

# BOLETIN DE ESTUDIOS GEOGRAFICOS

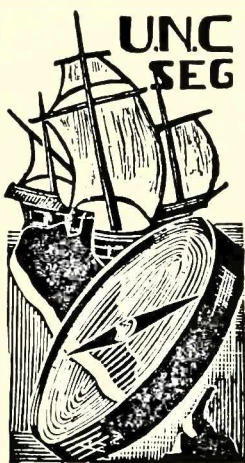
---

VOL. I

Cuarto Trimestre 1948

N.º 1

---



---

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

# FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

---

Delegado Interventor  
Prof. *Toribio M. Lucero*

Secretario  
Dr. *Harold Chaparro*

---

## INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD

Instituto de Historia y Disciplinas Auxiliares  
Instituto de Filosofía 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*

Sección Folklore e Historia Regional de Cuyo  
Jefe: Señor *Juan Draghi Lucero*

Sección Historia Americana  
Jefe: Prof. *Otto H. Burgos*

Sección Historia Argentina  
Jefe: Prof. *Otto H. Burgos*

Sección de Estudios Geográficos  
Prof. *Martín Pérez*

Sección Historia de España  
Jefe: Prof. *Toribio M. Lucero*

**BOLETIN DE ESTUDIOS GEOGRAFICOS**

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

**BOLETIN DE  
ESTUDIOS GEOGRAFICOS**



NUMERO I

CUARTO TRIMESTRE

1948

# A U T O R I D A D E S E I N S T I T U T O S

Rector  
Prof. *I. Fernando Cruz*

---

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
Delegado Interventor: Prof. *Toribio M. Lucero*

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Delegado Interventor: Ing. Agr. *José Abitbol*

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
Delegado Interventor: Dr. *Juan Carlos Sáa*

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
Delegado Interventor: Ing. Agr. *Miguel Angel Hurtado Delgado*

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS  
Y NATURALES  
Delegado Interventor: Dr. *Alberto Tomaghelli*

ACADEMIA DE BELLAS ARTES  
Interventor: Dr. *Carlos Massini Correas*

CONSERVATORIO DE MÚSICA Y ARTE ESCÉNICO  
Director: Prof. *Julio Perceval*

INSTITUTO DEL PROFESORADO SECUNDARIO DE LENGUAS VIVAS  
Prof. *Alfonso Solá González*

---

Secretario General  
Dr. *Carlos M. Puebla*

Prosecretario General  
Prof. *Manuel Abel Domínguez*

# BOLETIN DE ESTUDIOS GEOGRAFICOS

---

VOL. I

Cuarto Trimestre 1948

N.º 1

---

## S U M A R I O

Presentación - Prof. <i>Martín Pérez</i> .....	Pág.	7
Características de los Ríos de Cuyo y sus relaciones - Dr. <i>A. E. Corte</i> .....	„	9
Paleoclima, Estrellas Variables e Historia del Sol - <i>Raúl Argerich</i> .....	„	15
Centros Volcánicos del Domuyo y Payún Matru - <i>Ada S. Serris de Canosa</i> .....	„	19
El régimen del tiempo - Prof. <i>Dora Silva</i> .....	„	23
Veinticinco años de investigaciones glaciológicas nórdico-árticas, bajo la dirección de Hans W. von Ahlmann (Bonn). <i>C. Troll</i> . - (Traducción del alemán de A. E. Corte y R. A. Faltis) .....	„	35

---

Publicado por

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

## PRESENTACION

*La Facultad de Filosofía y Letras de la U. N. C., empeñada en intensificar los estudios geográficos en general y los que se relacionan con la región de Cuyo en especial, ha creado para tales fines, la sección respectiva, dependiente del Instituto de Historia y Disciplinas Auxiliares.*

*La honda inquietud por el cultivo de las humanidades clásicas y modernas puesta de manifiesto a través de las tareas que viene desarrollando la citada Facultad, ha dado ser y razón de ser a la Sección de Estudios Geográficos. Su programa se define en dos propósitos: contribuir al estudio y a la difusión de los problemas de la materia y fomentar la especialización de nuestros estudiantes y graduados del profesorado de Historia y Geografía.*

*Anteponiendo a toda otra mira, nuestro perseverante anhelo de concurrir en la medida de nuestras fuerzas a hacer efectivo los propósitos patrióticos que animan a los hombres que dirigen esta Casa, presentamos el primer número del Boletín. Reflejo de nuestra modesta labor que lleva implícita el objeto de no permanecer en un aislamiento infecundo y el empeño de coordinar nuestra tarea a la de los intelectuales e instituciones del país que desarrollan investigaciones de carácter geográfico.*

*Una serie de publicaciones permitirá dar a conocer trabajos de mayor extensión y en la misma irán traducciones de obras y monografías de imperiosa necesidad como guías de estudio, de investigación y de enseñanza.*

*Motivos especiales nos impidieron insertar en este primer número un Capítulo de Notas y Reseñas Bibliográficas.*

*El pesimismo es el anticipo inevitable de la derrota, a menos de tener un alma muy templada y segura de vencer cualquier adversidad, hasta la más grande de cuantas puedan llegar a nuestro espíritu.*

*Comprendemos todas las dificultades de nuestra senda a recorrer; sin embargo somos optimistas, tenemos confianza en nuestro esfuerzo y de nues-*

*tra energía, atizada por el estudio, va a depender que, el futuro rinda frutos generosos.*

*La Sección de Estudios Geográficos no omitirá esfuerzos ni sacrificios para llenar la más alta misión que le ha sido confiada.*

MARTÍN PÉREZ



## CARACTERÍSTICAS CLIMATICAS DE LOS RÍOS DE CUYO Y SUS RELACIONES

Siempre resulta interesante aplicar el método de las correlaciones en los procesos naturales. Este método ha demostrado ser un gran aliado en la adquisición de conocimientos derivados de aquellos procesos. En este estudio se trata de hacer ver las relaciones climáticas que existen entre los principales ríos de Mendoza y San Juan. Al mismo tiempo se verá la relación que existe entre las condiciones climáticas generales de los ríos cuyanos y las precipitaciones en el centro de Argentina (Córdoba en este caso).

Sabemos que la *zona del Centro y la del N. O. del país* tienen precipitaciones estivales; y la *zona de los lagos, Cordillera Patagónica y Cordillera de San Juan y Mendoza* tienen precipitaciones de carácter invernal.

En el presente caso se procurará de correlacionar las precipitaciones en la cordillera de San Juan y Mendoza, con las precipitaciones en Córdoba y veremos las *conclusiones prácticas* que obtendremos con dichas correlaciones. Ante todo analizaremos el origen de las precipitaciones: según se puede comprobar con la observación directa, las precipitaciones de nieve en la cordillera son debidas a la humedad del Pacífico, provenientes del anticiclón pacífico (3 pág. 227) (6 pág. 7-17-18) y son de régimen invernal; las precipitaciones en Córdoba son debidas a la humedad del Atlántico, proveniente del anticiclón atlántico (6 pág. 7-17 y 19) y ocurren en verano.

Un hecho muy conocido es que las provincias argentinas del centro y norte, son esencialmente agrícolas y practican su riego en secano, de manera que sería de gran utilidad llegar a descubrir una relación climática que permitiera conocer con una cierta anticipación (algunos meses) las grandes precipitaciones o las grandes sequías en aquellas zonas. *A su vez sería de gran importancia práctica si se descubriera una correlación climática que permitiera conocer (con algunos meses de anticipación) la cantidad de agua que aportarán los ríos cuyanos.* De esta manera el labriego estaría ya preparado para afrontar las condiciones climáticas que se le presentarán.

Como primer paso en el estudio de este problema se relacionarán entre

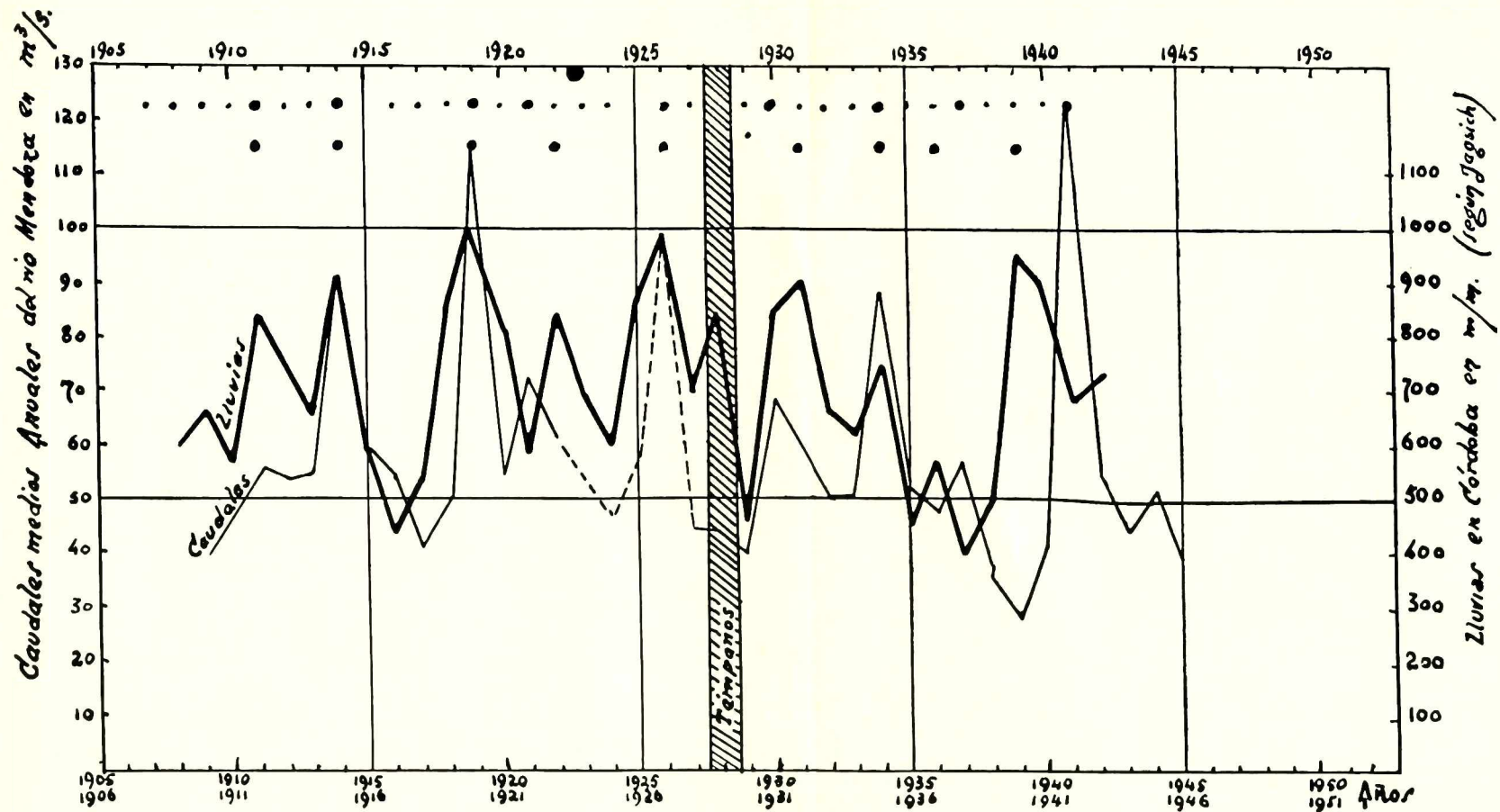
sí los principales ríos de Mendoza con el de San Juan; para ello se han constituido 5 gráficos con los caudales medios anuales de los ríos (ver Gráfico Grande) San Juan, Mendoza, Diamante, Atuel y Colorado. En las ordenadas se han representado los años y en las abscisas los metros cúbicos por segundo. En estas condiciones se deduce que debido a la falta de datos de precipitaciones en la cordillera de los Andes, se han tomado los datos del derretimiento de la nieve y por lo tanto el caudal medio anual de los ríos como un sustituto. Es objetiva y obvia la comprobación de que años de muchas precipitaciones de nieve, son años de aumento en los caudales medios anuales de los ríos. A su vez, años de pocas precipitaciones son años de caudales medios anuales pobres.

Si se observan los 5 gráficos de los ríos que se presentan, de ellos deducimos lo siguiente:

- 1) Todos los ríos se comportan de idéntica manera en las grandes precipitaciones (crecientes) y en las grandes sequías. Idéntico comportamiento se observa en las pequeñas precipitaciones y en las pequeñas sequías (salvo raras excepciones, hay pequeñas discontinuidades). (1)
- 2) En la parte superior del gráfico correspondiente al río San Juan se ha marcado con puntos los años de grandes crecientes o precipitaciones de nieve; de ello sacamos las siguientes conclusiones:
  - a) Las grandes crecientes o precipitaciones de nieve ocurren con *frecuencia cada tres o cuatro años; menos frecuentes cada cinco años y excepcionalmente cada dos años*. Puede observarse la exacta regularidad del río Colorado (Gráfico inferior). (1).
  - b) *Existe predominancia del período de cuatro años*.
  - c) Es muy probable que luego de fuertes precipitaciones o sequías sucedan cada tres o cuatro años, fuertes sequías y precipitaciones respectivamente.
- 3) De todo esto inferimos que los ríos de San Juan y Mendoza

---

(1) Puede observarse que la pequeña época de crecientes del año 1921-1922 de los ríos Mendoza y San Juan no coincide con los ríos del Sud, empezando con el Diamante hasta el Colorado. Esta pequeña variación es la que no hace presentar tan matemático al ciclo de 3 y 4 años en los ríos del Norte (ríos Mendoza y San Juan); considerando que esta pequeña variación es un factor despreciable, se debe inferir que los ciclos grandes son los que desempeñan el principal papel en la correlación y muestran la seguridad (hasta ahora) del ciclo de 3 y 4 años.



Relación entre las lluvias de Córdoba y los caudales medios anuales del río Mendoza

A. E. Corle  
1. 10. 47.

poseen características climáticas semejantes. Este hecho se hace más notorio si pensamos que el río San Juan está separado del Colorado por no menos de 700 km.

En la parte superior de los gráficos se ha representado las lluvias en Córdoba, de acuerdo a Jagsich; igualmente la actividad solar. Como ya lo afirma el mencionado autor, en la actividad solar prevalece el período de 11 años y en las lluvias el período de tres años. No hay paralelismo entre los dos fenómenos (5 pág. 307).

#### RELACIÓN ENTRE LAS CRECIENTES DE LOS RÍOS CUYANOS Y LAS PRECIPITACIONES EN CÓRDOBA

Ahora se pasará a correlacionar las crecientes de los ríos cuyanos con las lluvias de Córdoba. De aquí sacamos (ver los gráficos), las siguientes conclusiones:

I) No hay correspondencia entre las crecientes de los ríos cuyanos y las lluvias en Córdoba con la actividad solar.

II) Las grandes crecientes de los ríos cuyanos *coinciden exactamente con las épocas de lluvias de Córdoba; puede observarse que las 6 (seis) más grandes crecientes de Cuyo coinciden exactamente con las 6 (seis) más grandes épocas de lluvia en Córdoba (salvo la creciente del año 1941 que se ha desplazado en un año y medio con respecto a las precipitaciones del año 1939 de Córdoba)*. Los años coincidentes son: 1914-1919-1930-1934 1941 (desplazado) *y muy posiblemente 1947 ó 1948. (Ver gráfico pequeño)*.

III Este sencillo descubrimiento puede llegar a ser de un gran valor práctico, porque se puede en base a estas correlaciones, considerar la posibilidad de pronosticar con varios meses de anticipación y quizá con varios años, las grandes sequías y las grandes precipitaciones en Mendoza y en Córdoba; solamente correlacionando las grandes precipitaciones pluviales y de nieve en Córdoba y Mendoza respectivamente. O sea que en los años en que se advierte una tendencia de incremento o disminución en las precipitaciones en Córdoba, *podemos informar sobre las posibilidades de incremento o disminución en las precipitaciones en la cordillera 4 (cuatro) meses más tarde*. Y a la inversa, en los años en que se advierte una tendencia de incremento o disminución en las precipitaciones en Mendoza, *podemos considerar la posibilidad de informar sobre el probable incremento o disminución en las pre-*

*precipitaciones en la llanura cordobesa 4 (cuatro) meses más tarde.* Por lo tanto en base a estas observaciones podríamos saber con 4 y 6 meses de anticipación, las condiciones que presentarán las precipitaciones en Mendoza y Córdoba, con los consiguientes beneficios para la agricultura.

Muchas veces la amplitud de las grandes lluvias y sequías de Córdoba es de 2 y 3 años; la amplitud de las grandes sequías de los ríos cuyanos es de 3 y 4 años; en cambio la amplitud de las crecientes es mucho menor. De acuerdo a un estudio comparativo de las precipitaciones de nieve y las crecientes, se puede llegar a determinar con anticipación de 1 ó 2 años las épocas de las grandes precipitaciones en el centro de Argentina. Hasta el momento se puede decir que existe una notable coincidencia entre las precipitaciones invernales en la cordillera y las precipitaciones estivales en el centro de Argentina. Esta coincidencia es más notable si se piensa que la humedad que se deposita en la cordillera proviene del Pacífico; mientras que la humedad que se deposita en el centro de Argentina proviene del Atlántico. Según me comunicó verbalmente el Ing. J. Jagsich el día 12 de abril, los mal llamados anticiclones oscilan siempre con iguales amplitudes; o sea a una mayor actividad del anticiclón Atlántico, corresponde mayor actividad del anticiclón Pacífico. Esta aseveración se ve confirmada por las correlaciones mencionadas anteriormente. Para ver con más detalles la relación entre las precipitaciones en la cordillera y las precipitaciones en el centro de Argentina se ha representado en el gráfico pequeño las lluvias en Córdoba y los caudales medios del río Mendoza.

Consideramos a los caudales como precipitaciones pues éstos dependen directamente de aquéllos. Además los deshielos o el derretimiento de la nieve se produce cuando en el centro de Argentina se inician las precipitaciones pluviales.

Cuando transcurra más tiempo y se acumulen mayores datos estadísticos, podremos saber si en nuestros ríos se dan ciclos climáticos como el de 35 años de E. Richter (4 - Haug (1) pág. 451) y Brückner (7 - Keidel, pág. 74).

Si disponemos de reducidos datos estadísticos, llegamos, muchas veces, a una parcial interpretación de la realidad. Es seguro que la disminución del caudal del río de La Rioja (9 - Rassmus, págs. 17-19), no se debió exclusivamente a las causas aseguradas por el autor, si no que en esa época, como puede verse en los gráficos los años 1914-1915, fueron los de máximas crecientes con notable disminución en 1917-1918: además, se puede apreciar que esas oscilaciones son *típicas para nuestros ríos*. Cuando podamos disponer de más datos podremos informar con más exactitud estas consideraciones.

EL CAUDAL MEDIO ANUAL DE LOS RÍOS Y SU RELACIÓN  
CON LOS GLACIARES

Las variaciones climáticas juegan un papel fundamental en las oscilaciones de los glaciares. La ablación glacial imprime su modalidad a los caudales de los ríos que en dichos glaciares se originan. *Para los ríos de San Juan*, según informes del Ingeniero D. Sardina, *el derretimiento de los glaciares influye en un 10 % en el caudal de los mismos*. Este porcentaje debe aumentar hacia el Sud por la influencia de los grandes glaciares patagónicos y efectivamente, el Dr. Church luego me informó que en el caudal medio del río Santa Cruz, los glaciares aportan con un 30 %.

En estos pasados años, se ha notado una tendencia general de retroceso en los glaciares (2 - Groeber, pág. 164 y observaciones del autor en Tierra del Fuego). Es necesario ver qué función desempeña el retroceso glacial en el caudal medio de los ríos y en la interpretación climática de los ríos entre sí. Es necesario recalcar que los caudales del río Colorado no son influenciados por los ríos que forman el Salado; Keidel (7 - pág. 73) afirma que en tiempos anteriores el río Salado llevaba tanta más agua que este pudo libremente desembocar en el Colorado.

Sería muy importante saber cuál es la *cantidad efectiva* de agua que los glaciares aportan a los ríos en nuestro país, y cuáles son las oscilaciones de los glaciares del sector antártico argentino. El desarrollo de estos temas será objeto de un sistemático estudio de procesos geofísicos (precipitaciones o acumulaciones, ablación: licuación y evaporación), que se irá haciendo conocer oportunamente. Una vez que estas observaciones se hayan hecho durante un tiempo prudencial y en forma metódica, podremos decir que tenemos una base para la comprensión de las manifestaciones geofísicas de los glaciares.

Para la confección de los diferentes gráficos se han tomado datos del libro de Forti (1), de un trabajo de Ward, T. H. Kennedy e Ivanissevich (9), de un trabajo de Jagsich (5) y de informes inéditos que me fueron suministrados gentilmente por el Departamento General de Irrigación de esta provincia.

Dr. A. E. CORTE

Instituto del Riego. Departamento del  
Agua. Universidad Nacional de Cuyo

BIBLIOGRAFIA CITADA EN EL TEXTO

- 1) FORTI, A. - 1944 - Posibilidades de Fuerza Motriz de los Ríos Andinos de la Rep. Argentina entre los Paralelos 31° y 36°; con 242 páginas, fotos, lám., planos y perfiles. - Buenos Aires.
- 2) GROEBER, P. - 1947. - Observaciones Geológicas a lo Largo del Meridiano 70°. Hojas Sosneado y Maipo; en Rev. de la Soc. Geol. Arg. (II) N° 2, Abril, pp. 141-176, 9 figs. y 1 lám. - Buenos Aires.
- 3) HAURWITZ, B. y AUSTIN, J. - 1944 - Climatology; Mc Graw Hill Book Co. Inc., con VII y 430 págs., 38 figs. y XVII láms. - New York and London.
- 4) HAUG, E. - 1911 - Traite de Geologie (I) Les Fenomenes Geologiques; con 600 págs., 195 figs. cartes et 71 planches de reproduction photographiques. - Librairie Armand Colin. - París.
- 5) JAGSICH, J. - 1944. - Influencia Oceánica en Nuestro Tiempo; en Rev. Meteorológica de la Junta Nacional de Meteorología de Montevideo; año III, N° 12, Octubre, pp. 303-386, 79 figs. y láms. - Montevideo.
- 6) JAGSICH, J. - 1946. - La Influencia Oceánica en Nuestro Clima; en Rev. de la Junta Nacional de Met. de Montevideo; Año V y VI, N° 20 y 21, Octubre 1946 y Enero 1947; pp. 1-42, 39 cuadros y figs. - Montevideo.
- 7) KEIDEL, J. - 1944. - Klima, Abfluss und Grundwasser in Argentinien; Jahrbuch; herausgegeben zur Monatszeitschrift "Der Bund", pp. 71-107, 16 figs. y 14 foto. - Buenos Aires.
- 8) RASSMUS, J. - 1918. - Investigación de la Estructura Tectónica de la Cuenca Imbrífera del Río de la Rioja con Motivo de la Disminución del Caudal de dicho río; en Bol. de la D. de Minas, Geol. e Hidrog. de la Nación. Serie B, Geología; pp. 1-20, 2 perf. 1 lám. - Buenos Aires.
- 9) WARD, THOMAS KENNEDY, R. G., IVANISSEVICH, L. y otros. - 1924. - Estudios sobre Irrigación en la Provincia de Mendoza; pub. del Ministerio de Industrias y Obras Públicas. Págs. XI, más 189; planos y perfiles. - Mendoza.

## PALEOCLIMA, ESTRELLAS VARIABLES E HISTORIA DEL SOL

*El Sol y su relación con el clima terrestre.*

El clima terrestre, que según Hann, es "el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto determinado de la superficie terrestre", depende de una serie de factores: distribución de tierras y mares, relieve continental, vegetación, etcétera, que actúan sobre sus elementos principales, a saber: temperatura, presión, vientos, nubosidad y precipitaciones. Pero los vientos se originan debido a los cambios de presión, y sin diferencias de temperatura, no habría cambios béricos. Por otra parte las precipitaciones no se producirían si no existiera nubosidad. Esta se produce a expensas del vapor de agua que contiene la atmósfera por haber actuado una alta temperatura sobre una masa de agua.

En concreto, vemos que el clima depende en grado importante de la temperatura, ya que sin ella no habría presión, vientos, nubosidad y precipitaciones, y que cualquier variante de importancia en la temperatura, haría variar también, de inmediato, los demás elementos, lo que ocasionaría a su vez un cambio fundamental en el clima.

La temperatura de la atmósfera tiene su principal fuente de energía en la radiación solar, pero no es la única, ya que también contribuye el calor interno terrestre y el proveniente de los planetas y estrellas. Estas energías, empero, son tan pequeñas que pueden considerarse despreciables, ya que en conjunto no alcanzan la diez milésima parte de la recibida desde el sol.

Un aumento o disminución en la energía radiante que emite el sol, haría variar intensamente el clima terrestre y por pequeño que aquél sea, de acuerdo a la magnitud de fenómenos que pueden producirse en el sol, los resultados serían desastrosos para nuestro planeta, ya que la humanidad íntegra podría ser prácticamente barrida de la superficie terrestre en contados minutos.



### *El Paleoclima.*

El Paleoclima es un capítulo especializado de la Geología ya que estudia los climas que han existido en la tierra a lo largo de las eras geológicas. Su reciente desarrollo ha puesto de manifiesto que la corteza terrestre, en un mismo lugar, no ha estado sometida siempre al mismo clima, sino, por el contrario, a condiciones climáticas distintas. Estos cambios, según algunos autores, habrían determinado condiciones de vida tan diferentes que allí estaría la explicación de la extinción de muchas especies animales y vegetales, que han llegado a nuestro conocimiento únicamente por los fósiles encontrados. En consecuencia, vemos que el Paleoclima está vinculado estrechamente con la Paleontología.

Cualquier cambio producido en el sol durante el transcurso de las eras geológicas se encontrará grabado en los estratos terrestres, como una inscripción hecha por alguna lejana civilización, que desentrañará muchos misterios una vez descifrada. Y para poder descifrar el Paleoclima es necesario conocer lo más aproximadamente posible la distribución de tierras y mares, relieve continental y vegetación de las distintas edades geológicas, factores éstos que, por supuesto, han variado extraordinariamente a través del tiempo.

### *Nuestro sol, una estrella más.*

Antes de seguir adelante es necesario recordar que nuestro sol es una de los cientos de miles de estrellas que constituyen nuestra galaxia de la Vía Láctea y que aunque ello hiera nuestra idea de la superioridad humana, no solamente —como se ha probado— el sol no ocupa el centro del universo, ni el centro de nuestra galaxia, sino que, dentro de este sistema estelar apenas si es una pequeña estrella de las menos importantes. Por lo tanto, su evolución será semejante a la de cualquier otra estrella y si éstas tienen épocas de su vida en que se contraen alcanzando grandes temperaturas o épocas en que son variables o explosivas, no hay una razón para pensar que nuestro sol no haya pasado o deba pasar por esas fases.

De acuerdo a los estudios realizados en estos últimos años, se ha llegado al convencimiento —aunque no en forma definitiva— de que el sol pasó, ya hace muchísimo tiempo por la etapa de estrella explosiva, para tranquilidad del género humano, y esto lo decimos con suficiente fundamento.

Se podría imaginar lo que sucedería si a nuestro sol se le ocurriera imitar a la estrella de Tycho (1572) que en pocos días aumentó cien mi-

lones de veces su brillo (por lo menos 20 magnitudes), pasando de estrella invisible a simple vista a superar el brillo de Venus (el más brillante de los planetas) hasta hacerse visible en pleno día.

*El sol, estrella variable de ínfima variación.*

Parece ser que las estrellas después del período de explosivas pasan al de variables y que con el correr del tiempo disminuyen la intensidad de las variaciones.

Nuestro sol habría pasado ya por la fase de explosiva y variable, de variaciones intensas, siendo aún en nuestros días una variable de intensidad ínfima, ya que sus variaciones serían apenas medibles. Pero algunas de las variaciones de mayor intensidad tendrán que encontrarse lógicamente registradas en los estratos terrestres por las modificaciones que habrán producido en el clima de hace millones de años.

El estudio del Paleoclima determinará la veracidad de esta época de la vida del sol con toda exactitud y aún más, quizá pueda desentrañar muchos misterios, como es el del origen de la orogénesis y sus relaciones extraterrenas o cósmicas. Por otra parte, mediante el estudio de referencia, se podrán comprobar las hipótesis existentes sobre las evoluciones estelares.

*Dificultades.*

Existen múltiples dificultades para el estudio del Paleoclima. En efecto, la base de estudios geológicos radica en la exactitud de levantamientos topográficos y perfiles estratigráficos obtenidos mediante profundas perforaciones de estudio que son costosas y llevan mucho tiempo. Por otra parte, es necesario imaginar, lo más aproximadamente posible, las condiciones naturales del ambiente preexistente. La falta de coordinación entre los investigadores por los intereses materiales de las naciones del mundo, tan relacionadas con los subsuelos, dificultan el libre intercambio de informaciones. Es decir, que han de pasar muchos años antes de que se tenga un concepto exacto del Paleoclima para poder decir la última palabra respecto a nuestro sol, pero el camino a la investigación está abierto; sólo es cuestión de tiempo.

RAÚL F. ARGERICH

## CENTROS VOLCANICOS DEL DOMUYO Y PAYUN MATRU

El Domuyo está asentado en el ala oriental del anticlinal de la cordillera del Viento; este anticlinal tiene en su núcleo porfiritas del triásico superior, en las cuales descansan estratos del liásico bajo la forma de esquistos con amonites del triásico superior y del jurásico medio más bajo; siguen enseguida el yeso principal; (faltando los sedimentos restantes del jurásico intermedio sobre el yeso principal de 200 m. de espesor) 400 ó 500 m. de areniscas rojas y luego las pizarras calcáreas y arcillosas gris azuladas del jurásico más alto y cretáceo inferior (tetoniano-enconiano).

Todos estos distintos estratos han sido movidos y plegados o por lo menos inclinados y luego erosionados, asentándose sobre ellos una serie eruptiva terciaria, llamándosele serie andesítica y cuya edad es aproximadamente oligocena.

Todo este conjunto fué afectado por la intrusión de dacita del macizo del Domuyo; el macizo intrusivo tiene más de 6 Km. de extensión N - S, y unos 4 Km. E - O, constituyendo la cumbre central y N. del cerro.

En torno de él fueron levantados los estratos y envuelven la masa intrusiva en capas o mantos.

La intrusión corresponde a un antiguo volcán del cual no ha quedado más que la chimenea, todo el resto del conjunto volcánico y el techo de sedimentación desapareció, siendo eliminada por la erosión.

Solamente se conserva bastante distante al E un remanente efusivo de esta roca dacítica constituida por uno o varios escoriales entre los arroyos Cotapura y Alhuécó.

Este conjunto de escoriales está erosionado y rebajado, de modo que no se conoce ninguna forma primitiva de sus contornos.

Hacia la cabecera del río Charileo corona el conjunto de mantos una altura considerable, habiendo sido recortado el fondo de los valles confluentes del Charileo más de 700 m. debajo del plano de su posición primitiva de dacita efusiva. Este hecho indica que el conjunto de escoriales

se expandió por sobre el nivel de un relieve de posición más baja que la actual y un ascenso posterior importante que ocasionó la profundización de los valles.

El foco ígneo que había dado lugar a las erupciones no se agotó con ellas y en tiempos posteriores se tiene al lado del antiguo escorial de dacita, una de liparita que compone las alturas de Botacura; la roca es liparita vítrea con esferolites.

Dado que también esta masa de lava se encuentra ahora a varios cientos de metros arriba del fondo de los valles y está circundado por morenas, se supone que su edad es del plioceno superior.

En el cuaternario siguió la erosión y esta vez al S. del Domuyo se establece un gran centro eruptivo al S. del arroyo de los Tachos y la cabecera del Curileo, tratándose nuevamente de liparita erosiva y afectada por la glaciación, pero menos destruída que la del Botacura y posiblemente de edad cuaternaria e interglacial.

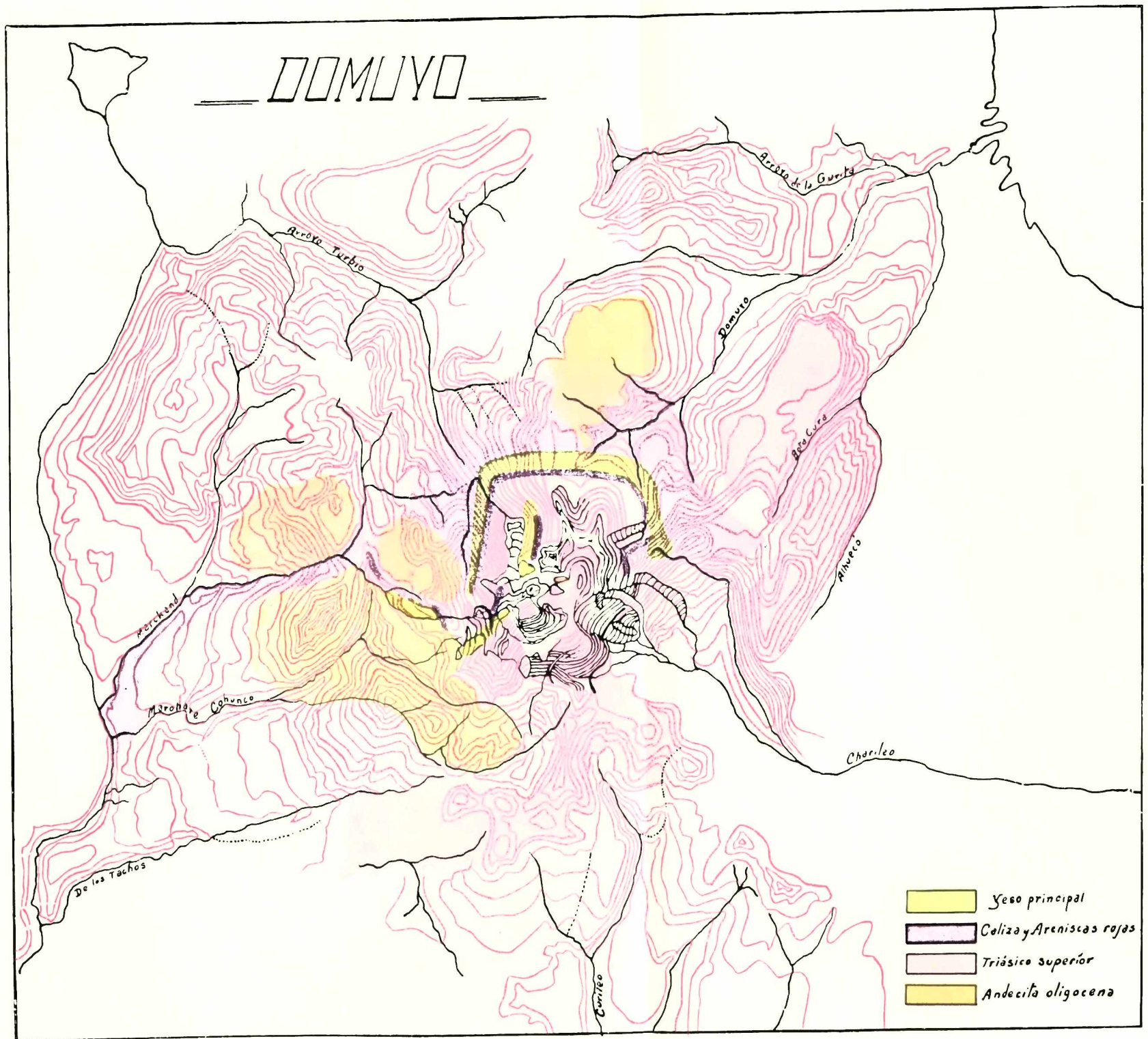
La última manifestación cabe todavía dentro de la época glaciaria, época final de la glaciación o época inmediatamente posterior a ella; las erupciones son levemente liparíticas y forman un domo de extensión agregada al S. y O. del cerro Domuyo y acompañada por una producción considerable de cenizas que se expanden sobre la meseta entre los arroyos Marchare, Cohuncó y de los Tachos. De este centro dependen las numerosas fumarolas del S. O. del Domuyo como último resto o como fenómeno póstumo de este volcán apagado en tiempo poco remoto.

El Payún es un cono volcánico relativamente bien conservado pero profundamente surcado y herdido en su lado N. E. por una quebrada que alcanza hacia arriba el antiguo cráter. Este es fuertemente destruido y tiene en su lado expuesto al E. vestigios de glaciación cuaternaria.

El cono procede del pleistoceno y es interglacial, estando en su lado occidental asentado a 2.000 m. de altura en su sustratum. Este está formado por una serie de mantos de basaltos del mioceno superior o plioceno inferior, se trata del llamado basalto I.

En el E. el manto de cenizas del Payén envuelve el antiguo borde de la meseta formado por el basalto I y alcanza hacia abajo hasta 1.700 m., llegando casi a los 3.700 m. en la cumbre. El radio de la base del cono es de unos 9 Km. y admitiendo una altura primitiva mayor en 200 m. el volumen del volcán habrá sido de unos 38 Km<sup>3</sup>. A este volumen se agrega a más el de los escoriales que parten del cono; no ha sido posible averiguar la totalidad de su volumen porque al N., O. y E. el pie del cono está envuelto en tobas de andesitas más recientes, procedentes del Payún Matru.

Los escoriales situados al S. y S.O. cubren un área de 35 Km<sup>2</sup>.



alcanzando al pie del cono un espesor de 350 m. y en su terminación 50 m., siendo su espesor medio de 175 m.; su volumen es de unos 6 Km<sup>3</sup>.

La boca del Payén es un basalto, a veces olivínico, rico en magnetita; en tres lados del cono es recubierto por tobas del Payún Matru que envuelven el pie hasta 150 m. hacia arriba.

Por sobre estas tobas se encuentra en el lado occidental un manto, es escorial de basalto olivínico que parte del pie del cono y es más joven que las tobas; ese basalto es el V y pertenece a un período de erosión posterior a la glaciación.

En el mismo punto que sale el escorial de basalto V del cono, se asoma un escorial de traquita que procede de la misma chimena, a igual que el escorial de basalto V. Otro pequeño escorial de traquita se encuentra en el lado N - NE. del cono y está recostado sobre el manto inclinado de ceniza, su punto de salida se sitúa a 3200 m. de altura y corrió hasta los 2.500 m. por sobre el cono.

La traquita tiene referencia andina, encontrándose también oligocasa, poca mica y ahojita, en un largo de 2 1/2 Kms.

El basalto V y la traquita salieron de la misma chimenea y esta última es considerada como producto de diferenciación del magma basáltico.

Mucho más importante aún es el desarrollo del vulcanismo en el Payún Matru si agregamos a este centro volcánico los escoriales de Río Grande y el escorial basáltico al E.

El macizo tiene un largo que pasa los 80 km. y un ancho de 20 km., con escorial y masa suelta que cubre 3.200 Km<sup>2</sup>.; en esta masa que es una manifestación secundaria del verdadero centro, hay a más centros eruptivos volcánicos como el volcán de Chieras y otros que producen masas de lava bastante importante.

La producción ígnea fué exclusivamente basalto en el O. y E., habiendo en el centro una participación de andesitas.

El Payún Matru mismo tuvo primitivamente una altura de unos 4.700 a 4.800 m., a esta altura llega si se reconstruye la combadura de la cúpula lávica destruída posteriormente por una gran explosión con formación de una zona de circunferencia elíptica cuyo radio mayor es de 8 Km. y el menor de 5 Km.

La masa dispersa por la explosión tiene unos 40 Km<sup>3</sup>. de volumen, la cúpula de andesita a su vez tiene 25 Km. de E. a O. y 16 Km. de N. a S., con un volumen de 300 Km<sup>3</sup>.

La gran cúpula del Payún Matru es probablemente cuaternaria y más antigua que el Payén, observándose en el borde de la zona la acción de la glaciación, por lo que se le asigna una edad interglaciaria.

En su composición se asemeja al cerro Nevado, que también es un macizo andesítico cuaternario, intensamente erosivo y afectado en su cumbre por erosión glaciaria.

La explosión producida en la zona ha distribuido el material de erosión principalmente al N. E. y S., colocándose las tobas en el faldeo oriental de la altiplanicie del Payén sobre morenas de la penúltima glaciación, como así mismo sobre los altos del Payén, que a su vez es cuaternaria e interglaciaria. Sobre estas tobas han corrido las lavas del basalto V que constituyen los escoriales del puente del Río Grande y del Escudo al E. del Payún Matru, observándose a más una cantidad de pequeños volcanes sobre el mismo pie occidental del Payún Matru.

Los basaltos V circundan en vasto anillo al centro ígneo del Payún Matru y constituyen al S. O. de la laguna Yancanelo todo un campo volcánico, cubriendo una extensión de 600 a 700 Km. y con un volumen de algo más de 100 Km<sup>3</sup>.

Después de las erupciones del basalto V salieron del Payún Matru traquitas de igual tipo que las del Payén, en una decena de escoriales largos. El espesor de las tobas de explosión es considerable y las masas sueltas representan un 70 % de roca firme; así que corresponden a una masa lávica de 80 a 90 Km<sup>3</sup>., participando en esta cifra la cúpula primitiva del Payún Matru que la explosión destruyó en 40 Km<sup>3</sup>.

El basalto VII en total alcanza a 5 Km<sup>3</sup>. y las obsidias a 7 Km<sup>3</sup>. Las erupciones más antiguas, o sea el basalto III y IV que se extiende al S. E. de Mendoza y Pampa vecina, se calcula en 2500 ó 3000 Km<sup>3</sup>.; en resumen, existe una gran masa y una gran actividad basáltica en el principio del cuaternario. Esta actividad ha ido reduciéndose hasta nuestros días en que ha cesado la manifestación volcánica.

Esa reducción de la actividad se expresa en la disminución de las cantidades de roca eruptivas producidas en cada etapa; estas etapas son: basaltos III y IV, 2500 Km<sup>3</sup>.; andesitas del Payún Matru, 210 Km<sup>3</sup>.; tobas de explosión en volumen propio, 40 Km<sup>3</sup>.; basalto V, 40 Km<sup>3</sup>.; traquita I, 3 1/2 Km<sup>3</sup>.; basalto VI, 8 Km<sup>3</sup>.; traquita II, 11 Km<sup>3</sup>.; basalto VII, 4 1/2 Km<sup>3</sup>. y obsidiana, 7 Km<sup>3</sup>.

ADA S. SERRIS DE CANOSA.

## EL REGIMEN DEL TIEMPO

Como ciencia pura de observación, como conocimiento empírico, la meteorología confunde sus orígenes con los albores de la civilización; pero como disciplina científica y sistemática, es de reciente fundación.

El régimen del tiempo, el deseo instintivo de conocer y comprender sus variadas manifestaciones, las abstractas e inexorables leyes que las rigen y las posibilidades a corto y largo plazo, para satisfacción económica y espiritual de la vida, —he ahí el problema actual y de todos los tiempos. He ahí uno de los arduos y complejos problemas, cuya evolución es lenta y pesada para el ansia de nuestras necesidades y sentimientos.

En el desarrollo histórico de la disciplina “del tiempo” del “tiempo físico” pueden considerarse tres períodos antecedentes al de su desgaje, racionalizado del árbol enciclopedista. Un primer período empírico-descriptivo que se prolonga pesadamente hasta el siglo XVII, largo y estéril período que se trasmite de generación en generación, por tradición oral o en base a proverbios como en el libro de Job y luego degenera en ciencia de la superstición, como en la Geofónica.

Los caldeos y babilónicos se interesan por los fenómenos atmosféricos, pero los contemplan, más con asombro que con razón y solamente con el genio griego, su maravilloso don intuitivo y su fantástico poder de abstracción, aparecen las primeras teorías o intentos de ella.

El pensamiento griego que culmina con el gran sistema de Aristóteles produce el primer tratado: *De meteorológicas*, que resume el estado de la cultura geográfica en el siglo VI a. J. C., y permanece como obra clásica de esta rama del saber, durante 2.000 años.

Pero hagamos notar que la clasificación que aparece y que nos interesa respecto a *climas* y al *estudio del mundo físico*; la realiza supeditada al estudio moral. Le interesa “el cuadro” en que se desarrollan las sociedades humanas y en base a ese “escenario”, es que hace la división de los grupos humanos, desde el punto de vista de sus aptitudes para la civilización.

Es una correlación determinista de la *situación intermedia* de los grie-



gos, entre los pueblos de regiones frías del Norte de Europa y de los pueblos asiáticos, que lo lleva a proclamarlos como vencedores y más capaces, en conservar una mejor forma de organización política.

Un preanuncio lejano del determinismo ratzeliano, desviado después con fines luctuosos por el Instituto Geopolítico de Munich, de Karl Haushofer.

Es que quizá ya intuyeron que el destino del hombre entrañaba en un conocimiento del medio. Y agreguemos, si la estrategia política de nuestros democracias olvidaron que “la geografía gobierna la política de las naciones” (Napoleón); sólo por un conocimiento profundo del medio físico, podremos llegar a un mejor entendimiento espiritual.

La Edad Moderna, a diferencia de la antigua que fué naturalista y de la “Media” que fué espiritualista; sin desechar las tradiciones del medioevo resucita la civilización primitiva y se presenta con un carácter armónico, crítico y omnilateralmente progresivo.

A la época heroica de descubrimientos que va desde 1452 hasta 1750 y que ofrece al mundo la gesta de sus hazañas y aventuras, sucede una era mercantilista, donde el interés o el proselitismo religioso, toman su puesto al entusiasmo por los viajes; pero al interés bastardo del lucro o mezquino de la gloria, se ha de imponer el puro de la ciencia.

En los siglos XVII y XVIII se desarrolla la física como ciencia sistemática y es cuando se establecen los primeros vínculos de relación con la meteorología. Ahora va a crecer rápidamente la ciencia y el período que llega a 1900 es fecundo y de valiosas conquistas. Es imperioso el estudio de observaciones simultáneas y aparecen las primeras cartas sinópticas en Leipzig en 1820 (Brandes) y en Norte América (Redfield).

Pero aún no puede ofrecer la utilidad práctica que reclama urgentemente la vertiginosa transformación de la humanidad. La ocasión que precipita los acontecimientos no se hace esperar y se da en forma de una catástrofe de desoladoras consecuencias. (14 de Noviembre de 1854).

Se hace perentorio prever estos hechos o estudiar a lo menos las posibilidades de pronósticos.

Se aplican los servicios telegráficos a los estudios meteorológicos y es entonces cuando la ciencia ya cabalga por derroteros definidos —al dilatarse su horizonte, se aprecia en todo su valor el complejo problema relativo a las variaciones del tiempo.

Ferrel aplica sus leyes matemáticas a la dirección de los vientos y aparecen las contribuciones valiosas de Helmutz, Mohm, Hertz, Bejold, Aberbeck y Sprung.

El escenario limitado al campo de observaciones y estudios de fenómenos de superficie, va ganando altura. Tisserant de Bort, Hildebrandson,

Rotch echan las bases de la *Aerología* que presupone un cambio fundamental y próximo en las tendencias meteorológicas.

Ahora ya estamos en el período en que la rama apunta, como ciencia independiente. En 1900 surgen mil y un problemas teórico-prácticos en el campo de la Física de la atmósfera, que en principio no es sino la Mecánica de la atmósfera en su dualidad Dinámica y Termodinámica .

Es el pomposo edificio que las creaciones de Bjerknes, Solberg, Exner, Wegener, Simpson, Richardson, Gold, Humphrys; fundamentan sobre la base rígida de las ciencias físico-matemáticas. Una exacta y completa solución del problema del tiempo, convertirá a la Meteorología en una ciencia exacta, pero —según Woolard— el “progreso de una verdadera ciencia debe reposar en el progreso de las matemáticas puras y ninguna ciencia puede llegar a un *relativamente avanzado estado de desarrollo o perfección*, hasta que no descansa sobre una fundación y forma matemática”.

Pero las realidades cognoscibles de la naturaleza no pueden ser integralmente develadas. Tras cada cumbre, hay otra cumbre, es el ansia metafísica, de la meta inalcanzada.

Veamos, pues, las pequeñas grandes posibilidades.

¿Qué importancia tiene el régimen del tiempo para establecer pronósticos estacionales? Conocidas las características de esos regímenes, ¿es factible la predicción del tiempo a cortos y largos plazos? El problema es enriquecido con el acervo diario de miles de observaciones en Europa y Norte América, pero escaso de recursos en toda Sud América, incluso nuestro país, donde una economía dominante de tipo agrario, lo reclama.

El pronóstico a breve plazo es de importancia capital para las actividades aeronáuticas, y en este sentido Estados Unidos ha realizado valiosas conquistas, en un plazo relativamente corto. El sistema de globos radiosondas (actualmente tiene más de 70 estaciones radiosondas), cuya iniciación data de 1936, permite determinar con gran exactitud el tiempo “dentro de las próximas 48 horas”.

Generalmente suele hallarse el instrumental, luego de su descenso en paracaídas, en un radio de 250 km., aunque casos extraordinarios suelen darse, como el globo de Michigan, que fué hallado en Nueva Inglaterra, y el de otro, luego de un recorrido de 1500 km.

Desde 1938 se estableció un programa regular de vuelo de globos de este tipo, con observaciones diarias, entre 6 estaciones de la Dirección de Meteorología de Estados Unidos y actualmente son muchísimas las seriadas en tal cadena; por ej.: las de Nebraska, North Platte y Nueva México.

Los pronósticos a largos plazos son de interés primario para países de actividades agropecuarias como el nuestro, Australia, India Oriental.

En Francia se llevaron observaciones sobre pluviosidad durante dos siglos, comprobándose cierta sincronidad o periodicidad, en el desenvolvimiento de las curvas gráficas de esos valores. Travert aconseja, por lo menos, 400 años de observaciones continuadas.

¿Estamos en condiciones de poseer tales elementos de juicio? No. Y más aún; hay un problema, el problema antártico, de interés vital y trascendente para la Argentina; está en los prolegómenos aun para la humanidad.

El problema de la periodicidad e inestabilidad de los fenómenos meteorológicos, fué vinculado a problemas extraterrestres solares y sus influencias estudiadas por Bigelow, Clayton y Hoxmark. Conocemos un período undecenal de las manchas (Wolf) como promedio de un máximo de 17 y un mínimo de 7 (observaciones 1915-1940). Otro período: el de Brückner, de 35 años; y otro, el de Bigelow, de 3 a 4 años, como concordante con el de las fáculas y protuberancias solares. Otras causas cósmicas que pueden invocar paternidad de esas variaciones climáticas, fueron las variaciones de excentricidad de la eclíptica o bien enormes movimientos vasculares de la Tierra, con respecto a ese mismo plano.

Los geólogos y paleontólogos, basados en hallazgos que presuponen una base firme para poder decir que han variado los climas en la historia de la Tierra, conjeturaron una probable traslación de los polos, de tal manera, que en la era paleozoica el polo norte había estado en el Océano Pacífico y próximo al ecuador actual, y el polo sur, en pleno océano Indico. Pero si esto, climatológicamente nos confirma y da razón en esas variaciones, astronómicamente crea una arquitectura harto endeble para sostener.

Y que los climas han cambiado, en la historia geológica de nuestro planeta fehacientes pruebas hay. Es el caso clásico de Francia, con su clima tropical y glacial o recíprocamente; es el caso del carbón de las islas Svalard (Spitzberg); es el caso de las areniscas rojas con dinosaurios de nuestra región Patagónica.

Encontramos aquí un potente complejo sedimentario (800 - 900 m. de espesor) cuyo aspecto y carácter litológico recuerdan los de origen continental, como las areniscas rojas del norte de Escocia o los "red beds" de Norte América, o los propios gondwanides de nuestro ambiente. Tienen restos de araucarias( cuyos frutos, los piñones, fueron bien descritos por Windhausen y Gothan, en un boletín de la Academia de Ciencias de Córdoba) y, además, en la parte inferior de las areniscas, intercalaciones de filicias, laureáceas y palmeras; restos que forman "bosques muertos", más-

tiles fantasmagóricos de embarcaciones petrificadas (al decir de Ameghino); alternando con los restos del extinguido grupo de mamíferos (dinosaurios) que dan su nombre a la formación. Todos vestigios de las condiciones de climas imperantes (húmedo y cálido), aun para cuanto más no sea, una parte de la formación.

La teoría de la deriva de los continentes, de Wegener, audaz y sugestiva concepción, lanza un desafío al estatismo continental e imagina un deslizamiento de los bloques continentales, desde los polos al ecuador con deriva hacia el oeste, sobre el substratum elástico de un sima plástico, a la manera de gigantes icebergs flotando en líquida llanura.

Si desde el punto de vista climático es brillante hipótesis, no nos lo confirma desde otros puntos de vista, por ej.: el orogénico.

Debemos, pues, buscar una concordancia o relación causal entre los cambios climáticos y los factores cósmicos, en esta época "quinaria"? (el descubrimiento de la energía atómica bien puede marcar un jalón en la historia geocronológica de nuestro planeta).

Las ondas de esos acontecimientos, se reproducen en escala de mucho menor magnitud, en los fenómenos terrestres. Nordman aconsejó ahondar en nuestra propia atmósfera.

Las variaciones de nebulosidad, en conexión con las variaciones de los receptáculos oceánicos, con procesos químicos-biológicos y radioactivos, el coeficiente de transparencia del aire, el porcentaje de gas carbónico y los períodos glaciares, todas son causas muy dignas de considerarse para explicar dichas variaciones.

Un cambio interesante por lo cercano, fué el producido el año 26, en la costa chileno-peruana. Un caso más de la mutabilidad de los elementos meteorológicos que la naturaleza ha querido brindarnos. Es el de la Corriente del Niño o Navidad, que recorre las costas de Panamá y Colombia hasta el Perú, pero cuyo desplazamiento hacia latitudes más bajas, en ese año, se tradujo en un período de lluvias anormales, en ese cuadro árido que es el desierto de Atacama.

Fué un año de lluvias, de "alegres chubascos" y tentados estamos de repetir con Horacio: "las flores engalanaron los verdes prados de las alturas". ¿Cuál fué la causa capaz de producir un aumento de temperatura en esa parte de la corriente del Niño y cuyo efecto señalamos?

Schlubat y Beede señalaron un nivelamiento en la topografía submarina del Canal de Panamá.

Otra hipótesis: la actividad volcánica operada al finalizar el año 25. El velo fino de cenizas actuando a manera de pantalla que impide la radiación del calor y aumentando el número de núcleos de condensación (teoría

de Aitken) aumenta la pluviosidad. Hasta tanto se restaure el equilibrio de las fuerzas actuantes, desaparecido el polvo en suspensión, se prolongará el período de lluvias.

Pero hurgando en la maraña quizá demos en la llave reguladora: en el sol.

Examinemos en nuestro país la literatura científica del clima: Davis, Clayton, Hessling.

Además artículos dispersos en boletines y memorias, aportes valiosos a la contribución del conocimiento de fenómenos geofísicos y atmosféricos.

Don Juan Jagsich, en artículos jugosos de divulgación, comentarios, trabajos eruditos y réplicas documentadas (un ej.: el del Boletín de Aeronáutica, N° 6, año I), es uno de los conocedores más profundos de nuestro problema.

#### *Areas de alta y baja presión*

Analicemos la distribución de estos centros. En ellos está la raíz del dinamismo atmosférico. ¿Cuál es la dirección y velocidad de traslado de los vientos; cuáles las fuentes de discontinuidad térmica y sus deformaciones que permitan explicarnos ( y por qué no también anticipar?) el traslado del tiempo?

Tres son las áreas anticiclónicas permanentes, verdaderos centros de acción móviles "para nuestro país". Los anticiclones del Atlántico y del Pacífico, cuyos centros coinciden con latitudes aproximadas de los 30° y el anticiclón Antártico, artesana algo estática? de aires que tienden a volcarse. Su conocimiento es de suma importancia para determinar el clima de toda la parte sur del país. Los anticiclones permanentes del Atlántico y Pacífico sur ejercen su acción en la zona del país, delimitada aproximadamente por el paralelo 42°.

El valle del Río Negro es una verdadera divisoria climática.

Las masas de aire provenientes del anticiclón Atlántico, llegan como alisios desviados a través de los países que nos limitan al N. y N. E. y son portadores de humedad que se traducen en lluvias, cuyo monto decrece a medida que se internan y con dirección dominante N. E. - S.W. Los vientos del anticiclón del Pacífico meridional no son otros que los contralisios, que en última instancia aparecen con dirección W - E., son los buenos vientos del oeste, que depositan toda su carga húmeda en la barrera litoral, que forma la gran mole andina. Ahí se resumen las conocidas lluvias orográficas reflejadas en el tapiz vegetal y en las formas del relieve, marcando notables contrastes con el erial de nuestra meseta Patagónica.

Las masas aéreas frías y húmedas, provenientes de esta alta área barométrica, encuentran preferentemente paso a través de la Cordillera, entre los 35° y 45° sur y al producirse la invasión, se inicia un "cambio o traslado del tiempo", pues las masas de aire cálido tropical van a ser barridas por "un efecto de pampero".

Don Martín de Moussy, geógrafo al servicio de la Confederación dice en su conocida obra "Description Geographique et Statistique" aparecida en el París del 60, refiriéndose al pampero: "que es el viento del S - W. contrario al del N. y le sigue generalmente. Es el viento que viene del fondo de las pampas y la atraviesa con violencia, pareciendo nacer en las cimas heladas de los Andes, al sur del paralelo 42° y deja sentir su influencia hasta los trópicos pasando por Río de Janeiro".

Esta definición es acertada y podemos generalizarla para toda masa aérea que pasa por la cordillera y que por la rotación terrestre origina un "pampero". Gualterio Davis en su Climatología Argentina (1910) ya lo señala.

Ahora bien: si se combina un área depresionaria en Uruguay, con otra anticiclónica Pacífica, quizá sea ello de la mayor intensidad o violencia, pero no es factor imprescindible para su formación.

Lo importante es la fuerza de derrame o sea la capacidad para escurrirse sobre la superficie terrestre e introducirse bajo el aire liviano.

El vienés Schmidt señala la introducción del aire frío bajo el cálido, no ya a manera de una simple cuña, sino a través de una punta, que denomina "la cabeza" y que es donde reside su máximo de fuerza. Comparándolo con el "frente frío" o "boreal" del esqueleto ciclónico de Bjerknes.

El aire caliente al ser elevado se sobrecalienta ya que decrece su capacidad de absorción y llegado al "nivel de condensación" precipita en lluvias.

Los cirrus que preceden un pampero con anticipación de 10 hs. (o 400 km., suponiendo 40 km. por hora), no originan lluvias y se forman por la onda de presión al acercarse el anticiclón, en el límite de la tropósfera.

Los cúmulos nimbus se hacen y deshacen en el frente frío del pampero, se producen chubascos violentos y luego el tiempo cambia.

Al prolongarse el acopio de aire frío, hay un descenso brusco de temperatura, elevación de la onda de presión y sigue seco y frío.

Hessling considera siete trayectorias típicas, para las masas aéreas frías, en nuestro país, y con rumbo dominante hacia el N. E.

En cuanto a la periodicidad de los derrames fríos del Pacífico, fué establecida por el célebre Defant y sus causas estudiadas en colaboración con Exner.

Siendo de suma importancia estos avances fríos para explicar el régi-

men del tiempo en la Argentina, no debemos descuidar la gran artesa polar antártica con su llamativa familia de ciclones migratorios del frontis polar. Sus periodicidades fueron estudiadas por Barkow y Simpson.

Partamos del concepto de frente de discontinuidad térmica de la escuela noruega y consideremos el conjunto de las mismas para llegar a la noción del frente polar. De un modo muy, pero muy general, podríamos hacerlo concordar con el paralelo de 40° y con la isoterma media anual de 10°. Localmente esta zona de discontinuidad está representada por los frentes fríos y calientes. El frente polar tiene sinuosidades y no se sostiene en forma ideal; el rozamiento de las masas cálidas tropicales y las masas frías polares originan ondulaciones o senos, donde se engolfa el aire cálido, en tanto el aire frío tiende a rodearlo hasta que se produce la oclusión o muerte del ciclón. Así se forman la serie de ciclones migratorios enlazados en familias de cinco y seis y cuya traslación se produce a lo largo del frente.

Sobreviene luego la ruptura del mismo y un escobazo u ola polar, se derrama rápidamente hacia latitudes menores, hasta mezclarse con las masas de aire cálido tropical.

*Palpamos actualmente* las consecuencias inmediatas de estas dorsales o escobazos que nos manda el frente polar. (referencia al invierno 1948).

Entre las causas que podrían explicar su ruptura, la existencia de ondas de gran amplitud, vinculadas a la elasticidad del aire y con ciclos periódicos, sería muy verosímil.

Veamos ahora la distribución de depresiones barométricas e interpretemos las trayectorias de los ciclones.

Jagsich apunta esta diferencia: “verdaderos ciclones semejantes a los ciclones tropicales de Australia o del este de Africa no se conocen aquí”. “La extensión, forma y posición de nuestro país, lo impiden. En cambio, Norte América está muy castigada por ellos. No obstante nuestro país es un verdadero creador de ciclones térmicos o áreas de baja presión” —y agrega— “así lo demostró Defant”.

¿Cuál es la zona donde podemos localizar dicha área? El N. W. Argentino, entre la sierra de Córdoba y la Cordillera Andina, suelos arenosos, calcinados por fuertes insolaciones en verano “cumple maravillosamente las condiciones requeridas” y según el mismo Jagsich, seis de las siete trayectorias seguidas por los ciclones y señaladas también por Hessling, arrancan de allí. La séptima la hace partir del Gran Chaco.

Se trata de un ciclón continental sin las características de permanencia de los anticiclones oceánicos, ya citados. Es un verdadero centro de atracción de aire, un aspirador de los vientos del N. y del N. E. húmedos y calientes, que originan torbellinos ascendentes, lluvias y finalizan por el aporte

de un anticiclón móvil, ubicado al W. y a los 40° de latitud, que en forma de pampero, va a cambiar nuevamente el "estado del tiempo".

En la embocadura del Río de la Plata, también se producen ciclones, pero son más que térmicos, dinámicos y provocados por el choque de corrientes antagónicas. Fueron estudiadas por Bigelow y Bjerknes y siguen trayectorias a lo largo del paralelo 40°, provocando tiempo variable. En cuanto a las isotermas en forma de V. de acentuada gradiente isobárica, debemos rechazar la relación que se intentó establecer con la intensidad del viento. Por ej. para una gradiente de valor 1, se establecía viento débil y para una gradiente valor 5, se suponía viento fuerte (escala de Beaufort). La experiencia no certifica tal correlación y lo más acertado es suponer una simple relación de parentesco entre dos fenómenos diferentes: por un lado las diferencias de presión y por otro la intensidad del viento. Es cuestión lógica interpretar la influencia de las isobaras en el régimen de los vientos y por ende del clima.

En lo que respecta a la importancia que dichas isobaras pueden tener para predicciones a corto plazo, de interés para las actividades aeronáuticas, eso ya debemos rechazarlo de firme, puesto que son valores de promedio y que aparecen reducidos al nivel del mar. Si aparecieran en la carta del tiempo, reducidos a diferentes alturas, quizá su valor sería más relativo, pero tal trabajo es ímprobo.

Para la mayor seguridad en el desempeño de su función, a un aviador debe facilitársele el conocimiento de los fenómenos atmosféricos, en forma sencilla, comprensible y eficaz a la vez.

Veamos ahora cómo se establecen correlaciones entre los frentes y los regímenes térmicos y de lluvias. Partamos del concepto de frente cálido y frío. Una corriente cálida halla una corriente fría y se eleva sobre ella; la superficie de rozamiento o separación, representaría el frente caliente.

A a la inversa: una corriente fría halla a su paso una cálida y la eleva, actuando como cuña. Ahí tenemos un frente frío. En ambos casos se producen lluvias más o menos pasajeras o generales.

Pero, ¿cuál es el verdadero frente térmico donde se desarrollan depresiones, que originan lluvias en la zona agrícola de nuestro país? Hessling la señala en la "faja de altas presiones de latitudes medias formadas por los anticiclones móviles". De aquí, su capital importancia, en lo que a régimen de tiempo corresponde. Russell opina igual para Australia. Estando esos frentes sujetos a variaciones de latitud es interesante saber en qué medida influyen esas variaciones y trayectorias en el régimen de las lluvias.

Hessling que ilustra gráficamente esas correlaciones, en términos generales establece: una relación directa entre lluvia y latitud. En verano hay



una prevalencia de coeficientes negativos, aunque no muy grandes y esto origina un equilibrio inestable, que se traduce en aguaceros y tormentas eléctricas.

Es, pues, muy, pero muy factible, realizar pronósticos de lluvias hasta con seis meses de anticipación, siempre que se conozca la zona de circulación de los anticiclones y desarrollo de las depresiones secundarias que los acompañan.

Ahora las condiciones de termicidad del aire se hallarán influídas y recíprocamente por las condiciones de pluviosidad. Es bien sabido que un invierno lluvioso no será excesivamente frío, pues la mayor acuosidad atmosférica y coeficiente de nubosidad, actuarán a modo de pantalla, para la irradiación del calor. Lo contrario sucede en noches serenas y veranos lluviosos.

En los pronósticos estacionales de temperatura, hay que considerar un complejo de indicios y detalles, pues el factor térmico está sujeto a múltiples variantes.

Y para terminar, no dejemos de considerar otros factores, pues además de las oscilaciones térmicas y dinámicas podemos afirmar que "toda" nuestra atmósfera se halla en un estado de pulsación continuada, de fluctuación rítmica, aunque la potencialidad de cada uno de esos ciclos sea diferente.

El calor entrando por el Ecuador y transportado por los vientos hacia los casquetes polares realiza un verdadero y equilibrado ciclo y afirmamos tal cuando la ganancia por insolación y la pérdida por irradiación se anulan o poco más o menos. Y entonces hablamos de un año normal. Pero si se rompe el equilibrio y por ej. la Tierra no recibe calorías por el ecuador, en tanto continúa la pérdida por irradiación por los casquetes, la primera consecuencia será una reducción en la intensidad de los vientos y una probable época de lluvias (ej.: años 26 y 27).

Además el cuadro se sigue complicando, pues el escaso aporte del calor que llega a las regiones polares, unido al continuo escape, se traducirá en descensos verticales de la columna termométrica y tendremos estaciones de fuertes fríos. Por ej., el año 1927 las Orcadas del Sur fué crudísimo y repercutió en las condiciones del fresco verano de 1928. Y lo que ocurre con la circulación atmosférica, se traduce fielmente sobre la oceánica.

Las grandes moles de los témpanos polares, se aflojan de sus ligaduras y transportadas por las corrientes marinas y los vientos, se ponen majestuosos en marcha hacia latitudes menores. Es el caso de los numerosos témpanos avistados en latitudes bajas del Atlántico sur, entre los años ya citados. A medida que avanzan en latitud se funden, y esto sumado al acopio de aguas

frías antárticas es fenómeno seguro y presagio de sequía. Tengamos en cuenta que se trata de un cuadro complejo de factores que están actuando simultáneamente.

Luego de la descarga de esos enormes recipientes polares mejoran notablemente las condiciones térmicas de los continentes. Los veranos volverán a ser cálidos, aumentará la evaporación y mejorarán las condiciones higrométricas. Un nuevo período de lluvias se anuncia. Sufriendo un retardo la onda cálida en el agua (en razón de su calidad de mala conductora) se ha calculado un retraso de dos a dos años y medios, como valor de promedio general, para el cumplimiento de dicho ciclo climatológico, que Defand denomina con todo acierto: "pulsación atmosférica".

Sintetizando: lo más característico en la marcha del tiempo para nuestro país, son las irrupciones de aire polar o subpolar, cuya influencia alcanza a 70 o más veces, para la zona del Río de la Plata. Su empuje es intenso, generalmente en invierno. Van acompañados de anticiclones cuya trayectoria e intensidad es importantísimo determinar. Si su trayectoria es algo al sur, tendremos sudestada.

Los efectos catastróficos de la crecida del 15 de abril de 1940 (elevación de 4,60 m.) están frescos en el recuerdo de Buenos Aires.

Si el desplazamiento es algo más al norte, el aire frío polar llega casi seco y en forma de pampero. Los anticiclones en el verano, son generalmente más secos. En cuanto a los ciclones: los del interior del país, son de origen térmico, sus efectos sobre "el tiempo" más reducido y sus desplazamientos, causa directa de los movimientos de anticiclones y frentes polares.

En conocimiento de múltiples datos y observaciones, que sólo una meticulosa y larga experiencia nos puede proporcionar, estaríamos en condiciones de conocer anticipadamente y predecir "el estado del tiempo".

Las condiciones geográficas no sólo de nuestro país (larga y estrecha faja) nos interesa, sino de todo nuestro continente, incluida Antártida.

La multiplicación de estaciones meteorológicas hacia el sur y el oeste completarían nuestra Carta del Tiempo.

Los gastos materiales y humanos, por costosos que fueran, y que tales establecimientos demandaran, serían el mejor tributo a la solución de los problemas del clima en nuestra Argentina.

E. DORA SILVA

## BIBLIOGRAFIA

1. DÍAZ, EMILIO. - *Notas sobre una Previsión Estadística del Tiempo*. en "Servir", Nos. 43-44, 54-55; enero-febrero 1940 y agosto-octubre, 1941.
2. DÍAZ, EMILIO. - *Factores climáticos de la Argentina*. En "Servir", N° 67, enero-julio, 1943.
3. DAVIS, GUALTERIO. - *Climatología de la República Argentina*, 1910.
4. HESSLING, N. A. - *Anticiclones y depresiones barométricas, como base para pronósticos estacionales del tiempo*. 1936.
5. JAGSICH, JUAN. - *Pocibilidades de pronósticos del tiempo a corto plazo*. "La Prensa".
6. JAGSICH, JUAN. - *Tormentas de llanura*. "La Prensa", 1935.
7. JAGSICH, JUAN. - *Tormentas serranas*. "La Prensa", 14 abril, 1935.
8. JAGSICH, JUAN. - *La corriente Humboldt como moduladora del tiempo en la costa Pacífica*. "La Prensa", 4 de junio de 1939.
9. JAGSICH, JUAN. - *Nuestros cambios de Tiempo*. "La Prensa", 22 setiembre, 1940.
10. JAGSICH, JUAN. - *Las crecidas de! Río de la Plata*. "La Prensa", 11 mayo, 1941.
11. MORROW, MARTHA. - *La predicción del tiempo en los Estados Unidos*. 1946.
12. MOUSSY, MARTÍN DE. - *Description géographique et statitique de la Confederation Argentine*. París, 1860.
13. NORDMAN, CHARLES. - *¿Por qué han cambiado los climas en la historia de la Tierra?* 1928.
14. DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA, GEOFÍSICA E HIDROLOGÍA. Ministerio de Agricultura de la Nación. *Informe Meteorológico, sobre la reciente sequía*. Publicación Miscelánea, N° 31. - Buenos Aires, 1938.
15. DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA, GEOFÍSICA E HIDROLOGÍA. Ministerio de Agricultura de la Nación. Publicación N° 5, serie E, 1945. *La Carta del Tiempo* (explicación suplementaria).

VEINTICINCO AÑOS DE INVESTIGACIONES GLACIOLO-  
GICAS NORDICO - ARTICAS BAJO LA DIRECCION DE  
HANS W. SON AHLMANN

por C. TROLL (Bonn) (1)

Título original del alemán:

FÜNFUNDZWANZIG JAHRE NORDISCH - ARKTISCHE  
GLETSCHER FORSCHUNG UNTER LEITUNG  
VON H. W. SON AHLMANN

*Apartado del Geologischen Rundschau Bd. XXXIV, 1943 Heft 2/6,*  
pp. 282 - 293, con un 1 mapa.

En las últimas dos décadas han sido alcanzados una serie de adelantos metódicos en la investigación de los glaciares, los que prometen insospechadas posibilidades para el futuro. El método de la sismografía experimental desarrollado en el Instituto Geofísico de Göttingen, fué usado, en primer término, para las necesidades de la Geología práctica de los Yacimientos (E. Wieckert, L. Mintrop), y fué ampliado desde 1926 y propuesto por W. Meinardus para la medición de los espesores del hielo de los glaciares Alpinos (H. Mothes). Con ayuda de este método, fué entonces posible efectuar la expedición alemana a Groenlandia, A. Wegener, 1930 - 1931, con K. Wolcken, B. Brockamp y E. Sorge; las mediciones del espesor del hielo en las márgenes y en el centro del hielo continental, las que nos han permitido los primeros conocimientos sobre del límite superficial entre la roca y el hielo, en el interior de Groenlandia.

Una segunda esencial ampliación llegó de parte de las mediciones: R. Finterwalder, el hijo del clásico investigador de los glaciares alpinos, S.

---

(1) Traducción: Dr. A. E. Corte (U. N. C., Instituto del Riego, Dpto. del Agua); y R. A. Faltis (Barreal, San Juan).

Finterwalder, desarrolló en Asia Central (Expedición Alemana-Rusa, Alai Pamir, 1928) y en el Himalaya (Expedición Nanga Parbat, 1934), un método para poder determinar exactamente la velocidad de movimiento de la superficie de un glaciar, con 2 fotogrametrías transversales tomadas en diferentes tiempos. Como con este procedimiento es posible determinar el movimiento de un perfil total de la superficie de un glaciar, es posible también determinar con la aplicación de la teoría glaciar mecánica, de M. Lagally, el espesor del ya medido glaciar y con esto la cantidad media del hielo que se licúa.

La ejecución de estas mediciones en diferentes perfiles de un mismo glaciar, nos da la pérdida de hielo entre dos perfiles, lo que en lo sucesivo permite calcular no sólo el contenido total del hielo de un glaciar sino calcular el aumento de nieve en la zona nevé. R. Pillewizer efectuó estudios fotogramétricos de glaciares en Spitzbergen y por W. Evers y R. Finsterwalder en los glaciares de Noruega. La más reciente ampliación original de los métodos sale en sí de la Micro-Paleontología.

A V. Vareschi le fué posible realizar ensayos muy difíciles (en los Alpes de Suiza y Tirol) sobre el contenido de polen en los glaciares para la determinación de las capas anuales y estacionales del Firn y de los glaciares. Así le fué posible determinar hasta dónde está la estratificación de la región de la nevé en la región de ablación y hasta dónde, entonces, en el dominio de un glaciar se efectúa un constante escurrimiento o un movimiento diferencial (movimiento de corte en superficie) (ver. Geol. Rund. 34, 1943, p. 62). Es comprensible la enorme importancia de este método para la investigación de los glaciares, como así mismo la tan difícil pregunta del movimiento de los glaciares. Al mismo tiempo con los éxitos en la investigación de los glaciares alpinos, efectuóse en los últimos 25 años, bajo la iniciativa y orientación intelectual del geógrafo Hans W: son Ahlmann y con la colaboración de investigadores de Suecia, Noruega y Dinamarca, un programa de estudios de glaciología, el cual quizá por el método empleado, es el menos revolucionario, pero por su claro planteamiento y la premeditada y exacta ejecución, fué especialmente exitoso y llevó paso a paso hacia siempre más hondas miras en el carácter de los glaciares. Estos trabajos se relacionan ante todo, con el contenido de los glaciares; su mantención, ablación, derrame, su dependencia con los factores climáticos y los procesos vitales de los glaciares en diferentes climas. Hasta ahora han sido investigadas (en el marco de este programa de investigaciones) de acuerdo a un plan universal, los glaciares de Escandinavia, Spitzbergen, Islandia y Groenlandia, es decir, países situados alrededor del Mar del Norte de Europa (Mar de Noruega y Escandinavia). Hoy se perfilan conocimientos

de gran alcance, lo que justifica una mirada retrospectiva sobre el trabajo hasta ahora hecho.

## 1. ESCANDINAVIA Y LOS ALPES

Ahlmann empezó sus primeras observaciones de glaciares en el año 1818 y las siguió durante años en las montañas de Noruega, en los tres pequeños glaciares del macizo Hornuhg en Jotunheim; es decir, en los glaciares: Styggedalbrae, Skagatølsbrae y Midtmaradalsbrae, ya que se prestan por sus reducidas dimensiones para los estudios de la manutención del contenido del hielo (economía del hielo) (1.3,19,29). Los llamativos pequeños dominios de firn lo llevaron a la comprensión de que no es necesario que el límite del firn sea también el límite del dominio de alimentación y del dominio de consumición. La metamorfosis de nieve a firn (firnificación) y de firn a hielo del glaciar (glaciación) se cumple de manera muy diferente abajo y arriba del límite de firn; en la región de firn, ante nada por una especie de sublimación entre los cristales; en la región de consumición por fundición y recongelación (formación "Sörpe" y "Flein"). Como el glaciar puede recibir también, abajo del límite del firn, superficialmente hielo nuevo (hielo Sörpe), el cual dura durante el verano, es más correcto distinguir entre *región del firn* y región del hielo. Más adelante, para sus observaciones teóricas, incluyó también los glaciares del oeste y del este de los Alpes y utilizó en vez del límite del firn, el límite Enquistsche, o sea el límite de glaciación que se encuentra un poco más alto. Trató de definir la proporción entre la distribución vertical de la temperatura y el límite de la glaciación como también la total humedad condensada en las altas regiones y expresar el contenido en un glaciar (economía del glaciar) por intermedio de los elementos meteorológicos que reinan en el límite del firn o glaciación. Las temperaturas medias de verano en el nivel de glaciación de los Alpes están entre más 3°, 5° C. (en Säntis y en Vorarlberg) y más 0,5° C. en el Monte Rosa (Mapa en 2). Para un exacto juicio del contenido de hielo es necesario tomar en cuenta la acumulación y la ablación en las diferentes alturas de un glaciar y descomponer la ablación en sus dos componentes: fundición y evaporación directa y determinar su relación con la radiación, la condensación, la temperatura del aire y el viento. Para la continuación de estos estudios 1923/26 sobre el glaciar Styggedal entró Ahlmann en íntima colaboración con la clásica escuela geofísica de Bjerknes (3) en Noruega.

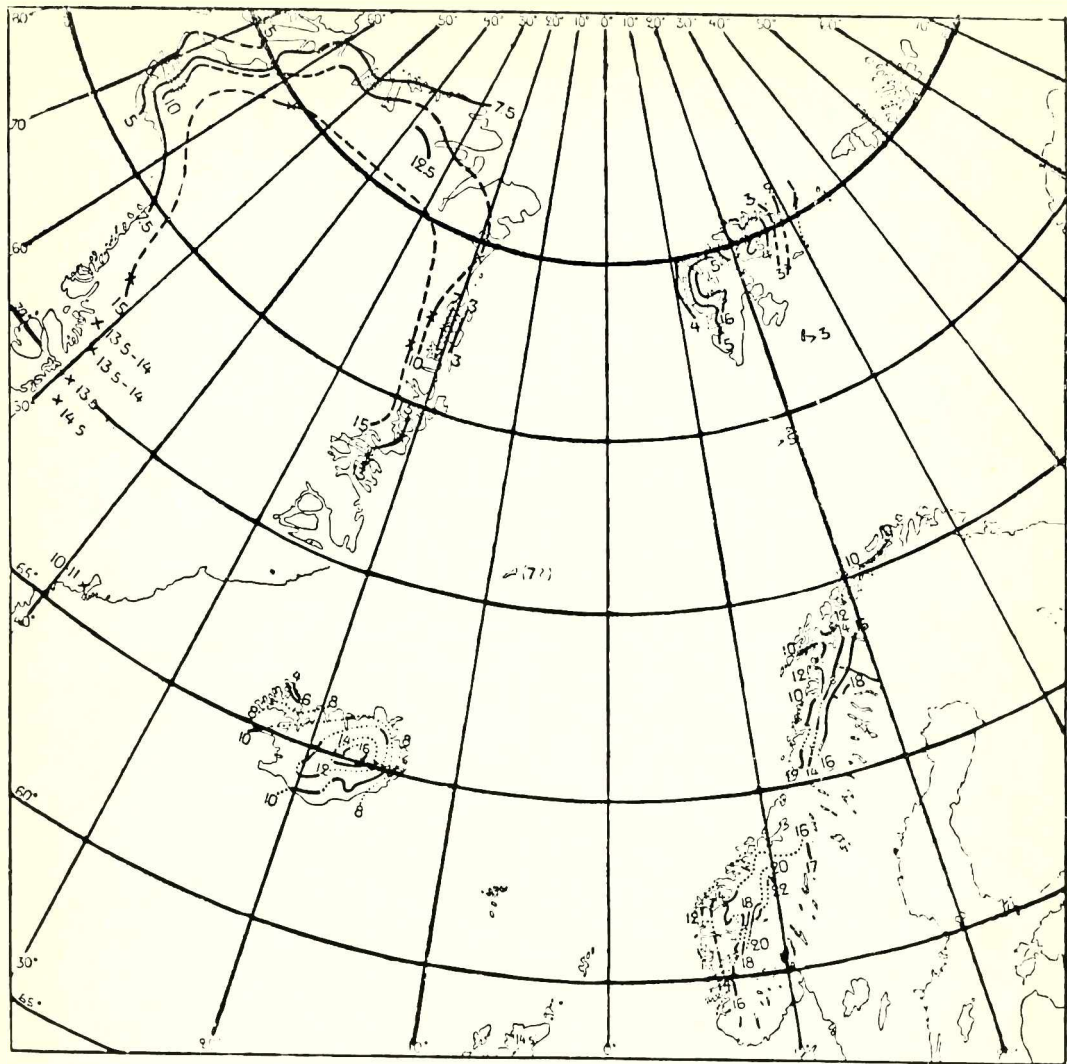
Para la medición de la ablación construyó Tveten, en el Instituto Geofísico de Bergen, un aforador para hielo (Ablation Gauge) y más tarde,

Devik en Trondhjem construyó el ya mejorado ablatógrafo (9 - 17). Ahlmann comprobó también, en el S. de Noruega (8), la enorme importancia que tiene la escarcha en la manutención de los glaciares nórdicos; esto fué reconocido antes por A. Hamberg y H. Köhler, quien trabajó sobre ello en el territorio de Sarek. En 1925 pudo terminar las investigaciones efectuadas por los suecos durante años, sobre el glaciar Karsak en Laponia, el cual en los veranos 1922, 1924 y 1925, sufrió un fuerte derretimiento; para lograr su objetivo empleó una fotogrametría hecha por O. Tryselius y transformada en Carta por el consorcio Luftbild y Stereographik de Munich.

## 2. SPITZBERGEN

En 1931, se inició la ampliación de las investigaciones en el ártico, lo que fué posible sólo con la ayuda de las grandes expediciones. En 1929 anticipó Ahlmann un programa de investigaciones glaciológicas y meteorológicas simultáneas (5). Favorecido por el interés del pueblo sueco para encontrar los restos de la expedición polar (con globo) de S. Andrees, desaparecida en 1897, llegó a efectuarse en 1931 la expedición ártica sueco-noruega (10 - 11 - 12 - 13).

Los investigadores suecos-noruegos, en colaboración, trabajaron en cartografía, oceanografía, geología y geomorfología, pero ante todo en meteorología y glaciología. En base a las mediciones de la ablación con el Ablatógrafo de Devik y a las mediciones de la radiación con el actinógrafo de Robitzsch, pudo A. Angström (13/VII y VIII) establecer una ecuación provisoria para las relaciones entre ablación, radiación, temperatura del aire y velocidad del viento. Los resultados obtenidos para el N. E. son: El 37 % de la ablación se produce por la radiación y el 63 % restante se produce a expensa de la convección del calor. Pero como aún no se pudo alcanzar el deseado grado su suficiente exactitud, se estableció una íntima colaboración entre Ahlmann y el geofísico noruego H. O. Sverdrup, para una nueva expedición Sueco-Noruega en el año 1934, en la cual fué elegida la parte oceánica occidental de Spitzbergen (15 - 16). Sverdrup efectuó investigaciones exactas sobre la compensación del calor entre la atmósfera, la superficie de la nieve y las temperaturas internas de los glaciares árticos. El lugar de la acción fué un perfil de la Kreuzbai encima del glaciar "14 de Julio" y la meseta de Jsacksen. Las mediciones efectuadas en el perfil sobre estratificación y temperatura de firn y hielo; las mediciones sobre radiación y ablación suministraron por vez primera un material sin lagunas para la calificación de la economía total de un glaciar. En



*El límite del firn y el límite de los glaciares en los países alrededor del Mar del Norte Europeo (Según H. W: son Ahlmann). Las cifras dan la altura s. n. m. en centenas de metros.*



la meseta de Jsachsen, en una altura de 850 m., el 55,9 % de la ablación se debe a la acción de la radiación (de donde pertenece el 52,4 % al derretimiento y sólo el 3,5 % a la evaporación directa) y solamente el 44,1 % se debe a las acciones meteorológicas (conducción del calor, condensación del vapor de agua, viento); cuando disminuye la altura la participación de los factores meteorológicos aumentan más y más a expensa de la radiación, (65 % en 600 m., 76 % en el nivel del mar). La más grande acción en el derretimiento la tiene el viento. Como los vientos del N. E. son decisivos para la acumulación invernal en la zona del Firn, son también decisivos los vientos S. O. en el verano para la ablación de las lenguas de los glaciares.

### 3. TIPOS CLIMÁTICOS DE GLACIARES

La comparación del material recogido en 4 zonas inspiró a Ahlmann, por primera vez, a establecer tipos geofísicos de glaciares. Para las latitudes nórdicas, él dividió (13/VIII y 18):

I) **GLACIARES TEMPLADOS:** ejemplo: alpinos y escandinavos. Están constituidos por hielo cristalino a causa de una cristalización bastante rápida, por el crecimiento anual de la precipitación sólida; en el interior está la temperatura en el punto de congelación, excepto en el invierno donde las capas superiores están congeladas hasta una profundidad de varios metros.

II) **GLACIARES POLARES.** Están constituidos, por lo menos en sus partes más altas y superiores, de firn cristalino duro, el cual se forma por recristalización repetida y lenta, del sobrante anual de la precipitación sólida. La temperatura del glaciar es (por lo menos en la zona de alimentación), negativa también en el verano hasta una profundidad de 100 y más metros.

IIa) **GLACIARES SUPRAPOLARES.** (ej.: la Antártida y la mayor parte del hielo continental de Groenlandia). Están constituidos por lo menos en su zona de alimentación de firn cristalino hasta una profundidad de varios centenares de metros. También la temperatura es en el verano muy baja y por lo general no hay derretimiento.

IIb) **GLACIARES SUBPOLARES.** (ej.: las capas de hielo de las tierras del N. E.). Están constituidas en su zona de alimentación por firn cristalino, pero sólo hasta una profundidad de 10 ó 20 metros. Las temperaturas del verano permiten derretimiento con formación de poca agua. La principal diferencia está entonces en las temperaturas del verano; si éstas

son suficientemente altas para que las temperaturas invernales en el interior del glaciar lleguen hasta el punto de congelación, se forma por recongelamiento el hielo de los glaciares templados. Cuando el agua de ablación no alcanza para calentar al glaciar, tenemos entonces glaciares polares, y están constituídos en su mayor parte de firn. En el mismo año igual que Ahlmann y totalmente independiente de él, clasificó también M. Lagally (Zur Thermodynamik der Gletscher, Ztschr. F. Gletscherkunde, 1932) por intermedio de conclusiones teóricas, tres tipos geofísicos de glaciares, a los que llamó: 1) Tipo frío; 2) Tipo caliente; 3) Tipo de transición. Ellos corresponden total y completamente a los tipos suprapolares, templados y subpolares de Ahlmann.

Otra clasificación sistemática inmediata percibió Ahlmann partiendo de las temperaturas del verano y de la cantidad de precipitación sólida anual en el límite de la nieve, el cual es igual a la ablación. Conforme a esto se diferenció en el Norte 5 tipos: 1) En las regiones continentales (la zona costera norte de Groenlandia, el norte de Groenlandia Occidental y las Tierras del N. E.), encontramos el límite en la nieve entre 500 - 800 mts. s. n. m. con una temperatura de verano 0° C.; aquí la acumulación = ablación en el límite de la nieve entre 100 - 350 mm. solamente. 2) En el hielo continental de Groenlandia Norte, Oeste y Este, con igual pronunciado clima ártico continental, y muy pocas precipitaciones y temperaturas estivales fuertemente negativas, está el límite de la nieve por causa de la muy fuerte ablación por radiación en mayores alturas (1350 - 1500 m.) Aquí la acumulación = ablación en el límite de la nieve con 200 - 350 mm. 3) En el clima ártico marino del oeste de Spitzbergen son relativamente altas las temperaturas. A las precipitaciones muy fuertes corresponde una muy fuerte ablación por calor, el límite de la nieve se encuentra levemente sobre el punto de congelamiento. Aquí la acumulación = ablación con mayor precipitación:  $\pm 650$  mm. En oposición a los dos primeros tipos, se trata de "glaciares activos", quiere decir, glaciares con fuerte gasto de precipitación con un fuerte acarreo de hielo. 4) Los glaciares cerca de la costa de Noruega e Islandia son subártico - marítimos, hasta templado - marítimos. Estos tienen muy fuertes precipitaciones pero también muy fuerte ablación por calor, el límite de la nieve está entre 400 - 1300 mts. s. n. m., la temperatura del verano en el límite de la nieve está muy sobre el punto de congelación. La acumulación = ablación entre 1500 - 3000 mm. es decir, glaciares muy activos. 5) Los glaciares del interior de Escandinavia y de Islandia interior forman un tipo subártico - continental hasta templado - continental. Con pocas precipitaciones y temperaturas más altas, se encuentra el límite de la nieve también alto: 1000 hasta 2200 m. La temperatura estival en el límite

de la nieve es levemente positiva. La acumulación=ablación sólo entre 500-2000 mm. A estos tipos de las latitudes mayores deben ser agregados los tipos climáticos de las latitudes menores, en los cuales a causa de la posición alta del sol y a la mayor altura de la zona de glaciación con respecto a la nieve del mar, la ablación por radiación recibe una mayor parte. Conducían hacia este resultado de mediciones con el actinómetro y el ablatógrafo de Monterins en los glaciares del Monte Rosa, los cuales fueron usados por Ahlmann para su comparación. Un caso extremo son las montañas de Oeste de Argentina y del Hindukusch, en las cuales casi toda la ablación se debe a la evaporación directa (Troll, e. *Der Büsserschnee in den Hochgebirgen der Erde. Ein Beitrag zur Geographie der Schneedecke und ihrer Ablationformen.* *Pet. Mitt. Erg. H. 240, Gotha, 1942.* Troll, C.: *Neue Gletscherforschungen in den Subtropen in der Alten und Neuen Welt. Ztschr. Ges. f. Erdk. Berlin, 1942*). En las regiones alrededor del mar del Norte europeo la influencia de la latitud está fuertemente repelida frente a la influencia oceánica y continental. La distribución de tierras y mares y el juego de los ciclones dominan la glaciación. La altura del límite de la nieve en relación con el límite de los glaciares, en las tierras alrededor del Mar del Norte, están dibujados en un elocuente mapa (Ver mapa adjunto).

#### 4. ISLANDIA

En el año 1936 fué Ahlmann a los glaciares de Islandia, a la parte E. del Vatnajökull, al Hoffellsjökull y Heinabergsjökull (con sus lenguas hacia el S., para estudiar también el contenido de un glaciar en un clima supermarítimo; estos glaciares se prestan especialmente para estos estudios. La expedición Sueco - Islándica fué guiada por J. Eythorsson, de Islandia, el joven Sig. Thorarison, también de Islandia, continuó las investigaciones hasta 1937 - 1938, y desde entonces es colaborador íntimo de Ahlmann en el Instituto Geográfico de Stockholmo. Las series de mediciones más exactas (hasta cierto punto), de la deposición de la nieve, de la ablación, de los elementos climáticos suministraron valiosísimo material para la iniciación de estudios generales. Las precipitaciones, en esta parte de Islandia, son enormemente altas en el roce con las corrientes cálidas del mar y de la capa de hielo del Vatnajökull y alcanzan a 6500 mm. en un año. La ablación fué medida en 17 partes entre 75 y 1345 mts. s. n. m. Hasta la altura de 250 mts. s. n. m. esta ablación actúa prácticamente durante todo el año en el clima marítimo de Hoffellsjökull. Ella fué también controlada en

el año 1936 - 1937 por las observaciones mensuales de todo el invierno. En la parte frontal del glaciar la ablación se eleva anualmente a 10.000 - 11.500 mm. en el límite del firn en 1.150 mts. s. n. m. 3.000 mm. Solamente el 10 % y hasta el 20 % de la ablación total se produce a expensas de la radiación abajo de los 200 mts. s. n. m., el resto a expensas del calor del aire y condensación. A mayor altura donde la ablación se concentra más y más hacia el verano, la parte de la radiación es otra vez mayor; en el límite del firn es  $\pm 40\%$ . Se trata acá de uno de los glaciares más activos de la tierra, en 400 - 500 m. de altura alcanza el movimiento diario, 2 metros. Las temperaturas tienen una influencia mucho más grande que las precipitaciones sobre el contenido del hielo de un glaciar. La ablación sube muy rápida, con temperaturas en aumento o en un clima fresco de verano y suave en invierno y baja la precipitación sólida. También el pronunciado balance negativo del Hoffellsjökull en los tres años de observaciones tiene por causa no la disminución de la precipitación sino (como nos enseña la comparación de los valores meteorológicos con los valores medios anuales), el fuerte transporte de calor, en especial por los vientos.

## 5. GROENLANDIA

Ultimamente, antes del estallido de la guerra, le fué posible a Ahlmann cerrar el círculo de sus observaciones alrededor del Mar del Norte. El eligió el N. E. de Groenlandia y especialmente el glaciar Fröya en la isla Clavering, el cual está situado en un clima polar especialmente seco (Myggbukta, 78 mm. precip. anual) y fué muy bien tomado aerofotográficamente, en un trabajo conjunto de alemanes y noruegos (Lacmann, O. Karte von Nordostgrönland, Bl. Claveringöya U. S. W. Oslo, Norges Svalbard - og Ishaus - Undersök, 1937). Ahlmann fué allá junto con el meteorólogo B. E. Eriksson en julio de 1939, en una corta expedición de verano para levantar estaciones de observaciones, y el estudiante de zoología noruego K. Rodall (32-34) tuvo la suerte de poder efectuar la lectura de los instrumentos glaciológicos y meteorológicos, durante todo el invierno. Los resultados fueron transmitidos por telegrafía durante la guerra a Estocolmo. En el material publicado hasta ahora se destaca nuevamente la gran importancia de la ablación. La ablación aquí es en general mucho más insignificante que en el glaciar 14 de Julio, o más aún que en el Vatnajökull; se acerca al valor 0 en las más altas gradas del glaciar igual que en el hielo continental de Groenlandia, a pesar del cielo limpio de verano. A la radiación (Einstrahlung), se enfrenta una muy fuerte irradiación y por

parte un fuerte caudal de reflexión, y las temperaturas del aire quedan demasiado bajas para la acción de licuación. Por eso pertenece el glaciar Fröya al tipo polar. La glaciación con la poca precipitación sólo es posible con poca ablación; por ello está el glaciar Fröya totalmente en oposición al Hoffelsjoköll, donde las enormes precipitaciones en la misma zona de acumulación son atacadas por una considerable ablación y rápidamente consumidas bajo el límite de la nieve. La publicación de los resultados totales de Groenlandia (34) todavía no está concluida.

#### 6. OSCILACIONES DE GLACIARES, OSCILACIONES DEL CLIMA Y OSCILACIONES DEL NIVEL EUSTÁTICO DE MAR

El conocimiento exacto de las causas meteorológicas de las actuales oscilaciones de los glaciares y del balance del hielo, permiten también sacar conclusiones sobre las oscilaciones de los glaciares del pasado, determinados por historia y geografía. En 1939 volvió Ahlmann otra vez a su vieja región de trabajo, el glaciar Stygedal en Jotunheim, donde mientras tanto, la topografía noruega publicó mapas maravillosos y el retroceso del glaciar ha sido muy bien observado en todo el tiempo. El retroceso de los glaciares noruegos también tiene por causa la intensificación de la ablación de verano y la prolongación del tiempo de ablación. Las oscilaciones de la acumulación influyeron sólo en *forma subordinada sobre los corrimientos de los frentes de los glaciares. Ahlmann determinó, aunque en forma general, la regla de la influencia reinante de la temperatura sobre la economía de un glaciar. Luego agregó una segunda regla: la relación de la ablación con la radiación y el calor de convección. Cuanto más extensos son los campos de hielo y nieve, y cuanto más alto sobre el nivel del mar se encuentran, tanto más grande (por lo menos en las más grandes alturas), la relativa influencia de la radiación directa y tanto más pequeña es la influencia de convección y condensación.*

Sobre el hielo continental, en grandes alturas, la radiación tiene una influencia reinante absoluta; en cambio, en los glaciares locales, la convección y condensación. Los estudios de Ahlmann sobre las actuales oscilaciones del clima y glaciares en Escandinavia y Spitzbergen (15/IV/28, 29, 33) fueron completadas en forma muy valiosa por Thorarinsson. El juntó el material sobre las oscilaciones de los glaciares de Islandia de los últimos 250 años, sobre todo con el aprovechamiento de los lagos glaciarios (23/IX y XI, 26), y trató de relacionar la licuación general de los glaciares,

de la tierra con la oscilación eustática del nivel del mar en los últimos 100 años.

Con la disminución general de los glaciares nórdicos se inició, en 1918 - 1919, un fuerte aumento de temperatura, especialmente en la temperatura de invierno del ártico (A. Wagner) (1); ella se incrementó con el crecimiento de la circulación general de la atmósfera, se manifiesta como corriente importante de calor en las regiones polares, y en el Mar del Norte europeo con un aumento del tiempo tormentoso, y con el retroceso del límite de los hielos flotantes hacia el Norte. Ahlmann relacionó ya el rápido retroceso del glaciar 14 de Julio con el aumento de la circulación del aire (15/V). Las observaciones de Vatnajökull subrayaron aún más estas relaciones. De todos modos se desea demostrar por separado, no sólo los ascensos de la temperatura de invierno, sino también los muy eficaces cambios de la temperatura de verano, otoño y primavera. Desde 1680 tuvieron los glaciares de Islandia dos estadios de máxima (1750 - 60 y 1840 - 1850), aparte de tres estadios secundarios en 1710 - 20, en 1810 - 20 y en 1890. Ellos mostraron una tendencia a avanzar en 1870, en 1910 y a principio de 1920 y 1930. En general estuvieron los glaciares en retrocesos desde la mitad del siglo XIX y ellos son actualmente más pequeños que lo que fueron en un tiempo desde 1680. A principios del siglo XIII estuvo el Skeidararjökull más o menos de la misma extensión que hoy y en el tiempo de las "Sagas" mucho más pequeño que hoy. La disminución de los glaciares se manifiesta sobre todo con una disminución de la potencia del hielo. Al retroceso linear del frente del Hoffelsjökull de 1,3 Km. entre 1890 y 1936, corresponde a una pérdida areal del frente del glaciar de 4,5 Km<sup>2</sup>. y una pérdida potencial de agua de 45 mts. Ahlmann y Thorarinnsson calcularon cuidadosamente el derretimiento de los glaciares de la tierra desde su máximo avance, en la mitad del siglo XIX, y llegaron a la conclusión de una pérdida mínima de un 10 % de su volumen. Esto deberá expresarse en una oscilación eustática del nivel del mar de 0,05cm./año (30). La Antártida y el hielo central continental de Groenlandia no son incluidos porque la licuación del hielo del "Shelf" no tiene fuerte acción eustática y porque, según Ahlmann, en el interior del hielo continental de Groenlandia el hielo que está bajo fuerte acción de la radiación, no sufre esta dilución. El valor encontrado coincide en cierto modo, en la escala de valores, con la labor efectuada por B. Gutenberg sobre los registros de los mareógrafos de la tierra, los que daban para la última década un levanta-

---

(1) El trabajo de A. Wagner, *Klimaänderungen und Klimaschwankungen* (Braunschweig, 1940) está prolijamente reproducido en el *Ged. Rundsch.* 32, pp. 279 - 388. R. Scherhag, W. Wiese, A. Angström y L. Weickmann.

miento medio del nivel del mar de 1,1 mm. por año. También coincide muy bien este valor, con la disminución del levantamiento de la costa, lo cual fué constatado por Bergsten (cerca de Estocolmo), para el último medio siglo. Este levantamiento fué para 1825 - 1927 de 0,44 cm/año, para 1887 hasta 1927 no más de 0,31 cm/año. La disminución puede, por consiguiente, ser causada por la oscilación eustática. Y si Bergsten en los últimos años estableció nuevamente un refuerzo en el desplazamiento positivo de la costa de Escandinavia, podríamos concluir a la inversa, que los glaciares de la tierra están nuevamente en aumento (aunque aún no es posible reconocer el avance de los glaciares). Con ello se estará de acuerdo que está terminando la oscilación del clima ártico y también la disminución del hielo en el Mar del Norte. (L. Weikmann in *Wiss. Veröff. Dt. Wiss. Inst. Kopenhagen, Reihe Arkhs, N° 1942*).

## 7. GLACIARES DEL TIPO MORFOLÓGICO OROMÉTRICO

Por Ahlmann hemos conocido más arriba los glaciares de tipo Geofísico y los glaciares extratropicales. Además del modelo de los viejos glaciólogos se han establecido tipos morfológicos de glaciares (13/VIII). El distingue (exceptuando los campos de firn y hielo sin movimiento, los que no son glaciares en sentido estricto), tres grupos: 1) Conjuntos unidos de capas de hielo con movimiento en todas direcciones. 2) Glaciares los cuales se limitan a una más o menos marcada forma de superficie, la cual les condiciona el movimiento. 3) Glaciares que se extienden en forma de abanico sobre un llano al pie de una región glaciada. Al primer grupo pertenece el hielo continental, capa de hielo (de tipo noruego) y glaciares de altura con lenguas de hielo que fluyen en valles. Al segundo grupo pertenecen los glaciares del valle (del tipo alpino), redes de corriente de hielo ("Transitions Glaciers") glaciares de cubeta (Karglefrcher), glaciares en escalones, y las lenguas de hielo aisladas. Al tercer grupo pertenecen los glaciares de antepaís (tipo Alaska) glaciares de pie y el hielo de la plataforma continental. Con ayuda de una novedosa reproducción de las relaciones de la forma de los glaciares por medio de la Orometría, trató Ahlmann de relacionar la morfología de los glaciares con los puntos de vistas de la glaciología (23/X). Para este fin se divide la superficie de un glaciar, independiente de su extensión absoluta, en 10 intervalos de altura. Después se expresan las áreas de estos 10 intervalos en porcentaje de superficie total del glaciar. Las áreas pueden ser representadas llamándose: "curvas de distribución areal del glaciar". Tomando el conjunto de una

serie de ejemplos típicos, se obtienen curvas de distribución areal normales para 8 tipos.

1) Hielo continental más glaciares en capa.

2) Transaction Glaciers.

3 - 6) Cuatro tipos de glaciares de valle.

7) Glaciares de antepaís, y

8) Glaciares de cubeta (Kargletsche). Con ayuda de sus curvas normales es posible llevar cada glaciar exactamente por vía orométrica, al tipo que más se acerca. Con la experiencia ganada en Islandia sobre la distribución vertical de los valores de temperatura y ablación de un glaciar, finalmente hace Ahlmann cálculos para otros tipos morfológicos. *El llega a la conclusión que la temperatura es el factor dominante en la economía de un glaciar, también debe ser así en los otros tipos.* Pero este dominio de la temperatura está más marcado en los hielos continentales y capas de hielo que en los otros tipos. Más cerca está a ellos el tipo de glaciares del valle con grandes cubetas de firn (glaciar tipo de Aletsch), y por último, vienen los glaciares de antepaís. *Cuanto más grande es el área relativa de los intervalos de altura superiores de un glaciar tanto más grande será la acción del cambio de temperatura sobre él. El reconocimiento del dominio de la temperatura en la economía glaciar logrado alrededor del Mar del Norte, da también un fuerte apoyo a la concepción térmica en la discusión sobre las causas climáticas de las viejas oscilaciones de un glaciar y también sobre las edades de hielo diluviana.* Ahlmann pide sin embargo (23/X), que se considere en todas las explicaciones geológicas las diferentes manifestaciones de los glaciares de tipo morfológico, no sólo en su aparición diferencial en el espacio sino también en el cambio temporal, el cual hace cambiar un tipo en otro, ya sea por su crecimiento o por su disminución. Como un glaciar reacciona en su extensión por un determinado cambio de temperatura, depende muy mucho de su posición de altura y de la extensión de su zona de alimentación y consumisión. Hay un punto crítico donde se torna del positivo al negativo el resultado del cambio de clima de un glaciar. Glaciares de meseta con sus extensas regiones de alimentación, como el glaciar de Jostedalbrae, reaccionan siempre más fuerte a causa de los cambios de clima que los glaciares genuinos del valle, como el glaciar de Styggedarbrae (29).

Sólo resta felicitar a Ahlmann y a sus colaboradores nórdicos y agradecerles por el enorme enriquecimiento de nuestros conocimientos sobre los glaciares; de las condiciones de su crecimiento, su contenido en hielo y sus manifestaciones vitales; una ciencia fertilizada también por la geología dinámica y la geología de la edad del hielo. Esperamos que a Ahlmann le



sea posible investigar en los años venideros, también en igual sentido, los pequeños glaciares de las zonas tropicales y subtropicales y con ello cerrar un programa de investigación geognóstica fundamental de nuestro planeta.

## BIBLIOGRAFIA

(Abreviatura: G. A. = Geografiska Annaler, Stockholm)

1. AHLMANN, H. W.: SON. - *G'aciers in Jotunheim and their physiography.* - G. A., 1-57.
2. *Le niveau de glaciation comme fonction de l'humidité sous forme solide.* - G. A. 6, 1924, S. 223-272.
3. *Physico-geographical researches in the Horung Massif, Jotunheim.*
  - I. AHLMANN, H. W.: SON: *The recrystallization of snow into firn and the glaciation of the latter.* G. A. 5, 1923, S. 51-57.
  - II. AHLMANN, H. W.: SON: AND EYTHORSSON, J. - *Introductory of the temperature conditions in the Horung Massif during the summer of 1923-1926.*
  - III. AHLMANN, H. W.: SON - *Precipitation conditions in the Horung Massif.*
  - IV. AHLMANN, H. W.: SON - *Ablation.* - G. A. 9, 1927, S. 13-66.
  - V. LINDSKOG, E. - *The drainage especially that of the Stygge-dal Glacier.*
  - VI. AHLMANN, H. W.: SON - *The flow of the ice of the Stygge-dal G'acier.* - G. A. 10, 1928.
4. AHLMANN, H. W.: SON UND TRYSELIUS, O.: *Der Kaarsa - Gletscher in Schwedisch - Lappland.* G. A. 11, 1929, S. 1-32.
5. AHLMANN, H. W.: SON - *Projet d'un programme de recherches glaciares.* G. A. 11, 1929, S. 313-320.
6. *Glaciaererna och deras geografiska betydelse.* Ymer 49, 1929, S. 1-19.
7. *Aktuell polarsforskning.* Nordisk Ts., 1929, S. 1-19.
8. *On the formation of Hæarfrost and its relation to glacial growth. I.* of Geol. Chicago 37, 1929, S. 275-280.
9. DEVIK, O. - *Ein Registrierinstrument zur Messung der Ablation Det Kungl. Norske Videnskab. Selskabs Föhandl. 2, N° 31. Trondjem, 1929.*
10. AHLMANN, H. W.: SON UND MALBERG, S. - *Sommer vid Polhaved* Stockholm, 1931.
11. AHLMANN, H. W.: SON - *Den planerabe svensk-norke Spetsbergs - expeditionem sommaren, 1931.* Ymer 51, 1931, S. 187-200.

12. *Den svensk-norske expeditionen till Nordostlandet och far vattnen därom kring sommaren 1931.* Svensk Geogr. Aarsbok 1931, S. 229-242 und Ann. de Geogr., 1932, S. 177-187.
13. *Scientific Results of the Swedisch-Norwegian Arctic Expedition in the Summer of 1931.*
  - I AHLMANN, H. W: SON - *Tre Cartography of the coast-districts of North-East Land and its enviroments.*
  - II AHLMANN, H. W: SON - *Thes Inland Cartography of North-East Land.*
  - III ROSENBAUM, L. - *Determinations of latitude and longitude.*
  - IV ROSENBAUM, L. - *Special Cartography.*
  - V AHLMANN, H. W: SON - *Geomorphology.* - ERIKSON, B. E.: *Climatology an Meteorology.* AANGSTROM: *On the total radiation from sun and sky at Sveanor.*
  - VII AHLMANN, H. W: SON - *Glaciology.* AANGSTROM, A.: *On the dependence of ablation on air temperature, radiation and wind.*
  - VIII FJELDSTAD, E. J. - *Snow and ice temperatures.*
  - IX AHLMANN, H. W. SON - *Present glaciation round the Norwegian Sea.* G. A. 15, 1933, S. 1-216, 261-348.
  - X KULLING, O. - *Hecla Hoek Formation round Hinlopens-tredet* G. A. 16, 1934, S. 161-245.
  - XI KULLING, O. UND AHLMANN, H. W. SON - *Observations on raised beaches and their faunas.* Surface Markings.
  - XII MOSBY, H. - *Physical Oceanography.*
  - XIII SCHOLANDER, P. F. - *Vascular plants from Northern Spalbard with remarks on the vegetation in North-East Land.* G. A. 18, 1935, S. 1-33.
14. SANDFORD, K. S. - *North East Land: 1924 and 1931.* G. A. 17, 1935, S. 219-227.
15. AHLMANN, H. W: SON - *Scientific Results of the Norwegian-Swedish Spitsbergen Expedition in 1934.*
  - I. AHLMANN, H. W: SON: *The stratification of the snow and firn on Isachsen's Plateau.* - II. AHLMANN, H. W: SON: *Ablation measurements at the Headquarters on Isachsen's Plateau.* - III. SVERDRUP, H. U.: *The temperature of the firn on Isachsen's Plateau, and general conclusions regarding the temperature of the glaciers on West-Spitsbergen.* - IV. SVERDRUP, H. U.: *The ablation on Isachsen's Plateau and on the fourteenth of July Glacier in relation to radiation and meteorological conditions.* - V. AHLMANN H. W: SON: *The fourteenth of july Glacier.* G. A. 17, 1935 S. 22-88, 145-218. - VI SVERDRUP, H. H.: *Results of the meteorological observations on Isachsen's Plateau.* - VII AHLMANN, H. W: SON: *The firn structure on Isachsen's Plateau.* - VIII OLSSON, H.: *Radiation measurements on Isachsen's Plateau.* G. A. 18, 1936, S. 3473, 225-244.
16. SVERDRUP, H. U. - *The Eddy Conductivity of the air over an smooth*

- snow field. *Results of the Norwegian-Swedish Spitsbergen Expedition in 1934*. Geofysiske Publikasjoner 11, N<sup>o</sup> 7, Oslo, 1935.
17. AHLMANN, H. W: SON - *Determination of the ablation of snow and ice*. Sven-Hedin- Festschrift, G. A. 37, 1935, S. 470-480.
  18. *Contribution to the physics of glaciers*. The Georg. Journal 86, 1935, S. 97-113.
  19. *Dannelsen av den siste endemorene ved Styggedalsbreen*. Norsk G. Ts. 5, 1935, S. 499-500.
  20. *Investigations into the life of glaciers*. Arctica 3, Leningrad, 1935, S. 39-44 (russisch und englisch).
  21. EYTHORSSON, J. - *On the variations of glaciers in Iceland*. Some studies made in 1931, G. A. 17, 1935, S. 121-137.
  22. AHLMANN, H. W: SON: *Paa skidor och till hasta i Vatnajökulls rike* Stockholm, 1936, 204 S.
  23. AHLMANN, H. W: SON: UND THORARINSSON, S. - *Vatnajökull, Scientific Results of the Swedish-Icelandic Investigations 1936-1937-1938*: I. AHLMANN, H. W: SON: UND THORARINSSON, S.: *Object, resources and general progress of the Swedish-Icelandic investigations*. - II. THORARINSSON, S.: *The main geological and topographical features of Iceland*. - III. AHLMANN, H. W: SON: UND THORARINSSON, S.: *Previous investigation of Vatnajökull, marginal oscillations of its outletglaciers, and general description of its morphology*. - IV. AHLMANN, H. W: SON: *Vatnajökull in relation to other present day Iceland glaciers*. G. A. 19, 1937, S. 146-231. - V. AHLMANN, H. W: SON: UND THORARINSSON, S.: *The Ablations*. G. A. 20, S. 171-233. - VI. AHLMANN, H. W: SON: UND THORARINSSON, S.: *The Ablation*. G. A. *The Accumulation*. - VII. AHLMANN, H. W: SON: *The regime of Hoffellsjökull*. - VIII. THORARINSSON, S.: *Hoffellsjökull, its movement and drainage*. - IX. THORARINSSON, S.: *The icedammed lakes of Iceland with particular reference to their values as indicators of glacier oscillation* G. A. 21, 1939 S. 39-66, 171-242. - X. AHLMANN, H. W: SON: *The relative influence of precipitation and temperature on glacier regime*. G. A. 22, 1940, S. 188-205. - XI THORARINSSON, S.: *Oscillations of the Iceland Glaciers in the last 250 years*. G. A. 25, 1943, S. 1-54.
  24. THORARINSSON, S.: - *Das Dalvik-Beben in Nordisland*. 2 Juni, 1934. G. A. 19, 1937, S. 232-277.
  25. AHLMANN, H. W: SON - *Den svensk-isländiske Vatnajökull-expeditionen*. Ymer 57, 1937, S. 1-28.
  26. THORARINSSON, S.: - *Über anomale Gletscherschwankungen mit besonderer Berücksichtigung des Vatnajökullgebietes*. Geol. Fören. Förhandlingar 60. Stockholm, 1938. S. 490-506.
  27. AHLMANN, H. W: SON: UND THORARINSSON, S. - *The Vatnajökull glacier*. Geogr. Review 28, 1938, S. 412-438.
  28. AHLMANN, H. W.: SON: UND LINDBLAD, TH.: - *Die Grössenveränderungen des Kaarsajökels in Schwedisch-Lappland während der Jahre 1909-1939*. G. A. 22, 1940, S. 80-94.

29. AHLMANN, H. W: SON - *The Styggedal glacier in Jotunheim, Norway, its regime, its variations in size and their climatological causes, and some general remarks on these.* G. A. 22, 1940, S. 95-130.
30. THORARINSSONN, S. - *Present glacier shrinkage, and eustatic changes of sea-level.* G. A. 22., 1940. S. 131-159.
31. *Ett jökellopp.* Ymer, 1940.
32. AHLMANN, H. W: SON. - *Färden till Nordostgrönland, sommaren 1939.* Ymer, Stockholm, 1939.
33. *Glaciärerna som uttryck för de paagaende klimatändringen* Ymer, 1939.
34. AHLMANN H. W: SON - *Studies in North-East Greenland 1939-1940:* I. AHLMANN, H. W: SON: *The main morphological features of north-east - Greenland.* - II. AHLMANN, H. W: SON: *Glacial conditions in North-East Greenland in general, and on Clavering Island in particular.* G. A. 23, 1941, S. 145 - 209. - III. AHLMANN, H. W: SON: *A Accumulation and ablation on the Fröya glacier its regime in 1938-39, and 1939-40.* - IV. ERIKSSON, B. E.: *Meteorological records and the ablation on the Fröya Glacier in relation to radiation and meteorological conditions.* G. A. 24, 1942, S. 1-50.
35. *Le régime des glaciers.* *Revue de Geographie Alpine.* Grenoble, 1941.
36. *Det warmare vädret i Norge och fa Svalbard.* Ymer, 1941.
37. *Natur och människor, inom, isomraaden kring nordligaste Atlanten.* Ymer, 1941.