

OBSERVACIONES GLACIOLÓGICAS EN LOS ANDES VENEZOLANOS

(Extractado del N° 64 de Cultura Venezolana)

En la Cordillera Venezolana de Los Andes predominan, como en todo el territorio de la República, los vientos alisios del Este, portadores de la humedad que recojen en el Atlántico y en la cálida hoya del Orinoco y que luego, al contacto con las corrientes superiores frías, precipitan en forma de lluvia en los amplios valles que descienden hacia los Llanos y en forma de nieve sobre la crestas más elevadas de nuestra Cordillera. Se hallan estas en el macizo de la Sierra Nevada de Mérida, que demora al S. E. de la ciudad del mismo nombre, y constitúyenlas los nevados picachos de El León (4.740m), El Toro (4755m), La Columna (5002m), La Concha (4922m), Humboldt (4942m) y Bonpland (4883m), cimas gemelas estas últimas de La Corona. A las nombradas cumbres podría agregarse la de La Torrecita (4547m), generalmente, aunque no siempre, cubierta de nieve. Continuando hacia el Este se observa que la Cordillera se deprime un poco, hasta 4200 metros, para levantarse 30 kilómetros más adelante en un grupo de picos que durante la mayor parte del año están nevados y forman en su conjunto una pequeña Sierra, designada con el nombre de Sierra Nevada de Santo Domingo o Mucubají y elevada 4672 metros en su pico máximo de Mucuñuque. En este punto tuerce el dorso de la Cordillera hacia el Norte, abatiéndose hasta 3600 metros en el Páramo de Sto. Domingo, que cruza el camino de Barinas, y enlazándose por medio de un grupo de altas cumbres, que forman el *Nudo de Apartaderos*, con la Cordillera de Trujillo, que es su propia continuación oriental y más al Norte con la Sierra del Norte o la Culata, formidable murallón que cierra hacia la hoya del Lago de Maracaibo los grandes valles del Chama y del Motatán. Las cumbres de esta Cordillera boreal superan en altura las de la Sierra de Santo Domingo y casi rivalizan con las de la Sierra Nevada de Mérida, pues llegan hasta 4762 metros de elevación en el picacho de Piedras Blancas y se mantienen sobre 4500 y 4700 en algunos otros vértices.

En los últimos días de 1910, o sea al comienzo de la estación seca, encontramos que el límite de las nieves se hallaba en la Sierra de Mérida a una altura de 4500 metros sobre el nivel del mar y en posteriores exploraciones (1916, 1921 y 1922) hemos visto que en años excesivamente secos se reduce la nieve a los picos más altos. En ciertos parages abrigados, como el nicho de la vertiente Norte del Toro, y en algunos de El León, se conservan aún en esas épocas de excepcional sequía, trozos de nieve perpetua, lo mismo que se reduce a un diminuto manchón en el Pico Mucuñuque, la amplia cubierta de nieve que suele cubrir la Sierra de Santo Domingo, durante la estación lluviosa. Puede fijarse en 4700 metros el límite de las nieves a fines de la estación seca, pues fué esa la altura en que las hallamos en la vertiente Sur del pico Columna el día 24 de marzo de 1915. El límite inferior del hielo y rehielo (Firn.) se halla 200 metros más abajo, como lo demostraremos más adelante. No obstante traspasar las cumbres de La Culata estos límites, se hallan completamente despojadas de nieve durante toda la estación seca, pues ni aún en diciembre hemos observado su presencia en sus cimas más elevadas. Acontece con esta Sierra lo que en Colombia y Ecuador con sus Cordilleras occidentales, donde el límite inferior de las nieves persistentes sube a 4800 metros, en tanto que se mantiene a 4600 en las ramas orientales. El

caso es completamente análogo y podemos decir que Venezuela, al igual de las otras Repúblicas andinas de Suramérica, tiene su Cordillera oriental y su Cordillera occidental. En efecto, la dirección general del eje de nuestro sistema andino es de S. O. a N. E. y siendo la dirección predominante de los vientos alisios del Este y del Sur Este, es evidente que los vapores acuosos, impelidos hacia el Oeste y Noroeste, deben condensarse al encontrar las crestas elevadas de Santo Domingo y Mérida, convirtiéndose en lluvia en las faldas de la montaña, vistiéndolas de lujosa vegetación, y en nieve, al traspasar el límite climatérico de 4500 a 4600 metros. Despojada así la atmósfera de su exceso de humedad, solamente alcanzan vientos secos las cumbres de La Culata e impiden, por su dirección, el ascenso de los vapores del Lago de Maracaibo, los que tienen que condensarse en las vertientes boreales de la Cordillera. Sólo cuando se rompe el equilibrio de la zona alta, por faltar los vientos de la opuesta dirección, o cuando estos últimos vienen sobrecargados de humedad, durante los meses de junio a setiembre suelen caer abundantes nevadas en la Cordillera del Norte, descendiendo el manto de nieve hasta los 4000 metros, para desaparecer tan luego se inicia la estación seca con su prolongada insolación. Los vapores acuosos del Lago de Maracaibo, impelidos hacia el Catatumbo y la Sierra del Perijá, rozan, en su marcha, a todo largo las estribaciones de las montañas, se encausan por los amplios valles del Motatán, Chama y Escalante hacia el corazón de la Cordillera, protegidos por la masa de sus cumbres contra el viento del Este y Sureste, que sopla en las regiones elevadas y de todo esto ha de resultar una acción aspirante, provocada además por la diferencia de tensión, y dirigida hacia las fuentes de los valles en dirección al Sur y Sureste. A esta misma causa obedece el que casi toda la humedad atmosférica condensable se precipite sobre las cumbres de la Cordillera del Sur, donde los vapores de la corriente aspirada vienen a sumarse a los que aportan los vientos húmedos del Este.

En la época lluviosa, especialmente en los meses de junio a setiembre son frecuentes, las nevadas en esta parte de la Cordillera y en ocasiones la nieve desciende hasta 3600 metros de altura, pero inmediatamente desaparece de los páramos inferiores y sucesivamente de las cumbres, hasta que, al acentuarse la sequía, queda completamente despojada La Culata y se nota el retroceso progresivo del límite nevado en las sierras de Mérida y Santo Domingo, en la forma que ya hemos dicho. En muy raras ocasiones las grandes nevadas han descendido, en la Sierra de Mérida, hasta invadir la selva, cuyo límite superior se halla a 2800 metros. Según informes obtenidos, en la región de Apartaderos, las grandes nevadas descienden por el vallecito de Mifafi y Barro Negro, hasta poco más abajo del refugio llamado <Casa de Gobierno>, que se halla a 3643 metros sobre el nivel del mar y al camino de Barinas en el Páramo de Santo Domingo a 3604 metros. Estos informes concuerdan con mis propias observaciones hechas en la Sierra Nevada de Mérida. Allí, después de una violenta tempestad eléctrica que se desató sobre el valle de Chama, el día 23 de setiembre de 1921 y una tenue lluvia del día siguiente, amaneció el día 25 una extensa cubierta de nieve. Las medidas ejecutadas con el teodolito permitieron calcular el límite inferior de la nieve en 3600 metros de elevación, sobre el flanco occidental del pico El León, en tanto que por el lado Sur de El Toro se mantenía a poca menos de 4000 metros. Indudablemente aquella nevada había alcanzado bastante más abajo, pues la nebulosidad del día 24 no permitió que se hiciera la medida lograda un día más tarde, cuando ya habíase fundido buena parte del extremo inferior.

Las grandes masas de nieve acumuladas en las cimas de La Columna, La Concha y en los picos gemelos Humboldt y Bonpland de La Corona están sometidas a un proceso de diurna fusión y nocturna congelación que da por resultado el rehielo (Firn de los alemanes, nevée de los franceses) de aspecto cristalino y granuloso. Estas masas de rehielo cubren como formidable coraza todas las cimas superiores a 4800 metros y descienden por las cañadas y hondonadas en lento, imperceptible movimiento y adquieren finalmente las condiciones de un hielo cristalino y compacto que avanza en pequeñas lenguas, al favor de la configuración del terreno, formando cortos, pero verdaderos glaciares o ventisqueros. Los más importantes de estos glaciares son los que descienden hacia el Norte y Noroeste y envían el producto de su diaria fusión al Río Chama. De menor importancia y menor desarrollo son los que se hallan en la vertiente Sur y Sureste y alimentan tributarios del Río Negro o de Nuestra Señora. Débese esta diferencia de desarrollo a la circunstancia de que estando el cielo en aquellas alturas generalmente despejado hasta las 9 o 10 de la mañana y nublado después, las faldas del Sureste están más expuestas a la insolación, en tanto que a las mismas horas se hallan las del Norte y Noroeste protegidas por las sombras de las altas crestas. El pico de La Columna sustenta tres glaciares en sus vertientes Norte y Noroeste y dos menores por el Sur. Los primeros los he denominado así: *Glaciar Espejo* en la cañada del mismo nombre. *Glaciar de Bourgoin*, en la cañada de Los Chorros, al Norte del primero y *Glaciar de Karsten* el que desagua en la Cañada Grande. Hacia el Sur se dirigen el *Glaciar Timoncito* y otro menor, que le es contiguo y que el Dr. Blumenthal ha denominado *Glaciar de las Hermanas*. Los dos primeros de los nombrados son los más importantes y sus frentes verticales terminan con un espesor de 14 metros a 4480 metros sobre el nivel del mar. Las pequeñas lenguas terminales de los de Timoncito y Hermanas son menos potentes y sólo descienden hasta los 4700 metros de elevación, o sea unos 220 metros más alto que el límite inferior de los glaciares setentrionales. De menor importancia son los glaciares de los otros picos merideños. En La Concha existen dos, uno bastante extenso que termina a 4520 metros, alimenta las fuentes de la Cañada Grande, y he denominado *Glaciar de la Garza*, por ser este el nombre del pico, donde tiene su origen y otro menor que desciende por el Este hacia la parte superior de la Cañada «Raíz de Agua» o Mucuy y que por esta razón he denominado *Glaciar de Mucuy*.

Un poco más importantes y mejor desarrollados, son los de La Corona, e. d. los que se adhieren a las cimas gemelas de Humboldt y Bonpland. De ellos es el mayor el que se forma del lado Norte entre los dos picos nombrados y alimenta con las aguas de fusión de sus dos lengüetas, la llamada Laguna Verde, en las fuentes de la Quebrada Mucuy, por cuya circunstancia lo ha bautizado *Glaciar de la Laguna Verde*. Otro, casi tan extenso como este, es el que he llamado *Glaciar de Sievers*, en honor del eminente geólogo que visitó nuestra Cordillera en 1885. Ocupa este glaciar la hondonada entre los Picos Humboldt y Bonpland por el lado del Sur y desciende hasta los 4700 metros sobre el nivel del mar, donde termina con un espesor que he calculado en 8 metros, y corren sus aguas precipitándose en hermosas cascadas por el riachuelo de Chorro Blanco, para unirse a 3600 metros con el desagüe de la Laguna del Chorro y dar origen, en el valle conocido como Páramo de Los Corderos, al Río Negro o de Nuestra Señora, que rinde su tributo al Chama, ocho kilómetros abajo de la ciudad de Ejido.

De menor importancia son el *Glaciar de la Plazuela* que cubre la vertiente meridional del Pico Bonpland y el que está adherido al Pico Humboldt por el lado del este y da origen a la

Cañada del Hoyo, que es la fuente principal del Río Ticoporo. El último lo he denominado *Glaciar de Codazzi*, para conmemorar allí los méritos del autor de nuestra primera carta y texto geográficos.

El Río Negro, o de Nuestra Señora, que nace, como hemos dicho, en los hielos del Pico Humboldt y es el afluente más importante del Chama, circunscribe por el Sur, así como el Chama por el Norte, el macizo de la Sierra Nevada de Mérida, la cual, por esta razón viene a corresponder íntegramente a la hoya hidrográfica del Lago de Maracaibo. De esta suerte los glaciares merideños no contribuyen a la irrigación de la hoya del Orinoco sino con el producto del sólo Glaciar de Codazzi, por vía de un afluente del Río Apure, en tanto que todos los demás se hacen tributarios del Chama y por vía de éste del Lago Maracaibo.



El Pico de la Columna (5.002 Mt.) con el glaciar del Espejo visto por el Este

Los glaciares que acabamos de describir no tienen ciertamente el aspecto característico de los clásicos glaciares de los Alpes y el Himalaya. En estas montañas, la mayor extensión de la superficie nevada, la magnitud y configuración de sus cadenas con largas estribaciones y potentes ramificaciones, han dado lugar a la formación de largos y amplios valles con escaso declive, que favorecen sobremanera el desarrollo de largas corrientes de hielo las cuales descienden muy por debajo del límite de las nieves perpetuas y son características por la estructura de su hielo lleno de grietas ocasionadas, por el lento movimiento sobre un fondo de variados declives, y bordada su superficie por canchales (moraines) más o menos voluminosos. Los glaciares de la Sierra Nevada de Mérida son más bien lengüetas de la coraza general que cubre las cimas y ocupan por lo tanto depresiones escarpadas que le dan más bien el carácter de glaciares colgantes (Hängegletscher) o el de las cubiertas heladas de las altiplanicies alpinas (Hochplateaufirn).

No siempre han sido estas las condiciones glacialógicas de nuestra cordillera. En el período glacial de los trópicos la extensión que tenían los hielos en nuestro continente y el de África era mucho mayor. Así lo han demostrado los trabajos de Güssfeldt y Hauthal en Chile¹, los

1. -P. Güssfeldt. Reise in den Andes vorn Chile und Argentinien Berlín 1888
R. Hauthal. Reise in Bolivien und Peru. Leipzig 1911.

de Sievers en el Perú², Meyer en el Ecuador³: y en el África ecuatorial⁴ y nuestras propias observaciones en la Cordillera Andina de Venezuela.

En las poblaciones i sitios habitados cerca de las Sierras Nevadas, tanto en Venezuela como en los demás países, es voz general que la cubierta de nieve y hielo de las altas cimas viene sufriendo de algún tiempo una visible reducción y la observación científica ha venido a comprobar la verdad de este aserto del vulgo, lo que revela una alteración climatérica reciente, a no ser que las mismas causas que determinaron la desaparición de los grandes glaciares del período glacial del pleistoceno subsistan aún y estemos presenciando como se desarrollan sus efectos. Faltan observaciones fidedignas de los tiempos de la Conquista y Colonia que nos permitirían averiguar de cuando data la disminución que tiene observándose de ochenta años atrás, pero de todos modos podemos asentar que estamos en un período de constante y progresiva disminución de la humedad atmosférica y un proporcional aumento de la insolación. A la misma causa débese, sin duda, la rápida disminución de las vertientes en todo el país, en muchas partes violentadas artificialmente por la mano del hombre con desmontes y quemas.

Sievers y otros han tratado de explicar el retroceso glacial con respecto al pleistoceno, buscando su origen en causas extraterrestres, como disminución de la energía calórica del sol etc., pero en nuestro concepto el fenómeno es una manifestación de la evolución de nuestro planeta, como lógica consecuencia del proceso de su enfriamiento, Mientras la tierra poseía un mayor grado de calor propio su atmósfera podía sustentar una mayor proporción de vapor de agua. El sucesivo enfriamiento del globo terrestre debió determinar, en el principio, la condensación del vapor atmosférico en grandes proporciones y su producto debió elevar, por una parte, el nivel de los lagos y mares y por la otra, debió cristalizarse en los hielos de nuestros polos y en las altas cimas de las montañas. Pero como a proporción que se precipitaba la humedad atmosférica, debió también disminuir la nebulosidad y aumentar consecuentemente la insolación, hubo de iniciarse el fenómeno contrario, es decir el deshielo que aún prosigue i que ha debido producir a más del natural engrosamiento del los torrentes montañosos, un incremento de la temperatura, que, por supuesto, es difícil apreciar en el período, relativamente corto, que abarcan las observaciones meteorológicas.

El retroceso de los glaciares no ha sido continuo; ha tenido sus interrupciones, durante las cuales hubo nuevos avances del borde helado hacia los valles, como lo comprueban con toda evidencia las observaciones del resto de América, ya citadas, y las nuestras propias de la Cordillera venezolana. Estas intermitencias han sido causa de que algunos glaciólogos, como Penek y Geikie, proclamasen la pluralidad de períodos glaciales, en tanto que otros sólo admiten una doble actividad y algunos, como Geinitz, Lepsius, Wilser, creen que solo debe considerarse un solo período con ligeras intermitencias.

Nuestras propias observaciones revelan que todos los vestigios dejados por aquel período en forma de canchales, rocas pulimentadas y estriadas por el hielo en movimiento,

2. W. Sievers. Peru und Ecuador, Wissenschaftliche Veroffent. Lichungender Gesellschaftfür Erdkunde Leipzig 1914.

3. H. Meyer. Inden Hochanden von Ecuador. Berlín 1903.

4. H. Meyer: Der Kilimandsehara. Berlín. 1900

corresponden aun mismo período o edad, pero obsérvase claramente que durante ese período hubo dos momentos de gran actividad y desarrollo glacial bien definidos, como tendremos ocasión de demostrarlo más adelante.

El geólogo Sievers, quién visitó a Mérida en 1885 y cuyas observaciones tanto han contribuido al conocimiento de la constitución geológica de la Cordillera, encontró mediante observaciones barométricas, que el límite inferior del rehielo de La Columna se hallaba entonces, por el lado del Norte (glaciar Espejo), a 4400 metros sobre el nivel del mar⁵. Nuestras observaciones en 1910, veinticinco años más tarde, demuestran que la coraza del rehielo (Firn) de aquella cumbre, ya transformada en hielo de glaciar, termina bruscamente y cortada a pico a 4480 metros de altura, lo que equivale a un retroceso de 80 metros en los 25 años transcurridos entre una i otra observación. Concuerd a esta observación con las de Meyer en los Andes Ecuatorianos. El pudo comprobar como los hielos que cubren el interior de la caldera del Altar habían retrocedido cerca de trescientos metros desde el tiempo de Reiss y y Stübel (1873) o sea en el transcurso de treinta años. Las observaciones de Sievers, a que nos hemos referido, fueron ejecutadas en los meses de junio y julio que son los de mayor humedad y puede que por esta razón estuviese algo avanzada la línea de hielo y debamos por consiguiente disminuir en algunos metros la diferencia encontrada. De todos modos es lo cierto que ha habido un cambio de nivel en el borde del hielo i nieve de nuestra Cordillera, como por otra parte lo atestiguan personas de la ciudad de Mérida que nos merecen entera fé. También parece oportuno advertir que las anotaciones de Sievers y las fotografías que reproduce en su trabajo “Zur Vergletscherung der Cordilleren des tropischen Amerika” no corresponden al Pico de La Concha, como él dice, sino al de La Columna, error de situación que ya hemos explicado en nuestro trabajo sobre la Orografía de los Andes venezolanos.

El señor P. H. G. Bourgoin, ilustrado profesor de Botánica de la Universidad meridense, ya difunto y a quien se deben las primeras observaciones de carácter científico, ascendió en febrero de 1868 a la cima oriental de El Toro (4672 metros) y en el relato de su excursión, que corre inserto en el No. 5 de la Revista “Vargasia”, leemos: “Teníamos a la vista inmensas masas de hielo, cuyo espesor calculamos en algunos puntos en que habían grietas en ocho, doce y hasta diez i seis metros”. El punto a que se refiere Bourgoin se halla en las cabeceras de la cañada del Alto, por encima del camino que conduce a la aldea de Los Nevados y fué visitado por nosotros en mayo diciembre de 1910, no hallando allí remanente alguno del hielo descrito por Bourgoin.

Incuestionablemente que el hielo observado en aquella época era un residuo del glaciar que en el período glacial llenaba las depresiones meridionales y orientales de El Toro y ya hemos visto como aquellas masas que aún eran formidables en 1868 han desaparecido completamente en el corto espacio de cuarenta y dos años.

No puede comprobarse de igual modo un aumento de temperatura en nuestra región occidental. Al contrario, al comparar nuestras determinaciones de temperaturas medias anuales por el método de Boussingault, con las que aquel sabio practicara personalmente en algunos puntos de nuestra Cordillera, hallamos más bien una notable disminución, que, por

5. N. Sievers. Die Cordillera von Mérida. 1888

supuesto, no debe atribuirse sino a imperfección en las observaciones y a caso a una elección poco afortunada del sitio de observación por parte del viajero francés. A primera vista se nota que sus temperaturas medias de Trujillo, Mérida y Mucuchies, únicas que poseemos de él, son excesivamente elevadas. Nuestras propias observaciones se hicieron en condiciones muy favorables y los resultados así obtenidos, al compararlos con los medios de largas series termométricas libremente observadas ala sombra en Mérida, arrojan una completa conformidad, como lo hemos demostrado en nuestro trabajo sobre la temperatura media y su distribución.

Véase la comparación de nuestras observaciones con las de Bussingult. (Viajes científicos, pág. 194-195)⁶.

Trujillo.	Boussingault 1822 alt. - 735- temp. 25°,0 - Jahn 1910 alt. 794- temp 23,5
Mérida.	Boussingault 1822 alt. -1619- temp. 22°,0 - Jahn 1910 alt. 1625- temp 19,0
Mucuchies	Boussingault 1822 alt. -2991- temp. 14°,4 - Jahn 1910 alt. 2983- temp 12,8

No habiendo aumentado sensiblemente la temperatura durante los últimos cien años, ¿a qué causa debemos atribuir la disminución manifiesta de los hielos de nuestra Cordillera? Ya hemos dicho que a nuestro juicio es la humedad atmosférica el factor meteorológico que viene obrando este cambio y su disminución al través de las últimas épocas geológicas es el natural proceso de la evolución de nuestro globo. Empero esta disminución es muy lenta y apenas sería perceptible en el corto espacio de tiempo que media entre las observaciones directas del último siglo. Una causa local ha debido violentar el natural desecamiento de la atmósfera y este es, a nuestro ver, el incremento de la agricultura. Los grandes desmontes inherentes a nuestra rudimentaria labor agrícola han convertido en ereales muchas tierras, antes feraces, del Centro de Venezuela, como que han producido una alarmante disminución de las aguas corrientes, disminución que venía acentuándose año por año, hasta que la acción gubernativa vino a restringir los desmontes y quemas.

En los Andes todavía no se ha hecho sentir esta escasez porque sus fuentes son muy abundantes, como que tienen su origen en elevados páramos que sirven de condensadores a los vapores atmosféricos y porque es todavía muy favorable a su conservación la proporción que existe entre las tierras vírgenes y las que el brazo del hombre ha conquistado y puesto a su servicio. No obstante esta favorable circunstancia, también allí los desmontes han debido favorecer el lento decrecimiento del porcentaje de humedad atmosférica consecencial del enfriamiento terrestre y producir en definitiva un desequilibrio en los factores climatéricos, a cuyo cargo corre la conservación de la nieve en las cumbres, lo que en términos de economía equivale a menor producción y mayor consumo.

Las consideraciones que anteceden nos conducen a esta otra: ¿Cuál ha sido la extensión que la nieve y el hielo alcanzaron en nuestra Cordillera durante el período glacial? Este período

6. Vargasia. Revista de la Sociedad de Ciencias físicas y naturales de Caracas. 1868. No. 5.

corresponde al pleistoceno o período diluvial, cuando ya la evolución orgánica en continua tendencia selectiva de adaptación y perfeccionamiento había dado como fruto el hombre primitivo.

Las excepcionales condiciones topográficas de Suramérica, con su larga cadena de nevados que corre desde el undécimo paralelo de latitud Norte al 55° de latitud Sur, favorecen sobremanera el estudio de los fenómenos glaciológicos, como en efecto es en nuestro continente donde se ha recojido el vasto material que ha permitido reconstruir el amplio dominio que los hieles tuvieron en el período glacial. Se remontan hasta el año de 1829 las primeras noticias sobre los vestigios de antiguos glaciares hallados por D'Orbigny en la región elevada del Potosí⁷. Gay, Darwin y Philippi⁸ aportaron algunas observaciones de los Andes chilenos por los años de 1833 a 1862. De los Andes colombianos informó sobre el mismo asunto el sabio neogranadino Joaquín Acosta en 1851, como resultado de sus viajes por la Sierra Nevada de Santa Marta y nuestro geógrafo Agustín Codazzi sospechó la existencia de glaciares activos en la Sierra Nevada de Cocuí, en Colombia, si bien no hizo observaciones que pudieran comprobar de una manera absoluta sus sospechas, fijando la extensión que para su tiempo tuviesen los nevados y glaciares y el mayor desarrollo que hubiesen podido alcanzar en el período glacial tropical.

Ya para el año de 1870 afirmaba Raimondi⁹ que muchos de los valles de los Andes peruanos presentaban muestras inequívocas de su antigua función como lechos de grandes glaciares. A los nombres que anteceden tenemos que agregar los de Simpson y Agassiz¹⁰ quienes en la misma época aportaron un valioso contingente al conocimiento de los glaciares que albergan los rocallosos repliegues de la costa de Patagonia. Los trabajos de estos precursores en la glaciología suramericana alcanzaron poco éxito en su época, porque, como muy bien dice Sievers en su trabajo "Zur Vergletscherung der Cordilleren des Tropischen Amerika", no estaba aún bien confirmada i aceptada la teoría del período glacial, la que vino a quedar definitivamente establecida después de concluidos los clásicos trabajos de Torell en 1875 y de Penck en 1882, con respecto a los Alpes y a la parte de Europa que demora al Norte de éstos. En este último año comienza una nueva era en la exploración científica de los Andes suramericanos, y como parte muy importante de ésta los estudios glaciológicos modernos.

Güssfeldt en la Cordillera chileno-argentina, Steinmann en Patagonia, Hettner en la Cordillera oriental de Colombia, Sievers en la Cordillera de Mérida y la Sierra Nevada de Santa Marta, fueron los iniciadores de una serie de nuevas investigaciones que han continuado luego Bracke busch¹¹, Hauthal i Nordenskiöld en Argentina, Patagonia i Bolivia, Hans Meyer en el Ecuador, el mismo Sievers en el Perú y algunos otros, no menos importantes, en diferentes partes del Continente. Especial mención merecen, por su concienzudo análisis, los trabajos realizados en 1903 por Meyer en los altos volcanes del Ecuador, los de Steinmann, Hoek y Bistram en los años de 1903 i 1904 entre los paralelos

7. J. B. Boussingault. Viajes Científicos a los Andes Ecuatoriales. Memorias recopiladas por Joaquín Acosta, París 1849.

8. D'Orbigny. Vóyage dans l'Amérique méridionale III. Paris 1842.

9. R. A. Philippi. Die Gletscher der Andes. P. M. 1867.

10. A. Raimondi. El Departamento de Ancachs. Lima 1873.

11. E. Simpson. Exploraciones hechas por la corbeta "Chacabuco". Santiago 1875.

17° i 22° Sur¹² y los de Sievers en el Perú¹³ y Hauthal en Bolivia¹⁴. Todos estos exploradores llegaron a la conclusión que durante el período glacial hubo una doble actividad glacial, o sea do períodos de máxima extensión, resultado que concuerda plenamente con nuestras propias observaciones, como lo demostraremos más adelante.

Concretándonos a Venezuela, podemos decir que fué Sievers quien hizo las primeras observaciones glaciológicas, ya que Codazzi, su predecesor en la Cordillera, no menciona sino muy superficialmente la existencia de nieve en aquella región y ninguna referencia hace a la extensión que esta pudiera haber alcanzado en otra época, ni menciona siquiera la existencia de hielo y mucho menos de glaciares. El doctor Sievers visitó la Cordillera en 1883. El resultado de sus investigaciones geológicas se halla expuesto en su obra titulada «Die Cordillere von Merida» y en las páginas 163 a 166 están contenidas sus escasas observaciones glaciológicas, las cuales se limitan a la discusión y determinación del borde inferior de las nieves perpetuas en la vertiente setentrional del Pico Columna que él confunde con La Concha. Refiriéndose a los vestigios del período glacial, dice: «no he podido hallar pruebas de una mayor actividad glacial en épocas anteriores, pero existen algunos indicios de que estas puedan presentarse, cuando se haga un estudio más detenido de la región elevada de la Cordillera; así p. E. obsérvase al pié del pico Concha (léase Columna) una depresión rocallosa que tiene todo el aspecto de haber sido antiguamente el lecho de un glaciar. También debo observar que las formas de los nevados de Mérida y Santo Domingo son en extremo abruptas y denticulada. Agujas, torres, cuernos, cuchillas y murallones son las formas características de sus cumbres y este mismo aspecto ofrecen en gran parte las otras cordilleras que alcanzan la altura de 4000 metros, en especial las Sierras de Mucuchíes, la cordillera de La Culata y los Conejos, los Páramos de Pueblo Llano y Tuñame, la Teta de Niquitao y otros. Este carácter agreste comienza a los 3800 metros de elevación y contrasta notablemente con las formas redondeadas, pulimentadas y niveladas de las estribaciones que se mantienen por debajo de los 3800 metros. Este contraste es tan marcado que ya a distancia permite apreciar la altura aproximada de las cadenas y esto es tanto más notable cuanto que las rocas son de idéntica constitución arriba y abajo de la línea de 3800 metros. Siéntese uno tentado a buscar la causa de esta diferencia en la actividad de los hielos que ha logrado cortar y disgregar la parte alta de las montañas más profundamente de lo que podría hacerlo la acción del agua».

La minuciosa exploración de la región elevada de la Cordillera, recomendada por Sievers, fué uno de los objetivos de nuestra expedición científica de 1910 a 1912. Recorrimos y medimos escrupulosamente las cumbres de Mérida, Santo Domingo, La Culata, Mucuchies, Apartaderos, Niquitao etc. y nos ha tocado en suerte descubrir los indicios ciertos e indiscutibles de la antigua acción glacial que Sievers sospechara, pero que ninguno de nuestros predecesores en aquella parte había observado. El mismo Sievers pasó por sobre canchales i lechos de los antiguos glaciares pleistocénicos sin darse cuenta de su presencia y de su importancia. Es curioso como, al describir la diferencia de formas de las hondonadas i valles superiores, atribuye al hielo la acción erosiva que se manifiesta en las crestas denticuladas, cuyas agudas formas tanto contrastan con las redondeadas de la parte

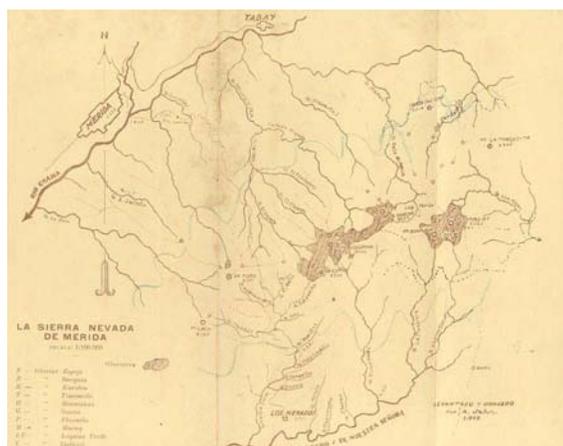
12. Brackebusch. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. 1892. págs. 249-348.

13. A. Agassiz, Nature 1872.

14. Hock. Petermanns Mitteilungen 1906. p. 13.

inferior, cuando en realidad son las faldas de rocas pulimentadas i redondeadas las que deben su forma a las grandes masas de hielo que sobre ellas descansaban i se movían en el período diluvial, y las crestas denticuladas son obra de la nieve que penetra en las grietas de los estratos, se funde bajo los rayos del sol i al congelarse en las noches, aumenta de volumen i disgrega las rocas a manera de poderoso explosivo. De modo que, aunque ambas formas erosivas son de origen glacial, las redondeadas i pulimentadas que se observan en las hondonadas y valles superiores son las que directamente han sido modeladas por el hielo de los antiguos glaciares. En todos los vallecitos y cañadas que se hallan arriba de 3500 metros de altura se observan las formas características designadas como “roches moutonneés” y rocas pulimentadas y estriadas algunas de ellas. Los indicios de la acción de los hielos del pleistoceno se extiende en estos valles, en sentido transversal hasta los cien y a veces hasta los cientocincuenta metros de altura, de suerte que esta medida representa el mayor espesor que llegó a tener la antigua corriente de hielo. A partir de esta altura aparecen las formas agudas y denticuladas de que ya hemos hablado y cuya disgregación continúa en nuestra época, gracias a la infiltración de agua y nieve que suele congelarse en las grietas. El límite de estas dos zonas, la antiguamente ocupada por el glaciar i la superior que suministraba el material de los canchales, está representado por una línea que se extiende paralelamente al fondo por ambas faldas que cierran los valles, a una altura que varía, como es natural, según la mayor o menor extensión del valle i consiguiente desarrollo que debió tener el glaciar en el período diluvial.

El material de detritus y rocas que estos glaciares transportaron hacia el fondo de los valles fué acumulado en el término de aquellos, en forma de canchales laterales y frontales que el tiempo ha cubierto de tierra y vegetación y que, donde no se han conservado en su primitiva forma, circundando lagunas mis o menos grandes, generalmente enclavadas entre 3500 a 3600 metros sobre el nivel del mar, como residuos a su vez del glaciar desaparecido, ha sido arrastrado por las aguas y ha rellenado los valles hasta la considerable altura de 150 metros. Estos rellenos han sido luego cortados por la acción de los ríos y quebradas y los espacios que se han mantenido intactos entre unos y otros constituyen las clásicas *mesas* de nuestra Cordillera.



Mapa La Sierra Nevada

A. JAHN.