechos que forman bandas dirigidas del norte al sur (del Apure al Caqueta al traves de la provincia de los Llanos, y del origen del Mamore al rio Pilcomayo, al traves de la provincia de los Mojos y Chiquitos), ofrecen llanos desnudos y herbosos como las llanuras de Caracas y de Buenos Aires.

En el inmenso espacio de terreno al este de los Andes, que comprehende mas de 480,000 leguas marinas cuadradas, de las que 92,000 son de pais montañoso, no hay grupo alguno que se eleve hasta la region de las nieves perpétuas, ni aun que tenga la altura de 1,400 toesas. Esta declinacion de las montañas en la region oriental del nuevo continente se extiende hasta 60° de latitud boreal, mientras que en la parte occidental, sobre la prolongacion de la cordillera de los Andes, las mas altas puntas se elevan en Méjico (lat. 18° 59') á 2,770 toesas, las Montanas Peñascosas (lat. 37° á 40°) á 1,900 toesas. El grupo aislado de los Aleganis que corresponde, por su posicion oriental y por su direccion, al grupo del Brasil no se eleva á

mas de 1,040 toesas ¹. Las grandes cumbres, que exceden la altura del Monte Blanco, no pertenecen pues sino á la cadena longitudinal que ribetea el Océano Pacífico, desde los 55° sur hasta los 68° norte, es decir, la cordillera de los Andes. El solo grupo aislado que compite con las cumbres nevadas de los Andes equinocciales y que tiene cerca de 5,000 toesas, es la Sierra de Santa Marta que no está colocada al este de las Cordilleras, sino entre la prolongacion de dos de sus ramales, cuales son Mérida y Veragua. Las Cordilleras que adornan el Mar de las Antillas, en la parte que designamos con el nombre de *cadena litoral de Venezuela*, no llegan á esta altura extraordinaria (2,400 toesas) que tienen en su prolongacion hácia Chita y Mérida. Considerando aisladamente los grupos del este, los del litoral de Venezuela, de la Parima y del Brasil, se les ve disminuir del norte al sur. Las mas altas cimas de cada grupo son la Silla de Caracas (1,550

¹ El punto culminante de los Aleganis es Monunt Washington, en el New Hampshire, latit. 44° $\frac{1}{4}$, el cual tiene, segun el capitan Patridge, 6,634 pies ingleses.

toesas), el pico de Duida (1,300 toesas), el Itacolumi y el Itambe ¹ (900 toesas). Pero, como he observado ya en otro parage ², seria un error juzgar de la altura de una cadena de montañas únicamente segun la altura de las cimas mas elevadas. El pico de Himalaya ³, el mas exactamente medido, es 676 toesas mas alto que el Chimborazo, este 900 toesas mas alto que el Monte Blanco, y este 663 toesas mas alto que el pico de Nethu ⁴. No dan estas dife-

¹ Segun la medida de MM. Spix y Martius, el Itambe da Villa do Principe tiene 5,590 pies de altura. *Martius, Phytognomie des Pflanzenreichs in Brasilien*. 1824, pág. 23.

² Véase mi primera memoria sobre las montañas de la India en los *Anales de química y de física*, 1816, tom. III, pág. 313.

³ El pico de Jewahir, latit. 30° 22' 19", longit. 77° 35' 7" al oriente de Paris. Altura 4,036 toesas, segun MM. Hodgson y Herbert.

⁴ Este pico, llamado tambien Anethon ó Malahita, ó pico oriental de Maladeta, es la mas alta cima de los Pirineos, la cual tiene 1,787 toesas de elevacion, y excede por consecuencia de 40 toesas al Monte Perdido. (Vidal y Reboul, en los *Anales de química*, tom. V, pág. 234, y en el *Diario de física*, 1822, Dec, pág. 418. Charpentier, *Ensayo sobre la constit. geognóst. de los Pirineos*, pág. 823, 539.)

rencias las relaciones de la altura media del Himalaya, de los Andes, de los Alpes y de los Pirineos, es decir, la altura de la *espalda de las montañas*, sobre la cual se elevan picos, agujas ó cúpulas redondas. En la parte de esta espalda se practican los pasos que proporcionan una medida precisa del *minimum* de altura que tienen las grandes cadenas. Comparado el conjunto de mis medidas con las de Moorcroft, Webb y Hodgson, de Saussure y de Ramond, evaluo la *altura media* de la cima del Himalaya, entre los meridianos de 75° y 77°, á 2,450 toesas; de los Andes ¹ (en el Perú, en Quito

¹ En el paso de Quindiu, entre el valle de la Magdalena y el del rio Caura, he encontrado el punto culminante (la Garita de Páramo) á 1,798 toesas de altura absoluta, y es sin embargo uno de los puertos ó cumbres que se tiene por los menos elevados. Los pasos de los Andes de Guanacas, de Guanami y de Micuipampa tienen 2,300, 1,713 y 1,817 toesas de altura sobre la superficie del Océano. El camino que atraviesa los Andes, entre Mendoza y Valparaiso, por los 33° de latit. sur, tiene también 1,987 toesas de altura. Véanse mis *Observ. astron.*, tom. I, pág. 312, 314, 316, y *Caldas, seminario de Santa Fe de Bogota*, tom. I, pág. 8 y 38. No hago mencion del *puerto del Assuay*, en donde he

y en la Nueva Granada), á 1,850 toesas; de la cima de los Alpes y de los Pirineos á 1,150 toesas. La diferencia de la altura media de las Cordilleras (entre los paralelos de 5° norte y 2° sur) y de los Alpes de la Suiza es por consiguiente de 200 toesas mas pequeña que la de sus mas altas cumbres, y comparando los *pasos* de los Alpes, se ve que la elevacion media de su cumbre es casi la misma, aunque el pico Nethu tenga 600 toesas menos que el Monte Blanco y el Monte Rosa. Al contrario, entre el Himalaya ¹ y los Andes (considerando estas

pasado cerca de la ladera de Cadlud, sobre una cresta de 2,428 toesas de elevacion, porque es un paso por una punta transversal, que reúne dos cadenones paralelos entre sí.

¹ Los pasos del Himalaya que conducen de la Tartaria china al Indostan (Nitee-Ghaut, Bamsaru, Chatoulghati, etc.) tienen de 2,400 á 2,700 de altura absoluta. En cuanto á la cima mas elevada del Himalaya, no he querido escogerla sino entre los picos que estan situados entre los meridianos del lago Manasarowar y de Balaspore, que son los únicos que han sido medidos con mucha precision por MM. Webb, Hodgson y Herbert. (*Asiat. Research*, tom. XIV, p. 187, 273; *Edimb. Phil. Journ.*, 1823, in-18, pág. 312.) No se conoce, dice el

cadenas en los límites que acabo de indicar), las diferencias entre la altura media de las cimas y la de las cumbres mas elevadas conservan casi las mismas relaciones. Aplicando un raciocinio análogo á los tres grupos de montañas que hemos hecho conocer, al este de los Andes, hallamos la altura media de la cadena del litoral de Venezuela de 750 toesas, la de la Sierra Parima de 500 toesas, y la del grupo brasileño de 400 toesas; de donde se sigue que las mon-

capitan Hodgson, ninguna medida igualmente precisa al sudeste de lat. $30^{\circ} 22'$, y long. $77^{\circ} 37'$; pero es posible que bajo el meridiano de Gorukpur y en el de Rungpur haya cimas mas elevadas todavía; y se ha concluido en efecto, segun ángulos tomados á muy largas distancias, que el pico Chamalari, cerca del cual ha pasado Tourner yendo á Tissu-Lumbu, y el pico Dhawalagiri al sur de Mustang, cerca del nacimiento del Gunduck, [tenian hasta 28,077 pies ingleses (4,390 t.) de altura (*Journ. of the roy. institut.*, 1821, t. II, p. 222.) La medida del Dhawalagiri, por Webb, tan hábilmente discutida por M. Colebroke, ha sido confirmada por M. Blake: pero en el cuadro presentado en esta memoria, he creído que seria mas prudente por el momento dar la preferencia al pico de Jewahir, medido por M. Herbert. Estas medidas serán discutidas en otro lugar.

tañas de la region oriental de América del Sur, son, entre los trópicos, á la elevacion media de los Andes como 1 á 5. Hé aquí el resumen de algunos datos numéricos, cuya comparacion ofrece ideas mas precisas sobre la estructura de las montañas en general.

¹ Los puertos ó pasos indican el *minimum* de altura á que descende la cumbre de las montañas en tal ó tal region; luego, teniendo la vista sobre los principales pasos de los *Alpes de la Suiza* (puerto de Seigne, 1,263 toesas; Terret, 1,191 t.; Monte Cenís, 1,060 toesas, Pequeño San Bernardo, 1,125 toesas; Grande San Bernardo, 1,246 toesas; Simplon, 1,029 toesas; San Gothard, 1,065 toesas; la Horca, 1,250 toesas), y sobre los de los *Pirineos* (Picade, 1,243 toesas; Benasque, 1,231 toesas; la Glere, 1,196 toesas; Pinede, 1,291 toesas; Gavarnic, 1,197 toesas; Cavarero, 1,151 toesas; Tournalet, 1,126 toesas), seria difícil afirmar que la cumbre de los Pirineos es mas baja que la altura media de los Alpes de la Suiza (*Ramond, Viage al Monte Perdido*, pág. 23). Lo que caracteriza esta última cadena, es la elevacion *relativa* de las cimas, que es mucho menor en los Pirineos, en los Andes y en el Himalaya: pues que, aun adoptando la medida del Dhawalagiri (4,390 toesas), no se encuentra, en cuanto al Himalaya, sino la proporcion de 1 : 1, 7.

NOMBRES DE LAS CADENAS DE MONTAÑAS.	MAS ALTAS CIMAS.	ALTURA MEDIA de las crestas.	RELACION De la altura media de las crestas de las cimas mas elevadas.
Himalaya (entre lat. bor. 30° 18' y 31° 53', y longit. 75° 23' y 77° 38')	4,026 t.	2,450 t.	1 : 1,6
Cordillera de los Andes (entre lat. 5° bor. y 2° austr.)	3,350	1,850	1 : 1,8
Alpes de la Suiza. (<i>Véase la nota precedente.</i>)	2,450	1,150	1 : 2,1
Pirineos	1,787	1,150	1 : 1,5
Cadena del litoral de Venezuela	1,350	750	1 : 1,8
Grupos de las montañas de la Paríma	1,300	500	1 : 2,6
Grupo de las montañas del Brasil	900	400	1 : 2,3

Si se distingue entre las montañas las que se elevan *esporadicamente* y forman pequeños sistemas aislados (grupos de las Canarias, de las Azores, de las islas Sandwich, de los Montes Dorados, de los Lugáneos), y las que hacen parte de una *cadena continua* (Himalaya, Alpes, Andes), se nota que, á pesar de la prodigiosa elevacion de las cumbres de algunos sistemas aislados, los *puntos culminantes del globo entero* pertenecen sin embargo á las cadenas continuas, á las cordilleras del Asia central y de la América del sur.

En la parte de los Andes que conozco mejor, entre los 8° de latitud sur y los 21° de latitud norte, todas las cimas colosales son de traquite. Puede casi admitirse como regla general que, cada vez que, en esta region de los trópicos, la

ε Entre los *sistemas aislados* ó *montañas esporadicas*, se mira muy generalmente como la cima mas elevada la de Mowna Roa de las islas Sandwich, á la cual se da 2,500 toesas, y que sin embargo se descubre ó desnuda enteramente, en algunas estaciones de las nieves. Hace mas de 25 años que los físicos y geógnostos reclaman en vano unamedida exacta de esta cadena situada en parages muy frecuentados.

masa de las montañas se eleva sobre el límite de las nieves perpétuas (2,300-2,470 toesas), las rocas vulgarmente llamadas primitivas (por ejemplo, el granitogneis ó el micaesquita) desaparecen, y las cumbres son de traquite ó pórfido trapeano. No conozco sino algunas raras excepciones á esta ley en las Cordilleras de Quito, donde los *nevados* del Condorasto y del Cuvillan, colocados en frente del Chimborazo traquítico, estan compuestos de micaesquita, y contienen vetas de plata sulfurada. Lo mismo sucede en los grupos de montañas esparcidas que se elevan repentinamente en medio de las llanuras, en donde las cumbres mas altas (Mowna Roa, pico de Terenife, Etna, pico de los Azores) no ofrecen sino rocas volcánicas modernas. Sin embargo no conviene extender esta ley á todos los continentes, y admitir en general que, bajo cada zona, los mayores levantamientos han producido *cúpulas de traquite*; el granitogneis y el micaesquita constituyen, en el grupo casi aislado de la Sierra Nevada de Granada, el pico de Mulhacen¹, como en las cadenas continuas

¹ Este pico, segun la nivelacion del Sr Clemente Rojas,

de los Alpes, de los Pirineos, y verosímilmente tambien del Himalaya¹, constituyen las cumbres de las crestas. Quizá estos fenómenos, discordantes en apariencia, son los efectos de una misma causa: acaso los granitos, los gneis y todas estas pretendidas *montañas primitivas* neptunianas son debidas á fuerzas volcánicas así como los traquites, pero á fuerzas, cuya accion se asemeja menos á las de los volcanes todavía encendidos de nuestros dias, y que vomitan lavas que entran inmediatamente, en el momento de la erupcion, en contacto con el aire atmosférico. No me pertenece discutir aquí esta grande cuestion teórica.

tiene 1,826 toesas de altura sobre el nivel del mar; y es por consecuencia 39 toesas mas elevado que las montañas mas altas de los Pirineos (el pico granítico de Nethu), y 87 mas bajo que el pico traquítico de Tenerife. La Sierra Nevada de Granada forma un sistema de montañas de micaesquita que pasa al gneis, y que contiene bancos de eufotides y de grunstein. Véase la interesante noticia geognóstica de don José Rodriguez en los *Anales de química*, tom. XX, pág. 98.

¹ Para juzgar segun las muestras de rocas cogidas en las gargantas y pasages de Himalaya, ó llevadas por los torrentes.