

BIBLIOTECA
CICESE

GEOS

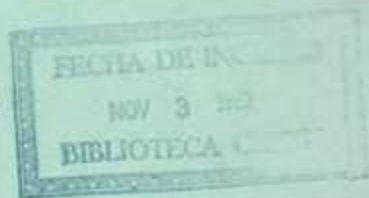


BOLETIN

UNION

GEOFISICA

MEXICANA



INDICE

	Pág.
Editorial- - - - -	2
Actividades de la mesa directiva - - - - -	3
Primera circular UGM REUNION 1981- - - - -	7
Nuestros Geofísicos	
Las corrientes ascendentes de la atmósfera	
Escrito por S. Díaz en 1911- - - - -	9
Artículo	
Orígenes de los océanos, los continentes, los temblores y los geofísicos	
Escrito por C. Lomnitz. - - - - -	18
Artículo	
¿Es necesaria la Licenciatura en Ciencias de la Tierra?	
Escrito por F. Medina y J.M. Espíndola - - - - -	24
Noticias - - - - -	26
Comité Editorial	Apoyo Editorial
F. Medina	D.A. Gloria
S. Bravo	L. Pérez
S. Salazar	G. García
Correspondencia:	
Comisión Editorial UGM	
Instituto de Geofísica, UNAM	
México 20, D.F.	

EDITORIAL.

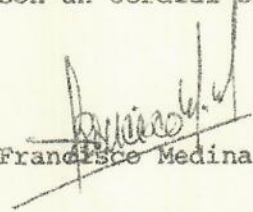
En el poco tiempo que llevamos en las labores de reestructuración de la UGM, ha sido muy grato observar el enorme interés que existe, por parte de muchos Investigadores del área, en hacer de la Unión un organismo dinámico que aglutine e impulse los trabajos e investigaciones en el área de las Ciencias de la Tierra.

La respuesta de muchos compañeros a formar parte de la Unión ha sido muy favorable y existen ya muchas ideas a realizar en el seno de la Unión. Consideramos un paso muy importante el intercambio de ideas entre todos los profesionales de esta disciplina, por lo que deseamos una participación masiva en la próxima reunión de la UGM en Mayo de 1981.

Por este motivo, hacemos un extenso llamado a participar en dicha reunión.

Reiteramos la importancia que tienen todos los comentarios, sugerencias y aportaciones que deseen enviarnos.

Con un cordial saludo.


Francisco Medina

ACTIVIDADES DE LA MESA DIRECTIVA.

En días pasados fué enviada la primera circular de esta Unión con la información preliminar sobre nuestra próxima reunión 1981. Este evento se realizará los días 6 a 9 de mayo y tendrá como sede al Instituto Oceanográfico de Manzanillo en el Estado de Colima.

En esta circular, que reproducimos aquí, se hace una invitación para presentar trabajos originales de investigación en dicha reunión. Además de estos trabajos se invitarán a investigadores, nacionales y extranjeros de reconocido prestigio, a presentar trabajos sobre el estado de avance del área científica de su especialidad.

Adicionalmente están programadas 2 mesas redondas que consideramos de especial interés: "Formación de Recursos Humanos en el área de la Geofísica" que estará coordinada por la M. en C. Silvia Bravo, actual Secretaria Académica de la facultad de Ciencias y por el M. en C. Antonio Madrid, investigador de CICESE; "Problemática del Sector Productivo en el área de la Geofísica, que coordinará el Dr. Ismael Herrera Investigador del IIMAS.

Actualmente se está trabajando en la preparación de algunas excursiones, como parte del evento, que son: Visita al Volcán de Colima a 30 Km de la ciudad de Colima, en cuya organización participa la Universidad del Estado de Colima; y la visita a los volcanes Everman y Barcena en las Islas Socorro y San Benedicto, empleando para ello el barco oceanográfico Mariano Matamoros del Instituto Oceanográfico de Manzanillo. Ambas excursiones tendrán un cupo máximo de 25 personas.

La sede del evento, puerto de Manzanillo, es una ciudad que cuenta con buena comunicación aérea y terrestre. Desde el D.F. hay 4 vuelos directos diarios y tiene vuelos directos desde varias ciudades del interior y del extranjero. Durante el mes de mayo la temperatura promedio es de 25° y prácticamente no existe precipitación pluvial.

El comité local quedó integrado por personal del Instituto Oceanográfico:

Presidente Dr. Gustavo Calderón
Secretario M. en C. José Ramón Luna
Secretario Tte. Fragata. Enrique Vilches

Para la realización de este evento estamos contando con la ayuda financiera de:

Instituto de Geofísica (UNAM)
CICESE

Consejo de Recursos Minerales
Servicio Meteorológico Nacional
Coordinación de Ciencias (UNAM)

ACTIVIDADES DE LA MESA DIRECTIVA

Se está tramitando un aporte financiero de CONACYT, el cual será canalizada para ayudar con los gastos de hospedaje a los Investigadores que presenten trabajo en la reunión.

El programa de la reunión se dará a conocer por medio de la segunda circular, la cual será enviada en los primeros días de noviembre.

El último día de la reunión se celebrará una Asamblea General con los miembros de la Unión, en la cual se delineará la política a seguir y se elegirá a la nueva mesa directiva. Todos los puntos que se piense deban ser tratados en dicha asamblea, es conveniente se envíen por anticipado a la redacción de este boletín para elaborar la orden del día.

Actualmente se está trabajando en la preparación de algunas exposiciones, como parte del evento, que van: Vistas al Volcán de Colima a 30 km de la ciudad de Colima, en cuyo organización participa la Universidad del Estado de Colima; y la visita a los volcanes Popocatepetl y San Juanico y San Buenaventura, expedición para ello el barco Oceanográfico con Marinos Marinos del Instituto Oceanográfico de Manzanillo, ambas exposiciones tendrán un costo máximo de 25 personas.

En todo el evento, tanto de Manzanillo, se una ciudad que cuenta con buena comunicación aérea y terrestre. Desde el D.F. hay 4 vuelos directos con Colima y tiene vuelos directos hacia varias ciudades del interior y del extranjero. Durante el mes de mayo la temperatura promedio es de 22° y prácticamente no existe precipitación pluvial.

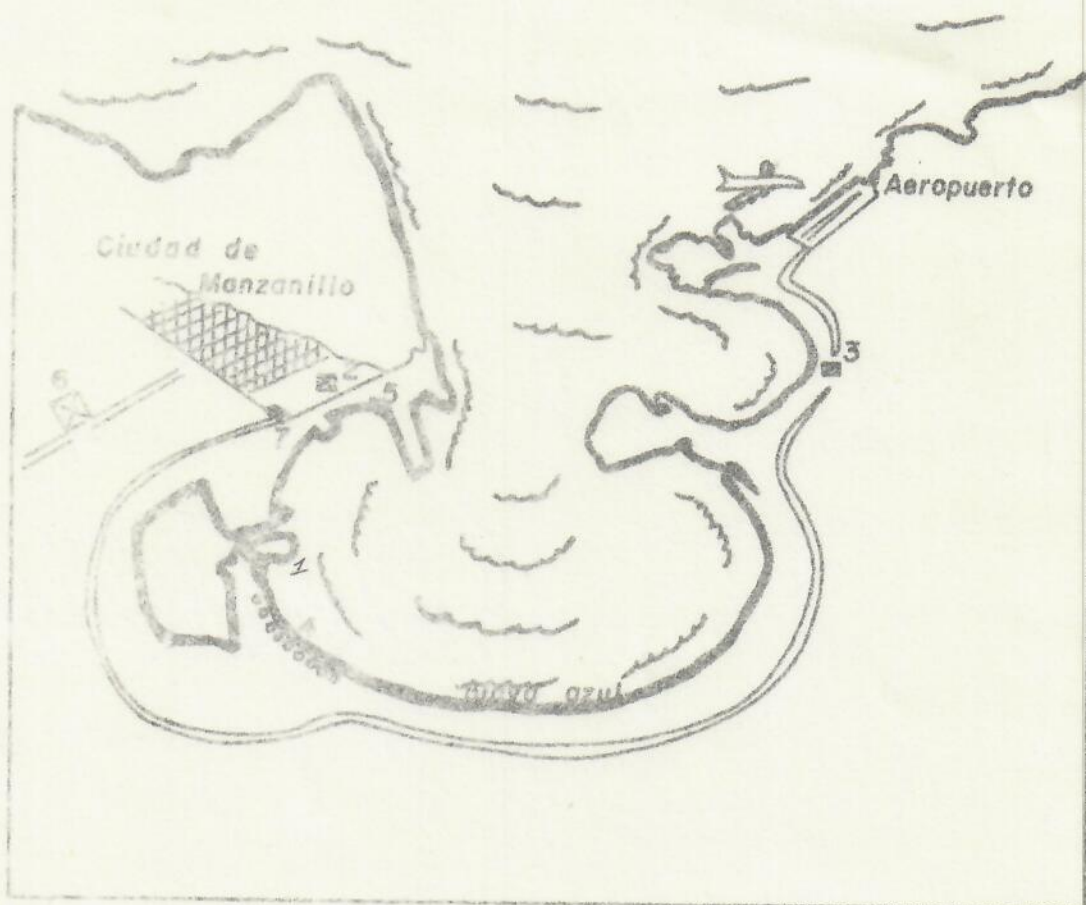
El comité local quedó integrado por personal del Instituto Oceanográfico:

Presidente Dr. Gustavo Calhaz
Secretario M. en C. José María Luna
Secretario Tte. Ing. Víctor Vilchaz

Para la realización de este evento estamos contando con la ayuda financiera de:

Instituto de Geología (UNAM)
CIPRES

UNION GEOFISICA MEXICANA
— REUNION 1981 — MANZANILLO



- 1: Instituto Oceanografico de Manzanillo
- 2: Auditorio CROM.
- 3: Auditorio Maeva
- 4: Zona hotelera
- 5: Sitio toxico
- 6: Central Autobuses
- 7: Estacion Tren

UNION GEOFISICA MEXICANA

INSTITUTO DE GEOFISICA, UNAM
CIUDAD UNIVERSITARIA MEXICO 20. D. F., MEXICO

PRIMERA CIRCULAR

UNION GEOFISICA MEXICANA

REUNION ANUAL 1981

Mayo 6- 9

MANZANILLO, MEXICO.

La Unión Geofísica Mexicana (U.G.M.) tiene como objetivos promover y coordinar la actividad científica en el área de la Geofísica entre las diferentes asociaciones nacionales e internacionales. Después de un período de inactividad la U.G.M. llevará a cabo una reunión nacional por lo cual el comité organizador invita a los investigadores nacionales y extranjeros a enviar ponencias. El comité ha escogido la ciudad de Manzanillo el estado de Colima por su interés tectónico, académico (sede del Instituto Oceanográfico de Manzanillo) y turístico. Se encuentra a unos 700 Km al Oeste de la ciudad de México sobre la costa del Pacífico. En mayo las temperaturas promedio son de 25° y la precipitación pluvial es prácticamente nula.

PROGRAMA

Se llevarán a cabo sesiones sobre los siguientes temas:

1. Física y Química del Interior de la Tierra.
2. Geofísica de Exploración.
3. Ciencias Atmosféricas.
4. Oceanografía Física.
5. Física del Espacio Exterior y Planetario.

Idiomas: El idioma oficial de la reunión será el Español, pero se aceptarán trabajos en francés e inglés.

EXCURSIONES CIENTIFICAS

Se ha considerado la posibilidad de organizar excursiones a los Volcanes de Colima, a 30 Km de la ciudad de Colima, y Everman y Barcena en las islas Socorro y San Benedicto. Estas excursiones tendrán lugar antes o después de la Reunión de acuerdo con el desarrollo de su organización.

UNION GEOFISICA MEXICANA

INSTITUTO DE GEOFISICA UNAM
CIUDAD UNIVERSITARIA MEXICO 20, D. F., MEXICO

TRANSPORTES

Manzanillo es una ciudad bien comunicada con el resto del País y el exterior. Su aeropuerto internacional permite conexiones con vuelos nacionales e internacionales; muchos de éstos son directos. Existe también servicio de autobús y de tren desde la Ciudad de México y otras ciudades del país.

COSTO DE INSCRIPCION

Miembros de la UGM	\$ 750.00 (US \$33.00)
Miembros estudiantes	250.00 (US \$11.00)
Miembros General	1,500.00 (US \$65.00)

COSTO DE LA MEMBRESIA A LA UGM

Miembro activo	\$ 700.00 (US \$30.00)
Miembro asociado	700.00 (US \$30.00)
Estudiantes	200.00 (US \$9.00)

Miembros activos son aquéllos asociados profesionalmente con las ciencias de la Tierra.

FORMA DE LOS PAGOS

Los pagos se harán de acuerdo con las especificaciones dadas en la segunda circular que será enviada a principios de noviembre. Las formas de solicitud de ingreso a la UGM serán enviadas a petición de los interesados.

Para mayor información diríjase a:

UNION GEOFISICA MEXICANA
Comité Reunión 1981
Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria
México 20, DF.
MEXICO

TELÉFONO: 550-52-15 Ext. 4357 y 4358 (8:30 a 14:30 Hrs).

UNION GEOFISICA MEXICANA

INSTITUTO DE GEOFISICA. UNAM
CIUDAD UNIVERSITARIA MEXICO 20, D. F., MEXICO

Preinscripción.

Envíese antes del 15 de noviembre de 1980 a:

UNION GEOFISICA MEXICANA
Comité Reunión 1981
Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria
México 20, D.F.
MEXICO.

(Use letra de imprenta o máquina).

NOMBRE _____

DIRECCION _____

INSTITUCION _____

POSICION _____

AREA DE INTERES _____

Número de personas que lo acompañan _____

¿Intenta presentar una ponencia?

Sí
No

Si es posible indique el título.

LAS CORRIENTES ASCENDENTES DE LA ATMOSFERA

4 de Diciembre de 1911.

Por: Severo Díaz (1876-1950)

Al escribir mi anterior trabajo sobre la "cumulización horizontal" (Mem. Soc. Alz. T. XXVIII, pág. 199), me salía al encuentro a cada paso una seria objeción: las corrientes ascendentes de la atmósfera. Todos los meteorologistas del mundo, todos los libros, aún los más modernos, y también las actuales revistas dedicadas a la Meteorología, explican la forma de nube llamada Cumulus por una corriente de aire que sube y que forma las bolas hemisféricas tan características de dicha nube. En cambio, para mí, la evidencia está de otra parte; mi observación de toda la vida no me ha presentado jamás una nube formada por corrientes ascendentes y como se podrá ver en mi trabajo citado, la dicha forma se explica admirablemente por la resistencia horizontal que naturalmente se ofrece a toda corriente de aire. La trascendencia que este modo de ver tiene para la explicación del desarrollo del Nimbus, me condujo a adoptar la Cumulización horizontal definitivamente.

¿Y qué debemos decir de las corrientes ascendentes de la atmósfera? ¿existen?. En el presente trabajo me voy a ocupar de esta interesante cuestión, exponiendo una nueva teoría que viene a confirmar mis particulares apreciaciones anteriores y que explica los principales fenómenos con que se acostumbran presentar nuestras imponentes tempestades de estío.

Antecedentes. La idea fundamental de donde han derivado todas las teorías de la circulación general de la atmósfera es la que fué propuesta por Halley y que se contiene en este principio intuitivo: el aire del ecuador de la Tierra está más caliente que el aire del polo; luego debe haber un movimiento fundamental en la atmósfera que debe consistir en que del ecuador parta una gran corriente hacia el polo por las altas regiones, y vuelva por las bajas, otra del polo al ecuador.

Admitida sin contradicción ésta que considero como ilusoria teoría, todos los meteorologistas no han hecho otra cosa que ir amoldándola a las exigencias de los tiempos, algo semejante a lo que ha ocurrido con la celebrada hipótesis de Laplace que explica la formación del sistema del mundo.

La primera modificación fué indicada por Maury, de la Marina americana, que consiste en dividir en circuitos parciales estas generales corrientes. El, en efecto, había observado en sus largas travesías a lo largo de la costa oriental de la América, que el barómetro no conservaba idénticas alturas a pesar de que siempre caminaba al nivel del mar, y que siempre que se aproximaba a los 30 grados de latitud

norte ó sur la presión subía y que en las zonas ecuatoriales bajaba, lo mismo que cuando se retiraba más allá de los trópicos hacia las zonas templadas. Estas alzas de la presión claramente le revelaban un descenso del aire en las proximidades de los trópicos. A las mismas deducciones llegó Ferrel a mediados del pasado siglo, nada más que este sabio trató la cuestión por el cálculo, método expedito, aparatoso, pero desprovisto de interés, cuando no tiene por base una completa y bien conducida experimentación ó observación.

En el intervalo de tiempo comprendido entre mayo de 1896 y julio de 1897, se hicieron en todo el vasto territorio de los Estados Unidos, observaciones sistemadas de nubes, y se comisionó a un insigne meteorologista y gran matemático, el Sr. Frank H. Bigelow, para que las estudiase. Presentó su Reporte en 1898-99 en la que establece las ecuaciones del movimiento de la atmósfera en un conjunto de sabias lucubraciones matemáticas, que serán siempre un almacén de primera importancia para cualquier estudio serio de Meteorología. En posesión de un tesoro de tan considerable valor, el mismo sabio se propuso sacar de él todo el provecho que pudiera dar; y a partir de esa fecha, una serie no interrumpida de trabajos de primer orden han visto la luz en la Monthly Weather Review, en los que el mismo autor aplica estas fórmulas para los más fundamentales problemas de la Meteorología. Así han aparecido sucesivamente los "Estudios de Dinámica y Cinemática de la Atmósfera", los "Estudios de las atmósferas de la Tierra y el Sol", etc, etc.

Claramente se comprende que el Sr. Bigelow no debía de pasar en silencio el problema fundamental de la circulación general del aire; y precisamente en el número de la Revista citada, correspondiente a Enero de 1904, pasa en revista las últimas teorías sobre ese particular, dando las modificaciones que según sus estudios deben hacerse. La deducción más interesante es la que modifica los circuitos de Ferrel, haciendo que del aire que baja en los trópicos, nazca una contracorriente, podemos decir, que por las altas regiones de la atmósfera, vuelva a los trópicos. Pero los insuperables obstáculos con que a cada paso tropieza le hacen confesar que no es el tiempo de llegar a solución completa del magno problema, remitiendo siempre al porvenir en que, con más acopio de observaciones realizadas en todas las partes del orbe, se pueda llegar a la meta cuyo camino apenas esboza.

Primeras apreciaciones. En mi concepto el camino es errado, la idea fundamental me parece falsa. Yo no me he podido imaginar cómo sea eso de la aspiración del aire polar, causada según los meteorologistas por el exceso de calefacción ecuatorial. Si tuviéramos una tierra plana, sobrecalentada en una faja de determinada anchura, muy fácilmente nos explicaríamos un semejante fenómeno: pero no es así, la Tierra es redonda, y sencillamente por eso, la calefacción de un punto queda aislado de los demás, y mucho más de los que están prácticamente a distancia infinita, como es el polo. La fig. 1 nos lo evidencia suficientemente. Vemos en ella, en efecto, que si un punto a recibe mucho ca-

lor, y por esto asciende el aire en el sentido de la flecha, naciendo de aquí una aspiración, es claro que esta aspiración se hará siguiendo la recta a b horizontal, que por lo visto deja el punto P, el polo, fuera de su acción. Imposible nos parece concebir una fuerza que se vaya amoldando a la creciente curvatura de la Tierra desde tan grandes distancias. Y no se diga que la aspiración se debe hacer por partes y sucesivamente, pues entonces caería por su base el concepto de una causa enteramente localizada, tanto física como astronómicamente considerada.

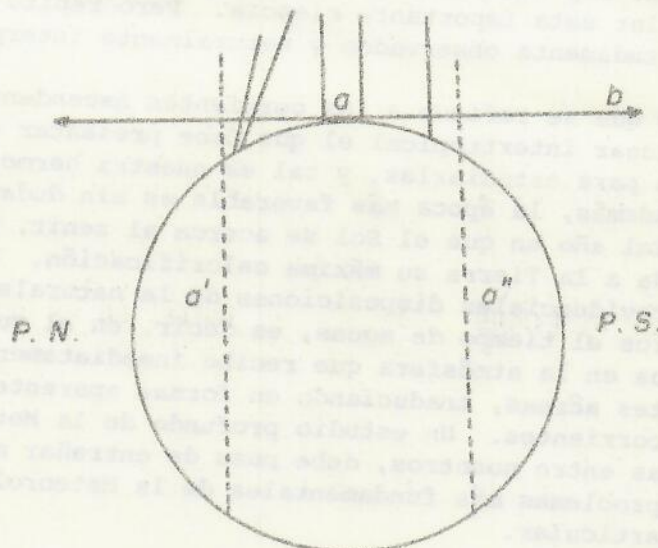


Fig. 1

Pero no se necesita un aparato de grandes raciocinios para demostrar la falsedad de una teoría que si bien es cierto que es muy generalmente seguida, no cuenta en cambio con ninguna razón positiva, con ninguna observación en su favor: todo su apoyo es el así debe ser de los meteorólogos.

En mi preocupación constante por desentrañar la causa de nuestros fenómenos atmosféricos, he debido comparar paso a paso el hecho observado con la teoría científica correspondiente, para ver si existe ó no la debida correspondencia. Pues bien, en Meteorología ha pasado lo que en ninguna otra ciencia: las teorías se han anticipado a los hechos; y sobre todo las grandes teorías, aquellas que tendrían que ser el resultado final de un cúmulo verdaderamente sorprendente de observaciones. Y ha sucedido que los que guiados por tan grandiosas y hermosas síntesis de los meteoros de todo el mundo, como esa del cambio de aire polar y ecuatorial, se han querido dar razón de los fenómenos que observan, se han encontrado con que el tal pensamiento fundamental no existe, ni siquiera en rasgos generales.

No, en el estado incipiente de la Meteorología, lo esencial son los hechos: observaciones muchas, pero bien conducidas, con conciencia de su valor y las infinitas consecuencias que forzosamente deben entrañar.

Colocado pues en un lugar de la Tierra, fecundo en magníficos fenómenos atmosféricos, inexplorado casi por los sabios, he debido desechar toda idea preconcebida, toda teoría ya formada, para escuchar tan sólo la voz altamente elocuente de los hechos. Y el resultado ha sido que no pasa año sin que la perseverante observación me conduzca a nuevas y muy importantes generalizaciones que espero redundarán en provecho de la Meteorología que como he dicho empieza apenas a hacerse. En esta vez traigo pues algo nuevo que participar a nuestra querida Sociedad Alzate, para que imprimiéndole su sello salve las fronteras y contribuya a desarrollar esta importante ciencia. Pero repito se trata de hechos, concienzudamente observados y naturalmente interpretados.

Los hechos. En lo que se refiere a las corrientes ascendentes de la atmósfera, es un lugar intertropical el que debe presentar el mejor material de hechos para estudiarlas, y tal es nuestra hermosa ciudad de Guadalajara. Además, la época más favorable es sin duda alguna aquella estación del año en que el Sol se acerca al zenit, pues es entonces cuando manda a la Tierra su máxima calorificación. Ahora bien, por una de esas providenciales disposiciones de la naturaleza, es ese tiempo para nosotros el tiempo de aguas, es decir, en el que existe mucho vapor de agua en la atmósfera que recibe inmediatamente el efecto de las corrientes aéreas, traduciendo en formas aparentes toda la acción de dichas corrientes. Un estudio profundo de la Meteorología del tiempo de aguas entre nosotros, debe pues de entrañar magníficas soluciones a los problemas más fundamentales de la Meteorología, tanto general como particular.

Precisamente en las zonas tropicales es donde los meteorologistas han pretendido ver las formas de nubes ascendentes llamadas Cumulus de las que hemos demostrado que nada tiene que ver esa pretendida reciprocidad, sino que todo es efecto de una corriente horizontal. Pero hagamos una pormenorizada observación y relatemos los hechos que todo el mundo conoce o puede conocer.

Estamos en pleno tiempo de aguas, como a mediados de julio, el Sol es casi zenital. No es raro ver a la salida del Sol algunas nubes aborregadas, restos de alguna tormenta nocturna y que los rayos solares disipan en la misma mañana, entre 10 y 11. Al contacto del calor solar se pone en movimiento el aire, movimiento que casi siempre es del E al W. y aparecen en el cielo extraordinariamente azul y transparente, unas pequeñas y bajas nubes de irreprochable blancura. Estas efímeras nubecillas se hacen y deshacen en poco tiempo, reaparecen y se disipan con rapidez; pero no definitivamente, pues con el avance del día y del calor van tomando cuerpo, sus bordes se redondean, hay algunas sombras en la parte opuesta al borde redondeado, o en media nube, y a la vez parece que el horizonte se carga más y más de nubes. Todas estas apariencias y otras más, están perfectamente explicadas en mi anterior trabajo. Es el medio día: entonces en el punto más cumulo del horizonte; general, pero no exclusivamente, en el Este, se ve aparecer un apéndice que sobresale a los Cumulus en la forma de

una placa de aspecto cirroso, que avanza lenta y seguramente hacia el observador, cubriendo el cielo en las primeras horas de la tarde. Cuando la tormenta empieza a tronar es el punto mismo del horizonte donde apareció la placa en el que se tiene las nubes más negras y amenazadoras.

Sin duda que todos los meteorólogos han presenciado estas apariciones, pues la nomenclatura internacional de nubes nos enseña el nombre de esas placas: son los Falso-cirrus.

¿Ahora, qué significación tiene esa placa cirrosa en las que se llaman corrientes ascendentes de la atmósfera? A mí me ha interesado demasiado: desde los primeros años de mi observación meteorológica ha sido esta nube mi constante preocupación: la he visto nacer por simple evolución tal como lo acabo de referir, como un simple hecho de climatología, el más normal que se pudiera imaginar. También la he visto que es la compañera inseparable de los más terribles Cumulo-Nimbus, como podrá verse en las últimas fotografías de mi anterior trabajo. Es ella la que queda en el cielo después de nuestras tormentas como un velo uniforme que desprende a veces persistentes lloviznas y es en fin la que aborrega en las bellas mañanas de nuestro estío.

En el estudio perseverante de esta forma de nube, he encontrado un hecho que me parece de mucha significación, y es el siguiente: el punto del horizonte donde aparece, sea en su forma diurna como la nocturna, es siempre el opuesto al rumbo de alguna corriente superior, que no tarda en descender para transformarse en viento de tierra; y como estas corrientes son siempre occidentales, de ahí que esta placa sea siempre oriental: en cielos desprovistos de corrientes superiores no se forma jamás aunque haya abundante cumulización.

En estos hechos he fundado la siguiente.

Explicación. Es evidente que al sentirse sobre la Tierra el calor solar, en las primeras horas de la mañana, que en nuestros climas son siempre calmosas o tranquilas con relación al viento, el aire que está en contacto experimenta lo que los físicos llaman convección. Los meteorólogos hacen indefinida esta convección, y sin duda lo sería si en su ascenso las capas superficiales no encontrasen algún obstáculo o resistencia, cosa por lo demás imposible, pues siempre existe alguna corriente superior que obedeciendo a algún centro lejano tiene la suficiente energía para no dejarse influenciar, tanto más cuanto que a las alturas en que se encuentra debe estar muy reducida la acción de la convección. Entonces estamos en el caso de la dilatación de una masa gaseosa en vaso cerrado, la tensión crece en consecuencia, y el hecho es tan notorio que el barómetro sube sin interrupción desde la salida del Sol hasta las 9 ó 10 de la mañana. Esta teoría del ascenso matutino de la presión barométrica se impone desde el momento en que ninguna otra lo explica tan intuitiva como satisfactoriamente. Precisamen-

a esa hora se inicia una fluxión del aire en el sentido del E al W como lo hemos apuntado y que se revela en tiempo de aguas por las formaciones de los nacientes Cumulus.

Es fácil darse cuenta cabal de este hecho con el auxilio de la fig. núm 2. Representamos con ella una porción de la atmósfera terrestre que experimenta una calefacción bajo la presión de una corriente superior.

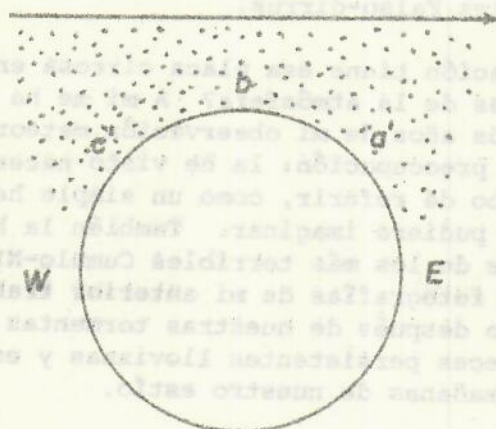


Fig. 2

La parte dilatada y en consecuencia de fuerte tensión va quedando siempre atrás, es decir, siempre al oriente, y tiende a invadir la de más débil tensión al occidente. El Sol debe, pues, dirigir esta corriente de aire dilatado conforme a su movimiento aparente, transformado de esta manera una corriente que debía de ser vertical en fluxión marcada-mente horizontal. Estas consideraciones me parecen muy dignas de tomarse en cuenta.

Si no existiera la corriente superior, no por esto dejaría de verificarse el fenómeno, aunque con caracteres menos aparentes y en mi concepto sin dirección fija, pues siguiendo el aire las líneas de menor resistencia, no sería remoto que hubiese en ese caso una disipación o expansión lateral, absolutamente divergente, que se tornaría a la larga en verdadero ascenso vertical y el ecuador en centro de aspiración como lo supone la vieja teoría. La corriente superior normaliza pues el fenómeno y le da un carácter particular que arrastra muy importantes consecuencias.

Esta fluxión horizontal, explicada como queda dicho, determina desde luego un descenso de la corriente superior que se inicia simultáneamente con el escurrimiento horizontal, la presión baja, y en el aire de contacto entre ambas y opuestas corrientes deben de verificarse fenómenos de penetración muy importantes; y como el fenómeno tiene lugar, como lo suponemos, en tiempo en que nuestra atmósfera está muy bien dotada de vapor de agua, la consecuencia es que aparezca la placa a que hicimos referencia un poco antes, placa que participará de un movimiento confuso, muy lento, y que más bien parece de dilatación a la vez que de

intensificación, engruesando cada vez más hasta cubrir el cielo en dos ó más horas.

Esta placa queda formada entre tres y cuatro de la tarde, a la hora del mínimum de presión; y entonces el aire subyacente va a experimentar otras muy importantes modificaciones, que podemos reducir a tres: 1ª un aislamiento casi total, dado lo grueso y uniforme de la placa; 2ª un enfriamiento que aunque lento es muy sensible, y de ahí 3ª el aumento de su estado higrométrico. La consecuencia es muy natural, sobreviene la precipitación estruendosa de la lluvia, las tempestades estivales siempre caracterizadas por fuerte viento oriental, deselectrificación poderosa y alza anormal de la presión, indicio esto último de una corriente descendente. La observación perseverante de estos fenómenos siempre nos ha evidenciado este descenso del aire en los momentos de lluvia máxima, porque la veleta se vuelve loca cambiando de dirección según el lugar del foco de donde viene más lluvia. Algunos meteorólogos creen, fundándose en este hecho que nuestras tormentas son giratorias; pero yo no he podido comprobar este torbellino perfecto en la generalidad inmensa de casos observados, y por ésto me atengo a considerar el fenómeno como verdaderos saltos causados por los distintos focos de descenso, siendo cada uno de ellos un punto de divergencia en el aire inferior, perfectamente localizado.

Síntesis. Una vez comprendido de la manera como queda expuesto el mecanismo de nuestras tormentas estivales que, como se podrá haber juzgado, no es otra cosa que la interpretación natural y sencilla de todas las particularidades que revisten a estos magníficos fenómenos, podemos transportarnos a toda la extensión de nuestro territorio, y ver cómo en todo él, el fenómeno presenta los mismos caracteres: y aunque por el estado incipiente de nuestra cultura científica, nos falta una observación sistemada que daría lugar indudablemente a deducciones más sólidas, bien nos podemos imaginar que de la amplia extensión de todos nuestros valles se levanta día con día, a causa de la calorificación zenital del Sol y por la influencia de las corrientes occidentales superiores, una serie bien ordenada de corrientes orientales por las bajas regiones de nuestra atmósfera. El aire inferior de esta zona en que vivimos, toma pues, bajo la intensa radiación solar, un movimiento horizontal del E al W y no de ascenso como lo supone la vieja y clásica teoría.

Y conviene sobremanera puntualizar el inmenso servicio que de este punto de vista hace a esta naciente corriente la intervención tan oportuna de la lluvia, en los momentos precisos de su origen. Si no existiera la lluvia que, como hemos visto, es un fenómeno de descenso del aire que ha experimentado previas modificaciones, la placa aquella horizontal invadiría, a causa de la curvatura de la Tierra, puntos cada vez más altos, con relación a aquel de donde nació. La figura 3 nos explica muy bien el hecho. En a, b, c, puntos del perfil terrestre, nacen sucesivamente placas de aire horizontales o conforme a la tangente llevada por dichos puntos. Si no hubiera lluvia, estas placas se per-

derían en el espacio sin unirse; pero interviene la lluvia, las placas descienden y se incorporan unas en otras: fenómeno semejante a aquel con que en Mecánica se nos enseña la manera de transformar las trayectorias rectilíneas de un móvil en los elementos de una curva cualquiera.

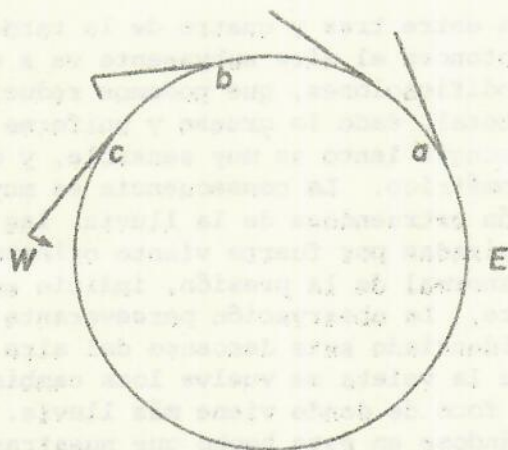


Fig. 3

Después en todo el territorio nacional se genera en el tiempo de aguas, que es el mismo de posición zenital del Sol, una corriente de E a W que sin duda va a incorporarse a la general circulación del aire.

Consecuencias y Aplicaciones. Al hablar de circulación general de aire conviene rectificar los conceptos. La generalidad supone que a la Tierra le corresponde una circulación propia astronómicamente regulada, y en general dependiente de la radiación solar; y hasta algunos, como Bigelow, Deslandres y otros teóricos, la encuentran del todo semejante a la que afecta en circulación las atmósferas solares. Todo esto tiene alguna utilidad, y sobre todo seduce la imaginación. Pero se debe de confesar que no son los hechos los que están en su favor.

Los grandes meteorólogos, ya antiguos como modernos, se han inclinado siempre aunque no de manera clara y definitiva, en favor de una circulación discontinua, formada de focos aislados, (drifts de los ingleses) de donde emanan grandes corrientes, que reparten por donde quiera que pasan, las condiciones meteorológicas de que están impregnadas, modificando así y algunas veces causando, los meteoros de las zonas que invaden. Las trayectorias ciclónicas perfectamente localizadas, las regiones de monzones, son hechos que dominan a la Meteorología clásica; y en estos últimos tiempos toda la prensa científica del mundo ha reproducido las magníficas correlaciones que el meteorólogo Hildebrand ha encontrado entre determinados focos del norte de Europa y América con el clima futuro de determinadas zonas habitadas. ¡Qué decepción tan amarga han llevado los que quisieron encontrar en los polos de la Tierra los torbellinos que habían previsto para esos lugares los partidarios de la movilidad continua de la atmósfera!

En la atmósfera inferior, es decir, en la atmósfera de las lluvias, de

las heladas, la que más nos afecta, todo pasa como si estuviera aislada del resto del planeta, los meteoros que la afectan tienen allí mismo su razón de ser, la correlación se establece más lejos con el excedente de energía que no sirvió particularmente en el lugar de su nacimiento. Y aunque desde este punto de vista la meteorología se presenta menos seductora, en cambio, aparece más práctica.

Dejamos pues a los meteorologistas el cuidado de seguir y utilizar la corriente E a W que les mandamos en el presente estudio.

* Tomado de las memorias de la Soc. Antonio Alzate Tomo 32 (1911-1912)

El artículo original fué escrito por el meteorólogo Severo Díaz.

ORIGENES DE LOS OCEANOS, LOS CONTINENTES, LOS TEMBLORES Y LOS GEOFISICOS.

En 1910 Beno Gutenberg era un delgaduchito y diminuto estudiante de física en la Universidad de Göttingen, donde vendía jabón de puerta en puerta para costearse los estudios. Einstein había publicado su teoría de la relatividad, pero la geofísica no existía ni de hecho ni de palabra.

Un año después, Gutenberg calculaba la profundidad del núcleo de la Tierra. Su resultado (= 2900 Km) sigue intacto después de décadas de intensos estudios y comprobaciones cada vez más refinadas. Luego empezaron a precipitarse los acontecimientos: en 1915 el serbio A Mohorovičić probó la existencia de la corteza terrestre, una capa delgada (5 a 70 Km) de roca que recubre el interior de la Tierra como la cáscara envuelve el fruto. En 1920 el inglés Turner demostró que existen temblores de origen profundo, a centenas de kilómetros bajo la corteza. En 1925 Gutenberg editó el "Handbuch der Geophysik", en que se define la geofísica como la rama de la física experimental que se ocupa de la Tierra: su interior, sus mares, su atmósfera, su campo magnético y gravitacional. La nueva ciencia había nacido.

Primeras Décadas.

De 1925 a 1965 se gestó una generación de geofísicos empapados en las enseñanzas de Gutenberg y de su gran rival británico Sir Harold Jeffreys, alto, desgarbado, ligeramente excéntrico, célebre matemático y astrónomo. Hoy Jeffreys tiene más de 80 años y sigue trabajando activamente como antes. Gutenberg está muerto; simbólicamente dejó de existir el año del lanzamiento del primer Sputnik. Diez años más tarde, una nueva generación de geofísicos ha tomado las riendas, generación de románticos de las computadoras, ansiosos de experimentar con nuevas ideas. Lo fantástico ya no evoca sonrisas escépticas cuando es posible hacer miles de cálculos complicados en un segundo. Existen los cinturones de Van Allen, anillos magnéticos invisibles en torno a la Tierra, misteriosas trampas de radiación. Se comprueba que los grandes temblores hacen oscilar la Tierra entera como si fuera una gigantesca campana, y que producen en la ionosfera olas atmosféricas de amplitudes kilométricas. Los océanos contienen aguas fósiles, cuya edad se determina con ayuda del carbono 14. El magnetismo residual de las rocas demuestra que continentes enteros han girado y cambiado de lugar.

Antes se decía al público las frases consabidas, llenas de modestia y "sobriedad científica". Recordábamos al lego todo lo que no sabíamos respecto a la Tierra. "Cómo", exclamábamos con sorpresa un poco fingida, "¿nos creen ustedes capaces de llegar a predecir los temblores? Qué esperanza..." Y añadíamos aquello de que el hombre conoce mejor el interior de las lejanas estrellas que el de su propia Tierra. Con un poco de ironía, discutíamos las diversas teorías de si el núcleo estaba

hecho de una aleación de hierro-níquel fundido, de un plasma comprimido, o quizá de un nuevo estado de la materia. Pero en el fondo, poco nos importaba que el núcleo estuviera hecho de cajeta: aquellas eran especulaciones ociosas, ya que solamente lo susceptible de comprobación experimental era digno de estudio.

Hoy el clima científico ha cambiado radicalmente. Los "especuladores ociosos" como Wegener (quien en 1920) postuló que los continentes estaban a la deriva y que África y Sudamérica antes estaban unidos en un mismo bloque continental) son los profetas de hoy. Pero las teorías eran muchas. Adolfo Hitler, por ejemplo, creía que la Tierra estaba hueca y que estábamos viviendo en su superficie interior, mirando siempre hacia el centro. Según este punto de vista, las estrellas y otros cuerpos celestes no pasaban de ser unas pocas bolitas de nieve revoloteando en el interior del planeta. No faltaron doctores en las universidades alemanas dispuestos a apoyar con entusiasmo la nueva doctrina.

Pero volvamos al centro de la Tierra. El núcleo de la Tierra es un esferoide masivo del tamaño aproximado del planeta Marte. Al principio se pensaba que era enteramente líquido, puesto que no transmitía las ondas S o cortantes, cuya propagación depende del módulo de rigidez. Cuando la sustancia no tiene rigidez (como en un líquido o gas) la velocidad de la onda S es cero, es decir, no se propaga. Así, en las antipodas de un temblor se observa una "zona de sombra" para ondas cortantes, y del diámetro de esta sombra es posible calcular el diámetro del núcleo (Fig 1).

En esto, la señorita Ilse Lehmann, sismóloga danesa de la generación de Gutenberg y Jeffreys, anunció un descubrimiento original: el núcleo de la tierra posee a su vez otro núcleo más pequeño pero sólido. De este modo, hace diez años el centro de la Tierra dejó de ser líquido y se encuentra en tierra firme, para gran alivio de todos los aprensivos. La explicación es menos fácil, y sin embargo es lógica.

Ya hemos visto que las ondas S no se propagan en los fluidos. Hay, eso sí, otro tipo de ondas que sí se propagan tanto en fluidos como en sólidos: son las llamadas "ondas P", más conocidas como ondas sonoras. Un sonido se propaga por un mecanismo de compresión y dilatación del material, en que interviene otra constante elástica además de la rigidez. Así se explica el hecho sabido de que el sonido atraviesa tanto fluidos como sólidos, por supuesto que con una velocidad de propagación distinta de la de las ondas S.

Un temblor presenta el mismo caso de un relámpago, en que un mismo evento instantáneo genera dos tipos de ondas que se propagan a velocidades diferentes. Supongamos a tres observadores A, B, C (fig. 2), que miden simultáneamente el intervalo de tiempo entre rayo y trueno. Como este intervalo es proporcional a la distancia de propagación, se pueden calcular las distancias OA, OB, OC y con ayuda de un compás, estimar el punto geográfico en que ha caído el rayo. Este es el método que se usa

para determinar el epicentro de un temblor. Si A', B', C' son tres estaciones sismológicas que registran las ondas P y S de un temblor, la diferencia entre éstos dos tiempos de llegada es proporcional a la distancia epicentral de cada estación. Entonces, conociendo las velocidades respectivas de las ondas P y S es posible calcular el epicentro o punto geográfico bajo el cual se originó el temblor.

Ilse Lehmann, observando pacientemente los diferentes tipos de ondas que se registraban cerca de las antípodas de los temblores, había descubierto una "fase" nueva (fig. 3). El sismograma a tales distancias es muy complejo, debido a que cada onda, al pasar de un medio a otro, genera simultáneamente ondas P y S. Además, ambos tipos de ondas se reflejan en la superficie y en las diversas discontinuidades internas de la Tierra. La nueva fase descubierta por la Srita Lehmann se explicaba por el hecho de que las ondas P volvían a generar una onda S en el núcleo interior ("inner core"), que se atrasaba a la onda P y luego regeneraba una onda P al abandonar el núcleo interior. Tales refinamientos de métodos de observación y de cálculo representaban la cúspide de la sismología clásica. Con el arte laborioso de este tipo de investigaciones se han logrado despejar las principales incógnitas acerca de la estructura interna del planeta.

El origen del fondo submarino.

Hacia 1964 parecía que no iban quedando ondas sísmicas nuevas por observar: aparentemente se había agotado el repertorio de reflexiones, refracciones y combinaciones de ondas P y S que podía ofrecer la estructura terrestre. En esa misma época, los gobiernos y especialmente el de Estados Unidos comenzaban a perder interés en la sismología, debido a que la detección sísmica de explosiones nucleares ya no ofrecía grandes dificultades. En cosa de cinco años que los sismólogos habían dedicado a este problema, se habían quitado el pan de la boca: habían trabajado demasiado bien. Dos acontecimientos imprevistos vinieron entonces a rescatarlos del hambre y del aburrimiento: el temblor de Alaska, y los descubrimientos sobre el origen del fondo submarino.

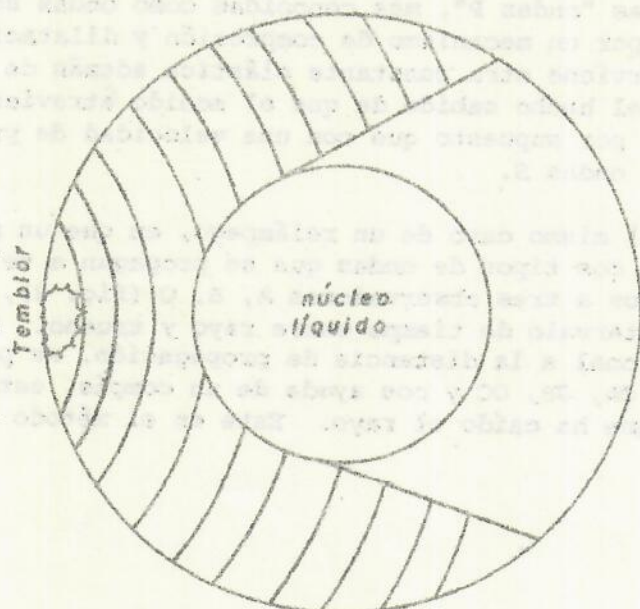


Fig. 1

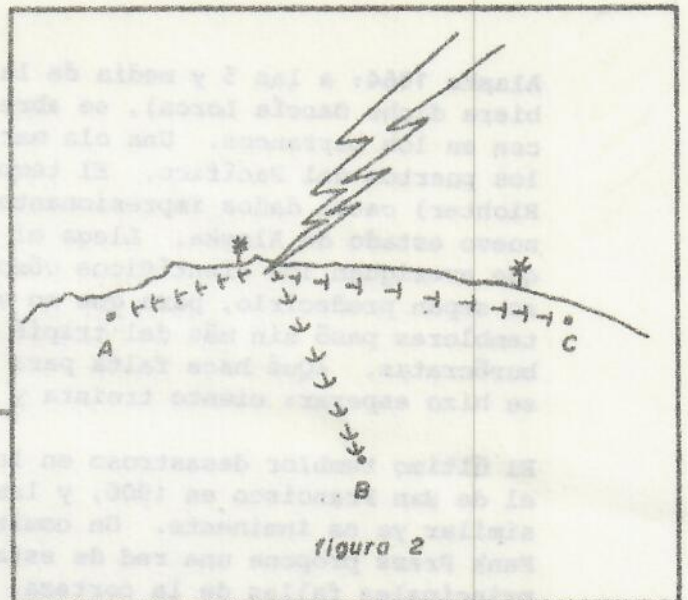


figura 2

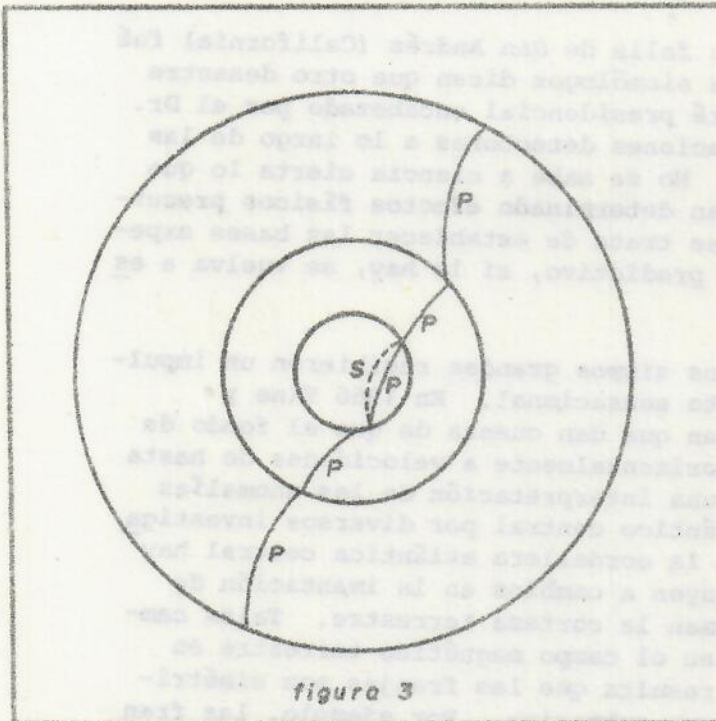


figura 3

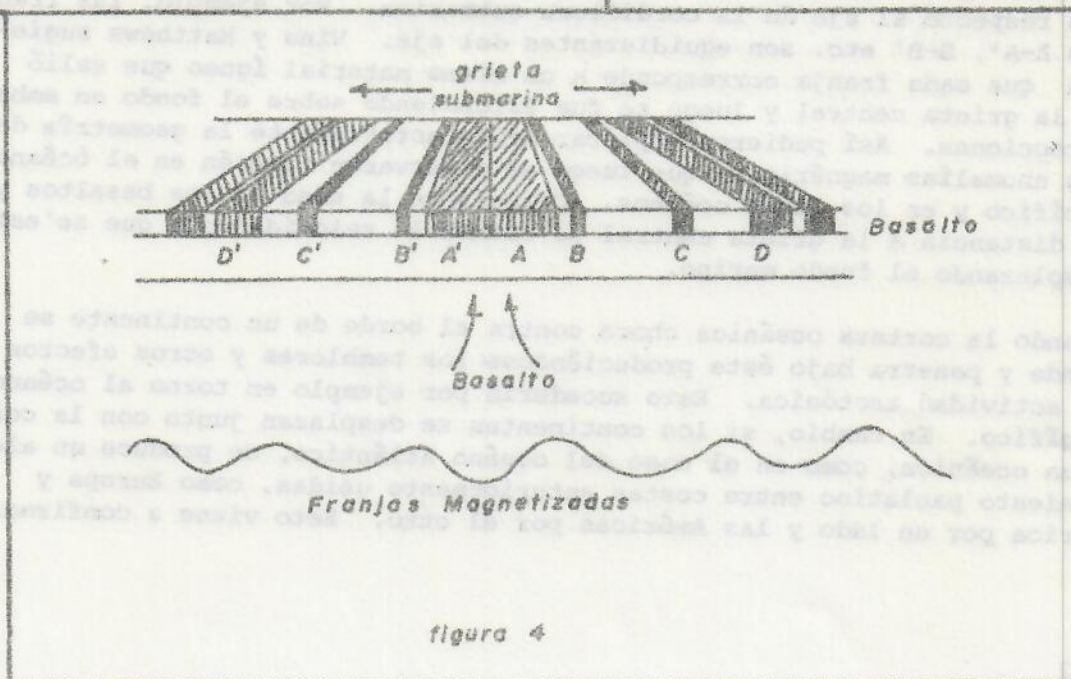


figura 4

Alaska 1964: a las 5 y media de la tarde en todos los relojes (como hubiera dicho García Lorca), se abre la tierra, poblados enteros desaparecen en los barrancos. Una ola marina de diez metros de alto barre con los puertos del Pacífico. El temblor (magnitud 8.4 en la escala de Richter) causa daños impresionantes en Anchorage, principal ciudad del nuevo estado de Alaska. Llega el presidente Johnson y expide órdenes: que averiguan los científicos cómo pudo suceder aquello; que en el futuro sepan predecirlo, para que no vuelva a suceder. Y la predicción de temblores pasó sin más del tripié de los adivinos al escritorio de los burócratas. ¿Qué hace falta para predecir temblores? La respuesta no se hizo esperar: ciento treinta y siete millones de dólares.

El último temblor desastroso en la falla de San Andrés (California) fue el de San Francisco en 1906, y los sismólogos dicen que otro desastre similar ya es inminente. Un comité presidencial encabezado por el Dr. Fank Press propone una red de estaciones detectoras a lo largo de las principales fallas de la corteza. No se sabe a ciencia cierta lo que éstas registrarán, ya que no se han determinado efectos físicos precursores de los sismos. Pero ahora se trata de establecer las bases experimentales para que ningún efecto predictivo, si lo hay, se vuelva a escapar sin ser detectado.

Estas nuevas preocupaciones con los sismos grandes recibieron un impulso inesperado con un descubrimiento sensacional. En 1966 Vine y Matthews publican una breve nota en que dan cuenta de que el fondo de los océanos se está desplazando horizontalmente a velocidades de hasta 5 cm/año. Este dato se apoya en una interpretación de las anomalías magnéticas registradas en el Atlántico central por diversos investigadores (fig. 4). A ambos lados de la cordillera atlántica central hay franjas magnetizadas que se atribuyen a cambios en la imantación de las rocas basálticas que allí forman la corteza terrestre. Tales cambios se deberían a fluctuaciones en el campo magnético terrestre en ciertas épocas geológicas. Pero resulta que las franjas son simétricas respecto al eje de la cordillera submarina. Por ejemplo, las franjas A-A', B-B' etc. son equidistantes del eje. Vine y Matthews sugieren que cada franja corresponde a un mismo material ígneo que salió de la grieta central y luego se fue extendiendo sobre el fondo en ambas direcciones. Así pudieron explicar satisfactoriamente la geometría de las anomalías magnéticas, que luego se observaron también en el océano Pacífico y en los demás océanos. Calculando la edad de los basaltos y su distancia a la grieta central se estima la velocidad con que se está desplazando el fondo marino.

Quando la corteza oceánica choca contra el borde de un continente se hunde y penetra bajo éste produciéndose los temblores y otros efectos de actividad tectónica. Esto sucedería por ejemplo en torno al océano Pacífico. En cambio, si los continentes se desplazan junto con la corteza oceánica, como en el caso del océano Atlántico, se produce un alejamiento paulatino entre costas anteriormente unidas, como Europa y África por un lado y las Américas por el otro. Esto viene a confirmar

las teorías de Wegener sobre la existencia de un gran continente primitivo llamado Gondwana, que incluyó como mínimo África, Antártica e India durante la época precámbrica.

Estos resultados recientes forman la base para una nueva geofísica global, que abarca la teoría de la deriva continental, el desplazamiento del fondo submarino, y la distribución geográfica de temblores y volcanes. Como mecanismo fundamental de todos estos procesos se propone la idea de una circulación general del manto de la Tierra, con corrientes de convección ascendentes y descendentes que provocan la extrusión de materias ígneas en la grieta central de los océanos y su reabsorción bajo las márgenes continentales. Existe en estos momentos una controversia científica mundial animadísima sobre estos tópicos, con nuevos aportes casi a diario. Hay muchos resultados concordantes y no pocos contradictorios a las nuevas teorías. Por ejemplo, existe evidencia reciente de que la península de Baja California se está alejando del continente a razón de unos 5 a 10 cm/año; este movimiento podría contribuir a los desplazamientos en la falla de San Andrés y por lo tanto a la sismicidad del estado de California.

Con tales implicaciones no debe sorprenderse si el problema del origen de los océanos, continentes y temblores, que antes preocupaba a un reducido grupo de visionarios, se ha vuelto el tema central de la geofísica contemporánea. Estamos viviendo una transformación científica de primera magnitud, semejante quizás a la que se produjo en la física teórica bajo el impacto de los trabajos de Planck y Einstein. Una nueva generación de geofísicos, ayudados con computadoras y vehículos espaciales, está cambiando la imagen del planeta en que vivimos. Las preguntas también son nuevas: ¿por qué nuestros continentes y mares son tan diferentes de la topografía lunar? ¿en qué se parece la estructura de Marte a la de Venus?

Cuando sepamos la respuesta a estas preguntas, quizás estaremos en situación de predecir no solamente los temblores, sino la evolución misma de las costas, los ríos, las llanuras y las imponentes cadenas montañosas o volcánicas que han sido objeto de la admiración poética y del paciente estudio del hombre desde que habita la Tierra.

* Tomado de la Revista Física (mayo de 1969).

El trabajo original fué elaborado por el Dr. Cinna Lomnitz, investigador del Instituto de Investigación en Matemáticas Aplicadas y Sistemas y profesor de la Facultad de Ciencias, ambas instituciones de la UNAM.

¿Es necesaria la Licenciatura en Ciencias de la Tierra?

Durante las últimas 3 décadas, la Geofísica se ha desarrollado en forma acelerada; los conceptos básicos que nos permiten actualmente conocer la evolución Geológica de la Tierra han sido propuestos en este tiempo. Antes de 1960, la mayoría de los científicos veían a la Tierra como un cuerpo rígido con continentes fijos; sin embargo, las fructíferas investigaciones llevadas a cabo, principalmente por geofísicos oceanógrafos, han cambiado radicalmente este esquema por el de una Tierra dinámica con fondos oceánicos en expansión, creándose y destruyéndose continuamente. Estas nuevas teorías, enmarcadas en lo que se denomina "Tectónica Global", han permitido explicar un sin número de descubrimientos Geofísicos y Geológicos.

Estas nuevas teorías están permitiendo que el hombre pueda explicar no sólo lo que ocurrió en el pasado geológico terrestre y lo que está pasando actualmente, sino que ha puesto a nuestro alcance la posibilidad de poder predecir lo que ocurrirá a futuro.

Muchos de los pasos importantes en esta área han sido posibles gracias a que un gran número de Geólogos, Matemáticos, Físicos, Ingenieros, Químicos, etc. han adoptado como área de trabajo a la Geofísica, empleando técnicas básicas de su disciplina de origen. Así, se han logrado desarrollar mejores métodos radiométricos de datación geológica, mejores sondas aéreas que nos proporcionan datos de las partes altas de la atmósfera, métodos matemáticos específicos para el tratamiento de datos etc. La conjunción de muchos de estos métodos y el empleo de los conceptos básicos de varias disciplinas, han ido creando, poco a poco, el cuerpo de conocimientos fundamentales que hoy día definen a la Geofísica.

Algunos aspectos de la Geofísica tienen viejas raíces en el desarrollo de la ciencia en México; tal es el caso de la Meteorología, la Sismología, la Vulcanología, el Geomagnetismo etc; temas sobre los cuales es factible encontrar algunos trabajos realizados en la segunda mitad del siglo XIX en las memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate. Sin embargo, no es sino en las últimas décadas en que se ha puesto de manifiesto la importancia, que esta área tiene en el desarrollo económico nacional.

El punto en el cual esta importancia resulta más evidente es en la exploración petrolera, en la cual es necesario aplicar la Geofísica de Exploración para localizar los yacimientos. Pero existen otras áreas que requieren también de la Geofísica como es la búsqueda de mantos acuíferos, la exploración de campos geotérmicos, la búsqueda y evaluación de los recursos minerales, por mencionar sólo aquellas en las que su relación con la economía del país es evidente. Quizá menos evidente,

pero igualmente importante, es el área de la Meteorología para la Agricultura o la oceanografía para el sector pesquero.

La Geofísica está ayudando en gran medida al conocimiento del medio ambiente, muchas investigaciones se llevan a cabo con el fin de conservar los recursos naturales y humanos a través de un mejor conocimiento de los fenómenos naturales catastróficos como terremotos, huracanes, tsunamis, riesgo volcánico o geológico, contaminación atmosférica, etc.

La institución Geofísica con mayor número de investigadores, en el país, fue fundada en 1949, el Instituto de Geofísica de la UNAM. Este contó en sus inicios con diversos elementos del Instituto de Geología de la misma Universidad. En la actualidad, se realiza investigación y trabajo geofísico en diversas instituciones esparcidas en el país: El Centro de Investigación Científica y Enseñanza Superior de Ensenada, en Ensenada, B.C., en el Instituto Oceanográfico de Manzanillo, en Colima, en el Centro de Ciencias Atmosféricas en Jalapa, en el Centro de Ciencias del Mar de la UNAM, en el Instituto Mexicano del Petróleo, en el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, en el Instituto Tecnológico Regional de Oaxaca, en el Instituto de Investigación en Matemáticas Aplicadas y Sistemas de la UNAM, en el Servicio Meteorológico Nacional, en el Consejo de Recursos Minerales, en el Instituto Politécnico Nacional, en algunas instituciones de Zacatecas, Guadalajara, Monterrey, Sonora, San Luis Potosí, etc.

Aún cuando algunas de estas instituciones tienen ya algunas décadas, pocas son las que pueden considerarse con un cuerpo de investigadores completo, y en todas ellas es notoria la falta de estudiantes. ¿Cuál es la razón de esto?. La Geofísica es una disciplina en la cual resulta fácil interesar a un estudiante, pues su desarrollo tiene lugar tanto en el campo como en el laboratorio o con trabajo de gabinete; y sus fundamentos teóricos resultan atractivos tanto para el matemático como para el Ingeniero.

Quizá la respuesta a nuestra pregunta debamos buscarla en lo poco difundida y lo relativamente joven que es esta ciencia, o tal vez en lo poco que se le ha tomado en cuenta al llevar a cabo la planeación de los recursos humanos en el País.

Debido a la inquietud por parte de muchos investigadores en el tema y a la creciente necesidad que tiene el sector productivo de personal preparado en Geofísica, sería conveniente que incluír a la Geofísica o mejor aún el área de las ciencias de la Tierra dentro del programa nacional de formación de recursos humanos, en el cual debe darse cabida a la opinión de todas las instituciones que realizan una labor en esta área. De esta manera, podríamos evaluar lo que consideramos una necesidad actual, la creación de una Licenciatura en Ciencias de la Tierra.

*Artículo preparado por: Q. Francisco Medina y Dr. Juan Manuel Espíndola
Investigadores del Instituto de Geofísica de la UNAM.

REUNIONES, SYMPOSIA Y CONGRESOS PROXIMOS A CELEBRARSE.

Noviembre 17-21 - Reunión Anual de la Sociedad Americana de Exploración Geofísica, en Houston, Texas.

Organiza: Soc. de Exploración Geofísica
P.O. Box 3098 Tulsa Okla 74101
U.S.A.

Noviembre 19-24 - Los riesgos sísmicos y los asentamientos humanos, en Oaxaca, Oaxaca.

Organiza: SAHOP, UNAM, Gobierno de Oaxaca.
M. Alicia Cruz Sosa, Dirección
General de Prevención y atención
de emergencias urbanas SAHOP.

Diciembre 8-12 - Reunión de la AGU, Fall Meeting, en San Francisco California.

Organiza: AGU, 2000 Florida Avenue N.W.
Washington D.C. 20009.

1981

Marzo 24-26 - Symposium acerca del campo geotérmico de Cerro Prieto, B.C., México.

Organiza: CFE, U.S. Dept. of Energy,
Universidad de California,
(W. Schwarz, Univ. de California,
Earth Sciences Div. Berkeley, Cal,
94720, U.S.A.).

Abril 6-10 - AGU Chapman Conference on the Generation of The Oceanic Lithosphere.

Organiza: D.C. Presnall, Meeting AGU 2000
Florida Avenue N.W. Washington
D.C. 20009.

Junio 8-18

- International Geoscience and Remote Sensing

Organiza: K.R. Carven.

IGARSS'81 Technical Program
Chairman Physical Science Laboratory
New Mexico State University
Las Cruces NM 88 003.

Agosto 16-29

Asamblea General de la Asociación Internacional
de Meteorología y Física de la Atmósfera en la
República Federal Alemana.

Organiza: IUGG, S. Ruthenburg, National Center
for Atmospheric Research, P.O. Box
3000, Boulder Colorado 80307, U.S.A.

MAESTRIA EN GEOFISICA

Prerrequisito: Grado de Licenciatura en el Área
de Ciencias ó Ingeniería.

Duración: 4 Semestres.

Becas: A estudiantes con promedio superior a 8.5.

Los Estudios de Maestría en Geofísica pueden realizarse en
la Facultad de Ciencias, UNAM en México, D.F. ó en el Cen-
tro de Investigación Científica y Educación Superior de
Ensenada, B.C. (CICESE).

Informes: Facultad de Ciencias ó Instituto
de Geofísica
UNAM; Ciudad Universitaria
México 20, D.F.

ó CICESE
Av. Espinoza 843
Ensenada, B.C.N.

