

BOLETIN DE ESTUDIOS GEOGRAFICOS

VOL. II

Primer Trimestre 1950

N.º 6

AÑO DEL LIBERTADOR GENERAL SAN MARTIN



Publicado por

El Instituto de Historia y Disciplinas Auxiliares de la
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
SECCION DE ESTUDIOS GEOGRAFICOS

BOLETIN DE ESTUDIOS GEOGRAFICOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

Rector
Dr. I. FERNANDO CRUZ



Facultad de Filosofía y Letras
Delegado Interventor: Prof. TORIBIO M. LUCERO

Facultad de Ciencias Agrarias
Decano: Ing. ROBERTO V. CARRETERO

Facultad de Ciencias Económicas
Decano: Prof. FRANCISCO FEMENÍA

Facultad de Ciencias Médicas "Dr. Tomás Perón"
Delegado Organizador: Dr. AMADEO CICCHITTI

Facultad de Ciencias de la Educación
Delegado Interventor: Dr. JUAN CARLOS SÁA

Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Delegado Interventor: Dr. LUIS ROVIRA

Escuela Superior de Artes Plásticas
Director: Sr. JOSÉ DE ESPAÑA

Escuela Superior de Música
Director: Prof. JULIO PERCEVAL



Secretario General
Prof. MIGUEL MARZO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

•
Delegado Interventor
Prof. TORIBIO M. LUCERO

Secretario
Prof. ENRIQUE M. CAMPOY

•
Profesorado de Lenguas Vivas
Director Interino: Prof. ALFONSO SOLÁ GONZÁLEZ

•
INSTITUTOS DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD

INSTITUTO DE FILOSOFÍA Y DISCIPLINAS AUXILIARES
INSTITUTO DE HISTORIA Y DISCIPLINAS AUXILIARES
INSTITUTO DE LENGUAS Y LITERATURAS CLÁSICAS
INSTITUTO DE LENGUAS Y LITERATURAS MODERNAS
INSTITUTO DE LINGÜÍSTICA

•
INSTITUTO DE HISTORIA Y DISCIPLINAS AUXILIARES

Encargado de la Dirección
Prof. OTTO H. BURGOS

Secciones

Sección de Historia de España
Prof. TORIBIO M. LUCERO

Sección de Historia Americana
Prof. OTTO H. BURGOS

Sección de Folklore e Historia Regional de Cuyo
Sr. JUAN DRAGHI LUCERO

Sección de Estudios Geográficos
Prof. MARTÍN PÉREZ

Sección de Arqueología y Etnología
Dr. FÉLIX DE POGRÁNYI - NAGY

INSTITUTO DE HISTORIA Y DISCIPLINAS AUXILIARES

Sección de Estudios Geográficos

Jefe de Sección
Prof. MARTÍN PÉREZ

Ayudantes de Investigación
Prof. RICARDO G. CAPITANELLI
Srta. MATILDE IRENE VELASCO
Srta. BERTA NAGEL

Profesores adscriptos
Prof. MIGUEL MARZO
Prof. MARIANO ZAMORANO
Prof. ADA SERRIS DE CANOSA
Prof. OSVALDO INCHAUSPE
Prof. ANNA TINELLI

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE FILOSOFIA y LETRAS
INSTITUTO DE HISTORIA Y DISCIPLINAS AUXILIARES
SECCION DE ESTUDIOS GEOGRAFICOS

**BOLETIN DE
ESTUDIOS GEOGRAFICOS**



AÑO DEL LIBERTADOR GENERAL SAN MARTIN

VOLUMEN II

PUBLICACIONES DEL
INSTITUTO DE HISTORIA Y DISCIPLINAS AUXILIARES

ANALES DEL INSTITUTO: Tomos I - II - IV y V. 1941 - 1950.

Secciones de Historia Argentina y Americana

REVISTA DE HISTORIA: Año I, Nos. 1 y 2. 1949.

CUADERNOS DE HISTORIA: Año I, Nos. 1 y 2. 1949.

Sección de Arqueología y Etnología

ANALES DE ETNOGRAFÍA AMERICANA: Tomos I - V. 1940-44.

ANALES DE ETNOLOGÍA AMERICANA: Tomos VI-VII. 1945-46.

ANALES DE ARQUEOLOGÍA Y ETNOLOGÍA: Tomos VIII - X.
1947-49.

Sección de Estudios Geográficos

BOLETÍN DE ESTUDIOS GEOGRÁFICOS: Nros. 1-6. 1948-50.

En prensa

BOLETÍN DE ESTUDIO GEOGRÁFICOS: Nos. 7 y 8.

ANALES DEL INSTITUTO: Tomo III.

ANALES DE ARQUEOLOGÍA Y ETNOLOGÍA: Tomo XI

REVISTA DE HISTORIA: N° 3.

CUADERNO DE HISTORIA: N° 3.

BOLETIN DE ESTUDIOS GEOGRAFICOS

VOL. II

Primer Trimestre 1950

N.º 6

AÑO DEL LIBERTADOR GENERAL SAN MARTIN

SUMARIO

Glaciología y ramas conexas: métodos y elementos de trabajo. <i>Dr. A. E. Corte</i>	Pág. 1
La Meteorología. <i>Prof. Ricardo G. Capitanelli</i> 41
Flora cuyana. <i>Prof. Gerónimo Sosa</i> 69
¿Qué es la Geografía Humana? <i>Prof. Pierre Deffontaines</i> (Traducción del francés por el Prof. Mariano Zamorano) 71
Comentarios bibliográficos 79

ADA SERRIS DE CANOSA: *Grandes líneas de la Geografía de la Antártida* por Romualdo Ardissonne. - ANNA TINELLI: *La Antártida* por Santos Alazraqui. - MARIANO ZAMORANO: *La epopeya del Capitán Scott* por Robert F. Scott. - RICARDO G. CAPITANELLI: *La Argentina y las exploraciones antárticas* por Guillermo Hoxmark. RICARDO G. CAPITANELLI: *La repartición de las tierras antárticas* por Guillermo Hoxmark.

Publicado por
El Instituto de Historia y Disciplinas Auxiliares de la
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
SECCION DE ESTUDIOS GEOGRAFICOS

GLACIOLOGÍA Y RAMAS CONEXAS: MÉTODOS Y ELEMENTOS DE TRABAJO *

INTRODUCCIÓN

Por razones de didáctica se ha creído conveniente empezar por el aspecto meteorológico de la Glaciología, luego el aspecto glaciológico puro, etc., hasta terminar con el geomorfológico glaciar. Se iniciará además con la parte meteorológica porque los primeros trabajos se efectuaron en invierno y en esta época la mayoría de las mediciones que se hacen versan sobre dicho tema.

La zona donde se desarrollaron los métodos que se describen en el presente trabajo, está situada al pie de la montaña más alta de Suecia, Kebnekajse, 2.100 m. sobre el nivel del mar (Fig. N^o 1). Allí, en el valle de Tarfala, la Universidad de Estocolmo tiene su *Estación de Investigaciones Tarfala* donde se hacen estudios físicos y biológicos. La estación está ubicada a 600 m. del glaciar donde se hacen las investigaciones sistemáticas, de manera que no se pierde tiempo recorriendo inútiles distancias para llegar al lugar de las observaciones.

La parte Meteorología-Glaciar fué desarrollada por el Mayor Olav Njus del ejército de los EE. UU.; Climatología Glaciar por Ahlmann; Glaciología Pura por Ahlmann, Schytt y Corte; movimiento del hielo por Erik Voxnerud; Biología Glaciar por E. Bergström.

* Al escribir el presente trabajo, que es uno de los frutos de mi especialización en el Geografiska Institutet de la Universidad de Estocolmo, un sentimiento de agradecimiento ineludible me lleva hacia personas que idealmente han contribuido o que mi especialización en Física de Glaciares se cumpliera eficazmente. Vaya, pues, mi más sincero agradecimiento para el Dr. Gache Pirán, ex Ministro de Justicia e Instrucción Pública, quien se interesó vivamente por la Física de Glaciares; el Dr. I. F. Cruz, Rector de la Universidad Nacional de Cuyo, quien no sólo me alentó espiritualmente sino que cumplió económicamente; el Prof. J. E. Church, Univ. de Nevada, EE. UU., noble "pioneer" de los estudios de exploración de la nieve; el Prof. Hans W: son Ahlmann, Universidad de Estocolmo, mi camarada y compañero de lucha, y el joven glaciólogo sueco Valter Schytt, fiel compañero de campo; a todos ellos, con sinceridad y gratitud, dedico esta pequeña contribución.

Capítulo I

ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

El estudio de las condiciones glaciológicas de una zona determinada debe hacerse en dos formas: 1) Estudios metódicos y de detalle de un glaciar; 2) Estudios generales de toda la zona glaciada. Al elegir un gla-

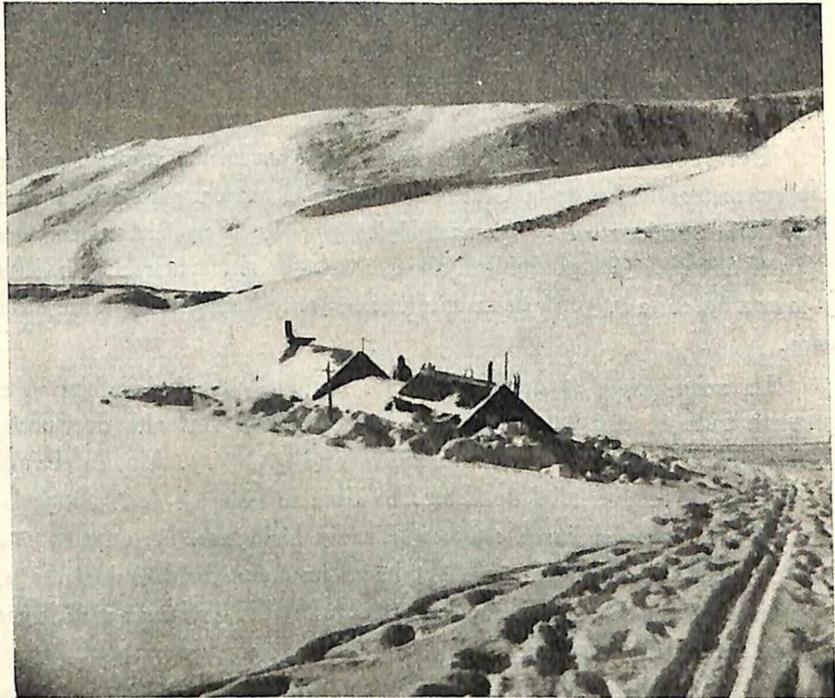


FIG. 1 - La estación de investigaciones Tarfala en invierno. Laponia, Kebnekajse. (Fot. V. Schytt - III - 49).

ciar para estudios, es necesario tener en cuenta los siguientes factores: a) debe ser un glaciar de valle con su acumulador y ablador bien delimitado, b) no debe ser muy grande: un tamaño ideal es 200-500 m. de ancho y no más de 2 a 3 Km. de largo, pues en un glaciar de grandes dimensiones se pierde demasiado tiempo al recorrer largas distancias para las mediciones.

Para el desarrollo de los estudios en detalle es necesario disponer de una estación u observatorio de investigaciones; dicha estación debe estar lo más próxima posible al glaciar que se desea investigar, para no perder tiempo recorriendo distancias en las observaciones diarias. El observatorio de estudios glaciológicos de la Universidad de Estocolmo (Fig. N° 1) está



situado al norte del Círculo Polar Ártico, a 25 horas de tren desde Estocolmo, 8 horas en trineo y 6 en esquí; no hay medios directos como en Suiza. La estación se encuentra a 800 m. del glaciar en el cual se hacen estudios en detalle desde hace 6 años; consta dicho observatorio de tres habitaciones: una cocina, un dormitorio con 4 camas tipo marinero, un dormi-



FIG. 2 - Obtención del agua en invierno.

torio para el profesor y su asistente y una pequeña habitación para depósito y la que se usa eventualmente como dormitorio de alumnos. Últimamente se ha construido un nuevo refugio con todas las comodidades.

En la casa habitación las paredes y el techo deben estar aisladas con materiales adecuados para impedir la salida del calor. El uso de gas de kerosene es recomendable tanto para la cocina como para la iluminación. El

autor ha podido descansar muy bien con una bolsa de dormir y debajo de ella un cuero de reno; así duermen los soldados suecos en Laponia en los *igloos* de nieve subterráneos (cuevas debajo de la nieve). En Argentina se puede reemplazar el cuero de reno por el de venado o huemul.

Es importante, al construir un refugio, situarlo cerca de una fuente de



FIG. 3 - Vehículo anfibia del ejército de U. S. A., usado para transporte de carga y pasajeros. Junto al anfibia se encuentra un reno que se utiliza para transporte. (Fot. Valter Schytt).

agua permanente, pues en invierno es muy difícil obtener agua en forma rápida y económica de la nieve; es necesario disponer de una fuente cercana, aunque ella ocasiona trastornos para su obtención y acarreo (Fig. N° 2). Es necesario tapar el pozo de nieve, donde se obtiene el agua, para que la nieve, acarreada por el viento, no lo tape completamente.

El aprovisionamiento de comida y equipo puede hacerse en invierno por medio de aviones y paracaídas. En cuanto a la movilidad, siempre que se trate de transportes en terrenos no muy inclinados, da buen resultado un vehículo anfibia (Fig. N° 3) el que puede arrastrar un trineo con dos toneladas de carga y tres pasajeros en terreno horizontal y duro; en terrenos con pendiente no fuerte, una tonelada. El transporte de pequeñas cargas (80 kilos) puede ser solucionado con trineos con dos perros y, siempre que las condiciones del terreno y de la nieve lo permitan, los trineos con renos dan muy buen resultado, pudiendo un solo reno arrastrar un trineo con 80 kilos en pendientes, no muy pronunciadas, hasta de un 20 %.



Los estudios en detalle que se efectúan, están explicados en esta contribución. En cuanto a los estudios generales, versan sobre las condiciones físicas de los diferentes glaciares: altura sobre el nivel del mar, diferencia de altura entre la parte terminal y el acumulador, ubicación de los glaciares en las clasificaciones diversas, condiciones de los glaciares y su relación con los puntos cardinales, con el rumbo de las montañas y con los caracteres físicos geológicos. Luego de observar sus caracteres físicos generales es necesario ver cómo reaccionan los diferentes glaciares; al mismo tiempo deben hacerse estudios de las diferentes morenas, midiendo sus distancias con telémetros o con cintas métricas. Un aspecto muy importante es ubicar los sistemas de morenas en escala cronológica; para ello es necesario estudiar la distribución de las plantas. Esto está detallado en la parte V.

Los estudios en detalle requieren personal especializado que debe medir en el invierno las variaciones de la acumulación y en el verano las oscilaciones de la ablación. Al mismo tiempo se deben tomar las temperaturas en el acumulador y en el abladador.

Capítulo II

METEOROLOGÍA-CLIMATOLOGÍA GLACIAR

La Meteorología Glaciar ha sido desarrollada últimamente con gran detenimiento por C. C. Wallen (39). Él ha estudiado las condiciones meteorológicas del glaciar Korsá, entre los años 1942-1948. Se puede decir que la Meteorología Glaciar es una nueva disciplina que se inició a principios del siglo presente.

La importancia de los estudios de Meteorología Glaciar reside en los hechos siguientes: "Debido a que existe una relación muy estrecha entre las variaciones del clima y las variaciones del volumen de los glaciares, las causas de dichas variaciones no pueden ser reveladas sin un estudio total del material de balance del glaciar y la influencia de los factores meteorológicos en la acumulación y ablación". (38, p. 6). Además el objetivo final es determinar las relaciones que hay entre las variaciones climáticas y los cambios de volumen de los glaciares. Cuando se conozcan las causas de estos cambios, entonces se tendrá una base más segura para conocer las causas de las *fluctuaciones climáticas seculares*, los *cambios climáticos* y las *variaciones climáticas geológicas*. De acuerdo con Willet y Ahlman (40, p. 34 y 2, p. 176) *las fluctuaciones climáticas seculares* ocurren cuando las oscilaciones climáticas envuelven períodos que se repiten varias veces en una centuria. *Cambios climáticos* son las oscilaciones que se producen sobre pe-

ríodos de cientos o miles de años; son las fluctuaciones que se producen desde la última glaciación, incluyendo los tiempos postglaciales e históricos. *Variaciones climáticas geológicas* son oscilaciones que ocurren en períodos o épocas de varios miles de años; son las variaciones que se produjeron en el Pleistoceno y que abarcó un millón de años con diferentes lapsos de 75 mil, 300 mil, 75 mil y 25 mil años de las edades glaciales o interglaciales (16, p. 249).

En un estudio completo de la Meteorología Glaciar deben tenerse en cuenta los siguientes factores: A) Meteorología: Condiciones generales del tiempo en diferentes años; la radiación entrante en el glaciar (*incoming radiation*); el albedo; la radiación emitida (*outgoing radiation*); temperatura y humedad; velocidad y dirección del viento; nubosidad, precipitación y niebla. B) Glaciología: Deposición de agua de fusión debajo de la nieve; acumulación, ablación, variaciones de la acumulación y ablación en las diferentes alturas de un glaciar; el balance del calor; cálculos de la ablación en determinados períodos; causas de la ablación bajo diferentes condiciones; valor aproximado de la ablación media anual; comparación de los resultados de un glaciar con otras zonas investigadas; conclusiones. La disminución del glaciar estudiado y sus probables causas meteorológicas. Todos estos factores son indispensables para tener una idea de las influencias meteorológicas en las manifestaciones de los glaciares (39, p. 239-240). C. C. Wallen, al estudiar el glaciar Korsá ha llegado a las siguientes conclusiones: 1) La principal causa de la disminución de dicho glaciar está en un crecimiento de la ablación (absoluta y relativa) del calor suministrado por el aire; éste a su vez ha sido producido por: a) Crecimiento en la temperatura del verano, b) crecimiento en la humedad del verano, c) prolongación de la época de ablación, d) posible crecimiento en la velocidad del viento. El crecimiento de temperatura y humedad durante el verano se manifiesta en un crecimiento de la nubosidad y en la prolongación de la época de ablación, los que son causados por:

- 1) Un típico crecimiento (desde 1915) en la variabilidad del clima de un año para otro, el cual se muestra en una alternancia de veranos muy calientes y otros relativamente fríos.

- 2) Un crecimiento probable en la frecuencia media de los vientos del sur, los que causan un crecimiento de la temperatura y humedad produciendo un incremento en la nubosidad.

Últimamente, durante el año 1949, O. Njus estudió los factores meteorológicos del glaciar Mayor (Stor Glaciär); construyó dos estaciones en el glaciar para medir las temperaturas en diferentes alturas (Fig. N° 4). Una estación está en la parte superior del glaciar, en la zona de acumulación,

y la otra en la parte inferior, en la zona de ablación. Las temperaturas se miden eléctricamente por medio de termistors, a diferentes alturas: 1.50, 3.00, 4.50, 6.00, 7.50 m.; a 4.50 y a 7.50 hay anemómetros de tazas.

El estudio de la Meteorología Glaciar es de gran importancia para la aviación, pues ella da informaciones utilísimas sobre las condiciones físicas



FIG. 4 - Construcción de la estación para medir temperaturas y vientos en diferentes alturas. (Fot. A. E. Corte - 20 - VII - 49).

del aire en las zonas permanentemente heladas. Si se piensa que las naciones más poderosas del mundo están unidas por rutas aéreas mucho más cortas por sobre los polos que por las rutas corrientes del Atlántico Norte, entonces se comprenderá la real y gran importancia que estos estudios tienen. Argentina en un futuro próximo deberá volar hacia Australia y Nueva Zelandia; esto significa que deberá volar sobre la Antártida, pues es el camino más corto. Para ello es necesario conocer las condiciones físicas del hielo, del aire y del suelo (ver parte IV).

Ahlmann, investigando los glaciares del Atlántico Norte (5, p. 75) ha llegado a concluir que la creciente intensidad de la disminución de los glaciares, observada en los últimos decenios, es quizá la prueba más segura (entre muchas) de la fluctuación del clima en esa zona. Hay muchas pruebas de los cambios de clima: 1) Pruebas climáticas, 2) glaciológicas, 3) oceanográficas, 4) biológicas, 5) eustáticas; ellas han sido estudiadas con cierto detenimiento por Ahlmann en una de sus últimas contribuciones (3).

Allí se aprecia la gran utilidad de estas investigaciones para el conocimiento de las oscilaciones climáticas de nuestro planeta.

En la parte III se verá que para el estudio de la acumulación y ablación es necesario disponer de una serie de estacas en el glaciar. La medición de estas estacas en forma metódica nos dará la variación de las disminuciones o aumentos del hielo o la nieve. Las veces que debe medirse la altura de las estacas depende de la variabilidad de los factores meteorológicos (del tiempo). Así, si después de tres o más días de temperaturas bajas y sin ablación se producen temperaturas altas, es necesario medir las estacas para notar el efecto del aumento de la temperatura en la ablación. Si la temperatura se mantiene constante durante varios días no es necesario hacer mediciones pues sabemos que ellas no producen variantes en las medidas. O sea: la frecuencia de las lecturas depende de la frecuencia de los cambios de tiempo.

Últimamente se ha recalcado la importancia que puede tener la radiación ultravioleta en la economía de un glaciar. Parece que su efecto se hace sentir hasta 10 metros de profundidad. (Reuter, comunicación verbal. Zentralanstalt für Meteorologie, Viena). Son necesarias investigaciones sobre este problema.

Capítulo III

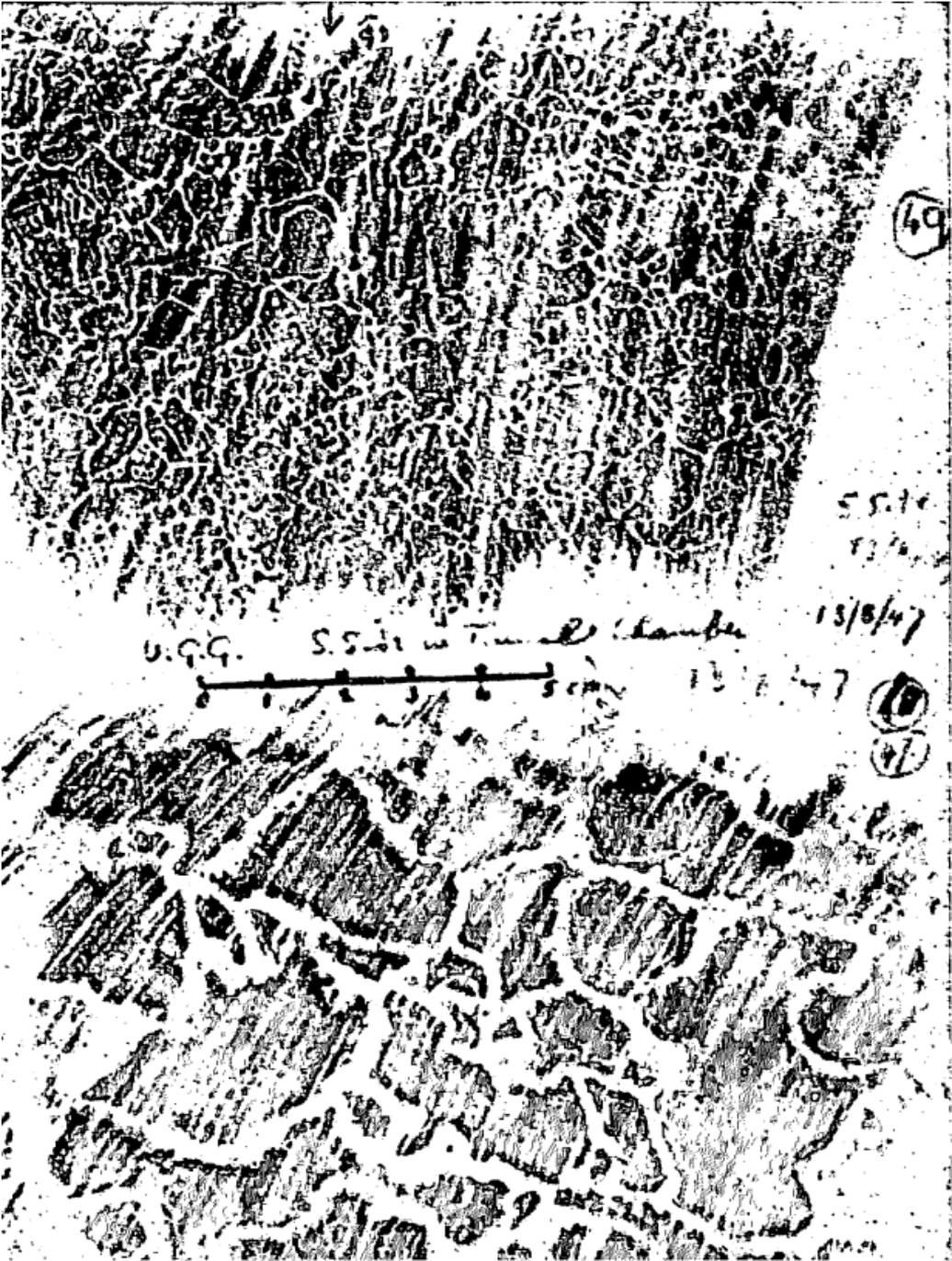
GLACIOLOGÍA PURA

Glaciología es la disciplina que se ocupa en el estudio del hielo que se forma en la superficie del suelo y del mar por un proceso natural.

Se entiende por Glaciología Pura el estudio de las condiciones físicas del hielo y ella comprende el estudio de: a) Topografía del hielo, b) Cristalografía, c) Movimiento, d) Régimen, acumulación y ablación, e) Limite del *firn* o *nevé*, f) Clasificación de los hielos.

a) *Topografía del hielo (glaciar)*. Cuando se desea investigar un glaciar debe disponerse de un buen mapa topográfico del mismo; con métodos estereofotogramétricos es posible hoy dibujar excelentes mapas, especialmente con fotos aéreas. Con un mapa que tenga 30 metros de intervalos de alturas por lo menos, es posible determinar la acumulación total del invierno y la ablación total del verano. El plano topográfico no solamente debe incluir el glaciar sino también las morenas próximas, montañas vecinas y puntos notables del terreno que sirvan de referencia. Todas estas mediciones deben extremarse cuando se estudia un glaciar sistemáticamente.

b) *Cristalografía*: Los estudios cristalográficos del hielo empezaron



(40)

S.S. 10

13/8/47

13/8/47

U.C.C.

S.S. 10 in Transverse Chamber

1 2 3 4 5 cent

13/8/47

(1)

(2)

el siglo pasado y se puede decir que el iniciador de estos estudios fué Hugi (1842), luego Forel (1882), Hagenbach-Bischoff (1885); también Emden en 1892 hizo importantes contribuciones; a principios de este siglo se destacaron Tamman, Buchaman, Heim, etc. (28, p. 255). Un aspecto muy importante en los estudios de cristalografía es individualizar los cris-



FIG. 5 - Reproducción de cristales de hielo por calco con lápiz, de acuerdo con Seligman.

tales por medio de calcos con lápiz (Fig. N° 5) (28, p. 256) o por medio de impresiones con pintura común (Fig. N° 6) (4, p. 269). El primer método fué iniciado por Forel (28, p. 255) y actualmente es usado por Seligman y sus colaboradores del *British Glaciological Society*; el segundo método (impresión) es empleado por Ahlmann y sus colaboradores en la *Estación de Investigaciones Tarfala*, Kebnekajse. El método del calco consiste en pulir una superficie del hielo con un cepillo o con un raspador de pisos común; según Seligman es mejor elegir las superficies de hielo que

estén *temperizadas* y que carezcan de aire; una vez que se tiene una superficie lisa se seca con papel secante y se calca con un papel no graso y común, y lápiz muy blando. El método de impresión es rápido; consiste en pintar la superficie a estudiar con una mezcla de pintura común con limo glaciario; la proporción de limo y pintura la da la práctica. Una vez

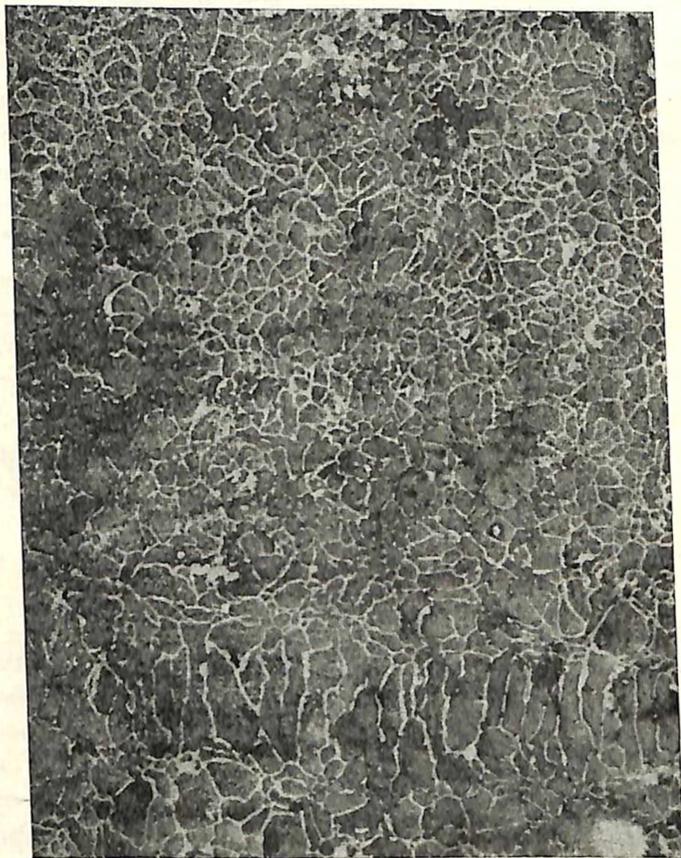


FIG. 6 - Reproducción de cristales de hielo por impresión con pintura, de acuerdo con Ahlmann y Drosler.

pintada la superficie de hielo con esta pasta, se la esparce uniformemente con un papel blando, luego se pone sobre la superficie otro papel de idénticas condiciones absorbentes y se alisa por breves segundos con la mano, hasta que se ven los límites de los cristales impresos; se levanta el papel y se seca.

De acuerdo con los trabajos efectuados en Kebnekajse se puede decir que este método es muy rápido aunque no todas las impresiones que se

obtienen pueden ser utilizadas. Luego se copian en papel transparente los cristales y se sacan los porcentajes de área para conocer la relación entre el tamaño de los cristales y su ubicación en el glaciar.

El método de registrar los cristales ha permitido conocer más profundamente la constitución de los glaciares y su mecanismo. De los últimos estudios de Ahlmann y Seligman se concluye que: 1) Los cristales más grandes se encuentran en hielo muerto*. 2) Cerca de la margen del glaciar los cristales son más grandes, especialmente en las partes en que no hay movimiento (4, p. 274). 3) En general se afirma que cuanto más rápido es el movimiento del hielo los cristales son más pequeños. 4) El tamaño de los cristales aumenta desde el acumulador hacia la lengua terminal. 5) Cuanto más largos son los glaciares, más grandes son los cristales. 6) Cuanto más pendiente tiene el glaciar más pequeños son los cristales. 7) Las bajas temperaturas retardan el crecimiento; las altas temperaturas estimulan el crecimiento. 8) Existe una gran variación de tamaño y distribución de cristales en diferentes partes del hielo glaciar; por lo tanto un valor medio del tamaño de los cristales en cualquier zona medida no es representativo: es necesario hacer análisis de la frecuencia del tamaño.

Además de estudiar el hielo glaciar se deben conocer las condiciones del *överlagradis* (sueco), *superimposed ice* (inglés) o sea del hielo que se forma de la fusión de la nieve del invierno anterior y se congela nuevamente en la base de la nieve (parte superior del hielo glaciar); V. Schytt ha demostrado que este hielo tiene importancia en el balance del glaciar (30).

La determinación de la velocidad de crecimiento de los cristales de un hielo sin movimiento sería de incalculable valor para los climatólogos, glaciólogos y geólogos (28, p. 254). A su vez dichos estudios pueden ser de interés para los petrólogos, pues hay cierta similitud entre las condiciones físicas de la formación de las rocas y las de la formación de los cristales de hielo.

Los estudios de hielo no sólo deben hacerse en la parte superior del glaciar sino también en las partes internas del mismo para conocer las condiciones físicas del hielo y el espesor del mismo.

La perforación del hielo hasta profundidades de 150 m. es factible con un equipo *U. G. Strailine* fabricado por *Canadian Longyear Co*; con este equipo (Fig. N° 7), se pueden extraer testigos de hielo hasta 150 m. de profundidad (3, p. 253).

El estudio del espesor del hielo puede hacerse con un equipo sísmico

* Hielo muerto, de acuerdo con Ahlmann, es un hielo que es más alimentado por encima y su masa puede llegar, desde algunos metros cúbicos, hasta cubrir grandes porciones de una región (4, p. 274).

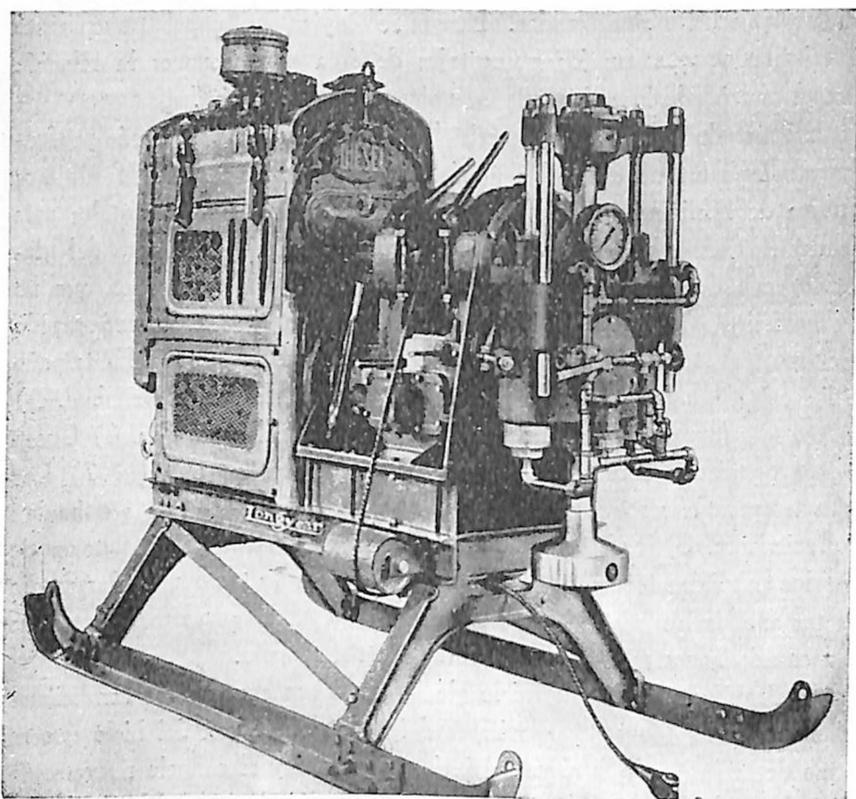


FIG. 7 - Máquina para perforar el hielo hasta una profundidad de 150 m., con el objeto de estudiar los cristales.

portátil (Fig. 8 y 9) de reflexión (5, p. 120), equipo que tiene varias ventajas; la más remarcable es su fácil manejo y transporte; puede llevarse en un trineo y ser arrastrado por dos hombres en terrenos sin pendientes. En terrenos con pendientes de 15 en 100 son necesarios cuatro hombres. lo fabrica la *Compañía A. B. Elektrisk Malmletning*, Kungsgatan 44, Estocolmo, Suecia. Un equipo de este tipo sería de gran valor para la investigación del espesor del hielo en nuestro territorio Antártico y en el hielo continental de la Patagonia. Próximamente se ensayará con ese fin, en Antártida, un equipo geoléctrico de resistividad fabricado por D. W. Gamba, Buenos Aires.

Una vez obtenidos los testigos de hielo con la máquina perforadora se estudia el hielo bajo el microscopio.

Además es necesario conocer las temperaturas que hay en diferentes profundidades del glaciar; la medición de la temperatura puede hacerse en forma directa, con un termómetro en la nieve pero no en el hielo. Este inconveniente puede salvarse usando un termómetro eléctrico (*thermistors*),



FIG. 8-9 - Aplicación de la sismica de reflexión para medir el espesor del hielo, en el glariar **Stor**. Kebnekajse, Laponia. (Fot. R. Tegholm - 1 - VIII - 49).

utilizando un tubo de acero, el que fué metido a una profundidad de 130 m.; comprobándose que el movimiento es mayor en la superficie que en la profundidad (27, p. 382).

d) *Régimen, acumulación y ablación*: Ahlmann define el régimen de un glaciar como la diferencia entre el volumen total acumulado durante el período de acumulación y el volumen total *ablacionado* durante el próximo período de ablación. El régimen comprende un desarrollo anual. Si la cantidad acumulada es mayor que la cantidad ablacionada se dice que el glaciar tiene un balance positivo. Si las cantidades son iguales se dice que tiene un balance en equilibrio y, si la acumulación es menor que la ablación se dice que es de un régimen negativo (1, p. 49).

El desarrollo del régimen comienza en otoño, cuando las primeras acumulaciones empiezan a sobrepasar a la ablación o sea cuando hay entre ambos factores un equilibrio relativo o mejor dicho cuando el límite del *firn* se cambia en la nueva línea de nieve.

Se entiende por acumulación el proceso por el cual se acumula nieve, granizo, escarcha, nieve acarreada por el viento y agua de lluvia en la superficie del glaciar; de todos estos factores el más importante es la nieve.

Ablación: Es el proceso de consumición del glaciar, especialmente por fusión y evaporación. Las rupturas y desgastes producidos en el frente del glaciar deben ser consideradas como ablación. La mayor parte de la ablación tiene lugar en la superficie del glaciar (1, p. 26). El viento puede consumir hielo por erosión mecánica o corrosión.

Métodos para medir la acumulación: Hay diversos métodos para medir la acumulación: 1) método de los totalizadores, 2) método de las barras de sondeo, 3) método de perforación para ver la anterior superficie de la nieve. En la estación de investigaciones Tarfala se emplea el método 2 y eventualmente el método 3 cuando faltan las barras de sondeo.

Cuando se colocan las barras para medir la acumulación y ablación, se plantea el problema de determinar el número de barras que se utilizará. En el glaciar Stor hay actualmente colocadas 39 estacas para una superficie de 1.5 Km.² En general se usan cañas de bambú (tacuara) o caños de aluminio; cuando se utilizan estos últimos es necesario colocar en la punta del caño que se mete en el hielo un corcho para que lo afle e impida el hundimiento de la barra. La longitud de las barras oscila entre 6 y 7 metros; cuanto más largas mejor y cuanto más profundamente están metidas en el hielo, mucho mejor. La colocación de las barras se hace directamente, enterrándola en la nieve fresca o si es en verano y no hay nieve suficiente es necesario perforar con berbiquí, descrito más adelante. Es necesario tener presente que por varias causas pueden quedar eliminadas las barras coloca-

das en el glaciar: 1) el movimiento del glaciar lleva hacia la lengua terminal las primeras barras y las deja fuera del hielo, 2) una anormal acumulación puede tapar completamente muchas barras y no se puede leerlas hasta la próxima época de ablación o hasta que ellas queden al descubierto, 3) puede ocurrir el caso contrario: barras que no estuvieron metidas a suficiente profundidad queden a descubierto en una anormal y excesiva ablación y ella caiga sobre el hielo. Teóricamente es necesario tener en cuenta los siguientes factores para determinar el número de barras que se usarán para medir la acumulación y ablación en el glaciar: a) topografía: pendiente del terreno circundante que determina grandemente la caída de nieve acarreada, b) geología y propiedades calóricas de las rocas que determinan diferentes reacciones del hielo, c) área del glaciar: en un glaciar de un área muy grande será necesario poner las barras más alejadas entre sí, d) vientos: los vientos acumulan la nieve en forma muy desigual en la superficie del glaciar, e) pendiente del glaciar, f) *crevases*: su presencia obstaculiza colocar barras donde se desea. En general se puede decir que luego de trabajar un cierto tiempo en un glaciar se conoce por experiencia el número de barras que hace falta.

Colocación de barras: la operación consiste en perforar con el berbiquí (Fig. N° 10) unos 4 ó 5 metros en el hielo y luego meter las cañas o barras hasta el fondo, pues si se trata de un glaciar con balance negativo las barras quedarán al descubierto muy pronto si ellas están metidas pocos centímetros dentro del hielo. Puede también colocarse a continuación de una caña tacuara un caño de aluminio o viceversa. *

Una vez instaladas las barras en el glaciar se procede a medir la acumulación al fin del invierno; si se desea conocer la relación que hay entre los factores meteorológicos y la acumulación debe medirse tantas veces como las condiciones del tiempo lo exijan (ver p. 5, *Meteorología Glaciar*).

Cuando se ha medido la acumulación en las barras obtenemos la distribución de nieve sobre el glaciar; pero lo que más interesa es el contenido de agua de la nieve; es necesario entonces conocer el espesor de la nieve y la variación del peso específico en las diferentes profundidades y en diferentes perfiles. Es necesario una balanza; puede ser en espiral o del tipo romana. Klein (19, p. 111) considera que la última es ideal para la

* El berbiquí es un gran aliado del glaciólogo, pues no solamente es útil para la ubicación de las barras sino también para extraer el agua para el consumo del observatorio; cuando en invierno todo está helado es necesario perforar en el río o lago para que el agua surja. Por ello es necesario tener en cuenta los siguientes factores en un berbiquí para perforar en el hielo: 1) debe tener un tubo de 3 cm. de diámetro, 2) el interior debe mantenerse limpio y evitar la herrumbre, 3) los dientes deben estar trabados convenientemente, igual que en un serrucho, 4) los dientes deben estar bien afilados.

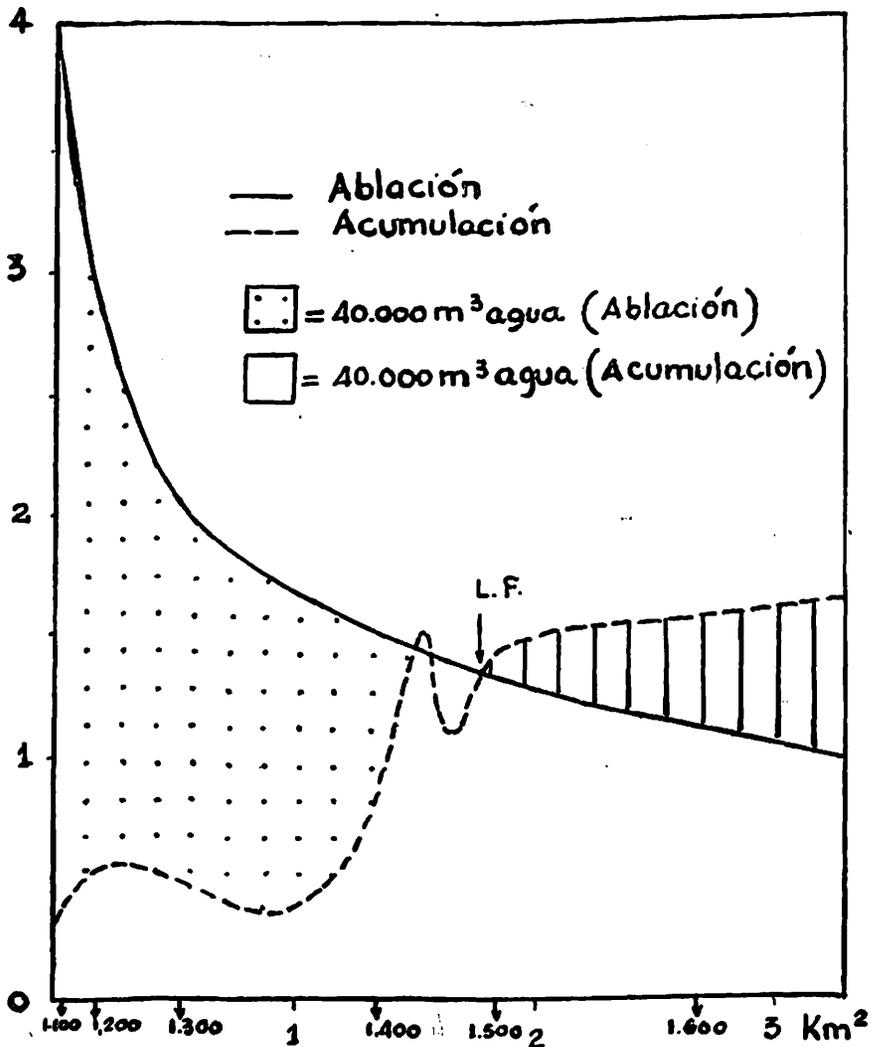


FIG. 11 - Régimen del glaciar Stor durante el año 1945-46, de acuerdo con Valter Schytt. El diagrama representa el régimen en función de la altura sobre el nivel del mar.

medición de la gravedad específica de la nieve y para el porcentaje de agua. Una vez medida la acumulación podemos construir una curva de acumulación en función de las diferentes alturas del glaciar (Fig. N° 11) referidas al nivel del mar.

Durante el invierno 1945-46 en el Stor Glaciär (Glaciar Mayor) la acumulación de nieve fué de 7.000.000 metros cúbicos, lo que es igual a 3.500.000 metros cúbicos de agua (30, p. 27).

Los mismos tubos o cañas que se usan para medir la acumulación en

invierno, nos darán las medidas de la ablación en el verano. La medición de las estacas se hace con un metro de madera, por razones prácticas.

La acumulación siempre es mayor en la zona de acumulación o acumulador y la ablación siempre es mayor en la zona de ablación o ablador. Por ejemplo, para el glaciar Stor corresponde una acumulación del 65 % sobre el límite del *firn* y 35 % debajo de él; para la ablación 65 % debajo de la línea del *firn* y 35 % sobre ella.

Una vez medida la ablación podemos construir una curva de ablación en función de la altura sobre el nivel del mar; podemos así observar en la figura 11, que de la relación de las dos curvas (acumulación y ablación) obtenemos el régimen o balance del glaciar; en el caso de la mencionada figura se trata de un glaciar con balance negativo.

e) *Límite del firn o límite del nevé o límite climático de la nieve.*

Definición: El límite del *firn*, llamado también límite del *nevé* (14, p. 23) o límite climático de la nieve, es la parte donde la acumulación total de un año es igual a la ablación total del mismo año; en la figura N° 11 está marcado donde las dos líneas de acumulación y ablación se cortan (F. L.).

El límite del *firn* es el más alto nivel a que puede llegar en un glaciar la cubierta de nieve al final del verano (1, p. 41); es la línea que separa la zona de acumulación de la zona de ablación; ella varía de acuerdo con los cambios meteorológicos y climáticos. Es necesario tener presente que el límite del *firn* o *nevé* es un límite que solamente se considera para los glaciares, que no debe ser confundida con la *línea temporaria de la nieve* que puede ser apreciada temporariamente en zonas no glaciadas; la línea de la nieve es un nombre no adecuado pues si bien puede apreciarse una línea inferior luego de una precipitación de nieve, ella adquiere las más variadas formas luego que se inicia la fusión y evaporación de la nieve. Su forma depende de muchos factores: 1) precipitación de nieve, 2) irradiación solar (radiación recibida del sol), 3) irradiación de la tierra (radiación emitida por el suelo), 4) albedo (poder reflexivo de la nieve), 5) temperatura del aire, 6) humedad del aire, 7) viento, 8) topografía, 9) posición de las montañas con respecto al sol.

El hecho de que el límite del *firn*, la acumulación y la ablación sean igual a cero, tiene mucha importancia desde el punto de vista glaciológico y climatológico. Pero es necesario tener en cuenta que el límite del *firn* no es una línea recta ni curva sino una complicada figura que resulta de la desigual topografía y de los diferentes factores meteorológicos que varían con el tiempo. Hay dos límites del *firn*: 1) el límite del *firn* temporario, y 2) el límite del *firn* desarrollado o valor medio del límite del *firn* (1, p. 41).

Así también hay dos líneas de la nieve: 1) línea de la nieve temporaria y 2) línea climática de la nieve, entendiéndose por lo primero el límite de la nieve que varía durante los diferentes períodos del año y por línea climática de la nieve el límite más alto a que llega la línea de nieve temporaria. O sea que: límite climático de la nieve es lo mismo que límite del *firn* y límite del *nevé*. De Martonne habla también de dos límites de la nieve: uno orográfico o inferior (temporario) y el climático o superior (13, p. 323). Werenskiold (40, p. 199) lo mismo que De Martonne habla de dos límites de la nieve: orográfico o inferior (temporario) y climático.

Para localizar el límite del *firn* en un glaciar se puede usar el método del *socavón* (*pit method*). Consiste en lo siguiente: al final del invierno, cuando aún quedan algunos parches de nieve sobre el hielo y el límite del *firn* no ha llegado a su máxima altura, se cava en diferentes alturas del glaciar, y se encontrarán diferentes perfiles de nieve y hielo: 1) en la zona de ablación se encontrará nieve muy poco *firmificada* que yace sobre el hielo, 2) más arriba nieve más *firmificada* que yace sobre hielo y 3) más arriba en la zona de acumulación se cambia en *firn* muy granoso y en el cual hay costras y capas de hielo que aumentan en número y en espesor a medida que profundizamos y forman una mezcla de un *firn* duro con hielo y nieve (1, p. 43-44). Entonces inducimos que el límite del *firn* debe pasar por medio de los perfiles 1 y 3 puesto que el perfil 1 corresponde netamente a la zona de ablación y el perfil 3 a la zona de acumulación.

f) *Clasificación de los glaciares*. Se pueden clasificar los glaciares por su forma, por su movimiento y por sus condiciones climáticas; Ahlmann llama a estas clasificaciones, morfológica, dinámica y geofísica; en su clasificación distingue los glaciares de los campos de hielo y de los campos de *firn* o *nevé*.

Con el objeto de que el lector interesado pueda ubicar los glaciares bajo un mismo sistema internacional, traduciré directamente la clasificación morfológica de Ahlmann (1, p. 61) y la de Klebelsberg (18, p. 189).

La clasificación morfológica de Ahlmann (1, p. 61) comprende:

- A) *Glaciares* que se extienden en una capa continua, el hielo se mueve hacia afuera en todas direcciones.
- 1) Glaciares continentales o islas de hielo que cubren una gran área.
 - 2) Glaciares capa, cubren un área menor que 1).
 - 3) Glaciares de altura, cubren la porción más alta y central de un distrito montañoso.
- B) *Glaciares* confinados a una dirección de movimiento más o menos marcada.

- 4) Glaciares de valle de tipo alpino.
 - 5) Glaciares de *transacción* (todo el sistema del valle más o menos cubierto de hielo).
 - 6) Glaciares en circo, localizados en un nicho separado en un lado de la montaña.
 - 7) Glaciares de lado, cubren el lado de un valle o parte de él.
 - 8) Glaciares no fijos.
- C) *Hielo glaciar* que se extiende en grandes o pequeñas capas sobre el nivel del suelo al pie de regiones glaciadas. Ningún glaciar de este tipo es independiente.
- 9) Glaciar de pie de monte formado por la unión de la parte inferior de dos o más glaciares independientes de los tipos 4), 5) ó 7).
 - 10) Glaciar de pie, glaciar de los tipos 4), 5) ó 7), cuya porción inferior es más extendida.
 - 11) Hielo del *Shelf*.

Klebensberg (18, p. 189) acepta dos clases diferentes o tipos: I) Glaciares de tierra y II) Glaciares de mar; al tipo I) lo divide en 3 subtipos: 1) Glaciares en capa, 2) glaciares de montaña y 3) glaciares de tierra. Veremos a continuación estos subtipos:

- 1) *Glaciares en capa*: a) *Inlandeis* (islas de hielo), b) Glaciares en capa, c) Escudos de *firn* y hielo, d) Glaciares de *plateau* y e) Glaciares de altura.
- 2) *Glaciares de montaña*: a) Manchas de hielo y manchas de *firn*, b) Glaciares de batea, c) Glaciares de pie, d) Glaciares colgantes, e) Glaciares de pico, f) Glaciares de valle, g) Glaciares de antepaís, h) Corrientes de hielo en red, i) Ondas de nieve o glaciares de viento.
- 3) *Glaciares de tierra*: Comprenden los glaciares que terminan en el mar o lagos.

El grupo II) Glaciares de mar no tiene subdivisiones.

La importancia mayor de la clasificación morfológica de Ahlmann está en los diagramas de la distribución areal del glaciar; consiste en representar al glaciar en un eje de coordenadas, representando en las abscisas el porcentaje del área total y en las ordenadas los intervalos de altura del glaciar; estos intervalos se los considera divididos en 10 partes; las curvas que se obtienen se llaman *curvas porcentuales del área de distribución de un glaciar*. Cada tipo de glaciar tiene diferentes curvas.

La clasificación dinámica se basa especialmente en el movimiento de

los glaciares; así se habla de un glaciar: 1) Activo, 2) Inactivo o pasivo y 3) Muerto.

En la clasificación geofísica se divide a los glaciares en dos grandes tipos y dos subtipos: Tipo I: Glaciares templados, Tipo II: Glaciares árticos; el tipo II se subdivide a su vez en dos subtipos: A) Glaciares super-árticos y B) Glaciares sub-árticos. Esta clasificación se basa principalmente en las condiciones climáticas, especialmente la temperatura, que es el principal acelerador del proceso de transformación de la nieve en *firn* y en hielo.

Tipo I: Glaciares templados, consisten en hielo cristalino formado por una rápida cristalización de la precipitación anual; en verano el área de acumulación está cubierta por una fina capa de *firn* o nieve. La temperatura en todo el glaciar es igual a la temperatura de fusión del hielo; excepto en invierno cuando las temperaturas bajo cero se encuentran hasta algunos metros dentro del hielo. Este grupo incluye glaciares de los Alpes y Escandinavia.

Tipo II: Glaciares árticos: consisten (cuando menos en su parte alta) en un duro *firn* formado por una lenta cristalización de la precipitación anual. La temperatura del glaciar es negativa aun en el verano hasta más de 100 m. de profundidad; esto es especialmente para la zona de acumulación.

Subtipo A): Glaciares super-árticos: consisten (especialmente en el acumulador) en un *firn* cristalino con temperatura debajo de cero hasta gran profundidad; también en el verano la temperatura es tan baja que no hay fusión del hielo y formación de agua.

Subtipo B): Glaciares sub-árticos: consisten en *firn* cristalino (especialmente en el acumulador); la temperatura del verano permite una fusión superficial del hielo y formación de agua. Para ver detalles de estas clasificaciones el lector debe recurrir a (1) y (18).

Es necesario tener en cuenta al clasificar los glaciares desde el punto de vista geofísico, que aún no conocemos la constitución física y las condiciones climáticas de los glaciares tropicales y subtropicales; cuando ellos sean conocidos quizá modificarán algo dicha clasificación.

Capítulo IV

PERIGLACIOLOGÍA Y CRIOPEDOLOGÍA

Periglaciología es la disciplina que estudia todos los fenómenos físicos de las regiones situadas en las márgenes de los glaciares presentes y pasados y de las zonas de clima frío, donde el agua actúa, a lo menos parcialmente, bajo forma de hielo (8, p. 1).

Criopedología es la disciplina que estudia las condiciones del agua y del suelo bajo el efecto del frío intenso; es decir el suelo sometido en su totalidad o en parte a un continuado congelamiento y descongelamiento. Por lo tanto ella estudia las formas que se producen bajo esas condiciones ambientales, tales como: a) cuñas de hielo, b) suelos poligonales y estriados (26, p. 7), c) embaldosado de piedras), d) corrientes de bloques (26, p. 7), e) escombros ordenados, f) glaciares de rocas, g) montículos y escalones de pasto (8, p. 3).

De estas dos definiciones podemos desprender que la periglaciología tiene un carácter histórico y actual. La criopedología sería la ciencia del presente criológico y la periglaciología la ciencia del presente y del pasado criológico. Muchas veces es difícil decir si una forma del suelo es un fenómeno presente o pasado (8, p. 5); entonces comprenderemos que no se puede hacer divisiones precisas entre estas dos nuevas disciplinas.

Se habla de *clima periglacial* (8, p. 3) o *clima sub-nival*, de acuerdo con Troll para diferenciarlo del *clima nival* donde hay nieve permanente (36, p. 169). En la figura N° 12 se da la posición de los suelos permanentemente helados (*pergelisol*), la de los suelos *fluidales* y la de los freáticos. Se aprecia además en la figura N° 12 que el límite de la nieve (límite del *firm* o *nevé*) es el que delimita la zona de soliflucción y de los suelos permanentemente helados.

Clima sub-nival o *periglacial* es un clima caracterizado por continuos pasos de la temperatura por el punto de fusión y éste no es uno de los principales factores que produce las formas estructurales del suelo enumeradas anteriormente.

Se podría hablar quizá con más corrección de *clima glacial* para el clima que reina sobre el límite del *firm* o *nevé* y *clima sub-glacial* o *periglacial* para el clima que reina debajo del límite del *firm* o *nevé*.

La Periglaciología incluye dentro de su campo la Morfología Periglacial. De acuerdo con la Comisión para el estudio de la Morfología Periglacial (9, p. 4) a la Morfología Periglacial le incumbe el estudio de las siguientes formas:

A) *Formas eólicas*: 1) superficies de deflación caracterizadas por rocas erosionadas por el viento o ventifactos, 2) capas de arenas nivo-eólicas, 3) capas de limo y loess, 4) dunas.

B) *Formas de acumulación fluviales y fluvio marinas*: 5) terraplenamientos aluvionales a brazos divagantes, 6) delta ártico.

C) *Formas que tienen lugar en un medio sólido o plástico*: 7) cuñas de hielo, 8) *mima*, 9) barranca de crioturbación, 10) *criocars*, 11) circos periglaciares (Roth), 12) terrazas de crioplanación (Eakin), 13)

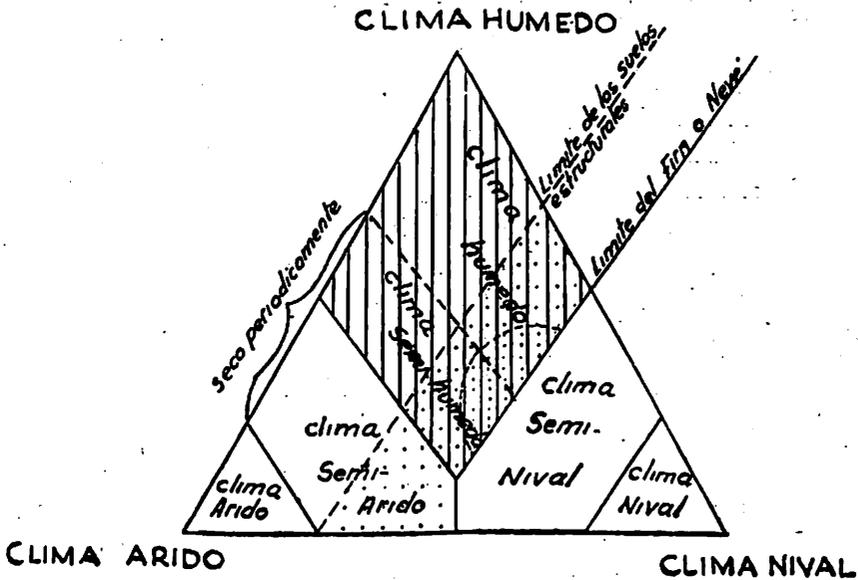


FIG. 12 - Los reinos climáticos del mundo de acuerdo con su acción fisiográfica (C. Troll). Representación diagramática.

escombros ordenados y estratificados, 14) corrientes de bloques sin limo, 15) corrientes limosas con bloques y grava (ripio), 16) corrientes de limo, 17) diques de barro y ripio (Sharp), 18) suelos poligonales y estriados, círculos de rocas, festones, 19) charcos de tierra, 20) montículos y escalones con pastos, 21) plicaciones e involuciones (Kirk Bryan).

D) *Formas diversas*: 22) glaciares de rocas, 23) enlosado de piedras, 24) pingo (ydrolaccolithe, etc.), 25) turberas en líneas concéntricas, 26) lagos periglaciares (no los lagos producidos por erosión glaciaria, sino lagos formados por fusión del suelo helado) (Black-Barksdale) (Hopkins), 27) valles glaciares disimétricos.

Durante la última década se ha demostrado que los fenómenos periglaciares han jugado un papel mucho más importante que lo que se creía anteriormente. Edelman y sus alumnos, estudiando los fenómenos periglaciares del centro de Holanda, están llegando a un concepto completamente

nuevo sobre el carácter y origen del suelo; de aquí se puede deducir la importancia que estos estudios tienen para la agricultura, especialmente en Argentina, la cual durante la última edad de hielo incluía grandes extensiones de hielo en su territorio (Ver. Cap. VIII).

Resalta más la importancia de los estudios periglaciales si se considera que la economía agrícola, ganadera y forestal de una zona glaciada es muy superior a la de una zona no glaciada.

Como ya se dijo anteriormente, las formas estructurales del suelo se deben al pasaje repetido de la temperatura por el cero grado (0° C.), en presencia del agua del suelo; entonces la zona donde esos procesos están desarrollándose es en las altas montañas y en las zonas polares. Encontramos las formas fósiles en las zonas donde se han desarrollado los hielos de las pasadas glaciaciones, en especial los hielos pleistocenos.

El interés práctico de estos estudios está en el hecho de que las mencionadas bajas temperaturas afectan a las construcciones, pues el congelamiento y descongelamiento es dañoso para el cemento (17, p. 101). En los últimos decenios los intereses económicos y políticos de las naciones se han extendido hacia las zonas polares; ahora es necesario solucionar muchos problemas que se plantean en la construcción de puertos, caminos, aeropuertos y construcciones en general, de dichas zonas heladas.

Para un mejor entendimiento se definirán algunos términos de acuerdo con: (8), (9), (32), (33) y (37).

Acción eólica periglacial: es la acción eólica que se desarrolla sobre el material detrítico fluvio-glacial.

Pergelisol: suelo permanentemente helado. *

Pergelación: es la formación del pergelisol.

Despergelación: es la destrucción del pergelisol.

Molisol o zona activa: es la zona del suelo helado que se disuelve anualmente.

Clima nival: es el clima que se manifiesta en la zona de la nieve permanente (Troll).

Clima sub-nival: es el clima que se manifiesta en la zona de intenso congelamiento del suelo (Troll).

Soliflucción: es el proceso de flucción del suelo y ese movimiento pro-

* Muchos autores usan como sinónimo de pergelisol la palabra sueca *tjäle*, que significa suelo helado (37, p. 163), (32, p. 172), (14, p. 459), (13, p. 860); el sueco Lundqvist (25, p. 376-77) considera como *tjäle* la parte del suelo que está sujeta a continuas dilataciones y contracciones por efecto del paso de la temperatura por el 0° y 4° C., explicando así la causa de la formación de los suelos estructurales. *Tjäle* en ruso se denomina *merzlotá* y en él se han encontrado muchos mamutes enteros (8, p. 861).

duce las formas características enumeradas arriba: cuñas de hielo, suelos poligonales y estriados, corrientes de piedra, etc., etc.; esta palabra existe en inglés como solifluction, en alemán solifluktion, strukturböden, en sueco flytjord, flytmark.

Suelos estructurales: son cualesquiera de las formas que estudia la criopedología y se forman por soliflucción.

Ventifactos: rocas facetadas por viento; se designa en inglés con los siguientes nombres: ventifacts, wind faceted stones, wind faceted pebbles, wind worn pebbles, wind cut stones; en alemán con los términos kantergeschiebe, ventifacts.

En los idiomas anglosajones existe una enorme variedad de términos diferentes para designar el mismo fenómeno y términos iguales para diferentes fenómenos: ésta es una de las dificultades con que se tropieza en estos estudios.

Se comprenderá la importancia de la Periglaciología al pensar en la relación que existe entre el clima y la formación del pergelisol o molisol, pues éstos son elementos valiosos para el estudio del paleoclima. O sea, si se encuentran suelos estructurales donde el clima *no es sub-nival (periglacial o sub-glacial)*, es decir un clima con temperaturas que permitan la vida de vegetales, ello nos da una rápida indicación de cambios climáticos. La Periglaciología se convierte así en un poderoso aliado de la Paleoclimatología.

Estudiando el suelo permanentemente helado (pergelisol) en Siberia, se ha comprobado que su límite sur se ha retirado considerablemente hacia el norte (2, p. 187). Es de imaginarse la importancia que este hecho tiene para la economía rusa pues ello significa que zonas que nunca se cultivaron, ahora entran a desempeñar papel en la ganadería, agricultura y en los bosques. Según Cailleux (8) para los trabajos de campo en criopedología deben tenerse presente los siguientes factores:

<i>Estudios cualitativos</i>	<i>Estudios cuantitativos</i>
1) Formas planimétricas . . .	} Dibujos fotos dimensiones en cm.
2) „ en relieve	
3) „ en corte	
4) Relación con las rocas del lugar	Distancia topográfica
5) Profundidad del subsuelo helado	En centímetros.
6) Relación con la topografía .	Rumbo y buzamiento (sombras proyectadas)

- 7) Relación con la vegetación . Colección de plantas.
- 8) Granulometría global Colección de muestras.
- 9) Disposición de los elementos Fotos y estadísticas.
- 10) Temperatura del aire y del
suelo Tomar temperatura, fecha y hora.

Las experiencias que pueden hacerse se basan en pintar piedras con diferentes colores cada año y observar sus posiciones; al mismo tiempo cambiar el orden de ciertos tipos de suelos para ver si se forman nuevamente.

No entraré a desarrollar las variadas teorías sobre la formación de los suelos estructurales pues nos saldríamos del marco trazado para el presente trabajo. El interesado encontrará muy buena información sobre el particular en: *The Journal of Geology*, Vol. 57, March 1949, N° 2, pp. 101-238; Carl Troll: *Strukturböden Solifluktion und Frostklimate der Erde*; Geologische Rundschau, Band 34, Heft 7-8, pp. 545-694, 1944; Cailleux, A., *Etudes de Cryopedologie, Expéditions polaires françaises, Missions Paul-Emile Victor, Expédition Arctique*, Section des Sciences Naturelles, Paris, 1944.

Capítulo V

CRONOLOGÍA GLACIAR

Entre los métodos de Cronología Glaciar consideraremos los que se basan en el análisis de: 1) velocidad de invasión de las plantas, en los diferentes sistemas de morenas, 2) *varves*, 3) estrías.

Cuando se estudia un glaciar o una zona glaciada, debemos considerar que investigamos sus condiciones en el espacio y en el tiempo. Ya vimos algunos de los caracteres espaciales: tamaño, forma, cristalografía, etc. Ahora veremos qué estudios se pueden hacer en un glaciar con el concepto del tiempo y, a partir de sus pulsaciones, trataremos de adoptar una escala de tiempo que nos servirá para comparar con otras escalas de otras zonas glaciadas.

Cuando se estudia el aspecto temporal de la Glaciología se plantea un interrogante que constituye un verdadero problema en las ciencias naturales: si las glaciaciones del mundo son sincrónicas.

A continuación se detallarán someramente los tres aspectos de la investigación cronológica glaciar:

1) *Velocidad de invasión de las plantas en los diferentes sistemas de morenas*: Cuando un glaciar está en equilibrio o balance positivo, al cabo

de algunos años edifica en la parte frontal del hielo un muro o terraplén de rocas, que se designa con el nombre de morena frontal; luego el glaciar puede tener un balance negativo y su volumen disminuye sin edificar morena hasta que vuelve otra vez a un balance positivo en equilibrio y edifica otra morena; así se han formado dos morenas que están separadas entre sí en el tiempo y en el espacio. El espacio lo medimos con una cinta y esa cifra obtenida, junto con la pendiente, el tamaño del glaciar, las precipitaciones, temperatura, movimiento, vientos, etc., nos dará la causa de tal comportamiento del glaciar. Pero cuando debemos ubicar el fenómeno en el tiempo podemos utilizar la velocidad de invasión de las plantas. Si un glaciar está edificando una morena, reina en ella una temperatura anual media que está debajo del 0° C.; de manera que no existen condiciones muy aptas para el desarrollo de plantas. No ocurre lo mismo en las morenas alejadas del hielo (que fueron edificadas anteriormente) donde las condiciones de temperatura son más favorables para la vida de las plantas. Así, las morenas más apartadas del glaciar son las más viejas y, teóricamente deben tener una flora mucho más completa que la morena que está próxima al hielo. El método consiste en elaborar una escala cronológica en un sistema de morenas bien desarrollado, estudiando las variedades de plantas que caracterizan cada sistema y buscar al mismo tiempo datos históricos que complementen dicha escala. Una vez en poder de tal escala, podemos compararlos con otros sistemas de morenas de la misma región y de zonas alejadas.

Estudios efectuados en Laponia por Erik Bergström, nos dicen que cuando una morena es edificada y liberada por un glaciar, un líquen negro es el primero que invade. Así se pudo observar en Kebnekajse en el Stor Glaciär que de las tres morenas que edificó, la primera fué construída en el año 1750 y su flora se compone de gramíneas, compuestas, etc.; la segunda fué edificada en el año 1800 y la distribución de las plantas es diferente; la tercera morena fué edificada en 1920 y allí viven solamente líquenes. Actualmente el glaciar se encuentra en un balance negativo y no edifica ninguna morena. Es necesario tener en cuenta que la distribución de la vegetación depende de las diferencias de altura entre las diferentes morenas.

2) *Los varves*: La idea de utilizar los *varves* * como una escala cronológica partió del investigador sueco, el barón Gerard de Geer (Stockholm). Se designa como *varve* un sedimento laminar muy fino que se forma

* *Varve*, es una palabra de origen suevo (*varv*) que significa: vez, vuelta, turno, situado en capas o estratificado.

anualmente; consta de una parte inferior gruesa, que se forma en verano, y de una parte superior fina, que se forma en otoño e invierno.

Los *varves* fueron y son formados donde los glaciares descargan su agua de fusión en aguas tranquilas (42, p. 20). Ellas pueden ser un lago, una bahía o un río tranquilo.

El método consiste en cortar una sección de los *varves* con una pala, y luego marcar las diferentes bandas en un rollo de papel y compararlas con otras secciones (12, p. 20-21). En el desarrollo final de su método, de Geer fué impresionado por la idea de que los *varves* podrían ser conectados no solamente entre regiones de un mismo país sino también entre continentes antípodos: por ejemplo Escandinavia y sur de América del Sur (11). Esto es lo que se llama teleconexiones. La idea de las teleconexiones tiene muchos argumentos en contra y ha encontrado una fuerte oposición en los últimos años. Es necesario pensar que los *varves* deben su formación a diferentes factores: 1) geológicos, 2) topográficos, 3) climáticos, 4) hidrológicos, quizá 5) planetarios, 6) cósmicos. Desenredar una tal trama de tan diversos factores y complejos procesos no es fácil ni sencilla operación.

Importante es notar que con el método de análisis de *varves* se ha obtenido una escala o *almanaque* que en Escandnavia abarca 15.000 años (12, p. 45) y con él se ha deducido la evolución del hielo continental nor-europeo de la última glaciación.

3) *Estrías*: Este nuevo método está siendo desarrollado por Erik Ljungner en la Universidad de Lund; el método consiste en medir las estrías que producen las rocas que transporta el hielo en su movimiento.

Las rocas que son llevadas por el movimiento del hielo chocan y friccionan a las rocas firmes produciendo rupturas y estrías. Para este método se consideran especialmente las estrías producidas en las rocas firmes de la corteza de la tierra. Según Ljungner se puede deducir la dirección e intensidad de las corrientes de hielo, estudiando la intensidad y dirección de las diferentes estrías (4). Es necesario medir la dirección de las estrías predominantes y ver cuál dirección corta o es cortada por otra. Estudiando estrías, se han elaborado mapas en detalle del avance del hielo en Escandinavia (24, p. 5).

Ljungner cree haber encontrado que la posición del *divortium* del hielo en el norte de Suecia estuvo primero en el oeste, luego migró hacia el este, adquiriendo más tarde una posición intermedia.

Este método es criticado por los glaciólogos puros con los siguientes argumentos: a) no se conoce cuál es el estado físico del hielo en las diferentes profundidades, b) cuál es el efecto mecánico, c) cómo se mueven las

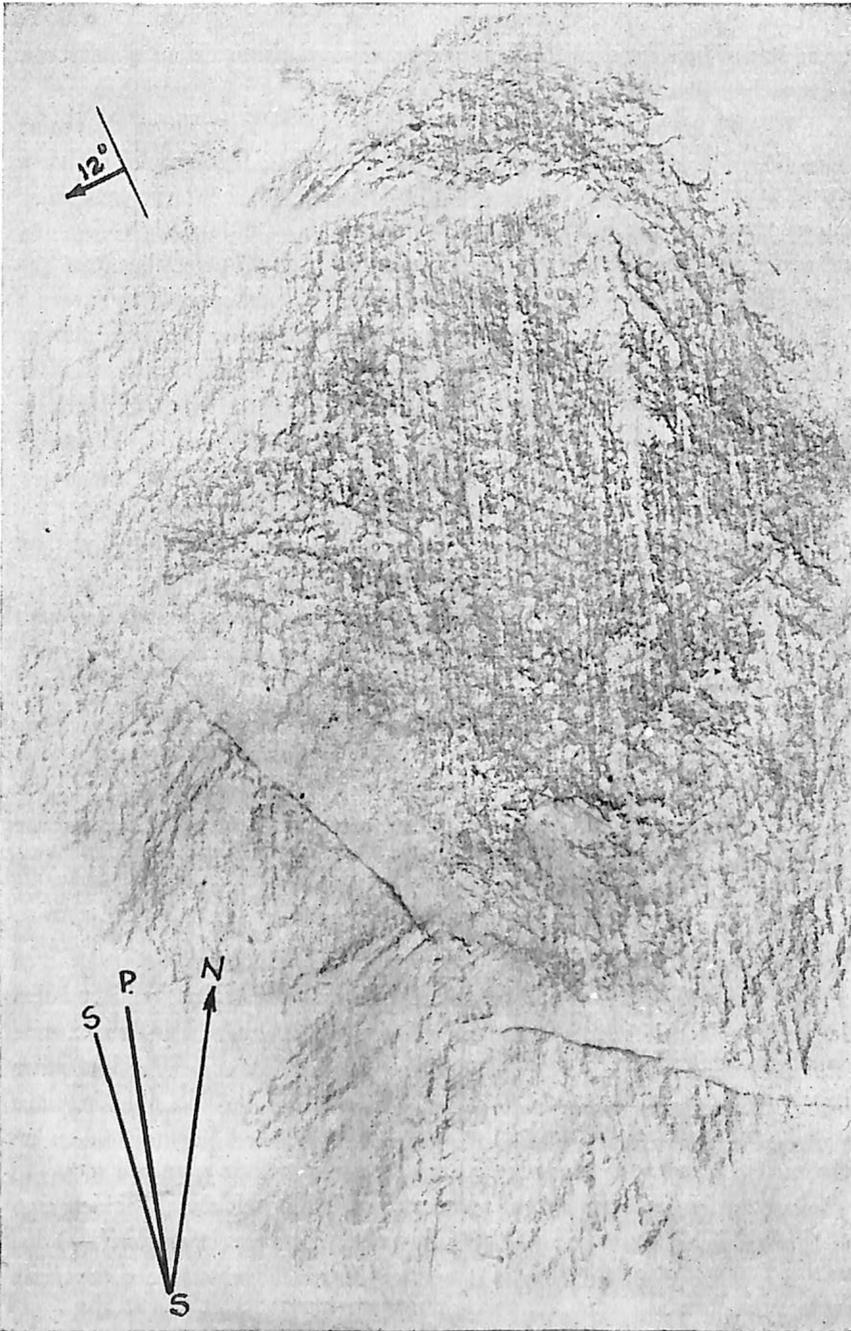


FIG. 13 - Obtención de estrías glaciares por calco, Noreste de Uppsala, Suecia; puede apreciarse una dirección predominante P. y una secundaria S. Arriba los 12° del buzamiento de la roca pulida. - De acuerdo con el método original del autor.

rocas que viajan en el hielo, d) cómo es el movimiento de un glaciar con balance negativo, etc.

Por su parte el que escribe ha logrado buenas impresiones de estrías por medio de calcos con lápiz (Fig. N° 13). Esta figura debe ser vista desde 40 centímetros de distancia y ella debe estar lo menos perpendicular que se pueda a los ojos del observador; se podrá así observar que hay una dirección que es predominante y forma un ángulo de 17° con el norte magnético (línea B). Hay además otra línea que se llama secundaria y forma un ángulo mayor con la línea magnética pero hacia el oeste. Lamentablemente como la técnica era nueva no se cuidó el detalle siguiente: al pasar el lápiz, éste no debe dejar huellas de su recorrido; en la figura puede verse el recorrido del lápiz que es perpendicular a la línea N. S. Es necesario tener en cuenta que al calcar, el sentido del lápiz debe ser perpendicular a la dirección de las estrías.

Para el estudio de las estrías siempre es necesario elegir las rocas que tienen una estructura fina y que son duras; ejemplo: pórfidos, cuarcitas, grauvacas, basaltos, etc. En dichas rocas las estrías se dibujan y conservan muy nítidamente, pudiendo ser leídas con gran claridad.

Capítulo VI

GLACIOLOGÍA, RAMAS CONEXAS Y PALEOCLIMATOLOGÍA

1) De lo anteriormente anotado se deduce que a partir de las investigaciones sobre oscilaciones de glaciares se sacan conclusiones, quizá las más seguras, sobre los cambios climáticos y por lo tanto sobre paleoclimatología.

Las observaciones sobre fluctuaciones del hielo deben ser ayudadas con datos históricos para ubicar los acontecimientos en las fechas exactas de nuestro calendario. Thorarinsson en Islandia (35, p. 50), al estudiar las oscilaciones de los glaciares de aquella isla, ha llegado a interesantes conclusiones para el paleoclima de aquellas regiones. Él representa en un eje de coordenadas los años y en el otro eje los metros de avance o retroceso del hielo; considera como cero metro un lugar fijo y desde allí mide como positivos (+) los metros hacia un lado del cero y como negativo (—) los metros hacia el otro lado del cero; o sea lo que el hielo avanza o retrocede respectivamente.

Ahlmann, al estudiar los glaciares del oeste de Spitsbergen (1, p. 70), llegó a concluir que la última glaciación pleistocena disminuyó continuamente durante el período caliente post glacial y los glaciares se redujeron a una

fracción de su actual tamaño. Durante el período siguiente, que fué de clima frío, los glaciares avanzaron nuevamente y alcanzaron su máxima extensión tan recientemente que ellos empezaron a retroceder recién en 1890.

Es tan importante el significado de la Glaciología para el conocimiento de la Paleoclimatología, que gran parte de las contribuciones que se publican, versan sobre las relaciones entre los cambios de clima y las condiciones de la glaciación, especialmente la Pleistocena.

2) Como ya se indicó en la parte Periglaciología-Criopedología, el estudio de la variación de los límites de la soliflucción nos informa sobre las respectivas oscilaciones del clima. Hay dos límites de soliflucción (37, p. 168): uno horizontal y uno vertical. El primero nos lleva a estudiar el desarrollo de los cambios climáticos en función de la latitud y, el segundo, en función de la altitud.

Schafer al estudiar ciertas características periglaciares en la parte central de Montana ha comprobado que para que se forme un suelo permanentemente helado en esa zona de suelos poligonales fósiles es necesario un descenso de 8° C. de la temperatura media anual (32, p. 154). O sea, que desde la formación de esos suelos poligonales hasta el presente, la temperatura media anual ha subido 8° C. De aquí se deduce la enorme importancia que la Periglaciología y la Criopedología tienen para el estudio del Paleoclima.

Si pensamos en la gran variedad de formas periglaciares y en su amplia distribución, entonces se valora mucho más su importancia para el conocimiento de la historia de los climas de la tierra. De acuerdo con recientes estudios hechos en Rusia se ha comprobado que el límite sur del suelo permanentemente helado de Siberia (*merzlotá*), se ha retirado hacia el norte entre 10 y 40 Km. La presencia de ejemplares enteros de mamut encontrados en dichos suelos permanentemente helados en varios puntos vecinos a las costas de Siberia nos prueba que ellos no se disolvieron nunca después de la glaciación Pleistocena (13, p. 861).

Otra prueba de la importancia de la soliflucción para el conocimiento del paleoclima la obtenemos del hecho siguiente: Ahlmann, citado por Schafer, (32, p. 172) interpreta la ausencia de suelos poligonales en Escandinavia debido a que cuando el hielo de la última glaciación se disolvía, en el sur de Suecia, ya se había terminado el clima polar o clima subglacial que es el productor de los suelos estructurales.

3) Estudiando con detalle las rocas facetadas por el viento (ventifactos), obtenemos conclusiones positivas y seguras sobre las direcciones predominantes de los vientos en los últimos centenares o miles de años. En una zona donde estos estudios pueden desarrollarse es necesario contar con

las siguientes condiciones: 1) la presencia de *rocas fijas* de diferentes tamaños donde se estudiarán las direcciones de las facetas, 2) ausencia relativa de vegetación, especialmente de hierbas, 3) presencia de adecuado material abrasivo (arena), el que llevado por el viento desgasta las rocas, produciendo caras, acanaladuras y agujeros (35, p. 178), 4) presencia de vientos de una intensidad tal que arrastren el material abrasivo. Considerando todos estos factores deducimos que la Patagonia y las partes elevadas de la Cordillera de los Andes son lugares ideales para estos estudios. El que suscribe ha encontrado diferentes rocas facetadas con acanaladuras y agujeros cerca de la Laguna Diamante entre 3.500 y 4.000 metros sobre el nivel del mar, en el camino al Observatorio de Altura de la Universidad Nacional de Cuyo; ellas muestran acanaladuras que indican la dirección predominante del viento del oeste. Esta zona es ideal para estos estudios.

Investigaciones detalladas de los ventifactos de nuestro país nos darían informaciones muy útiles sobre las direcciones predominantes de los vientos pasados y con ellas podríamos explicar con base más segura muchos aspectos de arrastre y sedimentación de nuestras llanuras.

4) En los pasados años pareció que los estudios teóricos sobre radiación de Milankovitch traerían la solución adecuada para el conocimiento de la historia de los climas de la tierra. Pero hoy esta teoría está cayendo bajo el peso de poderosos argumentos en contra; y como Flint (14, p. 507) lo ha puntualizado, los más poderosos son: 1) en las conclusiones teóricas de Milankovitch se supone que las épocas glaciales no son simultáneas en ambos hemisferios; pero en cambio las observaciones directas de las oscilaciones de los glaciares nos dicen que ellos están reduciéndose simultáneamente en todo el mundo (en el Ártico, en el Antártico * y en el Ecuador), 2) la elevación de la temperatura en los últimos 200 años ha afectado a ambos hemisferios, 3) solamente se considera el factor radiación solar y no contempla la importancia que tiene la distribución de la tierra y el agua en la glaciación, 4) Simpson considera que la disminución de temperatura es demasiado pequeña para producir glaciación, 5) los cálculos de Milankovitch y los de Simpson no dan los mismos resultados considerando idénticos factores básicos.

* Ahlmann al considerar la actual fluctuación del clima constatada en diferentes partes del mundo, opina que es necesario estudiar con detenimiento los glaciares del Antártico, para saber si la fluctuación del clima también se hace sentir en ese continente; si fuera así (1, p. 80) "La fluctuación actual del clima sería global o mundial y por lo tanto sus causas de origen cósmico; y si no fuera así, la perspectiva del problema sería diferente".

Capítulo VII

GLACIOLOGÍA Y OCEANOGRAFÍA

Las oscilaciones de la fusión del hielo de la tierra y del mar producen cambios en el nivel medio del mismo.

Thorarinsson ha estudiado el efecto de la fusión de los glaciares en el nivel medio del mar y ha llegado a concluir que en las últimas décadas el nivel medio de los mares ha subido un milímetro cada doce años; o sea que en 20 años subió un centímetro (35, p. 151).

Estudios de Gutenberg sobre registros de un gran número de mareógrafos de la tierra indican que el nivel medio del mar ha empezado a levantarse a principios de 1880-1890 en algunas estaciones y, en otras, sólo en 1905-1910 (1, p. 75).

Las mediciones del nivel medio del mar se hace con aparatos especiales que se designan con el nombre de mareógrafos. No cualquier zona de la tierra es adecuada para el estudio de las oscilaciones del nivel del mar; así, particularmente apto es el Báltico, pues carece de mareas y las innumerables islas protegen contra los cambios bruscos de nivel (20, p. 244). En el año 1939 Suecia ya tenía nueve estaciones mareográficas (6, p. 133); ellas están situadas a lo largo de su accidentada costa. Al mismo tiempo que se producen fluctuaciones en el nivel medio del mar, tienen también lugar oscilaciones del nivel medio de la tierra, pues es conocido que ella está sometida a oscilaciones verticales; por ello, siempre que se hacen cálculos de las variaciones del nivel medio del mar, es necesario introducir en las operaciones, las cifras de los movimientos de la tierra. Bergsten, al hacer un análisis de los registros de nueve mareógrafos de Suecia, informa que (6, p. 142-145) el levantamiento medio de Estocolmo fué de 0.45 m. por año entre 1825 y 1927; en cambio en el período 1887-1927 el levantamiento fué de 0.33 m. por año, o sea que en los últimos años tiende a ser menor.

El levantamiento del nivel del mar con respecto a la tierra es considerado como positivo (+) y el hundimiento como negativo (—). El levantamiento de la tierra con respecto al nivel del mar es negativo (—), y el hundimiento de la tierra con respecto al nivel del mar es positivo (+) (4, p. 243). Con la última fusión de los hielos el nivel de los mares del mundo ha subido entre + 0,5 mm y + 1 mm por año; pero el levantamiento de las costas de Suecia (Estocolmo especialmente) (6, p. 140), fué entre 1887-1927 de 0.3 cm/año; ello significa que el levantamiento de la tierra se está anulando. Ahlmann interpreta esto como un incremento

del levantamiento del nivel del mar por efecto del incremento de la fusión de los glaciares. Lógicamente si tenemos un valor $+ 0.5$ de levantamiento de nivel del mar, será anulado por otro valor $- 0.5$ del levantamiento de la tierra con respecto al mar.

Ya se conoce muy bien por estudios efectuados en el hemisferio norte que, con la última fluctuación climática, se ha incrementado la temperatura del aire y del agua, lo que ha traído una reducción del espesor y del área del hielo del mar. Esto es de gran beneficio para la navegación. El límite sur del hielo flotante o hielo de mar, en el mar Ártico, se ha retirado hacia el norte por centenares de Km. (7, p. 21). De acuerdo con estudios de los rusos, especialmente por aerofotografías, se ha comprobado que la zona ártica soviética de los hielos flotantes se ha reducido en no menos de 1.000.000 de Km.² en menos de 20 años (entre 1924-1944) (2, p. 187).

Lógicamente que estos cambios en la temperatura del mar y tierra traen como consecuencia migraciones de flores y faunas marinas y terrestres; factores éstos que tienen una influencia considerable en la economía de los países pesqueros, agrícolas y ganaderos (10, p. 38) (26, p. 68).

Aún no sabemos cómo es el mecanismo de las oscilaciones del hielo marino y terrestre en el Antártico; su conocimiento nos aportaría indudables beneficios económicos, no sólo en lo que se refiere a las condiciones para la caza y la pesca, sino también en cuanto al aprovechamiento de los recursos del suelo, el cual, libre de esa capa de hielo, presenta condiciones más aptas para su explotación.

El estudio de las condiciones físicas del agua de mar y su relación con la formación del hielo marino, no sólo es de utilidad para el conocimiento de sus condiciones físicas, sino también para la comprensión de muchos fenómenos biológicos que están estrechamente vinculados a la industria de la pesca.

Capítulo VIII

GEOLOGÍA GLACIAR

La Geología Glaciar estudia el trabajo presente y pasado del hielo, considerando sus condiciones asociadas.

En el amplio campo que le incumbe, la Geología Glaciar estudia la formación y constitución de las morenas y del acarreo glacial y el origen de los elementos constitutivos de dicho acarreo; o sea el mecanismo de la erosión y del transporte del hielo.

No se desarrollará este tema con detención, debido a razones de espacio y tiempo; el lector interesado encontrará amplia información en los

recientes libros de Flint y Klebelsberg (18), donde se estudian estos temas con profundidad.

El estudio de los suelos formados por acción glaciár (acarreo glaciár) ha demostrado ser de gran valor económico. Estudios de Geografía Económica efectuados en Wisconsin (EE. UU.) indican que desde el punto de vista agrícola, ganadero y forestal, una región glaciada resultó superior a una no glaciada (22, p. 320-321). Por ejemplo, la producción de cereales de la zona glaciada es de 16 % mayor que la zona no glaciada; el valor total de dos estancias de igual superficie es para la glaciada 249 y para la no glaciada 179; el valor total de los cereales que se cosechan en una zona glaciada, cada 1.852 m². es de 3.828 dólares y en la zona no glaciada 2.690 dólares; de aquí se deduce la importancia que tiene para un país el estudio de la glaciación. Para nuestro país esto tiene gran importancia, pues de acuerdo con las últimas investigaciones de Geología Glaciár efectuados por V. Auer (38, p. 312-313) se ha descubierto una morena en Lonco Vaca (Neuquén) y, de acuerdo con el mapa que da el autor, el hielo continental ocupó cuando menos un 30 % del territorio argentino.

Es muy conocido además que muchos depósitos de minerales se encuentran asociados a un acarreo glaciár.

No se entrarán a describir los diversos fenómenos que resultan de la erosión y deposición de los diferentes tipos de glaciares (ver clasificación de p. 19); ellos serán analizados con detenimiento en otra oportunidad.

Capítulo IX

GEOMORFOLOGÍA GLACIAR

Hay dos caminos para estudiar la Morfología Glaciár: 1) medición e interpretación de las formas producidas por los glaciares pasados, 2) medición e interpretación de las formas que actualmente se están produciendo en los hielos presentes. El primer modo es el clásico y se puede decir que es más vulnerable a la crítica debido a que sus bases son menos objetivas, pues solamente trabaja con los efectos (las formas). El segundo método es más moderno y su esfera de acción está muy unida a la Glaciología Pura; sus bases son menos vulnerables pues trabaja con las causas (hielo) y con los efectos físicos (las formas).

Con la expansión de los intereses económicos hacia las zonas polares, se puede hoy vivir en las zonas heladas donde se están produciendo muchos fenómenos glaciares y estudiarlos con relativa facilidad y comodidad; esto no podía hacerse en tiempos pasados. Hoy se puede vivir en el Ártico y en el Antártico y estudiar cómo operan los diferentes tipos físicos de hielos

enumerados en las clasificaciones geofísica, dinámica y morfológica. Pero para que la Morfología Glaciar sea una disciplina científica, ella debe llenar los requisitos que exige el progreso de las ciencias, o sea, debe manifestar cada vez una mayor tendencia analítica, basada en mediciones y estudios físicos.

El estudio de las condiciones de las capas de hielo de Islandia ha mostrado el origen de algunas formas glaciares que anteriormente fueron muy discutidas: Lewis (21, p. 315), ha mostrado un *esker* (llamado también *As* en sueco) *, en proceso de formación en Islandia. Un *esker* es una colina larga y sinuosa que se forma por acarreo del agua que circula debajo de las capas de hielo (22, p. 313).

En la Laponia sueca el equipo de glaciólogos que trabajó en 1949 bajo la dirección del profesor Hans W: son Ahlmann, encontró una curiosa forma glaciar que era puesta al descubierto cuando la capa de hielo que la cubría se retiraba a una velocidad de 2-3 metros por día (en el verano). Dichas formaciones, como rodillos alineados paralelamente, recuerdan mucho la forma de presentarse de los *drumlins* **. Los *drumlins* son formaciones glaciares que se caracterizan por presentarse en forma de ahusadas y en líneas paralelas o casi paralelas (22, p. 306) (15, p. 680) (14, p. 122). Las formas encontradas en Laponia han sido medidas cuidadosamente por el glaciólogo V. Schytt y el autor; se encontró que cada cadena estaba separada de la otra por espacios diferentes que oscilaban entre 70 cm. y 2-3 metros; el largo de las colinas era diferente, variando entre pocos centímetros a varios metros. Las colinas estaban alineadas en la misma dirección del movimiento del hielo.

En el hemisferio norte han tomado un gran incremento los estudios en las zonas glaciadas de las altas montañas y de las zonas polares, pues allí pueden ser medidos hoy, los procesos que actuaron en las pasadas glaciaciones.

La Antártida y el hielo continental de la Patagonia, ocupan un lugar de preponderancia en estos estudios: allí podemos estudiar los procesos que originaron muchas condiciones actuales de nuestro suelo.

En esta parte, igual que en la anterior, no serán tratados los diferentes métodos y elementos básicos para el estudio de la morfología producida en sus diferentes tipos. Serán considerados extensamente en otra oportunidad.

DR. A. E. CORTE

* *As* es una palabra que deriva del sueco y significa colina o montaña.

** *Drumlin* es una palabra irlandesa que deriva del galo "drum"; significa la cresta de una montaña (14, p. 121).

BIBLIOGRAFIA CITADA EN EL TEXTO

- 1) AHLMANN HANS W: SON, 1948, Glaciological Research on the North Atlantic Coasts, Royal Geographical Society, R. S. N° 1, London, pp. 1-83.
- 2) AHLMANN HANS W: SON, 1948, The Present Climatic Fluctuation, The Geographical Journal, Vol. CXII, N° 4-6, Oct-Dec. pp. 165-195.
- 3) AHLMANN HANS W: SON, 1948, Den Planerade Nosk-Svensk Brittiska Antarktis expeditionen, Medelände Geografiska Institutet vid Stockholm's Högskola, N° 74, pp. 241-267.
- 4) AHLMANN HANS W: SON, and DROESSLER, G. E., 1949, Glacier Ice Crystal Measurements at Kebnekajse, Sweden, Journal of Glaciology, Vol. I, N° 5, pp. 269-274.
- 5) AHLMANN HANS W: SON, 1949, De Glaciologiska Undersökningarna i Kebnekajse 1946-1949, Medd. Geografiska Inst. Stockholm's Högskola, N° 77, pp. 106-127.
- 6) BERGSTEN, F., 1939, Den Nutida Landhöjningen vid Sveriges Kuster, Ymer H. 2 Stockholm, pp. 131-149.
- 7) BROOKS, P. E. C., 1949, Post Glacial Climatic Changes in the Light of Recent Glaciological Research, Geografiska Annaler, XXXI, 1-4, pp. 21-24.
- 8) CAILLEUX, A., 1948, Études de Cryopedologie; Expéditions Polaires Françaises; Missions Paul-Emile Victor; pp. 1-67.
- 9) CAILLEUX, A., 1950, Circular de Instrucciones para los trabajos de Morfología Periglacial enviada a los miembros de la Comisión para el Estudio de la Morfología Periglacial (inédito). pp. 1-5.
- 10) CORTE, A. E., 1949, La Expedición Antártica Noruega-Sueca-Británica; Bol. Estudios Geográficos Univ. Nac. Cuyo; Vol. I, N° 4, pp. 37-44.
- 11) CALDENIUS, C. Z: SON, 1932, Las Glaciaciones Cuaternarias en la Patagonia y Tierra del Fuego; Con un sumario en Inglés. Data 17 fr. Stockholm's Högskolas Geogronologiska Institutet, Geografiska Annaler, H. 1-2.
- 12) DE GEER, G., 1940, Geochronologica Suecica Principes, Kungl Vetenskapsakademien Handlingar, Tredje Serien Band 18, N° 6.
- 13) DE MARTONNE, E., 1949, Traité de Géographie Physique; Tome I-II; Librairie Armand Colin, Paris.
- 14) FLINT, R. F., 1947, Glacial Geology and the Pleistocene Epoch, John Willey and Sons, New York.
- 15) HINDS, A. E. N., 1943, Geomorphology; The evolution of Landscape, New York Prentice Hall.
- 16) HOLMES, A., 1948, Principles of Physical Geology, Thomas Nelson and Sons.
- 17) KIRK BRYAN, 1949, The Geologic Implications of Cryopedology, The Journal of Geology, Vol. 57, March 1949, N° 2, pp. 101-104.
- 18) KLEBELSBERG, R. V., 1948, Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie, Wien, Springer Verlag, Band I.

- 19) KLEIN, J. G., 1949, Canadian Survey of Physical Characteristics of Snow-Covers, *Geografiska Annaler*, XXXI, H. 1-4, pp. 106-124.
- 20) LAKE, P., 1948, *Physical Geography*, Cambridge University Press.
- 21) LEWIS, V. W., 1947, An Esker in Process of Formation: Böverbreen, Jotunheimen, *The Journal of Glaciology*, Vol. I, N° 6, pp. 314-319.
- 22) LOBECK, A. K., 1939, *Geomorphology, An Introduction to the study of Landscapes*, Mc Grow Hill Book Co.
- 23) LJUNGNER, E., 1949, East-West balance of the Cuaternary Ice Caps in Patagonia and Scandinavia, *Bull. Geological Instituto of Uppsala*, Vol. XXXIII.
- 24) LUNDOVIST, G., 1942, *Norrland, Natur, Befolkning och Näringar, Geografiska förbundet i Stockholm*.
- 25) LUNDOVIST, G., 1948, *De Svenska Fjälens Natur, Svenska Turistföreningens, Handböcker 2*.
- 26) LYSGAARD, L., 1949, *Recent Climatic Fluctuations, Folia Geographica Danica*, T. V., Kobenhavn.
- 27) NANGERONI, G., 1949, *Appunti di Geomorfologia del Livignasco; L'universo, Riv. dell Istituto Geografico Militare, Anno XXIX, N° 3*.
- 28) PERUTZ, F. M., 1950, Direct Measurement of the velocity distribution in a vertical profile through a Glacier, *Journal of Glaciology*, Vol. I, N° 7, pp. 382-388.
- 29) SELIGMAN, G., 1949, The Growth of Glacier Crystal, *Journal of Glaciology*, Vol. I, N° 5, pp. 254-274.
- 30) SCHYTT, V., 1947, *Glaciologiska Arbeten i Kebnekajse, Ymer H. 1, Stockholm*, pp. 18-42.
- 31) SCHYTT, V., 1949, Re-freezing of the melt-water on the surface of glacier ice, *Geografiska Annaler*, XXXI, Häfte 1-4, pp. 222-227.
- 32) SCHAFER, P. J., 1949, Some Periglacial Features in Central Montana, *The Journal of Geology*, Vol. 57, N° 2, pp. 154-174.
- 33) SHARP, P. R., 1949, Pleistocene Ventifacts East of the Big Horn Mountains, Wyoming, *The Journal of Geology*, Vol. 57, N° 2, pp. 175-194.
- 34) SVERDRUP, U. P., JOHONSON, W. M., FLEMING, H. R., 1946, *The Oceans, Their Physics, Chemistry and General Biology*, Prentice Hall, New York.
- 35) THORARINSON, S., 1940, Present Glacier Shrinkage and Eustatic Changes of sea-level; *Geografiska Annaler* H. 3-4, pp. 131-159.
- 36) THORARINSON, S., 1943, Oscillations of the Iceland Glaciars in the last 250 years; in *Vatnajökull Scientific Results of the Swedish Ice landic Investigations 1936-37-38, Geografiska Annaler 1937-40-43*.
- 37) TROLL, C., 1947, Die formen der Solifluktion und die Periglaziale Bodenabtragung; *Erdkunde*, Band I, L. H. 4-6, pp. 162-175.
- 38) AUER, VAINO, 1948, Las capas volcánicas como nuevo método de cronología postglacial; *Gaea*, VIII, pp. 31-336, Buenos Aires.

- 39) WALLÉN, C. C., 1949, Glacial Meteorological investigations on the Korsá Glacier in Swedish Lapland 1942-1948, *Geografiska Annaler* 1948-49.
- 40) WERENSKIOLD, W., 1948, *Fysisk Geografi* (tomo I-II), Forlagt av H. Aschehoug & C^o. (W. Nygaard), Oslo.
- 41) WILLET, C. H., 1949, Long Period Fluctuations of the General Circulations of the Atmosphere, *Journal of Meteorology*, Vol. CXII, N^o I, pp. 34-50.
- 42) ZEUNER, F. E., 1946, *Dating the Past, an instruction to Geochronology*, Methuen & C^o, London.

LA METEOROLOGIA

INTRODUCCIÓN

Del examen de la historia del conocimiento se advierte una auténtica sucesión en el trono de la atención del hombre en lo que a sectores del conocimiento se refiere. En la actualidad hay una disciplina que, si bien no empuña el cetro, está en la corte, muy próxima al sitial principal. La disciplina que, con términos sencillos, está de moda, es la Meteorología.

La enunciación exige una definición. La definición, como la de todas las disciplinas científicas, es difícil, más aun si debe ser breve, sencilla y clara, al alcance de todos. El objeto, en cambio, parece más accesible.

La Meteorología trata del estudio del tiempo, se responde habitualmente; para otros tiene por objeto el estudio de los cambios de tiempo.

Para los doctores Walter Knoche y Vladimir Borzacov, "la Meteorología es la ciencia que, basada en observaciones directas de los fenómenos meteorológicos, el origen y el desarrollo de los mismos, los procesos del termodinamismo que tienen lugar en la atmósfera terrestre y completada por estudios teóricos pertinentes, trata de encontrar las leyes físicas de la atmósfera que rigen el estado del tiempo. Su utilidad se traduce en múltiples campos de actividad humana, abarcando complejos problemas de índole sociológicos en sus conexiones con el comercio, la economía, etc." ¹.

Esta definición preludia lo que ha de ser este trabajo, cuyo fin es poner de relieve la importancia y la utilidad de la disciplina en cuestión. Pero aún es un tanto ambigua y exige, para su entendimiento, explicar qué son fenómenos meteorológicos.

Fenómenos meteorológicos son: la lluvia, el trueno, la nieve, el viento, los cambios de temperatura, las oscilaciones de la humedad, etc. Pero, he aquí que lluvia, trueno, nieve, etc., son también estudiadas por la Climatología; de allí que sea necesario hacer el distingo de ésta con la Meteorología.

La Climatología, ciencia de los climas, "constituye una rama de la Meteorología en su sentido más lato, que, como ella misma, se basa en la

¹ KNOCHE, W. y BORZACOV, V., *Clima de la República Argentina, Introducción, en Geografía de la República Argentina*, V (Buenos Aires, 1946), 9.

Física Experimental y en la Geografía, pero en la cual el factor geográfico prevalece sobre el factor físico" ².

Ambas disciplinas —Climatología y Meteorología— se encuentran en estrecha dependencia con el hombre. A la Meteorología interesa el conocimiento del tiempo en cuanto es útil al hombre; a la Climatología le interesa el clima en cuanto él pertenece a un lugar poblado de la tierra.

Tiempo y clima son, entonces, objeto de la Meteorología y Climatología, pero como ambos términos se prestan, con frecuencia, a usos indebidos, ya que se los toma como sinónimos no obstante la visible diferencia entre uno y otro, se hace necesaria su explicación.

Dentro de la misma Meteorología y Climatología aún no hay pleno acuerdo respecto de la definición adecuada que debe darse para clima y tiempo. De allí las largas listas de definiciones y críticas a las mismas, de suma sutileza, que nosotros no tomaremos en cuenta porque deseamos dar una noción práctica de lo que uno y otro término significan.

"Tiempo es el estado de la atmósfera durante un lapso relativamente breve en un lugar determinado.

"Clima, en cambio, según una de las definiciones más aceptadas, es el conjunto de estados atmosféricos característicos de un determinado lugar referido a un largo período de tiempo.

"El tiempo es transitorio y los valores que traducen sus manifestaciones mensurables pueden acercarse o alejarse de los que habitualmente llamamos normales o medias.

"El clima es el resultado de largas series estadísticas durante muchos años de observación, en un mismo lugar y reducidos a valores promedios o normales, teniendo en cuenta, además, la amplitud de los valores de los elementos que son propios para ese lugar y la frecuencia con que los mismos se repiten" ³.

El clima, como dice Huntington, dura, el tiempo no dura. El tiempo, según Köppen, cambia pero el clima se mantiene constante. Lo que caracteriza al tiempo son los cambios; al clima, en cambio, lo caracteriza la constancia.

Con estas abstracciones no hemos cumplido nuestro propósito de dar a conocer sencillas nociones al alcance de todos, por lo que hemos de tomar la definición de ambos hechos desde un punto de vista puramente práctico.

Es posible alejarse de nociones abstractas, de relaciones temporales,

² KÖPPEN, Wilhelm, *Climatología*, Trad. del alemán de Pedro R. Hendrichs Pérez, Méjico, [1948], 19.

³ Resumen mensual del tiempo en Cuyo (Mendoza, San Luis y San Juan) y La Rioja, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. 1, Nº 2 (Mendoza, 1949), 67.

de combinaciones numéricas ideales y arbitrarias y palpar concretamente el tiempo. Para ello bastará con la observación atenta de los acontecimientos atmosféricos de un solo día o más si se desea.

Es obra del tiempo el calor intenso de una siesta y la caída violenta de la temperatura en pocos minutos por la irrupción de una masa de aire frío de latitudes polares. Es obra del tiempo la tarde apacible y la tormenta que a las pocas horas sacude el firmamento con vibrantes truenos y zigzagueantes rayos que cruzan el cielo. Es obra del tiempo la mañana cegada por la niebla que desaparece con la intensidad de los rayos solares dejando el aire diáfano y puro. En cambio no es del tiempo el que a través de muchos años la temperatura media del mes de agosto sea de 17°, la lluvia cero y los vientos predominen del norte.

El tiempo se siente, pesa sobre nuestras cabezas porque obstruye nuestra mente o la incita a infatigable actividad. Pesa sobre nuestras cabezas derramando torrentes de agua para solución de nuestros problemas económicos y nos impele a desearlo o sustraernos de sus efectos creando ambientes especiales que conforman, a veces, toda una manera de vivir. Es intempestivo, casi siempre inesperado, se va a veces inadvertida y paulatinamente. El clima, en cambio, es el mullido sedimento de tiempos sobre el cual reposamos bien o mal nuestra existencia, pero siempre conformes porque nos habituamos a él, lo hacemos nuestro y es cuestión de amor propio la defensa de su bondad. Lo sentimos debajo de nosotros, no pasa sobre nuestras cabezas sino que está allí, estático, no dinámico y somos nosotros los que transitamos sobre su lento y uniforme transcurrir inadvertido para bien o para mal de quienes lo transitan.

Cambio del tiempo son las variantes en forma evidente de los elementos meteorológicos tales como temperaturas, presión, humedad, dirección y fuerza del viento, nubosidad, etc. Estos mismos elementos, combinados en distintas proporciones, hacen un día apacible o un temporal iracundo, las tardes poéticas o tempestuosas y las noches tibias y suaves u oscuras y frías. Pero no todos los elementos del tiempo son, a su vez, elementos del clima, sino que sólo pertenecen a éste aquellas condiciones meteorológicas que influyen de un modo directo en la vida orgánica de la naturaleza, en especial en los órganos de nuestro cuerpo. Un ejemplo es la presión atmosférica que tiene tanta importancia en la Meteorología Sinóptica y que sin embargo no significa nada para la Climatología.

La Climatología es la antítesis de la Meteorología Sinóptica. Ésta, que tiene por objeto la predicción del tiempo, constituye el blanco de la mayor cantidad de ataques a la nueva disciplina por inauditas razones que trataré de poner de relieve.

Es habitual, en el común de las gentes, inquirir, en cualquier lugar y hora del día, de quienes suponen debidamente autorizados, sobre las posibilidades futuras del tiempo, sobre cuál será el estado atmosférico futuro. Esta forma inoportuna de preguntar sobre cosas tan complicadas tiene origen en un total desconocimiento del problema. Quienes en tal forma proceden, parten, generalmente, de errores conocidos. Uno de ellos es suponer, en primer término, que las personas responsables de tales predicciones resuelven tan arduos problemas observando, a cielo abierto, la atmósfera celeste y diáfana o agitada y brumosa de la cual obtienen cabalmente resultados concretos de la posterior evolución del tiempo. Otros, partiendo de conceptos inferiores, creen que el especialista procede como lo hacen muchos hombres, especialmente el de campo, que a fuerza de vivir pendiente del tiempo por razones vitales, ha construído algunas fórmulas empíricas que le permiten predecir con cierta anticipación uno de los tantos fenómenos meteorológicos para el lugar exclusivo en que durante muchos años ha efectuado observaciones. Elevando un poco de categoría las apreciaciones comunes del problema, nos encontramos con los que poseen algunas nociones de tiempo y clima y que por lo tanto intuyen algo más sobre la importancia y complicaciones de la predicción. Tales personas aumentan sus exigencias y extienden sus preguntas, sobre el tiempo posible quince días después o solicitan, concretamente, una predicción con indicación de día y hora, entre tales o cuales calles. Estas exigencias exceden los límites de la disciplina meteorológica, por el momento, y tal vez las humanas, desde que, dados los medios con que se cuenta en la actualidad, no es posible fundar pronósticos, al menos con seriedad, que vayan más allá de las veinticuatro horas o posibilidad dentro de las cuarenta y ocho horas. En cuanto a la precisión en el espacio, la misma sobrepasa los límites de lo humanamente posible, desde que lo que se analiza son grandes procesos que abarcan, cuando menos, grandes áreas y que debido a la extraordinaria movilidad es imposible ubicarlos dentro de límites tan estrechos. En medio de esta confusión, a nadie se le ocurre pensar cuáles son los medios, métodos y elementos que intervienen en un pronóstico del tiempo, y sólo lograríamos producir hilaridad si manifestáramos que en la confección de un pronóstico del tiempo para la ciudad de Mendoza o la zona de Puente del Inca, por ejemplo, intervienen, habitualmente, miles de personas y es indispensable la colaboración de países limítrofes como Chile, Uruguay, Brasil y aun de barcos en navegación, aviones en vuelo y, en último término, que en regiones donde ninguno de estos medios son posibles, como en nuestra Antártida, grupos de hombres ofrendan su vida para tales fines.

Muchas consideraciones más al respecto podrían hacerse y es lógico

que esto ocurra con la Meteorología, disciplina nueva, aún en formación y que, por imposición de las circunstancias, está de moda. Todos hablan de ella, los periódicos arrecian con sus noticias que si las obtienen de fuentes responsables resultan demasiado parcas, poco periodísticas, por lo que extraen del texto un concepto y con artificios del ramo redactan un título retumbante que suene sensacionalmente o dan curso a informaciones imprecisas que a menudo producen alarma general.

No descartamos la labor paciente y abnegada de los auténticos aficionados y de la literatura al respecto, que no pocas veces ha marcado rumbos a la misma ciencia, pero sí queremos ponernos en guardia contra los que suponen que un solo hombre, sin más medio que su buena o mala voluntad, puede resolver tales problemas. Pensar de esta manera significa desconocer lo actuado durante siglos por numerosos sabios que han ido jalonando un camino infinito y cuyos antecedentes más remotos pueden bucearse en los albores de la humanidad.

Para contrarrestar los efectos de las malas apreciaciones, con el objeto de contribuir a la difusión de elementales conceptos de la disciplina meteorológica y climatológica —que permanecen ignorados por la mayoría, no obstante su importancia— trataremos de mostrar, mediante una breve reseña histórica, cuán ardua y meritoria ha sido la lucha para llegar a constituir esa ciencia, la complejidad del problema, la cantidad de elementos, hombres, instrumentos, etc., y finalmente, la importancia de la misma, la seriedad con que debe ser tratada y la necesidad de difundir los verdaderos principios de la Meteorología.

HISTORIA

La Meteorología, cuya historia no difiere en mucho de la de otras ciencias, “está en la actualidad pasando por la época de transición convirtiéndose de ciencia descriptiva en ciencia exacta”⁴. Al efectuar el estudio de este proceso tendremos en cuenta no sólo las conquistas meramente especulativas de la Meteorología, sobre cuyos postulados se levantó el complejo andamiaje del conocimiento del tiempo, sino también las ciencias auxiliares a cuyo progreso estuvo, y está hoy, supeditada nuestra disciplina. También tendremos en cuenta el perfeccionamiento del instrumental que posibilitó las construcciones teóricas y el progreso de la Climatología.

En realidad “el clima es una de las cosas de que más se habla en todo

⁴ PETERSEN, Sverre, *Introducción a la Meteorología*, Trad. del alemán por Otto Schneider, Buenos Aires, [1947], 323.

el mundo. Probablemente siempre se habló mucho de él, ya que nada afecta tanto como él a la humanidad. Comenzó el hombre pidiendo ayuda a la luna y las estrellas” y buceó en todos los órdenes de la naturaleza, pero no conforme con ello traspuso el orden natural conocido y buscó explicaciones de índole metafísica. Así nos encontramos con los primeros escritos de los hebreos en los que se nota la creencia en una respuesta a las súplicas personales, pero aceptando la idea de que el tiempo se rige por una deidad benevolente, cuya lluvia cae normalmente sobre justos e injustos, sobre judíos y gentiles pero manteniendo al mismo tiempo el concepto de que las consecuencias podrían ser detenidas o cambiadas como resultado de las súplicas, del mismo modo que al hechicero africano se le atribuía el poder de regular los cambios del tiempo de modo que respondiese a las necesidades de su propia tribu ⁵.

En el antiguo oriente, 3000 años antes de J. C., los chinos “eran capaces de predecir la llegada de las estaciones por las estrellas”. Mientras que los caldeos y babilonios también se preocuparon del fenómeno y crearon “esquemas de predicción del tiempo y la fertilidad”, ambos fenómenos estrechamente vinculados, como se verá más adelante. Encontraron bases para sus razonamientos en la “aparición de los truenos en relación con las fases de la luna” ⁶. En épocas más recientes, durante la dinastía de Shang Lau, los chinos habían acrecentado su acervo científico y sus “observaciones les permitieron efectuar pronósticos y cálculos de ciertos fenómenos como las lluvias y los vientos” ⁷. No es posible abrir, hoy, juicios sobre esas predicciones, pero sí es digna de hacer notar la importancia que ya asignaron a la estadística.

Árabes y egipcios escribieron importantes obras sobre la ciencia que estudiamos y muy especialmente fueron los primeros que prestaron atención a la altura de la atmósfera, la cual, valiéndose de la duración del crepúsculo, fijaron en 92 Km. ⁸.

El pueblo genial de la humanidad, con su acendrado amor a la mitología que tanto vitalizó su espíritu, no podía dejar que los fenómenos naturales, que el rugiente trueno, el arrasador viento, tuvieran una explicación homérica. “Creyeron más en sus dioses y diosas que en sus estrellas propicias; Zeus, por ejemplo, en recompensa por una ofrenda apropiada, desencadenaba un viento favorable. Atenea hacía hinchar las velas de sus

5 KIMBLE, G. H. y BUSH, R., *El clima*, Trad. del inglés por Clara Y. de Campana, Buenos Aires, [1944], 1-2-9.

6 *Ibidem*.

7 CONSTANTINO, Carlos E., *Meteorología Descriptiva*, Buenos Aires, [1943], 12.

8 *Ibidem*.

favoritos y Poseidón, mediante la invocación conveniente, levantaba remolinos contra el enemigo”⁹.

En Homero se encuentran referencias concretas acerca de deducciones meteorológicas de la época. En la Rapsodia V de la Odisea nos dice: “El Poderoso sacude la tierra... al encenderse su ira desencadenó una tempestad y amontonó las nubes y soliviantó el mar... y soplaron a la vez el Euro y el Noto, el violento Céfiro y el impetuoso Borias”¹⁰. He aquí una magnífica caracterización de dos importantes vientos “el violento Céfiro y el impetuoso Borias”.

También ellos tuvieron almanaques con indicaciones de vientos, circunstancia que prueba la realización de observaciones meteorológicas.

Ya hicimos referencia a la recurrencia a potencias divinas como productoras de fenómenos meteorológicos del cual es otro ejemplo el libro de *Job*, en que se insiste sobre la influencia divina. Pero en el siglo V a. de J. C. nos encontramos con las lucubraciones de los materialistas. “Aristófanes, dramaturgo satírico, en su comedia *Las nubes*, representa una discusión entre un filósofo escéptico y un simple campesino sobre la posibilidad de que el trueno fuera producido por Zeus, o resultado de un choque de nubes en un remolino de aire”¹¹.

Al margen del mito y de la poesía, los griegos hicieron observaciones más o menos regulares de ciertos fenómenos atmosféricos y los aplicaron a la protección de sus marinos, antecedente concreto de nuestros modernos sistemas de protección a la navegación marítima, siglo V a. de J. C., con lo que surgió la necesidad de informarles sobre las condiciones reinantes, “utilizando el único medio de comunicación a distancia entonces conocido, las señales ópticas”. Las parapegmatas de la época de Metón son expresión de dicha inquietud¹² y anteceden a nuestros actuales códigos meteorológicos internacionales perfeccionados al amparo de la radiotelegrafía.

Según Petterssen¹³ la Meteorología comienza con Hipócrates, autor del primer tratado de climatología médica en la que entrevió la conexión de los elementos del clima y la Medicina, la cual, no obstante su importancia, aún no es conocida en toda su amplitud.

Aristóteles escribe el primer tratado de Meteorología basado en observaciones personales. Sus escritos sobre vientos, en los cuales también define

9 KIMBLE, G. H., y BUSH, R., *Op. cit.*, 8.

10 SUAREZ, Jorge H., *Los navegantes y la Meteorología, Breve reseña histórica hasta 1911*, en “Boletín Informativo de la División Meteorología Marítima”, Año III, Nº 8, 1949, 8.

11 KIMBLE, G. H. y BUSH, R., *Op. cit.*, 9.

12 SUAREZ, Jorge H., *Op. cit.*, 8.

13 PETERSSSEN, Sverre, *Op. cit.*, 323.

la atmósfera, aún ilustraban al siglo XVII. En su *Meteorológica* al hablar de la tierra y los cielos, lo hace también de la lluvia, el rocío, el arco iris y los fenómenos similares, usualmente en términos académicos y expone puntos de vista que aún nos asombran.

Entre Aristóteles y el siglo XVII, la predicción astrológica, que concebida como un arte, era sólo entendida por peritos; un arte sin observaciones sobre el tema, acerca del cual el sacerdote tenía la voz superior, y el *cancionero del tiempo*, fueron la máxima expresión de la ciencia del tiempo. Los autores del *cancionero del tiempo* debieron ser gente sencilla, inculta, pastores, campesinos, pescadores, etc., que mediante la observación determinaban el orden de fenómenos perceptibles que antecedían a otro fenómeno importante y luego los fijaban en un proverbio de fácil retención, o en una copla rimada o una paradoja.

No fué extraña a la época una literatura meteorológica, obra, en especial, de historiadores. Horacio, continuando con aquella antigua tradición mitológica, llegó al convencimiento, "cuando se desencadenó sobre él, en medio de un cielo límpido y sin nubes, una tempestad de truenos", que era la obra personal de Júpiter ¹⁴. Plinio, en su *Historia Natural*, prestó especial atención a los vientos navegables.

En la India, 350 años a. de J. C. más o menos, ya se medía la lluvia y se conocía la veleta, con la que se observaba la dirección de los vientos y probablemente también apreciaron su intensidad con algún instrumento, del cual no nos han llegado noticias. En el siglo IX las veletas proliferan y se constituyen en elementos de adorno. En nuestros días ha recrudecido esta costumbre y ornadas de las más variadas formas, hasta perder todo ese espíritu sugerente de que estaban rodeadas, crujen en el mástil de infinitos edificios, casi con exclusividad en los de un estilo determinado, en respuesta a un orden de ideas cuya conexión cuesta distinguir.

Guillermo de Conches, que representa una época en el siglo XII en que comienza a cobrar valor la observación personal y la deducción se torna cada vez más evidente, expresa que la "densidad atmosférica y la humedad decrecen progresivamente con la altura" de lo cual infiere que el sol "influye más en el aire más denso, de baja altura, que en los estratos elevados". Estableció que el sistema de los vientos en nuestro planeta estaban en relación con las corrientes oceánicas. Vislumbró la posibilidad de un amplio sistema de circulación y estaba dispuesto a asignarle una causa puramente física ¹⁵.

¹⁴ KIMBLE, G. H. y BUSH, R., *Op. cit.*, 11-12.

¹⁵ *Ibidem*, 13-16.

En el Medioevo era generalmente aceptado el dogma de fe en la explicación de los fenómenos meteorológicos. Santo Tomás dice al respecto "es un dogma de fe que los demonios pueden producir vientos, tormentas y lluvias de fuego desde el cielo".

En el año 1436 Gutenberg inventó el primer gran aliado de la Meteorología y por ende de la Climatología, la imprenta, con la que tomó impulso la práctica de anotar el tiempo, y popularizó el uso de almanaques y calendarios.

Galileo abre una de las etapas más importantes de la Meteorología al crear el termoscopio, al que luego se le agregó una escala, arbitraria como todas, convirtiéndose así en un instrumento de medición. Esta etapa a la cual hacemos referencia puede ser llamada la era del instrumental.

Posiblemente el primer instrumento con elemento sensible basado en una sustancia reactiva, fué el usado por el Cardenal de Cusa. Consistía en un ovillo de lana con el que se determinaban las variaciones de humedad a base de las variaciones de peso del ovillo. Prácticamente era un higrómetro cuyo principio, en la actualidad, se fundamenta en la condición higroscópica de los cabellos ¹⁶.

La introducción del punto de congelación y del punto de ebullición del agua como referencia para la escala termométrica por Huyghens, data del año 1665. Entre los años 1710 y 1736 se inventan las distintas escalas conocidas: Farenheit, Réamur y Centígrada de Celsius.

El adelanto efectivo de la disciplina no podía realizarse aún, necesitaba de la cabal comprensión del problema de la presión atmosférica y de los procesos físicos de la misma y para ello eran insuficientes el termómetro y el higrómetro, la veleta y el pluviómetro, era menester la invención del barómetro, que si bien era imprescindible adquirió más valor que el real. Se le consideró la "bola mágica" del clima, tanto que todavía hoy quedan restos de tanta fama.

El barómetro permitió poseer el concepto de la presión atmosférica, cuando Torricelli descubrió que la atmósfera podía soportar una columna de mercurio de unos 760 mm. en determinadas condiciones.

El barómetro, el primitivo termómetro y los trabajos del mismo Galileo y sus discípulos dieron un impulso notable a la ciencia en embrión. El nombre de Perier está íntimamente vinculado a estas experiencias.

En 1653, el gran duque de Toscana, no sólo estableció estaciones meteorológicas en su país, sino que también intentó establecer un sistema internacional de observaciones.

16 PETERSSEN, Sverre, *Op. cit.*, 325.

Los vientos llamaron desde temprano la atención de los hombres y pronto se construyeron aparatos indicadores, aunque la teoría al respecto marchó lentamente hasta el año 1624 en que recibió un marcado impulso con la ley de rotación de los vientos con el sol, formulada por Francisco Baco de Verulan.

La primera descripción de los vientos alisios y de los monzones observados entre los trópicos, fué obra de Halley, que indicó, en parte, las razones físicas de los mismos y "estableció que los alisios se producen como consecuencia de la diferencia de temperatura entre el ecuador y los polos, y los monzones, debido al excesivo calentamiento y enfriamiento de la tierra con el mar" ¹⁷. No paró allí su obra sino que años más tarde demostró el efecto de la rotación de la tierra sobre la dirección de los alisios.

Entre los años 1750 y 1790 se realizan verdaderos aportes al estudio de la Meteorología. La obra de Franklin impulsa los estudios relativos a electricidad atmosférica, De Saussure inventa el higrómetro de haz de cabellos, utilizado en la actualidad, y el estudio de los vientos, que hasta la fecha se había reducido a unas pocas explicaciones teóricas, cobra importancia con la contribución del anemómetro de Woltman. Al estudio de los gases de Boyle se unen, en 1793, los estudios y la Ley de Dalton, de significativa importancia para la física atmosférica.

Las observaciones meteorológicas de la superficie del globo no agotan, en modo alguno, nuestro objeto de conocimiento. La conciencia de este problema obligó a los investigadores a procurar el modo de alcanzar el límite superior de la atmósfera, para lo cual no vacilaron en la aventura de lanzarse al espacio en frágiles embarcaciones accionadas por la misma masa de aire.

Con este fin, en 1803, Charles realizó en París la primera ascensión en un globo aerostático emprendida exclusivamente para fines científicos.

El cielo, que siempre fué objeto de observación por los hombres, no podía dejar de ser estudiado en uno de los elementos más importantes: las nubes.

La primera clasificación de las mismas es obra del naturalista francés Lamarck. En su *Anuario meteorológico para el año X (1802)* indica que se limitaría a "describir sucintamente las formas principales cuya consideración es necesaria para describir los fenómenos meteorológicos". Clasificó a las nubes en cinco tipos fundamentales y varias subdivisiones ¹⁸. Además,

¹⁷ CONSTANTINO, Carlos E., *Op. cit.*, 13.

¹⁸ COULOMB, J. y LOISEL, J., *La física de las nubes*, Traducción del francés por Adolfo Farengo del Corro, Buenos Aires, [1949], 13 - 16.

Lamarck, conviene señalar, es un precursor de nuestras oficinas centrales de previsión del tiempo por cuanto ya en el año 1808 propuso "la fundación de un establecimiento central de correspondencia meteorológica, a fin de llegar al conocimiento y a la previsión de los meteoros" ¹⁹.

Un año después que Lamarck, 1803, Howard en su obra titulada *On the modifications of clouds* empleando nomenclatura latina y figuras ilustrativas para "hacerla más accesible a los sabios de las diversas naciones", incluyó en ella cuatro de los cinco tipos fundamentales de Lamark. Esta clasificación era sólo morfológica y comprendía tres formas simples y fundamentales, dos formas derivadas intermedias y dos formas derivadas compuestas. No obstante estos esfuerzos no fué la observación sistemática del cielo motivo de mayor preocupación durante la primera mitad del siglo XIX, sino que ocupó un lugar secundario en el pensamiento de los meteorólogos. Sólo a fines de este siglo renace el gusto por este tipo, de observaciones, que se mantendrá latente hasta nuestros días, y que nos ha dejado en su larga trayectoria un *Atlas Internacional* (1896) primero publicado, del cual fueron autores Hildebrandsson, Riggencach y Teisserenc de Bort ²⁰.

Los hombres de mar no pudieron prescindir de la Meteorología, y no se limitaron a esperar lo que ésta podía brindarles, sino que pusieron su hombro en pro de la disciplina, y los aportes marítimos, podemos decir, fueron ilimitados, especialmente a partir de la aplicación de la máquina de vapor a los buques, lo cual aumentó la preocupación por la Meteorología y la Climatología.

Otros valiosos adelantos se llevaron a cabo en la primera mitad del siglo pasado, entre los cuales mencionaremos el pirheliómetro y la definición de la constante solar por Pouillet, la construcción del psicrómetro de August. Además, conectada con la presión atmosférica, Pigddenton llegó a la conclusión de que los vientos ciclónicos se movían en forma de espiral hacia los centros de baja presión. Sobre este punto, Reddfield, en América, llegó a las conclusiones siguientes: "el ciclón está constituido por una considerable masa de aire, dotada de un rápido movimiento de rotación en dirección opuesta al sentido de rotación de las agujas de un reloj, pero que tiene en el centro una región de calma". Dove amplió esta definición estableciendo que en el hemisferio sur dicho sentido de rotación era el de las agujas del reloj ²¹. Además, este investigador, en el año 1840, más o menos, formuló su teoría de las tempestades, según la cual éstas tienen origen en masas de

19 RECLUS, Eliseo, *Nueva Geografía Universal, La Tierra y los Hombres*, Versión española del Ilmo. Sr. D. Martín Ferreiro, II (Madrid, 1892), 619.

20 COULOMB, J. y LOISEL, J., *Op. cit.*, 13-16.

21 CONSTANTINO, Carlos E., *Op. cit.*, 13 - 14.

aire polar que se confrontan con masas ecuatoriales ²². Entre los años 1842 y 1847, Mateo F. Maury reunió 26 millones de informes y publicó su *Carta de vientos y corrientes en los océanos*, cuya importancia podrá apreciar el lector, y que permitió reducir a unos 150 días la travesía entre Inglaterra y Australia que antes solía durar unos 250 para la ida y el regreso.

Otro antecedente de los modernos códigos meteorológicos fué ideado por Reid en el año 1847. Este sistema fué de tipo visual y consistía en dos esferas que se izaban en un mástil, mediante las cuales se suministraban informes a los marinos sobre la presión barométrica ²³.

El 6 de agosto de 1848 entra en acción el telégrafo para fines meteorológicos dando lugar a una verdadera nueva época de la Meteorología, época de auténtico y agigantado progreso. En ese día, el *Daily News* publicó el primer informe meteorológico recibido en aquel país por telégrafo y un año más tarde el mismo diario publicó informes sincrónicos de varias estaciones.

Mientras la disciplina va armando sus cuadros, completando el instrumental, postulando, armando el andamiaje científico indispensable, se van creando innumerables servicios meteorológicos, así España, Austria, Hungría, Inglaterra, Holanda, Portugal, Francia, Suiza, Noruega, Canadá, Dinamarca, Argentina, Méjico, Brasil y Estados Unidos crearon los suyos en el corto período de cuarenta años (1850 a 1890). El de nuestro país, precedido por un observatorio astronómico, fué creado por el presidente Sarmiento en el año 1872. La creación de estos servicios meteorológicos constituyen un significativo reconocimiento universal de la utilidad de la Meteorología.

Las actividades marítimas, la seguridad de los hombres que navegaban, venían exigiendo el progreso de la disciplina desde los primeros viajes de navegación —Colón fué el primero que observó la regularidad de los vientos alisios que lo condujeron a América ²⁴— hasta que en el año 1853 la Conferencia Marítima y el establecimiento de un Departamento Meteorológico de la División de Comercio en Estados Unidos, dió lugar a que el Almirante Fitz Roy, comenzara de inmediato la compilación de un código de instrucciones para la interpretación de las lecturas del barómetro que luego sería desplazado por las modernas cartas del tiempo ²⁵. La construcción de éstas permitió establecer los centros de altas y bajas presiones y su

22 PETERSSEN, Sverre, *Op. cit.*, 326.

23 SUAREZ, Jorge H., *Op. cit.*, 10.

24 LORENTE, José María, *Meteorología*, Barcelona, 1945.

25 KIMBLE y BUSH, *Op. cit.*, 23.

desplazamiento en un cierto período, trabajos en los cuales se destacaron Martín y Webster y el mencionado Fitz Roy ²⁶.

Leverrier, recopilando un número suficiente de datos que le permitieron trazar primitivas cartas del tiempo que contenían lo indispensable para un análisis, logró determinar que era posible seguir el desarrollo de una tormenta a través de sucesivas cartas en que hubieran sido volcados datos de observaciones simultáneas de la misma. Concluyó que era posible determinar por extrapolación el camino futuro de una tormenta con sólo observar los fenómenos en un gran número de estaciones, transmitir los datos con la rapidez necesaria a una oficina central, trazar y analizar los respectivos mapas y procurar identificar en ellos las tormentas de un día al otro. Concretamente formuló el concepto fundamental del procedimiento de diagnosis y prognosis moderno. No obstante, el pronóstico sobre base científica no fué abordado seriamente hasta poco antes de la primera guerra mundial.

Una serie de aportes científicos suceden a esos serios intentos: Ferrel funda su teoría de la circulación general de la atmósfera y Buys Ballot su ley bórica de los vientos, la cual establece una relación entre el viento y la distribución de la presión: "Estando parado en el hemisferio norte, con la espalda al viento, el centro de baja presión se encuentra hacia la mano izquierda, y estando en el sur hacia la mano derecha". Con posterioridad formuló otras teorías sobre física de los gases y del aire, que tienen importancia en química y termodinámica.

En febrero de 1861 Fitz Roy difundió su primer aviso de tormenta a lo que se agregó pronto otro intento de señales ópticas como el experimento de Blac Kwall durante el año 1868 o el *aeroklinoscopio* de Holanda, o las usadas por Portugal desde el primero de enero de 1864 similares a las usadas en Inglaterra. Cada país utilizó, en un principio, sistemas diferentes de comunicación hasta que finalmente se adoptó la fórmula meteorológica internacional que hoy rige.

En el año 1869, Buchan dibujó el primer mapa mundial con la distribución de la presión dando lugar a la iniciación de otra etapa de la Meteorología, en la que brillan los nombres de Selinek en Austria, Mohn en Noruega y, poco después, Hildebrandsson en Suecia. La Meteorología ha tomado el verdadero camino ya, para el gran desenvolvimiento. Entre 1878 y 1889, Jackson, Köppen, van Bebbber y otros publican representaciones cartográficas de las trayectorias de ciclones; Loomis prepara el primer mapa mundial de precipitaciones y se realizan estudios sobre variaciones periódicas y aperiódicas de los distintos elementos meteorológicos. Hertz, Sprung,

26 CONSTANTINO, Carlos E., Op. cit., 14.

Hann, Helmutz, etc. promueven los estudios relativos a termodinámica atmosférica y se publican atlas meteorológicos ²⁷. Algunos años más tarde, con la invención de la radio, proliferan las transmisiones inalámbricas y el 4 de agosto de 1904 se envía el primer mensaje desde un buque en navegación con indicación de presión, temperatura, estado del cielo, viento y marejada.

Estamos ya en los primeros años del siglo presente. El anterior iluminó a la disciplina superando las señales visuales y semáforos de efecto práctico relativo, con la telegrafía, y luego con la radiotelegrafía se abrió un campo de insospechadas posibilidades a todas las actividades humanas, al extremo de que "cuando se propala el 15 de julio de 1911 a 11 horas T. M. G. el primer boletín meteorológico desde la torre de Eiffel ya está vencida la principal dificultad que se oponía al desarrollo de los modernos servicios informativos para los navegantes" ²⁸. El presente siglo, en cambio, se caracteriza por la atención que los meteorólogos y climatólogos ponen para superar las incógnitas de las construcciones teóricas. En este camino encontramos a Teisserenc de Bort y Assman y también a Gold y Humphrey que han logrado indicar las razones que explican la formación de la tropopausa. Por otro lado Bjerknes establece la moderna teoría de los *frentes de discontinuidad* (frentes fríos, cálidos y ocluidos) y el método del *análisis isentrópico* cobra vida con Rosby y sus colaboradores ²⁹. Otros nombres importantes pueden agregarse, los cuales, entre los años 1900 y 1907, trabajaron intensamente sobre movimientos atmosféricos, termodinámica de la atmósfera, etc.

El gran período de la Meteorología se inicia con la primera guerra mundial y se continúa al finalizar la misma y permitir la realización de convenios internacionales para aunar sistemas meteorológicos, siendo innumerables los llevados a cabo hasta la fecha. Regularmente, cada cuatro años, la OMI, Organización Meteorológica Internacional, integrada por los directores de los servicios meteorológicos de todo el mundo, se reúne en distintas naciones con el fin anteriormente citado y enorme es la obra realizada en el presente. Entre los resultados obtenidos hasta la fecha podemos mencionar los de la *Comisión Internacional para el Estudio de las Nubes*, creada en 1921 y cuyos trabajos dieron por resultado en el año 1932, el *Atlas Internacional de las Nubes y Estados del Cielo* ³⁰.

27 PETERSSEN, Sverre, *Op. cit.*, 330.

28 DEREZUNSKY, Bernardo, *Protección Meteorológica a la navegación*, en "Boletín Informativo de la División Meteorología Marítima", Año III, N° 7, 1948, 25.

29 LORENTE, José María, *Op. cit.*, 26.

30 COULOMB, J. y LOISEL, J., *Op. cit.*, 13-16.

Entre los adelantos de los últimos 25 años, junto al descubrimiento del frente polar, se destaca la teoría ondulatoria de los ciclones, los métodos de pronósticos basados en el concepto de las masas de aire y de los frentes, como así también los adelantos en las teorías de la turbulencia de la transmisión del calor, de la convección, de la radiación, de la condensación, de los procesos de precipitación. En cuanto al instrumental, cabe mencionarse el uso de meteorógrafos adaptados a los aviones y radiometeorógrafos.

La bomba V 2, inventada por los germanos y de tan sombría aplicación en sus principios, no podía dejar de usarse para fines más nobles y pronto se la aplicó a la exploración de la alta atmósfera. "Uno de los lanzamientos más exitosos efectuado por Norte América alcanzó una altura de 175 km.". El instrumental que transportó fué variado y complejo: espectrógrafo, telémetros, barómetros, etc. y equipos para medir densidad de iones en la ionósfera. Durante el vuelo del cohete V 2 del 7 de marzo de 1947, se han obtenido presiones y temperaturas de la atmósfera hasta 120 Km. de altura ³¹.

El radar, uno de los más grandes descubrimientos modernos también ha sido aplicado en el campo de la Meteorología para determinar algunos fenómenos meteorológicos en forma exacta y para lo cual ya ha dado pruebas de alto rendimiento, aunque ni se sospecha cuánto puede rendir al respecto; pero está a la vista que con un esmerado estudio de los resultados y los beneficios irán en aumento ³².

En 1910, la Organización Meteorológica Internacional adoptó las señales a usarse, las que recientemente fueron modificadas constituyendo el Código Meteorológico Internacional en vigencia para todos los países del mundo desde el 1 de enero de 1949 a las 00.00.

La finalidad de ese Código es cursar mensajes de estados meteorológicos observados simultáneamente, con similares o iguales instrumentos, igual sistema y escala, a una misma hora en los más diversos lugares del mundo y transmitir a la brevedad posible, dentro del menor número de cifras, la mayor cantidad de datos, a las oficinas centrales, en un lenguaje único que tanto le sea posible descifrar a un japonés como a un inglés o un americano.

El actual Código procede de las reuniones efectuadas en París (julio de 1946). Toronto (agosto de 1947) y Washington (1947). Todo el sistema comprende varias fórmulas según el tipo del sector del conocimiento

31 DI CANDIA, José Alberto, *Exploración de la alta atmósfera por medio de cohetes*, en "Boletín Informativo de la División Meteorología Marítima", Año II, Nº 7, 1948, 4-8.

32 BÜHLER, Oscar M., *Meteorología completada con radar*, en "Boletín Informativo de la División Meteorología Marítima", Año III, Nº 9, 1949, 6-13.

meteorológico a que esté destinado: observaciones de superficie en los continentes (meteoro), observaciones de superficie en los mares (schip), observaciones de vientos en altura (pilot), etc. El uso de estas fórmulas tiene tanta importancia que durante la última guerra los países que intervinieron en la misma se vieron en la obligación de crear códigos de emergencia a fin de que los mensajes no fueran captados por el enemigo. Éstos suplieron la falta con observatorios montados sobre aviones que volaban permanentemente sobre el terreno de la contienda.

APLICACIONES E IMPORTANCIA

La Meteorología está íntimamente conectada a la "Ecología o disciplina encargada del estudio bio-ambiental de todas las especies dado que todo organismo está sujeto y depende de las condiciones biológicas del ambiente en el cual vive".

La Meteorología está íntimamente relacionada con la Ecología Humana y son muchos los autores que "han recalcado el valor ambiental en la vida del hombre" ³³. Entre ellos Petterssen, en su obra *El paciente y el tiempo* dice que: "El organismo se adapta al medio meteorológico por los tres principales componentes de sus sistemas autónomos, químico, endócrino y nervioso" y dice además "que lo que resulta aparentemente nuevo para el punto de vista antiguo, es que el organismo se mueve en un ritmo definido de aumento y disminución de óxido (oxidación), de aumento y disminución del grado de acidez sanguínea y humoral, de aumento y disminución del metabolismo, de aumento y disminución de la presión sanguínea, todo claramente relacionado entre sí con el medio meteorológico" ³⁴.

Para Fontseré el hombre, que vive en el seno de la atmósfera, absorbe por sus pulmones y la piel el elemento indispensable para la existencia: el oxígeno. Los mecanismos fundamentales para la vida y la misma naturaleza de la sangre dependen necesariamente del medio. Las combustiones y los procesos químicos en general dependen de la relación del hombre con la atmósfera y es necesario una temperatura constante, para mantener la cual debe regularla por medio de su funcionamiento interno, por un lado, y por el contacto con el ambiente por otro, proceso en el cual intervienen reacciones vasomotrices de los capilares subcutáneos, secreción del sudor y en último término recurre a la protección artificial. En cuanto a elementos meteorológicos digamos, que no son ajenos a estos procesos las radiaciones

³³ GALLARDO, Medardo, Conferencia sobre política meteorológica del Estado..., en el Círculo de Aeronáutica, Buenos Aires, 1946, 4.

³⁴ Ibidem, 6.

solares (duración, intensidad total, directa, horizontal, intensidades parciales de los rayos ultravioletas e infrarrojo) potencial eléctrico y conductibilidad de la atmósfera, principio y fin de los fenómenos tales como lluvias y nevadas, descargas eléctricas, visibilidad del paisaje, extensión de los mantos de nieve, etc. ³⁵.

Conocida es la obra de Huntington *Civilización y clima* y a ella hemos de recurrir, una vez más, en busca de ejemplos que confirmen la estrecha vinculación de la Ecología con la Meteorología. En su introducción a la edición del año 1942 nos dice el autor que "a pesar del cultivo más cuidadoso e inteligente, un árbol de la más fina especie puede no producir buena fruta. Demasiada o escasa lluvia, calor prolongado o nubosidad constante; heladas cuando empieza a florecer o vientos molestos y granizos; todos estos factores pueden resultar desastrosos. El mejor árbol sin agua vale menos que el peor árbol con temperaturas y lluvias propicias. Su salud se ve arruinada y no puede producir fruta.

"El fruto que conocemos con el nombre de civilización, depende también de estas mismas condiciones? A mí me parece que sí". Agrega Huntington que "aparte de la herencia biológica, los factores principales en la determinación de la salud son el clima, el alimento, las enfermedades parasitarias y un estadio de la cultura popular, que corresponde al cultivo en el árbol".

"El clima ocupa el primer puesto, no por que sea el más importante, sino solamente porque es el más fundamental. Es fundamental a causa de su vital influencia en la cantidad y calidad del alimento del hombre y de la mayoría de sus otros recursos" ³⁶.

La vinculación del clima con la fertilidad es innegable, un ejemplo lo constituyen los efectos deprimentes del calor de los trópicos. "Aún en temperaturas templadas la caída en el porcentaje de las concepciones puede llegar al cincuenta por ciento, durante el rigor del verano" ³⁷.

La vida, en sentido biológico y la conservación de la vitalidad, están en íntima relación, como hemos visto, con la Climatología y Meteorología. Así, por ejemplo, para Mills, "el descenso de la vitalidad de los tejidos que tiene lugar en el calor tropical es un elemento de especial importancia en uno de los más graves flagelos de la humanidad: la tuberculosis" ³⁸.

35 FONTSERÉ, Eduardo, *Elementos de Meteorología*, Barcelona, MCMXLIII, 318-19.

36 HUNTINGTON, Ellsworth, *Civilización y clima*, Trad. del inglés por Luis Parriaux, Madrid, 1942, 2-3.

37 MILLS, Clarence A., *El clima hace al hombre*, Versión castellana de Celso Enrique Elizalde, Buenos Aires, [1945], 130.

38 *Ibidem*.

Siempre por vía de ejemplo, a fin de refirmar la importancia de la Meteorología en la vida, la vitalidad y la salud, podemos citar uno de los más terribles males que hoy siembran espanto en la humanidad: la poliomielitis y transcribir las conclusiones a que ha arribado una comisión argentina, para su estudio, compuesta de médicos y meteorólogos:

"1. - Existe la posibilidad de que el ambiente total meteorogeofísico influya ya sea a los sujetos o bien al virus, o a ambos a la vez.

"2. - No es probable que los climas locales, microclimas o climas privados tengan influencia en la eclosión de una epidemia, pero sí, tal vez, en el desarrollo de una epidemia en marcha.

"3. - El único factor o mejor dicho conjunto de factores que se encuentra presente en todas las regiones donde existe la poliomielitis es el dinamismo atmosférico, es decir, pasajes de frentes y cambios de masas de aire; por el contrario donde la enfermedad es escasa (entre los 30° N y S) dichos fenómenos son raros o casi no existen. Pero esto no tiene sino el carácter de una simple enunciación, sin pretender por ahora extraer conclusiones de ello.

"También dentro de los factores que pueden tener influencia ya sea sobre el virus o sobre los sujetos no debe excluirse el estado coloidal del aire, la radiación solar, la fotopericidad, la distribución de ozono, etc." ³⁹.

Así como la vitalidad, la salud y el rendimiento guardan relación con el clima y el tiempo, para Mills "el cuerpo humano es una máquina a combustión interna; quema el alimento en las células y es ayudado en esa operación por el núcleo tetraetil sin golpe (núcleo que se agrega a la nafta de los automóviles para hacer más completa la combustión, sin producir golpes en el motor), en forma de vitaminas del complejo B. Pero no es tan eficiente como uno mismo cree serlo. El hombre ha creado una máquina que puede convertir en rendimiento un mayor porcentaje de la energía del combustible que el cuerpo: la máquina Diesel es capaz de rendir hasta un 37 % de la energía de su combustible, mientras su cuerpo apenas produce del 20 al 25 %. Eso significa que se debe eliminar del cuerpo tres o cuatro veces tanto calor como el que se utiliza en el proceso vital. Y uno debe desprenderse de ese calor sobrante, rápidamente, pues si se amontona en los tejidos produce fiebre y hasta la muerte por exceso de calor, a menos que reciba ayuda. Uno posee un mecanismo intrincado y altamente eficaz para librarse de ese calor superfluo por medio de la piel, durante períodos más o menos breves. Ahora bien: si durante dos semanas o más, su cuerpo encuentra

39 ROSSI BELGRANO, C., KNOCHÉ W., CENDOYE, J. A.; GALMARINI, A. G., *El factor meteorológico-climático en la poliomielitis*, en "Revista Argentina de Higiene Social y Medicina Preventiva", Año I, Nº 5, Buenos Aires, 1943, 1 - 14.

dificultades para desembarazarse del calor, automáticamente reduce su ritmo de combustión interna, lo cual produce una pérdida menor de calor. Es esta manera tan pobre de quemar los alimentos lo que hace su vida menos intensa y que sus niños crezcan más lentamente, cuando se encuentran ante un calor externo muy prolongado.

“Prácticamente, todas las fases de su vitalidad dependen de la energía que se obtiene quemando los alimentos que se come, así que cualquiera reducción en esa manera de quemar imprime a su vida un bajo nivel de intensidad. Eso hace inevitable que se retarde el desarrollo y la existencia sea menos activa en los calores tropicales. Por lo tanto no puede asentarse sobre bases científicas la creencia de una madurez tropical precoz”⁴⁰.

La comprensión cabal del problema ha despertado interés por la Meteorología en las instituciones privadas y oficiales, en el deseo de vincular los agentes meteorológicos y climatológicos a la solución de los problemas médicos. Ya en las facultades de medicina se dictan cursos que incluyen el estudio de la climatología relacionada con la medicina.

Recientemente, el doctor Alexander Symeonidis, del Instituto Nacional del Cáncer, de Estados Unidos, ha creído encontrar cierta vinculación entre el referido mal y los factores geográficos. “Creo, —dijo el citado médico, ante un grupo de patólogos reunidos recientemente en Oxford (Inglaterra)— que si se llegan a establecer esas vinculaciones podrán descubrirse las causas del cáncer humano y, naturalmente, adelantaremos mucho en la tarea de descubrir los medios para impedirlo y curarlo”⁴¹.

A no dudar, que de existir tales vinculaciones, el factor meteorológico, dada su estrechísima relación con la Geografía, ha de jugar un importante papel; más aun cuando a la Geografía no le es posible explicar la inmensa mayoría de sus fenómenos —físicos y humanos— sin los factores tiempo-clima.

Mills, que va quizá demasiado lejos en la influencia del tiempo y el clima en la vida, indica “que una verdadera salud se acompaña necesariamente de una abundancia de energía y que este exceso de energía hace, por lo general, más personales a los jovencitos y dificulta la disciplina que los padres tratan de imponer”⁴². Pero, para este autor, no sólo la personalidad está íntimamente vinculada a los factores en cuestión sino que también la moral tiene que ver con ellos. Así “la influencia de los climas en las restricciones humanas suele dar origen a situaciones sorprendentes. Los de las altas

40 MILLS, Clarence A., *Op. cit.*, 65-66.

41 LOS ANDES, *Se realizan estudios sobre la influencia geográfica en el Cáncer*, Mendoza, 3 - X - 50.

42 MILLS, Clarence A., *Op. cit.*, 69.

presiones del norte, salidos de plenos rigores invernales, que llegan a los calores lánguidos de la Florida austral o de la región del Caribe, muchas veces deben afrontar una brusca caída de sus códigos morales. La laxitud de las relaciones sexuales, tan común entre la población que los rodea, agrega más leña al fuego". La razón, está en el cambio de la vitalidad. "Los peores males de las migraciones mundiales han sido relacionados con esas diferencias climatológicas en las restricciones emocionales" ⁴³.

Con lo dicho bastaría para determinar la importancia de la Meteorología como auxiliar de la medicina y de la vida humana, vegetal y animal; pero seguiremos apoyando lo informado.

Nadie ignora que la vida del hombre depende de multitud de elementos que toma ya del reino vegetal, ya del animal, ya de los minerales, etc., los cuales están en estrecha dependencia con los elementos meteorológicos y como ha sido dicho, la Ecología humana está íntimamente vinculada al clima, aun cuando el hombre tiene posibilidad de transformar el medio, como no la poseen los animales, las plantas, etc., que no tienen dicha posibilidad o la poseen en forma muy restringida. Por esa razón es mayor la importancia de la Meteorología en la Ecología agrícola y zoológica. Para comprender el valor de esta vinculación, basta leer algunos fundamentos del proyecto de *Ley de Creación del Servicio de Meteorología Agrícola* presentado por el Poder Ejecutivo de nuestro país al Congreso de la Nación en el año 1941:

"La distribución geográfica racional de nuestra agricultura, de acuerdo con el régimen climático, constituye un problema de vasta trascendencia. Pero tal distribución no será posible hacerla mientras no se delimiten y caractericen, en su significación verdaderamente agrícola, los climas regionales y locales, los climas de pagos y todas aquellas regiones suficientemente diferenciadas o diferenciables que imprimen fuertemente su sello en la adaptabilidad de las plantas cultivadas, en su desarrollo y rendimiento y en las probabilidades económicas de la explotación" ⁴⁴.

Es digna de destacar, por la claridad de los conceptos y por la importancia de las conclusiones, la nota del Consejo Nacional de Meteorología, Geofísica e Hidrología con que eleva al Ministerio de Agricultura de la Nación el citado proyecto de Ley. Dichas conclusiones son las siguientes:

"... es una verdadera necesidad de orden público, orientar, encauzar y defender las grandes industrias madres del país, con medidas de gobierno fundadas en las características geográficas y, particularmente, en el conoci-

⁴³ *Ibidem*, 73.

⁴⁴ DIRECCION DE METEOROLOGIA, GEOFISICA E HIDROLOGIA, *Plan de Organización del Servicio de Meteorología Agrícola*, Buenos Aires, 1942, 8-9.

miento del régimen climático, caracterizado regional y agrometeorológicamente.

“La explotación ganadera le está también supeditada, no tanto por su acción directa, sino en cuanto influye en el estado de las praderas y de los cultivos forrajeros, debiendo mencionarse también la relación del clima con la aparición y virulencia de las enfermedades y parásitos del ganado”⁴⁵.

En cuanto a Ecología animal, para apoyar algunos de los conceptos ya observados en lo relativo a Ecología vegetal, traeremos un ejemplo bien remoto y que parece ser el más aislado respecto de la atmósfera: la vida de los peces en el mar y la pesca.

En la pesca, según Bandrés, son muchos los elementos meteorológicos que influyen. En primer lugar mencionaremos la “heliofanía o cantidad de radiación solar recibida por la superficie del mar y que depende, en primer lugar, de la latitud, en segundo lugar, de la época del año, y en tercer lugar, del estado del tiempo (nubosidad, vapor de agua contenido en el aire)”⁴⁶.

La energía solar influye de manera primordial en la vida vegetal, regulando la acción clorofílica o fotosintética, permitiendo la formación de principios orgánicos utilizables en la alimentación animal a partir de las sales minerales y los gases disueltos en el agua. Favorece la formación del fitoplankton, dependiendo la cantidad de especies formadas de éste de la cantidad de luz recibida, según fué demostrado por diferentes expediciones oceanográficas, que en los mares cálidos (tropicales) son mucho más abundantes que en los fríos (polares).

Ejerce su influencia sobre la vida animal en forma tal que la carencia de ésta llega a producir cambios fundamentales en la conformación exterior y organización interior de estos seres para adaptarse al medio ambiente, por ejemplo los peces luminiscentes. Regula además la profundidad a que viven, como es el caso de la caballa (*scomber scombrus*) que en días claros y mar sereno se encuentra a menos profundidad y aproximadamente a 20 millas de la costa.

Tampoco son ajenas a estas influencias la presión y los vientos. Las variaciones de la presión atmosférica de las diferentes zonas (de alta y baja presión) originan los centros ciclónicos y anticiclónicos con el consiguiente desplazamiento de las aeromasas.

El efecto del viento sobre las corrientes oceánicas es doble. La fuerza que ejerce sobre la superficie del agua origina vientos bajos y de deriva,

⁴⁵ Ibidem.

⁴⁶ BANDRÉS, Julio C., *Influencia de los factores meteorológicos sobre la producción pesquera*, en “Boletín Informativo de la División Meteorología Marítima”, Año III, Nº 9, Buenos Aires, 1949, 15.

altera la distribución de la densidad, siendo éste uno de los factores que contribuyen a la formación de las corrientes marinas. Las corrientes desempeñan un papel importante en la biología marina, ya que actúan directamente en los desplazamientos del fito y zooplankton, en el transporte de desoves y de alevinos, produce el oxigenamiento de las capas más profundas del agua, diluye y dispersa los productos resultantes del metabolismo y otros elementos indispensables (nitritos, nitratos, fosfatos, calcio, etc.) para la vida vegetal y animal. Además influye en las migraciones. Las temperaturas del aire influyen de manera capital ya que regulan todas las actividades biológicas, es decir, reproducción, desarrollo y movimiento de la comunidad marítima ⁴⁷.

La aplicación de la Meteorología se extiende a la previsión de verdaderas catástrofes en la agricultura mediante la anticipación de pronósticos, tales como los de heladas, fenómeno para el cual se han encontrado ya en el campo de la técnica merced al asesoramiento y a las bases sentadas por la Meteorología, eficacísimos métodos de combate. Lo mismo ocurre con la propagación de plagas de toda naturaleza que afectan la vida vegetal y animal incidiendo, por tanto, en la economía, en perjuicio, finalmente, de la vida humana.

En el orden económico conviene citar algunos ejemplos que certifican plenamente lo expuesto hasta aquí. El ganado Hereford sufre enormemente el calor y una vaca rinde en el trópico las tres cuartas partes de leche que producen otras en las regiones templadas. El efecto enervante del calor es la razón por la cual un cerdo crece la mitad, en el mismo tiempo, en los climas tropicales que en los climas fríos ⁴⁸. En la alta montaña los cerdos se convierten en grandes caminadores en su primer intento de transitar a esas alturas. Tal ocurre con los que son transportados en automotores hasta la frontera argentina-chilena para pasar luego, a pie, hasta muy entrado el territorio de Chile. La causa que los favorece, sin duda, es el frío reinante.

El problema de la carne tiene importancia porque el desarrollo de los animales depende de la naturaleza de los pastos, los cuales en los trópicos no se dan de buena calidad, de allí su tardanza en crecer. Luego como crecen tarde van tarde al mercado y por lo tanto la carne es dura. Su dureza exige una mayor cocción y la mayor cocción destruye sus vitaminas con las consecuencias que es de esperar para quienes la ingieren ⁴⁹.

La industria no escapa a las influencias del tiempo y el clima. Así por ejemplo, en la de la sal se trabaja con cantidades variables de obreros y

47 BANDRÉS, Julio C., *Op. cit.*, 15.

48 MILLS, Clarence A., *Op. cit.*, 32.

49 *Ibidem*, 37-38.

se contraen diversos compromisos de elaboración, pero la molienda depende en gran parte de la menor y mayor cantidad de agua caída y de la intensidad de los chaparrones en lugares donde no se cuenta con otros medios técnicos que suplan la eficiencia de tales meteoros.

Volviendo a las previsiones del tiempo y su relación con la economía diremos que sólo la previsión adecuada puede evitar que las crecientes arrastren el ganado, que los incendios, tan frecuentes en las épocas de sequías y altas temperaturas, se propaguen ayudados por los vientos. Sólo la previsión adecuada nos permitirá el transporte de nuestras maderas jangadas. Sólo la previsión adecuada permite la realización de grandes espectáculos deportivos, en los cuales se insumen millones de pesos anuales y hace posible el desarrollo de grandes empresas deportivas sin pérdidas de vidas, como ocurre en las altas montañas, sin contar con que el rendimiento de cada atleta está íntimamente vinculado al tiempo y el clima.

La ingeniería no pudo ni podrá nunca prescindir de estas disciplinas porque sólo ellas podrán suministrarle los datos necesarios sobre caudales de los ríos, posibilidades de precipitaciones, evaporación en los embalses, etc.

Si el hombre, al construir las viviendas naturales, ha tenido presente la influencia del clima fundamentándose en sus conocimientos directos, especialmente sobre vientos, como ocurre en la región estudiada por el Prof. Zamorano en su trabajo sobre Luján (Mendoza)⁵⁰ en la cual los pobladores han construido sus casas con las galerías orientadas al norte para evitar la acción de los vientos fríos del sud y protegidos sus flancos con murallas para escapar a la acción de las brisas de valle y de montaña dejando abierta sólo la parte que da al norte por ser éste el sector de vientos de menor frecuencia, ¿qué no hará el arquitecto moderno con sus monumentales construcciones apiñadas que han creado el problema de la aereación, iluminación, etc.?

Otra actividad humana íntimamente vinculada a la Meteorología y Climatología es la navegación. De la reseña histórica se desprende el enorme interés que los marinos de todos los tiempos tuvieron por su progreso. Este interés está justificado plenamente porque si bien la vida del marino depende en mucho de su embarcación y de su habilidad para conducirlo, también es cierto que su enemigo más importante es el tiempo, al que desafía cuando la envergadura de su navío lo permite o elude cuando sus posibilidades de éxito en la lucha contra los meteoros peligran. Y no ha de creerse que la solución está entonces en la construcción de navíos muy resistentes; porque

50 ZAMORANO, Mariano, *Población y vivienda natural en el departamento de Luján (Mendoza)*, Comunicación preliminar presentada a la XIV. Semana de la Geografía realizada en Buenos Aires, 1950, inédita.

fin de suministrar informes a su flota aérea y a su marina de guerra ⁵³. Por lo demás, "los planes de fuga de los acorazados alemanes Gneisenau y Scharhorst, que estaban en el fondeadero de Brest y escaparon por el Canal Inglés, a no dudarlo se basaron en los informes enviados por los aeroplanos y buques de exploración en el Océano Atlántico. Con un período de mal tiempo y niebla mar afuera, se realizó el pasaje del canal en tal forma que prácticamente los ingleses pudieron hacer muy poco cuando los localizaron a través de una abertura de la niebla. Enjambres de aviones germanos de combate estaban apostados, listos para el caso de que la niebla se levantara" ⁵⁴. La predicción precisa fué el factor primordial en la operación.

En el orden de la guerra —y aun fuera de ella— la eficacia de los hombres empeñados en la lucha depende en gran parte del clima, por lo mismo que éste tiene mucha importancia en la dieta, ya que la calidad y la clase de comida ingerida está en relación directa con el clima y el tiempo, y la comida ingerida en relación directa con las vitaminas, y éstas con la energía humana. A través de todo ello, como ya se explicó, las temperaturas del ambiente regulan el ritmo de la vida y la vitalidad de todos los seres vivientes.

A la luz de la historia, dos empresas guerreras similares certifican lo expuesto; hacemos referencia a lo acontecido a los alemanes en su ataque a Rusia en la última guerra mundial y lo acontecido a Napoleón en idéntica empresa. Apenas pisó éste suelo ruso y su ejército se vió envuelto en la primera ola de intenso calor de ese verano fatal, los hombres murieron de insolación por centenares, y se dice que un tercio de su caballería se perdió en los primeros diez días.

"En aquel verano, el calor diezmó más a los soldados de Napoleón que las fuerzas rusas. Debilitados por el largo verano, se produjo finalmente la derrota en el campo de batalla y comenzó su malhadada retirada al Niemen. Fué entonces cuando, transcurrido el mes de noviembre, llegaron los fríos entumecedores de Rusia para completar la destrucción de su Gran Ejército, haciendo de la retirada de sus tropas andrajosas una peregrinación lastimosa, de la que solamente sobrevivió un puñado de hombres. El calor intenso fué quien principió la ruina de su aventura y el frío le dió después los últimos toques" ⁵⁵.

El último aspecto que hemos de considerar —sin que ello implique la pretensión de creer que han sido agotadas todas las relaciones posibles de la Meteorología con los problemas de la vida —es el relativo a la sociedad.

53 MOULIN, Roger, *La Atmósfera Inquieta*, Buenos Aires, [1946], 7.

54 MILLS, Clarence A., *Op. cit.*, 254.

55 MILLS, Clarence A., *Op. cit.*, 41-63, 268-69.

En general, la vida de toda sociedad, depende de cuatro fuentes de influencias: del ambiente físico, de las condiciones biológicas, de las condiciones psicológicas de los individuos o de la propia organización de esos individuos ⁵⁶. A nosotros nos interesan las condiciones del ambiente físico o bases físicas de la sociedad.

Los factores de la naturaleza externa de la sociedad que constituyen las bases físicas de la misma y que influyen en la vida humana, por tanto en la existencia social y, consiguientemente, en el desarrollo histórico (o sea en la civilización y la cultura) son resultados directos o indirectos de distintos factores. Esos factores son: cósmicos, geográficos, climáticos, fauna y flora ⁵⁷. A nosotros nos interesan los factores climáticos y su antecedente inmediato, el tiempo.

Estudiar la influencia del tiempo y el clima en la sociedad separada de las demás condiciones físicas es sin duda antinatural, es violentar el orden natural de las cosas, por cuanto, como se podrá observar a través de lo expuesto, las condiciones físicas están íntimamente conectadas y todas juntas pertenecen a un complejo inseparable, a un enorme engranaje con una totalidad, con una fisonomía propia y distinta de los caracteres particulares de los elementos que lo integran. Por lo tanto, no hemos de separar las condiciones climáticas de las demás condiciones físicas sino que simplemente hemos de prestarle mayor atención que a las condiciones cósmicas, geográficas, etc., más aun cuando las objeciones son comunes a unas y otras.

El tema de las bases físicas de la sociedad es territorio de añejas y enconadas polémicas. Mucho se ha dicho al respecto desde los tiempos más remotos asignando papel preponderante a las temperaturas, precipitaciones, etc. pero para no ir demasiado lejos y citar dos nombres importantes, recordaremos a Montesquieu con su *Espíritu de las Leyes* y a Hipólito Taine con su *Filosofía del Arte* y, para aproximarnos un poco más en el espacio, recordaremos a Domingo Faustino Sarmiento en cuyo *Facundo* resuenan las teorías que se han sometido más dócilmente al factor físico.

Esta tendencia a explicar por una sola causa principal una serie de manifestaciones, o *monismo causal* como se le ha llamado, conocida en la Filosofía de la Historia por *tendencia sociogeográfica*, no se ajusta, precisamente, a nuestra manera de ver las cosas como un gran complejo en el cual el clima (factor geográfico) es sólo una ínfima parte sin que por esto carezca de importancia. Es, precisamente, esta importancia la que queremos mostrar sin pretender asignarle carácter determinante.

56 ORGAZ, Raúl A., *Apuntes de Sociología*.

57 RECASENS SICHES, *Lecciones de Sociología*, Buenos Aires, 1948, 375.

Es necesario reconocer que las condiciones climáticas, como todas las condiciones físicas, influyen más en aquellos hechos humanos relacionados con necesidades perentorias como la alimentación, vestido, abrigo, aseo, transporte, etc., que en las formas humanas superiores tales como la organización de la familia, grandes estructuras sociales, formas políticas, creencias religiosas, ensayos de conocimiento, obras de arte, etc. ⁵⁸ y en general en toda forma superior de cultura donde la influencia climática es escasa, accidental, indirecta y remota. Las condiciones climáticas influyen en la distribución de la población, en la densidad, la salud, la economía, etc. Así, por ejemplo, la densidad de la población depende, entre otras cosas, de la cantidad de alimentos producidos y éstos, como ya se vió, del clima y el tiempo. De la misma manera puede hablarse de la economía. La actividad social depende en gran parte de la suma de energías físicas individuales y éstas están en íntima relación con el clima y el tiempo. La actividad social sigue la línea del menor esfuerzo y tiempo y clima son, sin duda, elementos que facilitan u obstaculizan el esfuerzo humano.

La importancia del tiempo y el clima en la vida social es, entonces, manifiesta y la ponen en evidencia no sólo los ejemplos citados sino también la intensidad de las mismas polémicas al respecto.

Como bien lo ha indicado Recasens Siches, no es posible la economía humana donde no hay un grado de humedad indispensable, pues sin él no se dan las plantas y los animales necesarios en volumen suficiente. Los cambios climáticos bruscos en sentido desfavorable para la salud, la comodidad, la economía y el trabajo, determinan a veces grandes corrientes migratorias. Las oscilaciones del tiempo ejercen sobre la conducta de los hombres efectos tales como la demencia que se presenta más aguda durante las tormentas y declina con la bonanza ⁵⁹.

Muchos más ejemplos podrían citarse para concluir que tiempo y clima son elementos que influyen altamente en la vida social como importante condición de la misma pero entendemos que basta con lo expuesto.

Si lo tratado hasta el momento no fuera suficiente para demostrar la importancia de la Meteorología como ciencia al servicio de la vida humana, rogamos al lector quiera dispensarnos el favor de meditar un instante sobre los siguientes hechos:

¿Es posible que tantos hombres, a través de tanto tiempo, hayan desafiado tantas adversidades, como la muerte entre los hielos polares, el viaje sin fin en globos libres, el descenso a las profundidades del mar, la vida en

58 *Ibidem*, 378.

59 *Ibidem*.

las altas cumbres o en las regiones polares y que todas las naciones del mundo hayan movido, hasta el presente, ejércitos de investigadores e invertido fabulosas sumas de dinero por una disciplina de relativa importancia?

NECESIDAD DE DIFUNDIR LOS CONOCIMIENTOS METEOROLÓGICOS

Para concluir diremos que sólo el desconocimiento cabal de la nueva ciencia ha conducido a su negación, mal que ha alcanzado a círculos tan elevados que se hace necesario difundir los principios más elementales de la joven disciplina, de esa ciencia y ese arte que, como la medicina, diagnostica y pronostica pero que a veces no puede curar, recibiendo por ello innumerables ataques.

A eso tiende este modesto trabajo, a la difusión, a esa difusión que falta y cuyos responsables no es hora de buscar sino de instar a la obra para que un día —el más próximo posible— infinitas actividades se encaminen por el verdadero rumbo y desaparezcan los profetas y detractores que han contribuido a desorientar a quienes más de cerca alcanzan el tiempo y el clima. Es ésta una labor indispensable por cuanto, como bien lo ha dicho Sir Napier Shaw, “la misma existencia de la raza humana depende de su capacidad de ajustar su conducta a las exigencias del clima y del estado del tiempo, cualquier ignorancia evitable de las condiciones meteorológicas, se hace inexcusable”.

Prof. RICARDO G. CAPITANELLI

FLORA CUYANA



Trichocereus candicans (Gill.) Brit. et Rose. - Fam. Cactaceae.

Esta especie es, dentro de tan conspicua familia, de las que más llaman la atención, por sus grandes flores blancas, muy comunes aun en las primeras estribaciones de la formación subandina. Matas orófilas. Flores de perianto con las hojas exteriores sepaloideas, carnosas, generalmente rosadas y las interiores petaloideas, blancas. Androceo y gineceo incluídos, estilo cilíndrico de igual o mayor altura que los estambres, estos últimos en dos series, los de la mitad inferior insertados a distinta altura en el tubo, la superior en las fauces. Frutos globosos con el perianto marchito persistente.

Distribución geográfica: Pampa Central, Córdoba, San Luis, Mendoza, San Juan, La Rioja, Catamarca, Tucumán, Salta, Jujuy, Santiago del Estero y Sur de Buenos Aires Ex Castellanos (Spegazzini).

(Fotografía y texto del Prof. Gerónimo Sosa)

¿QUÉ ES LA GEOGRAFÍA HUMANA?

Por PIERRE DEFFONTAINES *

Permitidme, ante todo, que me detenga algunos instantes en la expresión misma de Geografía Humana. Ninguna otra ciencia se ha conquistado un adjetivo tan audaz; no hay, incluso, historia humana, aunque exista, por otra parte, una historia natural.

El objeto que persigue esta rama de la ciencia geográfica la hace merecedora de este privilegio. Busca lo que el hombre ha añadido al paisaje de la Tierra, estudia al hombre como fabricante de paisajes, como transformador de la fisonomía terrestre.

Jean Brunhes solía decir: La Geografía Humana se resume en una sustracción. Suponed por un lado el globo antes de la aparición del hombre; por el otro, el globo actual con todo su *maquillaje* humano, con todo lo que lleva de arreglos, de esfuerzos humanos; la diferencia entre estos dos mundos será considerable, y precisamente esta diferencia, esta sustracción constituye el dominio de la Geografía Humana.

La marca del hombre sobre el suelo se ha extendido más o menos a todos los elementos: muy pocos paisajes han permanecido naturales y protegidos de la toma de posesión del hombre. No hay ya casi selvas verdaderamente vírgenes, donde el hombre no haya paseado el arma terrible, propiamente humana, del fuego, donde no haya pasado en busca de la cosecha de frutos o la caza de animales. Del mismo modo, los desiertos han sido sembrados con puntos de agua, ha introducido allí árboles y animales como el camello y la palmera datilera, tan maravillosamente adaptados que los creemos naturales: son, sin embargo, de introducción humana. El mismo elemento líquido, para el cual el hombre no estaba preparado, ha sido conquistado por él al punto de convertirse en la principal zona de transporte, hasta que el elemento gaseoso sea, a su vez, dominado para la circulación. Pronto el suelo continental se encontrará libre de la mayor parte de la servidumbre del transporte, el cual será así trasladado al elemento líquido o gaseoso.

* Conferencia pronunciada por el autor en San Pablo, durante su última estada en Brasil. Traducción del francés por el Prof. Mariano Zamorano.

El paisaje es principalmente una obra humana, es el resultado de los esfuerzos de aquellos a quienes se llama campesinos, que son, por excelencia, los hombres de un paisaje, y que han dado a cada región, progresivamente, un nombre de país que, en realidad, no es sino un nombre de paisaje.

La Geografía Humana es, pues, esencialmente el estudio de la prueba del hombre sobre la Tierra, ciencia de las manifestaciones visuales y tangibles sembradas por la caravana humana, que prosigue su desfile inintermitido desde hace tantos siglos sobre la superficie del globo. Se comprende por qué ella se ha atrevido a atribuirse ese grandioso calificativo de humana.

Ha podido parecer a algunos que el hombre estaba singularmente sometido a la naturaleza, que su obra era sobre todo una obra de adaptación, y ésta es toda la cuestión del determinismo geográfico. La Geografía estaría únicamente encargada, se dice, de testimoniar esta ligazón del hombre y de la naturaleza. Sin embargo, hay que reconocer que lo que asombra en la obra geográfica de los hombres y en su repartición, no son tanto las sumisiones, las adaptaciones a una naturaleza hostil, como las oposiciones, casi los contrasentidos y, a veces, incluso las paradojas. Las densidades del poblamiento no se explican solamente por los grados de fertilidad del suelo, o las ventajas del clima, o del sitio. ¡Cuántas ciudades están mal emplazadas, cuántos puertos son artificiales, cuántas formas de casas no se explican directamente por el medio! La Geografía Humana, si así puede decirse, está llena del escándalo del hombre y es esto mismo, sin duda, lo que distingue la geografía de la especie humana de la de otras especies animales, geografía de las abejas, castores u hormigas, que tienen sus ciudades, sus casas, sus caminos; pero que, no teniendo el pensamiento, están estrechamente sometidas a la naturaleza.

Con el hombre ha llegado a la Tierra el pensamiento y, como lo ha escrito Pierre Termier, el suceso más grande en la historia física de la Tierra, no es tal plegamiento de montaña, por más grande que sea, tal invasión marina, sino la llegada al globo de una esfera nueva, distinta de la pirofera, la hidrosfera, la atmósfera o la litosfera, y que podría llamarse la esfera pensante.

Cómo no estar asombrado, ante todo, de la ubicuidad del hombre: no hay especie animal tan universalmente expandida. El hombre ha ocupado casi completamente su jaula terrestre; no hay sino una gran masa continental que aún se le escapa: el continente antártico.

El primer capítulo de la Geografía Humana estudia la masa de los hombres y su repartición, lo que podría llamarse el efectivo humano. El grupo humano alcanza a sobrepasar, desde hace algunos años solamente, la cifra de dos mil millones. ¿Dónde están esos dos mil millones de hombres?

Extraña repartición: alrededor de mil millones habitan en el Asia del sudeste, Japón, China, Indochina, India; más de quinientos millones se concentran en la Europa del norte y del oeste. De esta manera, las tres cuartas partes de los hombres viven sobre menos de un octavo de las tierras. Problema de su repartición, problema también de su crecimiento. La humanidad ciertamente no sobrepasaba los mil millones en 1800. El siglo XIX se ha señalado por un formidable crecimiento humano y es quizás ésta su principal característica en la historia de los siglos.

Este efectivo humano se marca visualmente en la superficie de la Tierra, menos por el hormiguelo de los hombres que por los hechos de habitat. Es la casa la que revela al hombre; su primera señal sobre el suelo es una habitación. Uno de los más importantes capítulos de la Geografía Humana es precisamente el que trata de la habitación. La obra de la casa sobre el globo es una de las más conmovedoras para descubrir; asombra la maravillosa fertilidad de la ingeniosidad humana ante el problema del alojamiento. Ninguna colección más espléndida que la que recogiera simplemente los tipos de habitación. Los hombres no solamente se han ocupado en alojarse ellos mismos, sino que han construído edificios para sus muertos e incluso, a veces, las casas de los muertos son mucho más importantes que las de los vivos. ¡Cuántas civilizaciones no nos son conocidas sino por el habitat funerario, por sus ciudades de muertos!

Los hombres han construído además otras casas, más magníficas todavía, para un personaje extraterrenal: la divinidad. Casi todas las civilizaciones tienen su templo y el esfuerzo constructivo más grande de los hombres ha sido hecho para una potencia que no es de este mundo. ¡Cuántas aglomeraciones se agrupan así alrededor de un edificio sagrado que sirve de núcleo!

La habitación debe ser estudiada con relación a su emplazamiento y a su repartición, y se abordarán así las formas de poblamiento, el poblamiento rural en primer lugar; lo que hemos llamado, con Jean Brunhes, el plan-tío fundamental del poblamiento. Ora pueblos alargados, alineados a lo largo del camino o del río; ora pueblos nucleares, organizados alrededor de una plaza central, como en ciertos países eslavos; o simplemente encaramados en lo alto de una acrópolis montañosa, con calles vertiginosas y tan estrechas que las casas a veces las cubren, como se encuentra frecuentemente en la zona mediterránea; o bien todavía, pueblos en damero, testigos de una colonización reglamentada, como en Brasil. Pero, por otro lado, encontramos un inmenso dominio variado de los poblamientos dispersados: casas totalmente aisladas en medio de su dominio, de una sola pieza como las *fazendas*; o pequeñas aldeas minúsculas nacidas a menudo de un tronco familiar y que dirigen un conjunto de campos en vías de parcelamiento. A menudo,

el tipo de poblamiento rural está íntimamente ligado a las divisiones del campo y no se puede comprender el pueblo sin asociarlo directamente a sus campos, a su catastro. En general, cuanto más dispersada es la casa, más agrupado es el campo y cuanto más agrupada es la casa, más dispersado es el campo; pero tal regla no se presenta sin múltiples excepciones. A menudo el poblamiento de un país no se ha efectuado de una sola vez y por un solo sistema, se ha cumplido por etapas; un poblamiento primario que haya marcado una primera ocupación del país, todavía floja; más tarde, entre las mallas de estos primeros habitantes se han fijado otros colonos y se tiene así para cada país, es decir unidad de paisaje, una fórmula de poblamiento más o menos compleja.

El tipo de poblamiento más agrupado es el de las ciudades, en las cuales la densidad de los hombres alcanza a veces cifras asombrosas e inquietantes: más de la mitad de la población de un inmenso país como Australia está contenida en cuatro ciudades. Pero previamente, ¿qué es una ciudad? Es muy difícil dar una definición de ella; no puede ser una simple cuestión de cifras, demasiado arbitraria. A nuestro modo de ver, hay ciudad toda vez que la mayoría de los habitantes emplea la mayoría de su tiempo en el interior de la aglomeración; de ahí la intensidad de la circulación, la organización de la calle con su acera, el alumbrado nocturno, los tranvías y el subterráneo; de ahí también la multiplicidad de edificios, porque no solamente hay casas de familia sino también negocios.

Los hombres no se han limitado sobre el globo a poblarlo, a llenar la tierra de casas y de aglomeraciones, ocupaciones improductivas, estáticas. También han explotado los elementos, luchado contra ellos para sacar partido, y aquí comienza otra geografía esencialmente dinámica, que testimonia la gran batalla de la humanidad contra la naturaleza hostil, la más noble de las guerras, la que relata el sometimiento progresivo de los diversos elementos. Se enseñan quizá demasiado exclusivamente las luchas que los hombres han llevado los unos contra los otros, luchas fratricidas llenas de egoísmo y de ambición. La historia más bella es la del largo combate que la caravana humana lleva contra el medio físico, en la cual las generaciones aportan cada una su ayuda, combate lleno de fraternidades anónimas, de acercamientos o de sometimientos desconocidos.

Cada elemento tiene derecho a su capítulo y se verá sucesivamente:

- Los hombres y el clima
- Los hombres y el mar
- Los hombres y los ríos
- Los hombres y las montañas
- Los hombres y las selvas.

El avance humano no es en todas partes idéntico en este gran frente de combate de la naturaleza: hay puntas, hay golfos. Uno de los elementos que la humanidad ha sometido y dominado mejor es el mundo vegetal y, sobre todo, la selva. Ella ha cedido su suelo para el cultivo de las plantas elegidas por los hombres y agrupadas en esos extraños cuadrados que se llaman campos, y la primera agricultura ha sido casi en todas partes una agricultura silvestre; ella ha proporcionado con sus frutos un maná alimenticio que han utilizado tantas civilizaciones recolectoras. El árbol ha dado también la potencia extraordinaria del fuego: el único combustible durante siglos ha sido la leña. La selva, que ha proporcionado al hombre la energía del fuego y permitido la lucha contra el frío, le ha facilitado también la toma de posesión de otro elemento: el agua. La madera poseía esa maravillosa cualidad de ser sólida y, sin embargo, más liviana que el agua. Debemos a la selva a la vez la conquista del agua y la del fuego, los dos enemigos. Le debemos también tantas construcciones, casas, coches, tantas industrias, papel, textiles artificiales, y pronto, quizás, un carburante. Sin la selva, la tierra sería casi inhabitable para los hombres. La victoria humana ha sido casi demasiado grande. El hombre ha reducido el tapiz forestal en tales proporciones que hoy la mayoría de los países deben ocuparse en reforestar.

Por el contrario, los esfuerzos del hombre para dominar los elementos del clima han quedado aún casi nulos. No hemos dominado ninguna de las potencias de la temperatura; nuestros cultivos sufren las variaciones del frío o del calor sin que sepamos defenderlos. El hombre tampoco utiliza directamente las calorías del sol, fuente, sin embargo, de toda energía sobre el globo. Como en los tiempos prehistóricos, sabemos solamente calentarnos al sol. Acabamos, sin embargo, de realizar un gran progreso en la lucha contra la oscuridad, ese gran terror de los hombres: la multiplicación de los medios de luz es uno de los hechos recientes más importantes en la lucha de los hombres contra los elementos. Singularmente en Brasil, la luz ha sido prodigada, las calles poseen alumbrado antes de tener casas, y uno de los calificativos más honrosos para una ciudad es ser declarada *bem iluminada*.

Sólo ahora comenzamos la conquista del aire; la navegación aérea marca cada año nuevas etapas. Sería falso, por otra parte, atribuir sus progresos solamente a cuestiones técnicas de motor o de construcción; quizás el avance más importante consiste en nuestro mejor conocimiento de los fenómenos atmosféricos. Levantamos ahora diariamente vastas cartas del aire, que permiten dictar las leyes meteorológicas y prever. En América del Sur, muy pronto un entendimiento entre los servicios meteorológicos de diferentes estados, permitirá levantar la carta del cielo de todo el continente y es el

servicio meteorológico de Río de Janeiro el que ha sido elegido como centro del cielo americano para recibir las noticias y agrupar las informaciones.

El hombre y el mar. ¡Historia muy antigua! Primeramente el hombre estuvo en lucha con el litoral, esa zona inestable que ha buscado convertir en fija a pesar de la potencia de los elementos. Los holandeses son maestros consumados en esta lucha contra las aguas. Aquí mismo, la *baixada fluminense* ha sido el teatro de una lucha obstinada entre el hombre y las aguas, con alternativas de avance y retroceso. El mar no era un enemigo; se convirtió rápidamente en amigo. Contenía inagotables recursos alimenticios librados al primer ocupante y que constituyen un inmenso y precioso alimento para las gentes humildes no propietarias. Ofrecía, además, una vasta superficie plana, liberada de obstáculos, que une más que separa a los países: bastaba solamente con poder flotar. La madera sirvió de aliada al hombre. Una vez descubierta la embarcación, fué necesario orientarse, difícil problema de longitudes y latitudes. En nuestros días, el mar está a punto de darnos nuevas fuerzas, sea por la utilización de las mareas en estaciones maremotrices, sea por la utilización de las diferencias de temperatura de las aguas (procedimientos de Georges Claude).

Los hombres habían hecho su aprendizaje del elemento líquido a lo largo de los ríos. A menudo se ha dicho que los ríos han sido los primeros caminos y los valles las primitivas zonas de poblamiento. Sin embargo, en la mayoría de los casos, sólo después de un largo proceso y un difícil aprendizaje ha conquistado el hombre los ríos. Por otra parte, cada uno, con su régimen muy particular, ha reclamado un tratamiento especial: aquí un dique de protección contra las inundaciones, en otro lado simples fijaciones del lecho, a menudo también aceptación de la inundación con sus riesgos y sus beneficios. Tantos ríos, tantas tácticas del hombre, algunas, por otra parte, poco legítimas. Sucede a veces, en efecto, que los hombres sobrepasan los límites de su poder o se engañan sobre sus posibilidades; otras veces, por el contrario, han comenzado apenas un dominio fácil que los libraría de graves peligros.

La tercera gran división de la Geografía Humana comprende el estudio de los géneros de vida. En todos los países en que se han expandido, en medio de todas las batallas que han emprendido, los hombres llevan vidas muy diferentes. Difieren sobre todo por su régimen de trabajo. La principal diferenciación entre los hombres reside en su organización del trabajo. La vida reposa sobre el trabajo. Lo que hace vivir a las masas humanas es menos la densidad de las riquezas que la densidad del trabajo. De ahí la importancia de la búsqueda, en cada país, de horizontes de trabajo. Establecer la serie de las ocupaciones del año, lo que podría llamarse "los

trabajos y los días", es una búsqueda primordial para el geógrafo. Las gentes humildes, sobre todo, que hacen el número, están aferradas al trabajo; la desocupación o las crisis, las afectan y las desarraigan.

La Geografía Humana tendrá una atención y una particular simpatía por estas gentes humildes, que forman la densidad de los países, que sufren las fluctuaciones, y cuyos cambios, a menudo bruscos, determinan la mayoría de los nuevos ciclos económicos. Sobre ellos pesan esencialmente las consecuencias de la superpoblación, de los paros, de las emigraciones de masas, definitivas o temporarias. Son ellos los que practican esa especie de desenvolvimiento especial que trae el descubrimiento de una infinidad de pequeños oficios de complemento, buhonería o artesanado, que han sido el origen de muchas de las grandes industrias. 1

Será también necesario dedicar una parte muy importante al régimen de alimentación: horario y, sobre todo, cantidad. Se ha dicho que la mayoría de los hombres están *subalimentados*; se conciben las consecuencias económicas de un régimen semejante. El lugar que la alimentación ocupa en el trabajo de los hombres es singularmente variable; para muchos pueblos está allí el mayor esfuerzo, casi único a veces. Esta alimentación raramente es regular; en muchas regiones cambia según las estaciones, si bien en nuestros días los progresos de la industria de las conservas, la extensión de las zonas de frutas tempraneras o la utilización de las estaciones opuestas de los dos hemisferios, permiten una uniformidad cada vez mayor del ciclo alimenticio anual.

Por la geografía de la alimentación se penetra ya en la geografía de la explotación, que se separa a menudo en una rama especial denominada Geografía Económica. Ella comprende una geografía de los productos alimenticios, una geografía de las materias textiles, una geografía de los metales. Comprende, sobre todo, una geografía de la energía que el hombre ha dominado para facilitar su explotación de la Tierra. Al principio, él no tuvo a su disposición más que sus propias fuerzas musculares, y todo el sentido del progreso material consistió en descargar al hombre de su labor física. Para aliviar su trabajo, se sirvió, alternadamente o al mismo tiempo, de los elementos más diversos: músculos de los animales domésticos, para el transporte, la tracción o aun como motor. ¿No se veían hace poco tiempo todavía los malacates movidos por distintos animales? El viento fué utilizado también por las velas de los barcos y por los molinos de viento de innumerables usos. Estos últimos pronto fueron sustituidos por los molinos de agua, que utilizaban la fuerza de las aguas corrientes. La madera, sobre todo, ha sido durante siglos el gran combustible que hizo marchar las primeras fábricas, a tal punto que la industria de los siglos XVII y XVIII se fija a

menudo en las zonas forestales, de la misma manera que nuestra industria actual busca la vecindad de las minas de hulla. Las selvas estaban a punto de sucumbir bajo el peso de la gran industria naciente, en el momento en que, por una feliz coincidencia, la hulla sustituyó a la madera en las fraguas. El siglo XIX fué marcado por el reinado omnipotente de la energía hullera.

Pero he aquí que en nuestros días la servidumbre de la energía, después de haber pasado de las selvas de la superficie a las selvas enterradas de las minas, se desplaza de nuevo hacia los campos inestables y a menudo efímeros de los aceites y petróleos minerales. La maravillosa transformación en fuerza eléctrica, tan fácilmente transportable, de las caídas de agua, marca una nueva etapa en esta geografía de la energía y estamos muy cerca de otros manantiales de fuerzas: utilización de las calorías marinas y quizás un día avasallamiento de las energías atómicas.

La Geografía Humana testimonia la grandeza de la obra humana; tantos esfuerzos y trabajos de los hombres están inscriptos en los paisajes. Se desprende de esta visión geográfica del globo una emoción profunda; pero también un orgullo del hombre. Nuestra Tierra está ya singularmente humanizada.

Sin embargo, en otro sentido, la Geografía Humana constata también que los hombres han dominado poco todavía a ciertos elementos. Entre las riquezas vegetales naturales, que sobrepasan el millón, la agricultura no emplea aún sino algunos cientos de plantas. En muchos aspectos, la humanidad parece todavía en principio de ocupación, su trabajo es apenas más visible que el de una tribu de hormigas. ¿Qué es un túnel comparado con una montaña?

┌ Así, la Geografía enseña en cierto modo una moral. Traduce a la vez la grandeza y la pequeñez del hombre, y reúne el dilema de Pascal. Enseña además una moral de responsabilidad. Cada generación ha inscripto sobre la Tierra su obra geográfica, obra de ordenamiento, de progreso. El hombre es, en cierto modo, responsable de la Tierra: no debe degradarla. Cada uno de nosotros trabaja para que esta Tierra sea menos áspera, más humana. Por eso, en definitiva, la Geografía Humana enseña una moral de fraternidad, y en ello reside su grandeza. ┘

COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS

Desde su aparición, el Boletín de Estudios Geográficos ha dado cuenta en esta Sección, de libros, artículos, folletos y publicaciones de carácter científico, referentes al Continente Antártico.

De esta manera ha tratado de dar cumplimiento al propósito de informar a sus lectores, lo más ampliamente posible, de cuanto en el país y en el extranjero daba a luz la literatura geográfica relativa a aquel trozo del mundo.

En el presente volumen, ha de continuar comentando exclusivamente trabajos sobre el mismo tema, en el deseo de cumplir con el doble imperativo de satisfacer la curiosidad indudable que hoy despierta el conocimiento de esa zona, y de aportar, dentro de sus modestos medios, algo que contribuya a esclarecer los innegables derechos de la República Argentina sobre el sector que le corresponde en esas regiones.

LA DIRECCIÓN

GRANDES LÍNEAS DE LA GEOGRAFÍA DE LA ANTÁRTIDA - Por Romualdo Ardissonne - Revista Geográfica Americana, XII (Buenos Aires, 1939), 237-256.

A partir de la página 237, en su número de octubre de 1939, la Revista Geográfica Americana ha publicado la interesante colaboración de que nos ocupamos.

Entre la abundante bibliografía con que contamos sobre este tema, merece destacarse por su gran valor el artículo de referencia.

En efecto, el Prof. Ardissonne encara algunos de los problemas que plantean las tierras antárticas a la Geografía Humana "a través de una visión documentada y sintética". Suma el trabajo siete subtítulos, que enfocan otros tantos aspectos, llevándonos el primero de ellos a comprender el "interés por el polo". El autor comienza refiriéndose a la Exposición Polar Internacional y al Congreso de Exploradores Árticos, organizados por el gobierno de Noruega, y hace notar el hecho de que empieza a figurar en primer plano el "problema de la jurisdicción política sobre las zonas antárticas", haciéndose presentes los derechos argentinos con un justo llamado a nuestro pueblo para que "se apasione por este problema de geografía política

cuya solución no deberá serle indiferente". Es muy criteriosa la observación que señala la necesidad de conocer geográficamente una región cuando se ejercen derechos de soberanía sobre ella, para evitar así dificultades ulteriores.

Ya en el segundo tema, comienza a hacernos conocer las características del sur para ayudarnos a resolver el problema político. Las marcadas diferencias existentes entre los dos casquetes polares son bien establecidas, determinándose la extensión de tierras a base de las latitudes y distancias kilométricas y deduciéndose de ello problemas inherentes a la Geografía Humana.

Más adelante, el autor hace referencia a los viajes de Cook, Amundsen, Scott y Byrd, nombres que son un símbolo en la esforzada historia del polo, y al mismo tiempo transcribe trozos de sus diarios de viaje.

Encara luego el problema que denomina "Extensión de la Antártida" y, junto con él, lo referente a la población, llegando a la conclusión de que la zona polar antártica queda excluida del *ecúmene*, como lógica consecuencia de las diversas condiciones geográficas, que cita más adelante.

El asunto siguiente se refiere a climatología, deduciendo de las características climáticas de la zona, aspectos que comprenden glaciación y existencia de riquezas minerales. Aquí se plantea un problema de orden económico, previendo la explotación minera.

Más adelante se encara otro punto interesante: la vida en la Antártida. Allí hace rápida referencia a lo que denomina "extrema pobreza del mundo vegetal"; por oposición, inmediatamente enfoca el interés hacia la caza marina y se refiere, en especial, a la persecución de cetáceos, a las factorías y a los adelantos que se van implantando para esta explotación.

El tema final nos lleva a un aspecto que aún atrae nuestra atención: la geografía política. A esta altura, el autor ya nos ha hecho conocer el suelo y nos coloca frente a un problema de los más complejos: ¿a quién pertenece la Antártida? Se establecen las posibilidades de los distintos países, ya sea a base de la continuidad territorial, a la menor distancia, a la antigüedad de las exploraciones, etc., y considera a cada uno de los que aspiran a ejercer jurisdicción, así como los derechos que alegan.

El trabajo es complementado con un interesante material cartográfico en el que constan los límites del *ecúmene*, los límites extremos de los témpanos, las distancias existentes entre las puntas australes de las principales tierras y el círculo polar antártico, las zonas sobre las cuales se manifestó el propósito de ejercer jurisdicción y un planisferio que demuestra la posición de los estados interesados en la geografía política de la Antártida.

Además, fotografías tomadas por las distintas expediciones que visitaron las tierras australes, nos muestran paisajes de inusitada belleza.

Para finalizar su artículo, el Prof. Ardissonne bien dice que "todavía no se conoce todo; todavía no se dijo la última palabra en estos tres órdenes de actividad"; y nosotros agregamos que, a pesar del tiempo transcurrido y de los adelantos hechos desde 1939, aún queda mucho por conocer; y toca a la Argentina un puesto importante a la cabeza de los países que, con justo derecho, ejercen soberanía en el territorio antártico.

ADA SERRIS DE CANOSA

LA ANTÁRTIDA - Por Santos Alazraqui - *Revista Geográfica Americana*, XXVII (Buenos Aires, 1947), 71-86.

He aquí unas páginas valiosas, por cuanto en ellas se refirman, en documentada y sencilla exposición, los derechos de nuestro país sobre las tierras antárticas. El trabajo va acompañado de reproducciones fotográficas de paisajes, y el mapa de la República Argentina con su sector antártico, en pequeña escala, editado por el Instituto Geográfico Militar en 1947.

Comienza por referir el autor que ocurre con la Antártida algo notable, porque al terminar la época de exploración, que culmina con Amundsen, pareció que el interés por esas zonas se había aplacado. Agrega que, sólo con posterioridad a esta última guerra, distintos países, entre ellos Argentina y Chile, han podido dedicar su atención a los problemas que apasionan con respecto al más nuevo de los continentes.

Pero si bien es cierto que la existencia del continente antártico es de comprobación reciente, no podemos decir lo mismo de las hipótesis sobre su ubicación, y para ello trae el autor a consideración las apreciaciones de Eratóstenes, Hiparco, Ptolomeo, etc., hasta llegar al primer viaje, realizado en 1599 por una nave capitaneada por Mahu, que alcanzó el paralelo 64 de latitud S.

Todas las expediciones posteriores las divide en dos grandes etapas. En la primera, que comprende el siglo XVII, tuvieron lugar viajes de índole puramente comercial. A continuación Santos Alazraqui enumera, en forma rápida, histórica y cronológicamente, las distintas exploraciones y anota los nombres y naves de las naciones descubridoras hasta llegar a fines del siglo XIX, cuando comienza la segunda gran etapa desde que se instalan los primeros campamentos de invierno. Dentro de este segundo gran período, destácase la expedición sueca del Dr. Otto Nordenskjold, quien pierde su nave "Antarctic" y los sobrevivientes son salvados por la corbeta argentina "Uruguay", comandada por el capitán Irizar.

Casi contemporáneamente se han realizado otras expediciones; y señala cómo las guerras han ido interrumpiendo la obra de los investigadores en estas tierras australes. Hace resaltar la influencia de la más reciente, que paralizó las actividades, hasta que a fines de 1947, nuevas misiones se preparan, entre ellas algunas a cargo de nuestra República.

Al tratar de las características físicas, no aporta nada nuevo a lo conocido tan perfectamente por los argentinos; luego observa que estas regiones tienen clima continental y constituyen un anticiclón permanente. Se detiene poco en el estudio de la flora antártica y al enumerar los animales destaca el hecho de que se encuentran en las zonas costeras y en el mar.

El rigor térmico de este medio ha imposibilitado la adaptación del hombre en forma permanente; pero aclara muy bien que "ha sido ya definitivamente superada la concepción según la cual el límite austral de la *ecúmene* se halla alrededor de los 40° de latitud" (82).

En el capítulo recursos naturales y futuro económico, afirma la presencia de capas carboníferas y la continuidad geológica del continente americano, aunque momentáneamente el primordial interés de las tierras

antárticas, es el ofrecido por la caza de ballenas y otros animales marinos, que tienden a desaparecer.

Al finalizar su obra, enumera las distintas declaraciones de soberanía sobre los territorios antárticos, siguiendo un orden cronológico, hasta llegar a Chile y Argentina.

Al referirse a estas últimas naciones, dice que "han planteado con firmeza sus derechos sobre el cuadrante americano o de Weddell, siendo justo reconocer que sus argumentaciones se basan en antecedentes jurídicos, históricos y geográficos sin duda superiores a los de las demás naciones que se atribuyen derechos sobre el mismo sector" (86).

Cita luego la fundación, por parte de nuestro país, del gran observatorio meteorológico y geofísico en la isla fueguina de Año Nuevo, las facilidades que se proporcionaron al Dr. Charcot y el convenio con Bruce sobre la transferencia de las instalaciones de las islas Orcadas del Sur. Trata la creación de la única oficina postal antártica que ya entrará en su octavo año de funcionamiento regular. Actos así, mantienen y afianzan cada vez más la ocupación argentina en el lejano retazo del patrio solar.

Termina su trabajo alabando el excelente mapa editado por el Instituto Geográfico Militar y señala que el incentivo principal que guía a las naciones en sus presuntos derechos, es la existencia de considerables riquezas minerales hasta hoy inexplotables; pero desea sinceramente, como todo buen argentino, "que las expediciones que se están realizando en estos momentos contribuyan a solucionar por las vías del derecho estos problemas políticos, delimitando con justicia las respectivas áreas soberanas" (86).

ANNA TINELLI

LA EPOPEYA DEL CAPITÁN SCOTT - Por *Robert F. Scott*. - Traducción del inglés por Juan Carlos Foix, Buenos Aires, Ediciones del Tridente, 1945.

Una modesta edición sirve en este caso de vehículo difusor a una de las hazañas más extraordinarias y conmovedoras de la humanidad: la expedición del capitán Scott a la Antártida, que culminó con el arribo de éste al polo sur el 17 de enero de 1912 y en cuyo trágico regreso encontraron la muerte todos los integrantes de la misma.

La obra consiste, simplemente, en la transcripción del diario de viaje del capitán Scott, precedido de una noticia preliminar donde se indican los preparativos de la empresa, los componentes y una sumaria información de los episodios que antecedieron a la realización del objetivo esencial: la conquista del polo. La breve presentación pone de manifiesto que no fué ésta una expedición de índole deportiva, sino que perseguía también finalidades científicas.

El primer capítulo detalla la marcha a través de la Gran Barrera, iniciada el 1 de noviembre de 1911. En esa fecha se pone en camino la caravana, doce hombres en total, de los cuales sólo cinco, seleccionados

progresivamente por el jefe, alcanzarían la meta ansiada. Día por día relata Scott las vicisitudes del trayecto: la ida, difícil pero llena de esperanzas; el regreso, erizado de dificultades y desaliento.

Tras dos meses y medio de rudo y sacrificado andar, alentados por la ilusión de arribar antes que nadie al polo, les atribula el hallazgo de las huellas de Amundsen. No son los primeros, pero la hazaña ha sido cumplida. En la vuelta, las dificultades se suman para hacer de aquello una lucha desigual contra la inmensidad desolada, el mal tiempo y la adversidad. El diario cobra cada vez mayor fuerza emotiva y su redactor, consciente de que la muerte los aguarda inevitablemente, tiñe las últimas páginas con un mensaje que trasciende ese círculo mortal que los envuelve para llegar, en lenguaje sereno y valeroso, a los suyos, tan lejos e ignorantes de los padecimientos que soportan. El 29 de marzo de 1912, stampa en las últimas líneas: "Ya toda esperanza debe ser abandonada. Esperaremos hasta el fin, pero nos debilitamos gradualmente; la muerte no puede estar lejos".

"Es espantoso; no puedo escribir más". Y concluye: "Por el amor de Dios, ocupaos de nosotros".

Completan el libro, además del diario de viaje, algunas cartas escritas por Robert F. Scott en sus últimos momentos y un mensaje al público en el cual señala las causas del desastre, que atribuye, no a una defectuosa organización, sino a la adversidad, a las circunstancias imprevistas que desbarataron los planes previamente fijados.

Finalmente, sirve de epílogo al texto, una comunicación sobre la búsqueda y hallazgo de los cadáveres de Scott y sus camaradas, realizada por una comisión que encontró su mensaje, sus cartas y su diario, documentos todos impregnados de una cristiana resignación y un valor sereno, que fluye en aquella recomendación postrera: "Enviad este diario a mi viuda".

La medida ejemplarizadora de esta epopeya vaciada en letras de molde, excede a todo cálculo. A través de ella el lector toma contacto con la dimensión superior del hombre, con el valor supremo de su libertad, esa libertad que permite al ser humano disponer de su vida y elevarla por sobre su propio instinto de conservación. No es otra enseñanza la que surge del sentido con que Scott y sus compañeros de la emergencia socorren a Evans, moribundo, desaprovechando con ello un tiempo que quizá resultó indispensable para evitar el destino que les esperaba; o aquella acción de Oates, cuando marcha solo hacia la muerte, y brinda así su vida para que sus compañeros tengan la posibilidad de salvarse, abandonando el lastre que él, impedido físicamente, significaba.

La hazaña de Scott pertenece a la humanidad en sentido lato; es una muestra de la erguida tarea de ser hombre, lo que justifica las palabras con que se cierra el libro: "Que no la cumplieron ni la dieron sólo en honor de su país, sino en honra del hombre".

MARIANO ZAMORANO

LA ARGENTINA Y LAS EXPLORACIONES ANTÁRTICAS - Por Guillermo Hoxmark - *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, XCVII (Buenos Aires, 1924).

Precede a la labor una breve reseña histórica que va del "famoso mapa mundial de A. Ortelius, publicado en Amberes en el año 1595" a la expedición del capitán Wild en el año 1922. Esta reseña tiene por objeto mostrar cómo, a través de sucesivas expediciones, se ha ido reduciendo el sector antártico a sus justos límites. Evidentemente no ha sido la historia la preocupación del autor sino que ha primado en él un interés práctico por servir a la ciencia en general y a la Argentina en particular; pero, como en su corazón no latían fibras auténticamente argentinas, tomó con indiferencia nuestros problemas nacionales y no dejó cabalmente sentados nuestros verdaderos derechos antárticos.

Cabe destacar, repito, el espíritu científico que animó el trabajo, y el acierto de dirigir la atención sobre las influencias solares (manchas, radiaciones, etc.), acción del tiempo, importancia de las observaciones magnéticas y la probable aplicación práctica de esos conocimientos al develamiento antártico.

Llama la atención sobre las numerosas expediciones llevadas a cabo por distintas naciones, y anota, finalmente, que la República Argentina se ha "limitado" a sostener los observatorios meteorológicos de Sud Georgia y Orcadas. Nosotros disentimos con la expresión por cuanto, estimando altamente las expediciones que surcaron los mares del Sur, entendemos que los mejores resultados han de lograrse no por ocupaciones transitorias o empresas veraniegas, sino por la ocupación sistemática, estable, duradera, como la realizada por nuestro país, conducta que le confiere el título de primera entre las naciones del mundo acuciadas por afanes científicos y, más aun, que ha asentado sus derechos antárticos en una virtual ocupación a costa del sacrificio de sus hijos.

La numerosa bibliografía citada confiere cierta jerarquía al trabajo, pero no responde exactamente al interés científico inmediato a la Antártida.

Esta breve monografía de treinta y siete páginas ha sido ilustrada con seis mapas, cinco gráficos y cinco cuadros estadísticos, pero éstos, por imperio de las circunstancias, resultan insuficientes y han sido tan férreamente exprimidos que los gráficos se prestan a dudas y las conclusiones son demasiadas para tan pocos antecedentes.

RICARDO G. CAPITANELLI

LA REPARTICIÓN DE LAS TIERRAS ANTÁRTICAS - Por Guillermo Hoxmark - *La Nación*, 4 de julio de 1937.

Se trata de un breve trabajo en el cual el autor vierte conceptos ya expuestos en un estudio anterior ¹.

¹ HOXMARK, G., *La Argentina y las exploraciones antárticas*, en "*Anales de la Sociedad Científica Argentina*", XCVIII (Buenos Aires, 1924).

Hoxmark, que conoció gran parte del sector cuyos derechos el país trata de reivindicar, se queja porque "la Argentina se ha mantenido indiferente en lo que se refiere a las exploraciones de las regiones polares, con las desventajas consiguientes". Llama la atención esta queja, por cuanto el mismo ha sido miembro de las avanzadas científicas que hace tantos años mantiene nuestro país en las regiones antárticas. Más aun cuando por la índole de sus tareas meteorológicas no podía ignorar el sacrificio que los argentinos realizaban en bases permanentes como las de las islas Órcadas del Sur y aquella en que él residiera, Georgia del Sur.

Como todos los trabajos de esta índole pasa revista a la historia de las expediciones antárticas, que realiza en apretada síntesis, sin olvidar las declaraciones que precedieron a la conducta de las distintas naciones que pretenden sentar derechos, y lo hace con tranquila indiferencia respecto de las razones argentinas, las cuales, a través de sus páginas han quedado visiblemente menguadas.

Ha prestado preferente atención a las posibilidades económicas de la Antártida, en la misma forma que ya lo hiciera en otros artículos, y se hace eco, aparte de sus experiencias personales, de las expresiones de Gjertsen, primer oficial del buque polar "Fram", de Amundsen y Nansen, al cual vió en Buenos Aires en 1911, y de Byrd, para afirmar la existencia de cobre y carbón.

Con más imaginación que ciencia, pasa revista a las posibilidades de explotación de esas fuentes de riqueza, para caer, finalmente, en el viejo prejuicio según el cual sólo un determinado tipo de hombre puede llevar a cabo esas empresas, tipo del cual, durante muchos años, se ha excluído al argentino. Hoy los hechos demuestran lo contrario.

RICARDO G. CAPITANELLI