

Lunes 25 de julio de 2005

HOJA GEOBIOLÓGICA PAMPEANA
 Órgano del Consejo Profesional de Ciencias Naturales de La Pampa
 (Fundada el 12 de marzo de 1989 por el Dr. AP. Calmels)

Editores responsables: Dr. A.P. Calmels y Lic. O.C. Carballo
 Corresponsales: Biología, Lic. Julio R. Peluffo
 Geología, Lic. Eduardo Mariño
 Recursos Naturales, Lic. Graciela Bazán

-----00000-----

**HABLEMOS BIEN
 en Geomorfología**

(Continuación)

499.- ADAPTACIÓN DEL DRENAJE

La adaptación F. *adaptation*, I. *adjustment*, A. *Anpassung* del relieve a la estructura se realiza principalmente por una serie de capturas F. *série de captures*, A. *Anzpfungen*, operadas por los ríos longitudinales a expensas de los transversales, algunas clusas solamente quedan funcionales, activas F. *fonctionnelles, actives*, I. *water-gaps* A. *fungierend, tätig*, las otras, abandonadas, son clusas secas, clusas muertas F. *cluses sèches, cluses mortes*, I. *dry-gaps, wind-gaps, air-gaps*, A. *Trockentalungen, Taltorsos, Strunkpässe*. Clusas secas alineadas F. *alignées*, I. *alined, paire gaps*, A. *reihenförmig* que atraviesan dos o varias crestas, permiten restituir la traza de antiguos cursos ácuos: y sus diferencias de altitud, de determinar el orden de sucesión de las capturas que han sufrido.

500.- TERMINOLOGÍA JURÁSICA

El Jura franco-suizo ha proporcionado (desde J. Thurmann, 1836-1853), los elementos de una terminología especial, que asigna un sentido convencional a expresiones del lenguaje ordinario: monte, eslabón anticlinal F. *mont, chaînon anticlinal*; arroyuelo F. *rû* (pequeño arroyo), barranco cataclinal (y también anaclinal) F. *ravin cataclinal (et aussi*

anaclinal); valle F. *val (plur. vaux)*; Valle sinclinal F. *vallée synclinale*; vallejo F. *combe (valle entallado en la bóveda anticlinal de un plegamiento jurásico, y limitado por dos escarpas calcáreas, las crestas)*, valle anticlinal, cerrado en una extremidad al menos: cresta F. *crête monoclinale*.

501.- DOMOS Y CUBETAS

Una estructura alternada en domo o cubeta da un relieve estructural anular F. *relief structural annulaire*, A. *ringförmig* con escarpas que miran hacia hacia el interior, *infacing*, en los domos, y hacia el exterior, *outfacing*, en las cubetas. La parte central del domo, el corazón o núcleo F. *coeur, noyau*, I. *core*, A. *Kern* puede estar vaciada o, por el contrario, ser resistente y quedar en relieve. El fondo de la cubeta puede estar elevado F. *perché*. El drenaje original está más o menos modificado por el desarrollo de ríos monoclinales, de trazado arqueado F. *arqué*, I. *arcuate*, A. *bogenförmig*. Un combamienro alargado o domo alargado F. *bombement allongé, dôme allongé*, I. *elongated dome*, A. *ausgezogene Aufwölbung* profundamente atacado por la erosión, es un ojal F. *boutonnière*.

502.- RELIEVE APPALACHIANO

Si una estructura alternada-plegada ha sido allanada F. *aplanie*, I. *worn down, planed, down*, A. *eingeebnet* y eventualmente fosilizada (esta condición no es necesaria), y un ascenso de

conjunto reanima la erosión, ella, en el curso de uno o varios ciclos, desarrollará un tipo de relieve que es bien característico en los Appalaches sedimentarios: relieve appalachiano F. *relief apalachien* (E. de Martonne), I. *appalachian relief, appalachian topography*. Algunos grandes ríos transversales concentrarán el drenaje: antecedentes F. *antecedentes*, a pesar del combamiento, o consecuentes F. *conséquents* con relación a la deformación, o, eventualmente, sobreimpuestos F. *surimposées*, I. *superimposed, superposed*, A. *epigenetisch*, a partir e la cubierta. Por el contrario, sus afluentes, adaptados a una estructura diferenciada, son esencialmente longitudinales; la disposición ortogonal, en emparrado F. *disposition orthogonale, en espalier*, de la red fluvial es particularmente neta; abundan las clusas secas.

503.- CRESTAS

Las crestas, aplanadas, truncadas F. *les crêtes, aplanies, tronquées*, I. *flat-topped-ridges, even-crested-ridges, bevelled ridges*, A. *ebene Kämme, gekappte Kämme* conservan durante algún tiempo una cierta concordancia de altitud, subigualidad de altitud F. *subégalité d'altitude*, I. *accordance, subequality of height*, A. *Höhen gleichheit*. Las crestas y los surcos dibujan, alrededor de las puntas de anticlinales y de sinclinales, curvas, contorneamientos F. *courbes, contournements*, I. *curves, turns*, A. *Umbiegungen, Kragenberge*, o inflexiones agudas, en horquilla de cabello F. *inflexions aiguës, en épingle à cheveux*, I. *sharp curves, hairpin curves*, A. *scharfeKnicke*; trazado en zigzag F. *tracé en zigzags*, I. *zigzag pattern*, A. *Zickackmuster*.

LOS RELIEVES VOLCÁNICOS

LOS FENÓMENOS Y LOS APARATOS

504.- EL VOLCANISMO: INTRUSIÓN, EXTRUSIÓN

El volcanismo F. *volcanisme*, I. *volcanism, vulcanism, vulcanicity*, A. *Vulkanismus* se manifiesta por el ascenso F. *montée, ascensión*. I. *rising*, A. *Emporsteigen, Empordringen* de magma F. *magma fundido* F. *fondue*, I. *molten*, A. *geschmolzen* al estado de fusión ígnea F. *à l'état de fusion ignée*, I. *fused*, A. *feuerflüssig, glutflüssig* por inyección F. *par injection* o intrusión F. *intrusion* en el espesor de la corteza; o por extrusión F. *extrusion* hasta la superficie: procesos intracorticales F. *processus intracorticaux*, I. *intra-crustal*, y procesos extracorticales F. *extra-corticaux*, I. *super-crustal, supra-crustal*.

505.- CONDUCTOS, EXUTORIOS

La transferencia de materia profunda, hipomagma F. *hypomagma* a partir e los reservorios msgmáticos, cámaras magmáticas u hogares magmáticos F. *reservoirs-, chambres-, foyers magmatiques*, I. *magma reservoirs, -chambers, -hearths, -foci*, A. *Magmakammern*, se hace por canales o conductos F. *chenaux, conduits*, I. *channels, conduits, ducts*, A. *Kanäle, Durch-gänge* que pueden ser, ya sean simples grietas, fisuras F. *crevasses, fissures*, I. *cracks*, A. *Spalten*, o bien tubos chimeneas F. *tuyaux, cheminées*, I. *pipes, chimneys*. Los exutorios, puntos de salida, las bocas (eruptivas) F. *les bouches (éruptives), orifices* tienen a menudo la forma de embudos F. *entonnoirs*, I. *funnels*, A. *Trichter*, de calderas F. *chaudrons*, I. *Caldrons*, A. *Kessel* y de cráteres F. *de cratères*, I. *craters*, A. *Cráter(e)*.

(Continuará)

-----00000-----

Refrán español: Caballo que con tres años ve una yegua y no relincha, o no le gusta la yegua o tiene prieta la cincha.

-----00000-----

UN POCO DE HISTORIA
(Siempre relacionada con la Tierra)
(continuación de XVII(6):110-115)

La investigación de la Tierra

Luego de haber efectuado un rápido recorrido por la historia de la Humanidad, por lo menos en algunos de los más importantes hechos vinculados con el conocimiento de nuestro planeta y de los procesos que en él se desarrollan, responsables esenciales de su lenta y continua evolución, debemos referirnos directamente al objetivo específico de la Geología: es decir a la investigación de la Tierra, planeta del sistema solar plagado de atrayentes incógnitas para el Hombre, y estamos casi seguros de que la lectura de estas notas hará surgir algunas otras todavía.

Comenzaremos imaginándonos, por un momento, que nos desplazamos en una moderna nave espacial, a enorme velocidad, desde la profunda oscuridad del espacio hacia la estrella que es el centro de nuestro sistema: el Sol. ¡Cuántos interrogantes podrán abismar nuestro espíritu! ¿Cómo se formaron las galaxias y sus miles de millones de estrellas? ¿Cuál es la fuente de la luz de las estrellas? ¿Durará siempre su brillo? Habiendo tantas estrellas que brillan, ¿por qué el espacio es tan oscuro? Y muchísimos otros.

Cuando nuestra imaginaria nave se aproxime al sistema solar, el resplandor del Sol nos enceguecerá; al mirar al lado opuesto, veremos a los diferentes planetas brillar en la luz del Sol, algunos dotados de lunas a su alrededor. Observemos detenidamente a todos, pero detengamos nuestra atención en el tercero a partir del Sol, el cual, a través de su atmósfera, nos permite divisar su superficie que materializa un juego de luces y sombras. Y supongamos que se nos antoja conocer más de cerca este cuerpo que, comprobamos, es la Tierra.

Para satisfacer nuestro deseo, aminoramos nuestra hipotética velocidad para aterrizar y nos damos cuenta que los

detalles fisiográficos se hacen cada vez más visibles: a través de los claros que deja su cubierta de nubes es posible reconocer áreas de tierra y de agua y, también, que más de la mitad de su superficie está cubierta por mares. Pero, además, comprobamos algo muy sugestivo, y que sólo ha entrado en el campo de la Geología de manera definitiva en los recientes últimos años: las masas terrestres parecerían encajar unas en otras como las piezas de un rompecabezas. Nos cuestionamos: ¿Es posible que alguna vez todas las tierras hayan estado agrupadas en una sola masa? Pero nos siguen impactando los desiertos, las selvas, los casquetes de hielo y la limitación de algunos bordes continentales mediante cadenas montañosas, entre muchísimos otros llamativos detalles de la geomorfología de la Tierra.

Una vez llegados a la superficie sólida del planeta, iniciamos su exploración: pudimos consignar la existencia de materiales sueltos: suelos, minerales, rocas, pequeños arroyos y grandes ríos, nubes, sol, cielo... En todo eso estamos sumergidos y somos conscientes de la gran cantidad y variedad de objetos que nos rodea, al par que de su natural e impresionante belleza. Nos habremos convencido definitivamente que la Tierra es un planeta mucho más complejo que lo que nos parecía cuando lo observábamos desde el espacio. Pero, sobre todo, un algo impresionante: la Vida habita en todos los medios: en el suelo, en el aire y en el agua. A medida que el Sol surge y se eleva en el firmamento, advertimos su importancia capital como sostén de la Vida, tanto de los vegetales como de los animales... Despertamos a la realidad y comprobamos que densos nubarrones comienzan a ocultar el Sol; el aire experimenta una súbita agitación y el cielo se vuelve amenazante. Comienza a llover. El suelo, que hace un momento estaba seco, presenta ahora diminutos arroyuelos de agua turbia: ¡Se están llevando parte del suelo! ¿A dónde irán esos sedimentos? Nos

proponemos seguir el pequeño curso áqueo y comprobamos que los materiales que acarrea se depositan en un pequeño lago. Nos alegra sobremanera haber encontrado respuesta a nuestra pregunta, sin embargo ahora nos surgen otras: ¿Qué acontecerá cuando el lago se colme de sedimentos? Si el agua de escurrimiento continúa llevándose el suelo, ¿cuánto tiempo seguirá conservando sus características de suelo?

Pasado el chaparrón, volvemos a ver el Sol, pero habremos comprobado que así es la investigación de la Tierra: buscamos la solución a un problema y, cuando la hallamos, nos damos cuenta que ella ha sido el origen de nuevos cuestionamientos: investigamos, descubrimos y se nos plantean nuevos problemas. Es que, verdaderamente, la insaciable curiosidad humana impulsa al Hombre hacia lo desconocido. Y a ello obedece el auge alcanzado en los últimos años por los estudios relativos a las ciencias terrestres, con miras a satisfacer la necesidad que siente el hombre moderno de comprender y dominar su ambiente; necesidad tanto más urgente cuanto más se dilata y se complica el horizonte del conocimiento humano. Y siendo que cada vez aumenta la dificultad de abarcar tantas disciplinas y especializaciones, se busca principios unificadores que permitan, por una parte, adquirir una imagen racional del Universo y, por otra parte, intervenir con inteligencia y éxito en la solución de los problemas individuales y sociales que se basan en los fenómenos geológicos.

Pero, ¿cómo podemos hacer para investigar eficazmente nuestro pequeño pero complejo mundo? Existen poderosas y buenas herramientas para ello, aunque ninguna de ellas vale tanto como nuestra *inteligencia*. Es ella la que registra las observaciones de nuestros cinco sentidos: primera etapa de toda investigación de las ciencias de la Tierra; las *observaciones* son experiencias de primera mano que se obtienen de cosas o hechos. En aquellos casos en que los sentidos no son lo suficientemente atrevidos como para hacer

observaciones precisas, el Hombre ha inventado instrumentos que extienden su alcance, a veces de un modo inimaginable.

Con la información recibida de los sentidos, la mente trata de interpretar su resultado: segunda etapa de la investigación; las *interpretaciones* son juicios sobre las observaciones de cosas o hechos o, todavía, explicaciones de los hechos observados.

Tanto en las observaciones como en las interpretaciones, la inteligencia resulta ser nuestro principal instrumento de investigación. Sin embargo, hay veces en que sólo podemos valernos de uno de nuestros sentidos para hacer las observaciones, por lo que debemos basarnos en muy pocos datos para hacer nuestras interpretaciones. Es por ello que suele ocurrir que queremos poner a prueba alguna interpretación de una situación, o una suposición sobre por qué algo ocurre como ocurre. Tales suposiciones se denominan *hipótesis*, basadas siempre en la observación y que, por lo general, dan lugar a nuevas preguntas. Estas deben probarse, y la información adicional debe interpretarse con la finalidad de determinar si la hipótesis es correcta o no.

Cuando se realizan investigaciones se hace necesario registrarlas mediante la redacción de un *informe*, el cual debe comprender tres partes fundamentales:

1. El *objetivo*, es decir por qué se realizó la investigación,
2. el *procedimiento*, o qué se hizo, y
3. los *resultados*; qué se averiguó.

No obstante, no hay un procedimiento único que deba seguirse siempre; las investigaciones se vuelven cada vez más complicadas y la cantidad de información que suministran aumenta día a día; los conocimientos nuevos generan nuevos cuestionamientos; cuanto más investiga el Hombre, más encuentra para investigar.

La dinámica de la Tierra

Durante toda su existencia, el Hombre ha tenido una poderosa sugestión por las tormentas, los terremotos y, en

general, por todos los fenómenos de la Naturaleza. Lo que ocurre es que el Hombre primitivo careció de los conocimientos requeridos para explicarlos, por lo que su interpretación era realizada en función de su experiencia. Con posterioridad, a medida que avanzaba en la comprensión de sus causas, iba reemplazando las interpretaciones mitológicas por explicaciones más científicas. No cabe duda que el Hombre actual es depositario del fruto de muchos siglos de investigación, lo que no significa que ya haya averiguado completamente todo. Y es a causa de esto que la explicación de ciertos procesos terrestres debe exponerse todavía como hipótesis que deben ser comprobadas.

a) *Los cambios de la Tierra.*- Hace poco más de un siglo, en la tarde del 26 de noviembre de 1883, los habitantes de Londres tuvieron oportunidad de contemplar azorados una puesta de Sol de intenso colorido, que se repitió por varios días seguidos. No se encontraba quién pudiera proporcionar la causa del llamativo fenómeno.

Simultáneamente a lo que ocurría en Londres, los habitantes de la isla de Java se empeñaban en reparar los destrozos ocasionados cuatro meses antes por una muralla de agua marina que se precipitó sobre la costa destruyendo varias aldeas.

Traemos a colación estos hechos, porque ambos fueron consecuencia de un mismo fenómeno: la erupción de la isla volcánica de Krakatoa, en el océano Pacífico. La dinámica del interior terrestre arrancó una gran parte de la isla y arrojó, a cerca de veinte kilómetros de altura, fragmentos de roca, cenizas y columnas de humo. Los cambios que originó pudieron observarse sobre toda la Tierra: primeramente, la explosión y la ola oceánica (el *tsunamis*), luego, los cambios atmosféricos; pero los hay que prosiguen en la actualidad, como es el caso de las partículas de polvo volcánico, originariamente suspendidas en la

atmósfera, que caen a la superficie de la Tierra.

No obstante, no todos los cambios operados en la Tierra son tan espectaculares como la erupción del Krakatoa, ni sus consecuencias adquieren semejantes proporciones; algunos son tan comunes que ni siquiera nos damos cuenta de su producción.

Si estamos convencidos de que todo cambia a nuestro alrededor, debemos definir lo que entendemos por “cambio”, y nos encontraremos con grandes dificultades para hallar un significado que satisfaga a todos. Podríamos afirmar que se ha producido un *cambio* cuando lo que se observa, se presenta diferente de cuando se lo observó por última vez; sin embargo existen cambios que no pueden ser incluidos en ella.

En noviembre de 1963, una espectacular erupción en el océano Atlántico, cerca de Islandia, hizo surgir la isla de Surtsey del fondo del océano. Esta nueva isla volcánica apareció encima de una cadena de montañas que se extiende desde el océano Glacial Ártico, cerca del polo norte, hasta el continente antártico, cubiertas por las aguas del océano Atlántico.

Krakatoa y Surtsey son dos ejemplos de erupciones volcánicas: en el primero, los procesos volcánicos destruyeron una isla; en el segundo, hicieron aparecer una isla. Ahora bien, si un observador hubiera visto y descrito solamente lo que ocurrió en Krakatoa, podría haber concluido que la acción volcánica destruye las islas; en cambio, uno que sólo hubiese presenciado el nacimiento de Surtsey, podría haber interpretado que las islas se forman por la acción volcánica. ¿Cuál sería el error de cada uno?

Es tarea de los *geólogos* estudiar la Tierra observando cómo son las cosas en un momento dado y describiendo *cómo* cambian, y deben tratar de interpretar sus

observaciones explicando *por qué* cambian.

Una prueba evidente de los cambios son las erupciones volcánicas; numerosas otras no son tan manifiestas, pero el cambio tiene lugar en toda la materia, desde las partículas interiores del átomo hasta las más remotas regiones del Universo.

Son numerosos los cambios que tienen lugar donde se ponen en contacto dos materiales o formas distintas de un mismo material, que es lo que se denomina una *interfase*. Hay interfases grandes y pequeñas, abruptas y graduales. Sobre la superficie terrestre se encuentran las interfases entre la tierra, con su variedad de materiales sólidos, la atmósfera, con sus varios gases, y el agua de los océanos, lagos y ríos, así como el vapor de agua de la atmósfera. Y muchos de los cambios terrestres ocurren en estas interfases. En todas las escalas y tamaños, desde la enorme galaxia hasta el invisible átomo, todo material tiene una interfase con su ambiente. Los factores que determinan esos cambios se denominan *variables*, y la posibilidad de predecir un cambio depende, en gran parte, del número de variables que lo afectan: cuanto mayor sea el número de variables, tanto más difícil es de pronosticar.

Posiblemente todos hayamos oído romper una burbuja, pero ¿quién ha oído florecer una rosa? Sin embargo, si la rosa floreciera tan rápidamente como se rompe la burbuja, seguramente que la oiríamos. No la oímos porque sus pétalos no se abren tan súbitamente como se rompe una burbuja. Y estamos tan acostumbrados a observar los cambios que se suceden a nuestro alrededor, que ya no reparamos en el tiempo requerido para que se realicen. Pero se necesita un cierto tiempo para que una rosa florezca y una burbuja se rompa. Nada puede ocurrir sin que pase tiempo, pero ¿tenemos idea de cuánto tiempo se ha requerido para la formación de una cadena montañosa como la de nuestros Andes? Estamos acostumbrados a decir, cuando los

cambios tardan demasiado o tienen lugar rápidamente, que tardan “una eternidad” o que son “instantáneos”: empero, estas expresiones no son útiles en el estudio de la Tierra porque no describen el tiempo con exactitud. Todos los fenómenos geológicos son mensurables: un rayo se mide en km/seg, y el ascenso de una cadena montañosa, en cm/siglo.

Al describir un cambio, el geólogo, además del factor *tiempo*, debe tomar en consideración el *espacio*. Las cadenas montañosas ascienden lentamente, cambiando de posición en el espacio a medida que se levantan centímetro a centímetro. Es posible que no haya sitio del territorio argentino que no haya estado alguna vez bajo las aguas del océano, hecho del que dan cuenta los sedimentos y las rocas que lo forman. Algunas pruebas son los restos que encierran de seres marinos antiguos; otras están dadas por las capas de areniscas que poseen características parecidas a las arenas de las costas marinas actuales.

En alguna próxima nota veremos cómo para avanzar en este estudio, además del tiempo y del espacio, debemos examinar los materiales terrestres, las fuerzas que actúan y la energía. Pero ahora recordemos que, en marzo de 1964, en el término de pocos segundos, una calle de Anchorage (Alaska) sufrió hundimientos de 3 a 4 metros a causa de un violento terremoto, cuya energía causó marejadas anormales en el golfo de México, y fue comparada con la que producirían unos 200.000 millones de toneladas de TNT. Además, los científicos calcularon que diariamente se producen, en todo el planeta, entre 1.000 y 5.000 temblores de Tierra.

Los datos de los terremotos son obtenidos por medio de instrumentos sensibles denominados *sismógrafos*, y con los registros de tres o más de ellos se puede establecer el lugar y la hora en que ocurrió un temblor en la superficie de la Tierra, pudiéndose conocer también la profundidad de su producción y la

magnitud alcanzada. La localización geográfica, en la superficie terrestre, no corresponde al lugar donde se produce el temblor: el punto donde se origina, denominado *foco*, está a una cierta profundidad por debajo de la superficie; el punto geográfico de la superficie, directamente encima del foco es llamado *epicentro*.

De todas las criaturas de la Tierra, el Hombre es quien tiene mayor capacidad de adaptación a los cambios terrestres: puede adaptarse a vivir en todos los ambientes naturales que ofrece la superficie de la Tierra, estando determinados, esos ambientes naturales, por la acción recíproca entre los procesos y los materiales terrestres en un lugar determinado. Esta situación deriva, fundamentalmente, de los logros alcanzados en la creación de ambientes artificiales, para lo cual se ha servido de muchos materiales de origen terrestre: *metales* de sus herramientas y edificios, *telas* de sus vestimentas, *alimentos* que consume para obtener su energía, etc. Pero las grandes instalaciones fabriles donde se elaboran los metales para hacer artículos útiles, producen también residuos, que son arrojados, año tras año, a los arroyos y ríos, cuyas aguas se alteran en forma significativa. Asimismo, las altas chimeneas arrojan continuamente humo y gases a la atmósfera. Todos estos cambios desfavorables no han pasado inadvertidos, y hoy se llevan a cabo enormes esfuerzos para corregirlos.

Es bien conocido por los agricultores la tendencia del agua de escurrimiento a lavar el mantillo de sus campos, que los lleva a labrar surcos de forma tal que los caballones actúan como diques de contención del escurrimiento, mediante el labrado siguiendo las curvas de nivel. También, el agricultor restablece la fertilidad del suelo mediante abonos químicos. Valiéndose de estas acciones el agricultor altera el ritmo de los procesos naturales porque, seguramente, el rico suelo vegetal no se habría encontrado en

peligro de perderse si el agricultor no lo hubiera despojado de su cubierta natural para sembrar sus cereales.

Viviendo en un medio dinámico y estudiándolo, el Hombre ha acumulado experiencia, la cual le proporciona un importante conocimiento acerca de la Tierra. Es la aplicación de esos conocimientos a los procesos de cambio, la que le facilita su propia adaptación a las alteraciones que él mismo produce y a las modificaciones naturales que lo afectan. Porque el estudio de los procesos y cambios terrestres tiene un valor doble: sirve primeramente para adquirir conocimientos referentes a la manera que ellos afectan nuestra vida y, en segundo lugar, permite entender cómo podría el Hombre predecir y, posiblemente, alterar los acontecimientos naturales.

b) Los materiales de la Tierra.- Si sobrevoláramos las regiones del sur patagónico, atravesaríamos dilatadas extensiones desérticas sin poder reconocer población alguna, ni siquiera un casco de estancia. Recibiríamos la impresión de que no habitan seres humanos ese inmenso territorio; no obstante, una observación más cuidadosa y detenida podría revelarnos indicios de la existencia del Hombre, aun esas regiones desoladas de la "Tierra Maldita": un pozo de exploración petrolífera sobre una colina, más allá un montón de rocas trituradas, campamentos abandonados, herramientas herrumbradas y algún otro testimonio, podrían indicarnos que alguna vez el Hombre estuvo allí. Es que, recorriendo la historia de la Humanidad, comprobamos que desde la Edad de Piedra, el Hombre ha llevado a cabo la exploración de la Tierra buscando metales y piedras preciosas; y actualmente no es menos intensa esa búsqueda de minerales valiosos, sólo que los exploradores modernos han reemplazado el martillo y el azar por complejos instrumentos que les ayudan a detectar yacimientos minerales. Y el futuro de la Humanidad está ligado, en buena medida,

al éxito que tengan los geólogos en la localización de nuevos yacimientos de combustibles, metales y aguas subterráneas.

Cuando efectuamos anteriormente una observación imaginaria de la Tierra desde el espacio, contemplábamos las formas fascinantes de las nubes (semejantes a blancos vellones) y, en los claros de esa tupida alfombra, veíamos manchas oscuras correspondientes a los mares y trozos más claros proporcionados por las tierras. Pero, ¿cuál es la diferencia entre nubes, mares y tierras? ¿Es posible valerse de sus diferencias para iniciar un estudio sobre la composición del globo terrestre?

En forma abreviada, podemos decir que la envoltura sólida exterior de la Tierra se denomina *litosfera* (= esfera de piedra); el agua de los océanos, lagos y ríos, constituye la *hidrosfera* (= esfera de agua); el aire que rodea al planeta integra la *atmósfera* (= esfera de aire). Intercalada en estas tres esferas, se encuentra la vida, componiendo la *biosfera*. Todavía, algunos autores distinguen, además, porciones especializadas de algunas de ellas, tales como la esfera de hielo o frío (*criosfera*), la esfera de suelos (*edafosfera*), esfera del conocimiento (*noosfera*), etc. Y, entonces, tenemos que tomar conciencia de que, al hacer esto, hemos comenzado a clasificar las regiones de la Tierra, entendiéndolo por “clasificar”, ordenar en grupos aquellos objetos que tienen características o propiedades comunes.

Ahora bien, si examinamos los materiales terrestres de una forma más detallada de lo que lo hemos hecho hasta ahora, es posible apreciar diferentes categorías en cada una de las escalas de observación. Una inspección más próxima nos llevaría a reconocer aspectos no apreciados a gran distancia; y un examen más detenido aún, nos permitiría constatar que la superficie de la Tierra está formada por una gran variedad de materiales, que se denominan *rocas*, de las que hay una notable diversidad: unas son claras y otras

son más oscuras; algunas se presentan formando estratos, en tanto que otras se muestran masivas; se las puede encontrar de grano grueso y también las hay carentes de grano. Entonces, para adquirir un mejor conocimiento de ellas, nos veremos en la necesidad de clasificarlas en grupos más definidos, porque se sabe que la clasificación es una herramienta científica importante, que permite organizar un gran número de objetos semejantes para facilitar su estudio. Aun cuando puede parecer fácil, esta tarea puede resultar muy difícil, requiriendo un buen criterio para decidir cuáles propiedades tomar como base de la clasificación. Así, por ejemplo, los primeros que estudiaron las rocas pudieron haberlas clasificado por su *color*, con lo que se habría tenido una *clasificación descriptiva*. Sin embargo, se llegó al convencimiento de que el color no era la característica más importante para la clasificación. En efecto, los primeros estudios sobre las rocas plantearon un gran número de interrogantes, entre los que se destacaban la “manera en que se habían formado”, lo que, finalmente, condujo a una *clasificación genética*. Entonces, si llegamos a saber cómo se forman las rocas, podemos determinar las condiciones que prevalecían en ese lugar de la Tierra en el tiempo de su formación.

Según algunos científicos, la Tierra y los demás planetas del Sistema Solar se formaron al mismo tiempo que el Sol, hace unos 5.000 a 6.500 Ma (= millones de años), a partir de grandes nubes turbulentas de fragmentos de material del tamaño de polvo. Dentro de esas nubes habrían comenzado a desarrollarse las concentraciones de materia, y la Tierra sería el producto final de uno de estos agregados de materia. En esa materia original habrían estado presentes todos los elementos conocidos actualmente, antes de pasar al estado de fusión. Posteriormente, a medida que se fue produciendo su enfriamiento, el hierro y el níquel, representantes de los elementos más densos, se habrían hundido hacia el centro

de la Tierra, en tanto que los más ligeros escaparon; todavía, algunos elementos se habrían acumulado para formar la atmósfera o, cuando la temperatura lo permitió, se combinaron para integrar la hidrosfera.

Volvamos a situarnos en nuestro viaje imaginario por la Patagonia argentina: nos detenemos, descendemos en medio de su estepa y recogemos dos fragmentos de roca: un trozo de roca granítica y un pedazo de basalto; por ahora, sólo recordaremos que se trata de dos variedades de roca ígnea o eruptiva, formadas por el enriamiento y cristalización de materiales fundidos del interior terrestre (el magma): una (la granítica), en profundidad, y la otra (el basalto) en la superficie de la Tierra.

Tanto estas rocas ígneas, como todas las demás que se hallan expuestas a la atmósfera en la superficie de la Tierra, se encuentran sometidas a los procesos de *meteorización*, los cuales comprenden fundamentalmente la *desagregación* (o desintegración), realizada por agentes físicos o mecánicos, y la *descomposición*, llevada a cabo por agentes químicos. El producto de esa meteorización es tomado y transportado por los procesos de *erosión* y de *transporte*, que desplazarán el material por un trecho más o menos largo, depositándolo luego en capas o *estratos* sedimentarios. Más tarde, estos “sedimentos” serán comprimidos y litificados por los procesos *diagenéticos* que los llevarán a constituirse en *rocas sedimentarias, o sedimentitas*.

Si, finalmente, nos imaginamos que tanto los sedimentos como las rocas sedimentarias, por un proceso subsidente, se internan en la corteza terrestre y son sometidos a la acción de fuerte presión y elevada temperatura, se habrá llegado a la formación de la tercera clase genética de rocas: las *rocas metamórficas*, cumpliéndose con lo que se conoce como el *ciclo de las rocas*.

Observando con detenimiento un fragmento de roca, lo primero que se

constata es que carece de homogeneidad: está formado por partículas pequeñas, diferentemente coloreadas y desigualmente conformadas, que se denominan *minerales*. Y entonces nos preguntamos ¿serán los minerales las unidades estructurales menores de la corteza terrestre? Procurando dar respuesta a este cuestionamiento, confeccionamos una sección delgada de un trozo de roca y la llevamos al microscopio de polarización: no encontraremos partículas menores que los minerales, por lo que, basándonos en lo que vemos, podríamos llegar a pensar que los minerales son las unidades estructurales menores de la corteza terrestre, y que no pueden descomponerse en otras sustancias. No obstante, ya hemos aprendido que, a menudo, la observación directa no suministra al científico toda la información que necesita. Llevados por ese pensamiento, analicemos cuidadosamente cada uno de los minerales: es posible llegar a reconocer que algunos tienen forma de *cristales*, representados por sólidos con forma geométrica definida y superficies planas y lisas denominadas *caras*. Estas caras presentan un patrón definido: en efecto, si midiéramos el ángulo entre las caras correspondientes de muchos cristales de una misma especie mineral, se encontraría que dichos ángulos son siempre constantes (*ley de la constancia de los ángulos diedros*). Por ello, cada mineral tiene su forma típica de cristalización y, cuando crece sin interferencias, desarrolla una *forma cristalina*, y cuando su desarrollo es obstaculizado, o tiene poco espacio para cristalizar, los cristales no presentan caras planas.

Al observar un mineral con una hermosa forma geométrica, es posible que se nos ocurra preguntar ¿cuál es la razón de la existencia de esa forma. Y es probable que para responder a este cuestionamiento debamos encontrar previamente la respuesta a otra pregunta: ¿Pueden existir, dentro de los minerales, partículas menores cuya disposición

simétrica sea la responsable de la forma de los cristales? Una forma de tratar de comprobarlo podría ser calentando en un tubo de ensayo el mineral rojo llamado *cinabrio*, el cual desprenderá un humo amarillo con olor a *azufre*, dejando gotitas brillantes de *mercurio* en el tubo de ensayo. ¿Qué nos indica esto? Que el mineral rojo en cuestión, estaría integrado por lo menos por dos sustancias, y que, por lo tanto, se trata de un *compuesto*. Por su parte, el azufre y el mercurio no pueden descomponerse por los medios químicos ordinarios, razón por la cual serían *elementos*, y la mayoría de los minerales están compuestos por dos o más elementos, aunque hay algunos, como el oro, plata, diamante, etc., que están formados por uno sólo de ellos. Geológicamente, al decir “mineral” nos estamos refiriendo a un “elemento sólido, o a un compuesto, formado por procesos inorgánicos”. Se conocen unas 2.000 especies de minerales, que tienen una “composición constante de elementos en proporciones definidas”.

Cuando dijimos que la Tierra se enfrió a partir de su estado fundido inicial, pretendimos significar que los iones comprendidos en ella pasaron a un estado de menor actividad, lo que les permitió, a muchos de ellos, reaccionar a sus atracciones eléctricas, agrupándose en moléculas de gases para constituir la atmósfera; otros, formaron compuestos, pero tuvieron movilidad de fluidez, constituyendo las aguas de los océanos, y muchos otros se reunieron en posiciones fijas para formar los sólidos. La composición del sólido resultante es la misma que la del líquido inicial, pero los iones están agrupados de una manera definida, disposición que constituye la *estructura cristalina* o arreglo ordenado. De sus átomos. Además, cada especie mineral posee una estructura cristalina única, que permite distinguirla de otras especies minerales, aunque ambas estén formadas por el, o los mismos minerales.

Así, por ejemplo, en el caso del *diamante* (carbono puro = C), cada átomo de C está ligado a 4 átomos de C vecinos, lo que produce una armazón muy fuerte, por lo que el diamante es muy duro; en cambio, en el caso del *grafito* (también C puro), cada átomo de C está unido en un mismo plano a 3 átomos de C vecinos, lo que forma hojas o capas de C apiladas, pero que se pueden separar fácilmente, por lo que el grafito es una sustancia muy suave.

El color, la forma y el tamaño de un mineral pueden variar de un ejemplar a otro, pero “el arreglo atómico interno de los elementos que componen un mineral es idéntico en todos los ejemplares de una especie mineral determinada”. Es por esta razón que, al definir un “mineral”, además de considerar que sea un elemento o compuesto sólido, formado por procesos naturales inorgánicos y tener una composición constante de elementos en proporciones definidas, hay que tomar en cuenta que posea una estructura cristalina, o arreglo atómico interno único de sus elementos.

Al llegar a esta altura del conocimiento de los materiales constitutivos de la Tierra, nos asalta una nueva duda: ¿son los elementos las partes más pequeñas en que puede dividirse la materia? Y, si nuestra respuesta fuera afirmativa, ¿en qué se diferencian los elementos unos de otros? O bien, ¿son los elementos los causantes de la tendencia que tienen los minerales a formar cristales? Estas cuestiones llevaron a los hombres de ciencia a formular una hipótesis que explicara la existencia de partículas todavía más pequeñas dentro de la estructura de los minerales y de los elementos: la existencia de los *átomos*.

Recordemos que fue el griego Demócrito quien sugirió que la materia estaba formada por pequeñas partículas denominadas “*átomos*”, pero fue recién en 1808 cuando Dalton sentó las bases de la moderna “teoría atómica”, sosteniendo que:

1°) todas las sustancias se componen de partículas sólidas, pequeñas e indestructibles, llamadas *átomos*;

2°) los átomos de una sustancia dada tienen igual tamaño, forma y volumen;

3°) el átomo es la partícula menor de un elemento que interviene en un cambio químico; y

4°) un compuesto se forma por combinaciones de los átomos de dos o más elementos.

Con posterioridad, los científicos descubrieron que las diferencias entre los átomos de los distintos elementos provenían de la disposición de partículas aun menores que se encuentran dentro del átomo. Así, los átomos “indestructibles” de Dalton fueron descompuestos, y en la actualidad se conoce un gran número de partículas subatómicas: electrones, protones, neutrones... Los átomos se comportan como si fueran diminutas esferas, con un núcleo o centro compuesto de protones y neutrones, rodeados por nubes de electrones, teniendo cada átomo un número igual de protones y electrones, por lo que actúa como una unidad estable. Las propiedades de los átomos de diferentes elementos están determinadas por el número de protones que tienen en su núcleo; y un *elemento* es una sustancia cuyos átomos tienen todos la misma carga positiva en el núcleo. Se ha llegado a reconocer que un elemento puede transformarse en otro y sus átomos llegan a desintegrarse, puesto que la *desintegración atómica* cambia la cantidad de carga positiva del núcleo.

La mayoría de los minerales son “compuestos”, por lo que nos interesa saber cómo se combinan los átomos de los diferentes elementos para formar compuestos. Y la respuesta está en la fuerza que actúa dentro de los átomos, capaces de mantenerlos unidos, y que son mayormente eléctricas. De ese modo, cuanto más apartado está un electrón del núcleo, tanto más fácilmente puede tomar parte en reacciones químicas; estos

electrones externos pueden transferirse de un átomo a otro, o estar compartidos entre ellos cuando forman combinaciones. Cuando los átomos pierden o ganan electrones, dejan de ser unidades estables y adquieren carga positiva o negativa respectivamente, denominándose los *iones*.

Si bien todos los átomos de un mismo elemento tienen el mismo número de electrones y protones, pueden tener diferente cantidad de neutrones: la adición o quite de un neutrón no cambia la carga eléctrica del átomo. Así, por ejemplo, si a un átomo de hidrógeno (H) se le adiciona un neutrón, se tiene el *deuterio*, de igual comportamiento químico pero con doble masa. Esos átomos de un elemento que difieren en su masa por tener diferente número de neutrones, son los *isótopos*, que existen de numerosos elementos, siendo algunos inestables por sufrir desintegración: son los *isótopos radioactivos*.

Ya anticipamos que los minerales tienen una disposición interna ordenada, por lo que se dice que son *crystalinos*; por su parte, los líquidos y gases están formados por grupos de átomos, denominados *moléculas*; así, el nitrógeno y el oxígeno que componen el aire, se encuentran en él bajo la forma de moléculas; la *molécula de agua* está formada por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno, que se mantienen ligados por fuerzas de naturaleza eléctrica; dichas moléculas, por pertenecer a un líquido, se mueven, pero se hallan mucho más juntas que en un gas, aunque tampoco están ordenadas como en un sólido.

Es corriente reconocer que a nuestro alrededor podemos encontrar agua bajo sus tres estados: sólido, en los cubitos de hielo, líquido, en las gotas de lluvia sobre los vidrios de una ventana, y gaseoso, en el vapor que despiden una olla de agua hirviendo: estas formas son conocidas como *estados de la materia*.

Para explicar las excepcionales cualidades del agua, no nos es suficiente con saber que está compuesta por dos

partes de hidrógeno y una de oxígeno; en efecto, las razones de su comportamiento y propiedades particulares del agua residen en el modo especial como están unidos los iones de hidrógeno y oxígeno: los del primero, tienen carga positiva y se encuentran de un mismo lado de la molécula, por lo que ese extremo se encontrará más positivamente cargado que el extremo que lleva el oxígeno, que tiene carga negativa. Es por ello que la molécula de agua tiene dos extremos o polos: es una *molécula bipolar*, y los extremos de ella atraen a otras moléculas de agua por sus extremos de cargas opuestas. Esta atracción bipolar de las moléculas de agua determina una de sus particulares propiedades: la *tensión superficial*. ¿Quién no ha visto el agua sobrepasando el nivel superior del vaso, o un mosquito caminando encima de la superficie del agua? Este fenómeno se debe a que la tensión superficial, resultante de la fuerte atracción entre las moléculas, actúa como una fina membrana sobre la superficie del agua. Además, sabemos que una de las propiedades más importante del agua es su *capacidad de disolver* muchas sustancias. ¿Por qué? ¿Cómo disuelve el agua a la sal común, o cloruro de sodio, por ejemplo? Las *sales*, como el cloruro de sodio, son combinaciones de iones positivos y negativos que se mantienen unidos por medio de cargas eléctricas; entonces, el cloruro de sodio está compuesto por iones sodio (Na^+) y iones cloro, o cloruro (Cl^-) que se mantienen unidos por medio de cargas eléctricas. Para que la sal se disuelva en el agua, los iones que la integran deben desligarse de esta posición fija. Estos iones se ven rodeados por moléculas de agua con sus extremos positivos dirigidos hacia los iones de cloro, y sus extremos negativos, hacia los iones de sodio. Cuando un número suficiente de moléculas de agua actúa de ese modo, su fuerza de atracción es suficientemente grande como para romper la cohesión de los iones y separarlos.

Durante el congelamiento del agua, las moléculas se organizan de acuerdo con un patrón determinado, de tal forma que el espacio entre las moléculas de agua en el hielo es menor que en el agua líquida: el agua se dilata al congelarse, por lo que el hielo es menos denso que el agua.

Tanto las rocas como los minerales pueden ser identificados y clasificados tomando como base sus propiedades, las cuales revelan la disposición de los átomos en los minerales. Esa estructura atómica no puede ser observada a simple vista, pero puede ser determinada mediante investigaciones con rayos X. Es así como se ha sabido que hay elementos y compuestos que se hallan en más de una forma mineral: ya hemos visto que las diferencias en la disposición de los átomos de carbono dan lugar a dos minerales diferentes: el grafito y el diamante. Ahora bien, ¿qué es lo que determina que los átomos de carbono (C) se organicen unas veces según el modelo del diamante y otras adquieran el patrón del grafito? Tratando de dar respuesta a este interrogante, se ha llegado a la fabricación de minerales en el laboratorio y, en 1955, se logró producir diamantes artificiales; con anterioridad, cristalizando el carbono sólo se había obtenido grafito. Para tener éxito en la fabricación de diamante se debieron aplicar presiones elevadísimas. A partir de este resultado, es fácil comprender las condiciones que han reinado en las regiones de la corteza terrestre en las cuales se han producido diamantes y, por lo tanto, su importancia para descifrar la historia de la Tierra.

Es muy corriente que el elemento silicio se combine con el elemento oxígeno y otros elementos para formar los minerales denominados *silicatos*, que son los más abundantes (90 %) en las rocas de la corteza terrestre. No obstante, es común hablar de la composición elemental de la corteza y, entonces, resulta sorprendente que el oxígeno, que siempre se considera un gas, es el principal elemento de la

corteza de la Tierra (46,6 % en peso), seguido por el silicio (27,7 % en peso).

Para la hidrosfera, se tiene que, considerada en peso, el agua tiene el 88,9 % de oxígeno y un 11,1 % de hidrógeno, comprobándose que el átomo de oxígeno es, por mucho, el elemento más abundante de esta esfera. Por lo que concierne a la atmósfera, el mayor volumen (78,1 %) corresponde al nitrógeno, seguido por el oxígeno (20,9 %).

Tanto en la litosfera como en la hidrosfera y atmósfera, existen otros elementos y compuestos en mucha menor proporción que los mencionados.

Las medidas de la Tierra

Casi desde el mismo momento en que nace, el Hombre vive en constante proceso de exploración, y su curiosidad natural lo lleva a ensanchar diariamente los límites de su experiencia. Varios miles de años han pasado desde que el Hombre comenzó a pasearse sobre la superficie del planeta, y muchos millones de Hombres han vivido y se han muerto sin llegar a conocer un fragmento significativo de lo que sabemos en la actualidad. Y uno de esos hechos que ignoraron los Hombres de la antigüedad es, precisamente, que la Tierra es redonda, o esférica, hecho que hoy es sabido por los niños de la escuela primaria, o aun antes. Pero, ¿podríamos probarlo de manera convincente? ¿Tendríamos argumentos válidos para enfrentar a alguien que lo pusiera en duda?

Para inquirir sobre el tamaño y la forma de la Tierra, se requiere emplear métodos de investigación diferentes a los que se usan para el estudio de los materiales que la constituyen: debemos ampliar el panorama para abarcar toda la Tierra. Cuando se observa una fotografía tomada en el espacio por alguna astronave, en la cual se deja ver una parte del borde de la Tierra, y se prolonga el borde curvilíneo, es posible completar un círculo cuyo diámetro sería el diámetro de la Tierra.

En lo que sigue de esta nota, trataremos de investigar la Tierra en forma global, pensando que es el mayor objeto sólido que podemos tocar, y el mayor de todos los planetas pétreos del Sistema Solar. De ese modo veremos cómo ha llegado a determinarse la forma y el tamaño de nuestro planeta y de qué manera los científicos han llegado a conocer algo sobre su interior, a pesar de que las perforaciones más profundas, dirigidas hacia el interior terrestre, no hace mucho tiempo que han superado los 12 kilómetros, lo cual es, todavía, bastante poca cosa.

Nadie desconoce el valor de orientación que tienen los mapas, y cuán fácil es perderse si no se cuenta con un mapa al efectuar un viaje largo o explorar un lugar desconocido. Cuando el mapa representa un área pequeña, como es el caso de una ciudad, por ejemplo, puede considerarse a la Tierra como si fuera plana, pero cuando se quiere trazar el mapa de una región grande, como por ejemplo un continente, hay que tener en cuenta la forma real del planeta.

¿Cómo nos parece posible, en base a nuestra propia experiencia, hacer conjeturas sobre la curvatura de la Tierra? Bueno, quien haya vivido cerca del mar o de un gran lago, habrá comprobado que los barcos, o lanchas, al alejarse de la costa, parecen hundirse debajo del horizonte: en primer lugar desaparece la parte inferior de la embarcación y, finalmente, se pierde de vista el mástil. ¡Excelente indicio de que la superficie ácuea posee una ligera curvatura!

En otro orden de cosas, sabemos que cuando la Luna se introduce en el cono de sombra de la Tierra, se produce un eclipse lunar; cuando esto ocurre, es posible ver el borde curvo de la sombra terrestre al atravesar la cara de la Luna.

Antes de seguir adelante, nos parece conveniente aclarar la diferencia existente entre “*indicios*” y “*pruebas*”. Se denomina *indicio* una observación que tiende a apoyar alguna conclusión,

entendiéndose por *conclusión* la interpretación o juicio que se basa en indicios; cuando éstos son escasos, la conclusión es sólo *probable*; se *prueba* sólo cuando hay suficientes indicios que la apoyan.

Volviendo a nuestro tema, recordaremos que el Hombre, durante muchos siglos, ha buscado en las estrellas la respuesta a preguntas sobre su morada terrestre. Puede parecer extraña esta actitud, pero raramente es mucha la información que puede proporcionarnos el cielo. Así, por ejemplo: todavía se usa un antiguo método para localizar algún punto de la Tierra midiendo la altura de una estrella sobre el horizonte con el aparato llamado *sextante*. Pues bien, este mismo método es empleado también en la determinación de la forma de la Tierra.

No obstante, antes de explicarlo recordaremos que las estrellas se encuentran a distancias tan enormes, con respecto al tamaño de nuestro planeta, que al mirar hacia una misma estrella dos personas que estén en lugares de longitud muy diferente, sus visuales serán esencialmente paralelas. Entonces, si la Tierra fuera plana, dos observadores, desde sitios distintos que miraran la misma estrella, encontrarían una misma altura sobre el horizonte para la estrella; pero como tienen horizontes distintos y miden ángulos de altura diferentes para la misma estrella al mismo tiempo, se tiene el indicio de que la superficie de la Tierra es curva. Los resultados de estas mediciones, agregados a los indicios que mencionamos precedentemente, “prueban” que la superficie de la Tierra es curva; y al combinarse muchas observaciones parecidas, se llega a la convicción firme de que la forma de la Tierra es esférica.

Si una persona busca una casa en un sitio donde hay calles y caminos, no resulta difícil encontrarla; sí es un problema cuando se trata de localizar un punto donde no existen esas referencias, y

la dificultad se incrementa sensiblemente si se quiere ubicarlo en una esfera. Entonces, ¿Cómo localizar un punto sobre la Tierra?

Para medir cuidadosamente la Tierra y descubrir su forma con precisión, se requiere un sistema de referencia. Sabemos que es posible localizar un sitio de una ciudad diciendo que queda tantas cuadras al norte y tantas cuadras al oeste de un cierto lugar, pero tratándose de una esfera la mejor forma de describir una localización es hablar de ángulos medidos en grados de arco, en vez de cuadras o kilómetros.

Por el hecho de la rotación terrestre, se ha establecido un eje imaginario cuya intersección con la superficie terrestre representa los *polos*. A mitad de camino entre esos dos polos, se halla el *ecuador*, y a partir de éste se mide la *latitud* en grados, al norte y al sur del mismo. Pero, ¿cómo se mide este ángulo; quizá enfocándolo desde el centro de la Tierra? Evidentemente que no, porque nadie ha llegado hasta allí. Se lo hace por *observación* celeste, que es un método de localizar puntos sobre la Tierra dirigiendo visuales sobre las estrellas. En el hemisferio norte, la Estrella Polar sirve de punto de referencia para determinar la latitud, puesto que está casi directamente encima del polo norte; en el hemisferio sur suele usarse la estrella Sigma del Octante, aunque es muy débil.

La *latitud* hace referencia a la localización al norte o al sur del ecuador, en tanto que la *longitud* implica la posición con respecto al este y al oeste, midiéndose ambas en grados. Para la primera, se parte del ecuador, mientras que para la segunda se ha tomado como punto de partida, por un acuerdo internacional de 1884, el meridiano que pasa por el Observatorio Real Astronómico de Inglaterra situado en Greenwich, denominado *primer meridiano*. Recordaremos que se denomina “meridiano” a un círculo máximo imaginario que pasa por los dos polos; a

Sudamérica la atraviesa, de norte a sur, el meridiano de 60 grados de longitud occidental. Resulta fácil establecer la longitud de un lugar, conociendo la hora local y comparándola con la hora de Greenwich en el mismo instante. En efecto, la Tierra rota 360 grados en 24 horas, es decir 15 grados por hora, por lo que cada 15 grados de longitud equivalen a una hora de diferencia. Queda claro que aquí hablamos de la *hora solar local*, en la cual el *mediodía aparente local* está dado por la posición del Sol en lo más alto del firmamento.

Conocido el modo de describir la posición de un punto sobre la Tierra, vemos cómo puede usarse el método de medir la altura de las estrellas para determinar cuál es la verdadera redondez de la Tierra.

Supongamos que nos hallamos en un barco que se encuentra exactamente sobre el ecuador y, después de avistar la Estrella Polar directamente al norte y a nivel el horizonte, continuamos la navegación en dirección a la estrella hasta que ella se halle exactamente a un grado sobre el horizonte: habremos viajado un grado de latitud hacia el norte, y si hubiéramos medido con cuidado la distancia recorrida desde el punto de partida, comprobaríamos que habríamos navegado 110,57 kilómetros. Si siguiéramos navegando hacia el norte, podríamos advertir que se hace necesario avanzar una distancia cada vez un poco mayor para que la Estrella Polar cambie en un grado la latitud; y cuando estemos a mitad de nuestro camino hacia el polo norte, necesitaremos viajar 111,14 kilómetros para conseguir el cambio de un grado en la altura de la estrella; al llegar al polo norte, la distancia entre los grados 89 y 90 de latitud norte será de 111,70 km.

Estas observaciones permiten concluir que la Tierra se va achatando poco a poco desde el ecuador hacia el polo norte, y las mediciones han indicado que se

achata de la misma manera hacia el polo sur. Entonces, de acuerdo a esto, podría describirse la configuración de la Tierra, diciendo que es abultada en la región ecuatorial. Tanto Júpiter como Saturno presentan un fuerte achatamiento polar, reconocible al telescopio. Por causa de ese achatamiento polar de nuestro planeta, los meridianos terrestres son, en realidad, elipses y no círculos perfectos.

¿Hay algún método que permita medir la circunferencia de la Tierra sin tener que darle toda la vuelta? Sí: hace más de 2.000 años, Dicearco y Eratóstenes utilizaron ideas sencillas de geometría para calcular el tamaño de la Tierra. El cálculo de Eratóstenes resultó asombrosamente aproximado al que se acepta actualmente, y lo realizó sin salir de Alejandría. Es el método que se emplea todavía en la actualidad, si bien tomando medidas más exactas, y se basa en la distancia entre dos puntos sobre un mismo meridiano (uno de ellos sobre el ecuador) y el ángulo que forma la sombra en el sitio que no está sobre el ecuador.

Pero existe otra manera de determinar la circunferencia de la Tierra, mediante la longitud de un grado de arco de la superficie terrestre, para lo cual puede usarse un promedio de 111 kilómetros para un grado de latitud.

Una vez encontrado el valor de la circunferencia aproximada de la Tierra, se pueden determinar otras medidas a partir de la conocida fórmula: $C = D \times \pi$ (donde $\pi = 3,1416$).

Los valores aceptados actualmente para algunas de las medidas de la Tierra son: *radio ecuatorial* = 6.378 km, *radio polar* = 6357 km, *circunferencia ecuatorial* = 40.078 km; *circunferencia polar* = 40.008 km, *longitud de un grado de círculo máximo* = 111,32 km. De dichos valores se puede inferir que el achatamiento polar no es muy grande: el radio ecuatorial sobrepasa al radio polar en sólo 21 km y fracción.

En otro orden de cosas, se advierte que, cuando se establecen las proporciones entre las diferentes partes de la Tierra, es posible darse cuenta que la hidrosfera y la litosfera, sólo forman una pequeña fracción del total del globo; y la atmósfera misma no es más que una delgada cubierta. Por otra parte, al medir la superficie de la Tierra, se encuentra que las aguas cubren alrededor del 71 % de ella, correspondiendo el 29 % restante a la tierra firme. La atmósfera envuelve todo el planeta a manera de un manto, pero a medida que aumenta la altura, el aire se va haciendo cada vez menos denso, y poco a poco se confunde con el espacio; se ha comprobado que el 99 % de las moléculas de aire se encuentra en los primeros 32 km sobre el nivel mar. Y si ascendemos a 5.500 metros de altura, la mitad de las moléculas de nitrógeno y oxígeno que componen el aire, quedarán debajo de nosotros.

A esta altura de nuestros conocimientos, nos llegaría el momento de preguntarnos ¿qué hay dentro de la Tierra? ¿Serán semejantes los materiales internos a las rocas y el suelo que conocemos en la superficie? Sólo tenemos noticia de la poca profundidad a la cual han llegado las mayores perforaciones, por lo que somos conscientes que tendremos que valernos de indicios provenientes de mediciones realizadas desde la superficie (telemediciones) para deducir la naturaleza del interior terrestre.

Para saber el *volumen de la Tierra*, podemos calcularlo fácilmente ahora, mediante la fórmula $V_T = 4/3 \pi \times R^3$, puesto que ya conocemos ambos valores, y encontramos $V_T = 4/3 \times 3,1416 \times (6.367)^3 = 1,08 \times 10^{12} \text{ km}^3$. No obstante, esto no nos da la clave de la naturaleza del material interno de la Tierra. Entonces, ¿es posible identificar una cosa sin verla? Por ejemplo: si, con los ojos cerrados, se nos dan dos bloques de igual tamaño, uno de plomo y otro de madera, ¿seremos capaces de distinguirlos? Evidentemente que sí: el

de plomo es mucho más pesado, porque su densidad es mucho mayor que la de la madera. Entonces, ¿resulta posible determinar la densidad de los materiales internos de la Tierra sin tener muestras de ellos? Claro que sí.

En una próxima nota trataremos de dar razón de esta afirmación, y veremos cómo se llegó a conocer la Tierra por dentro.

-----00000-----

VOLCANOLOGÍA EN CHILE

Entre el 14 y 19 de noviembre de 2004, se reunió en Pucón, en el sur de Chile (Araucanía), la asamblea general de la *International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior* (AVCEI).

País volcánico y sísmico, Chile se extiende sobre 4.000 kilómetros de norte a sur y posee 2.080 edificios volcánicos censados, de los cuales 55 activos, algunos situados en la frontera argentina:

- 17 en el norte, entre los cuales el Láscar (5.641 m), el Nevado Ojos del Salado, el volcán más alto del mundo, con sus 6.885 m (el célebre Aconcagua, 6.959 m, no es un volcán) y el Laco, célebre por sus coladas de magnetita;
- 24 en el centro (Lonquimay, Villarrica, Osorno, Calbuco, etc.);
- 7 en Patagonia (Hudson);
- 3 en Antártida (entre ellos la isla Decepción);
- 4 insulares (Islas de Pascua, San Félix, San Ambrosio, Juan Fernández).

Estos volcanes presentan dinamismos variados. Fuentes de peligros importantes (coladas de lava, arranques de bóveda, nubes ardientes, pero también lahares y tsunamis) por lo que deben ser vigilados. Numerosos géysers y fuentes termales (algunos explotados) testimonian igualmente esta actividad telúrica. Chile sufrió, el 22 de mayo de 1960, el más grande sismo registrado, de una magnitud de 9,5. Esto resulta de la subducción de la

placa Nazca debajo de la placa de Sudamérica, a la velocidad de 7-9 cm/año, que ha formado la cordillera de los Andes, donde ha sido definida la andesita. Más al sur, la placa antártica se sumerge con velocidad menor (2 cm/año).

El congreso internacional de volcanología se desarrolló en Pucón, ciudad dominada por la majestuosa silueta del volcán Villarrica (2.847 m) cuyo cráter encierra actualmente un pequeño lago de lava.



Cráter somital del volcán Villarrica (Foto de J.-M. Bardintzeff)

El tema general de la asamblea era “el volcanismo y su impacto sobre la sociedad. Doce simposios, divididos en 33 sesiones temáticas, reflejaron los principales ejes de la investigación en volcanología: contextos geodinámicos (arcos volcánicos), cámaras magmáticas (del plutonismo al volcanismo), calderas e ignimbritas, dinamismos eruptivos, gas y volátiles, peligros y prevenciones, impacto sobre el clima, geocronología, metalogenia, etc. Además, se desarrollaron numerosos grupos de trabajo. Estas contribuciones científicas permitieron apreciar los grandes progresos recientes de la volcanología terrestre, submarina e interplanetaria (de los lagos de lava existentes sobre Io).

El próximo congreso de la IAVCEI tendrá lugar en Quito, entre el 23 y 27 de enero de 2006

-----00000-----

CONFERENCIA DE GEOMORFOLOGÍA

La VI conferencia de la Asociación Internacional de Geomorfólogos ha elegido como tema conductor “la geomorfología de las regiones de ambientes contrastados”, que se aplica particularmente bien a la península ibérica, y tendrá lugar en Zaragoza, España, entre el 7 y 11 de septiembre de 2005. Varias conferencias

invitadas tratarán temas particulares durante sesiones plenarias. Las sesiones han sido distribuidas en tres grupos:

- *sesiones generales*: geomorfología glaciaria y periglaciaria, regiones áridas, regiones tropicales, suelos y alteraciones, geomorfología fluvial y paleohidrología, procesos de pendiente, erosión y desertificación, carstos, geomorfología costera, estructura y neotectónica, formas volcánicas, geomorfología ambiental, catástrofes naturales, teorías y métodos, aplicaciones SIG y SDA, herencia natural cultural, cambios rápidos y reacciones humanas.
- *Sesiones especiales*: contribuciones de la geomorfología a la comprensión del

cambio global, antártida, carsto sobre ocas evaporíticas.

- *Grupos de trabajo:* grandes ríos, consecuencias de las erupciones volcánica, sitios geomorfológicos, geoarqueología, interacción entre procesos (fluviales, lacustres, eólicos), hidrología y geomorfología de los ríos tallados en el sustrato rocoso, terrenos vitícolas.

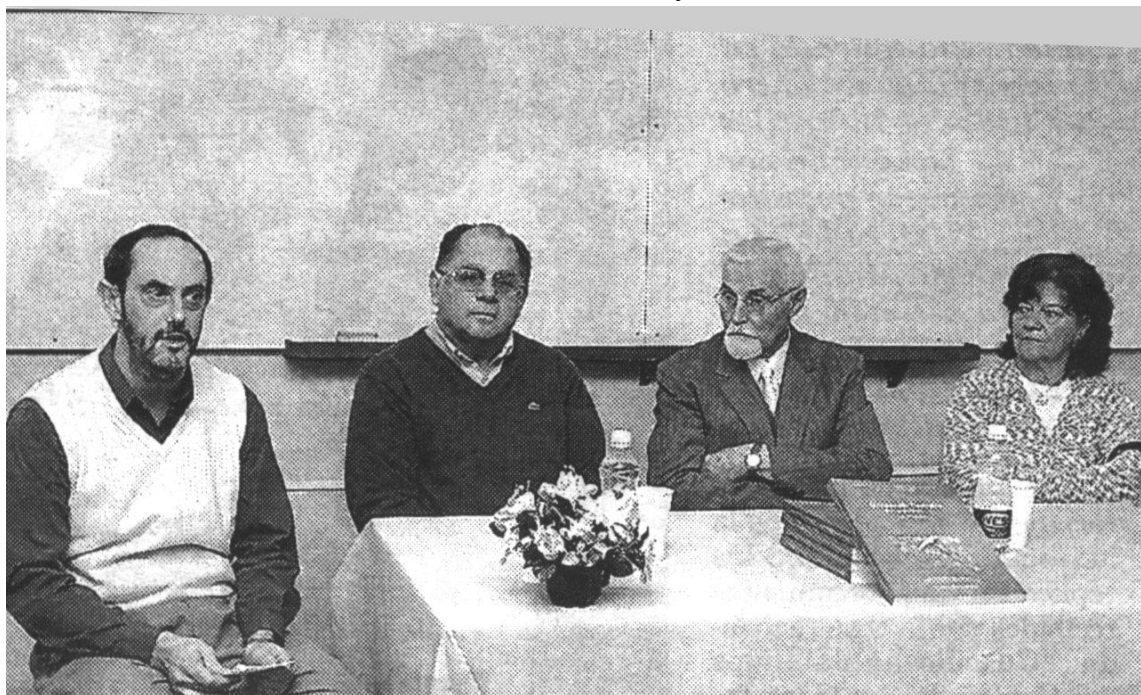
-----00000-----

DÍA DEL GEÓLOGO

La festividad del Día el Geólogo, que anualmente se conmemora el día 9 de junio, esta año fue suspendida varias veces, por enfermedad de matriculados, lográndose concretar el día 1° de julio a las 19 horas, con un acto académico que tuvo lugar en el aula magna de la Facultad de

Pablo Calmels titulado “Día del Geólogo. El recuerdo de los pioneros”.

Unas pocas horas antes del Acto, el doctor Calmels, autor junto con el doctor Casadío, del libro “Compilación geológica de la provincia de La Pampa”, entrevistado por el responsable del programa “El Faro”, que emite Radio Noticias, fustigó a muchos políticos, que suelen referirse a los beneficios de la Ciencia, pero hicieron oídos sordos a la solicitud de colaboración económica para costear la publicación del libro que, por su dilatada extensión (324 p. 30 x 21 cm), requería varios miles de pesos. Esas referencias estuvieron dirigidas, sobre todo, a los responsables de las áreas de gobierno (o a los “representantes del pueblo”) estrechamente vinculadas con el terruño pampeano (suelo, agricultura, ganadería...), que representa la mayor fuente económica de nuestra



El Dr. Eduardo Mariño, Director del Dpto. de Ciencias Naturales, el Decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Ing. Qco. Gonzalo Porcel, el Dr. Calmels y la Secretaria Académica de la UNLPam, Dra. Analía Ronchi, durante la presentación del libro. Foto: diario “La Arena”

Ciencias Exactas y Naturales. Durante ese lapso, apareció en el diario “La Arena”, en su suplemento “Caldenia”, ed. del 19 de junio, p. 4, el artículo del doctor Augusto

provincia, a cuyo mejor conocimiento está dirigida la obra.

Una vez finalizados los reportajes efectuados por las cadenas locales de televisión al doctor Calmels, se inició el

Acto académico cuando el locutor, luego de informar sobre la finalidad de la reunión (festejo del Día del Geólogo y presentación del libro “Compilación geológica de la provincia de La Pampa”), leyó un mensaje llegado de la Capital Federal, que decía: “A nuestro querido amigo y colega Augusto Pablo Calmels: Nuevamente queremos estar a tu lado para felicitarse por tan designación como Presidente Honorario del Consejo profesional de Ciencias Naturales de La Pampa. Es un muy merecido reconocimiento por todo lo que hiciste en la conducción del mismo. También te deseamos éxito con el libro “Compilación Geológica de la provincia de La Pampa”, obra de alto contenido académico, lograda por tu intervención y la del Dr. Casadío, a quien también felicitamos. Todo éxito en tu carrera lo compartimos espiritualmente. Cuando levanten la copa para brindar, ahí estaremos. Norma Pezzutti y Edgardo Menoyo”.

La autora de esta nota desea aclarar, para los lectores, que: la doctora Pezzutti, varios años presidenta de la Asociación Geológica Argentina, fue discípula del doctor Calmels en la Universidad Nacional del Sur y el doctor Menoyo, esposo de la doctora Pezzutti, fue condiscípulo del doctor Calmels en sus años de estudiantes en el Museo de La Plata.

El locutor anunció que el Director del Departamento de Geología de la Facultad, doctor Eduardo Mariño, procedería a la presentación del libro de marras, quien lo hizo en una improvisada exposición, algunos de cuyos conceptos fueron los siguientes:

“El Consejo Profesional de Ciencias Naturales (COPROCA) se enorgullece en presentar esta “Compilación geológica de la provincia La Pampa” cuyos autores son dos matriculados de esta institución, además de reconocidos docentes de la Facultad de

Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam, los Dres. Augusto Pablo Calmels y Silvio Casadio.

“Personalmente, es una satisfacción que me haya tocado presentar este libro. En primer lugar porque me une con ambos autores una larga relación de sincero aprecio y además, porque tengo por ellos un gran respeto por su vocación geológica y por la seriedad, dedicación y laboriosidad con que llevan adelante su actividad profesional. En segundo lugar porque creo que este libro viene a ocupar un lugar vacante en la literatura geológica pampeana y lo hará plenamente, ya que, además del enorme esfuerzo empeñado en su concreción, se destaca la calidad científica lograda por sus autores. Entonces, no tengo dudas que rápidamente se transformará en una obra de consulta obligada para quienes trabajamos en distintos aspectos de la geología de La Pampa.

“Para terminar quisiera compartir con Uds. una sensación que experimenté durante la lectura del texto y que tiene que ver con las historias ocultas en él.

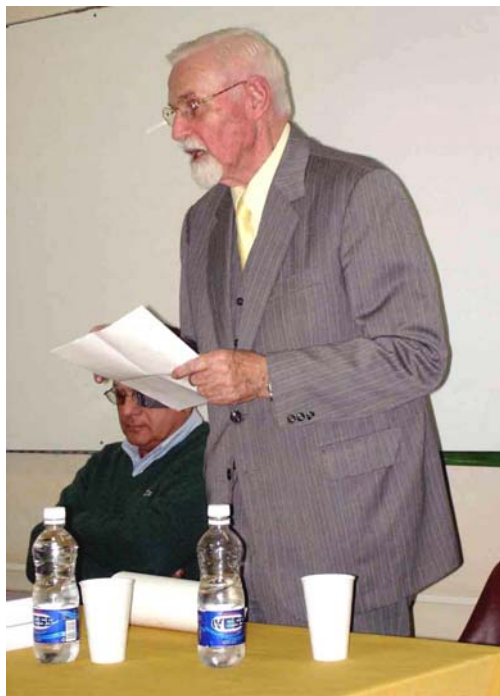
“Cuando se recorren las distintas secciones del libro, aparecen inicialmente los apellidos emblemáticos de la primera etapa del conocimiento geológico pampeano (como Stappenbeck, Wichman, Tapia, Sobral, Cordini, Salso y otros) para desembocar después en una segunda etapa, que acertadamente los autores inician entre los años 1975 y 1980 con los trabajos de Llambías, Linares y Latorre.

“A partir de aquí, surgen nombres más familiares que identifican a colegas que pueden haber sido nuestros profesores, condiscípulos y también, con gran satisfacción, nuestros alumnos. Y entonces, se experimenta una emoción cuando se lee que “...Fulano de Tal, estudió tal lugar...” porque uno sabe que el Fulano de Tal dedicó varios años a ese

estudio y que le llevó muchos días de campo con mucho calor y poca sombra o con mucho frío y poco reparo, que le significó caminar o cabalgar varias leguas, que debió pasar días muy largos describiendo perfiles o buscando fósiles, que tuvo que martillar grandes volúmenes de roca para lograr una muestra inalterada, que tuvo que medir y tomar muestras de cientos de pozos de agua o que cavó numerosas calicatas, para después dedicar otras muchas horas y días al gabinete, al microscopio o al laboratorio.

“Entonces uno descubre que en este libro hay muchas historias ocultas que se refieren a la vocación y al trabajo de muchos colegas, que produjeron los invalorable conocimientos sintetizados en esta obra. Pero también se vislumbra cuanto queda por hacer para que el avance del conocimiento geológico pampeano haga necesario que, dentro de algunos años, otra compilación deba ser escrita.”

Finalizados los aplausos que premiaron la exposición del doctor Mariño, se refirió al libro uno de sus autores. Dijo el doctor Calmels:



El doctor Calmels presenta el libro.
Foto: Lic. José Sbrocco

"Sean mis primeras palabras para agradecer, con mucha emoción, no puedo negarlo, la deferencia que ha tenido el presentador del libro, quien ayer fuera un destacado alumno de nuestra querida UNLPam, transformado hoy en un prestigioso puntal de la hidrogeología subterránea argentina, defensor del más caro de los recursos naturales (el agua) con que cuenta la pampeanidad, doctor Eduardo Mariño, encargado, como Director, de regir los destinos del Departamento de Ciencias Naturales de nuestra Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

“En cuanto al libro que se nos ha encargado presentar, *“Compilación geológica de la provincia de La Pampa”*, estimo que su título lo dice casi todo. En efecto, da a conocer que, más que una investigación geológica sobre una delimitada porción de terreno, perteneciente a una determinada provincia argentina, implica la reunión ordenada y sintética de los resultados que se han obtenido, no importa por parte de quién, sobre los distintos aspectos geológicos, estratigráficos y morfoestructurales del territorio de nuestra provincia. Este hecho le ha impuesto a su elaboración, la pesada carga de obtener y examinar una gran parte de la bibliografía geológica argentina, para extraer de ella los resultados que pudieran responder a los propósitos de nuestro libro.

Y voy a detenerme brevemente para referirme a la tediosa tarea de *obtener* la bibliografía sobre la geología de La Pampa. Deliberadamente le he adjudicado el adjetivo de “tediosa”, por la circunstancia de que, en su inmensa mayoría, se encuentra inédita, dispersa en los anaques de las reparticiones provinciales y generalmente disimulada bajo un título que responde a otras finalidades, en las cuales el aspecto geológico sólo desempeñó un papel modesto, de importancia secundaria y, a menudo, sin mayor solidez. Es en este hecho, fundamental a mi ver, donde se

pone en evidencia un gran déficit de nuestra querida Provincia, que nunca invirtió en una revista en la cual se publicaran los informes científicos que redactaban los profesionales de sus reparticiones. Con la modalidad actual, ellos quedan velados y de difícil acceso a los investigadores que desearan examinarlos. Para las publicaciones éditas, y especialmente las de cierta antigüedad, otros fueron los inconvenientes, entre uno de los no menos dificultoso cabría mencionar la distancia en que se encuentra

llegamos a hurgar en una cantidad tan numerosa que nos permitió alcanzar a la cifra poco común de 1.900 citas bibliográficas a lo largo de la redacción de nuestro libro: un verdadero récord Guines, pensamos.

Con respecto a la etapa de la examinación de las obras consultadas, la tarea no tuvo más liviandad que la anterior, al verse altamente agravada por la necesidad de lograr que las síntesis fueran lo más breves posible a causa de la



La presidenta del Consejo Profesional de Ciencias Naturales, doctora Susana Beatriz Álvarez haciendo uso de la palabra; a su lado, el decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Ing. Qco. Gonzalo Porcel.

Foto: Yean Ming Lee

nuestro lugar de trabajo de las grandes bibliotecas que albergan esas obras únicas o de difícil consulta.

A pesar de todas éstas y varias otras dificultades, padecidas a lo largo de las horas diarias de los cuatro años que nos demandó la elaboración del libro, para acceder a las publicaciones que deseábamos examinar, y aunque fueron muchas a las que no pudimos tener acceso,

amplitud abarcada por la obra, cuyo volumen no debía exceder los márgenes de un libro corriente. Con todo el cuidado puesto en estas prevenciones, en el momento de la impresión del libro, para poder hacerla en un solo volumen y, al mismo tiempo hacer abaratar el elevado precio de cada unidad, hubo que aumentar sus dimensiones y empequeñecer el tipo de letra.



El doctor Calmels recibiendo la felicitación de la Secretaria Académica de la Universidad Nacional de La Pampa, doctora Analía Ronchi. Foto Yean Ming Lee.

Parodiando algunas palabras de la Introducción de nuestro libro, podemos confirmar que parece una quijotería el desafío que significó encarar esta obra (catalogada de “obra monumental” por el doctor Llambías, autor de la primera y única síntesis de la geología pampeana anterior a la nuestra), por múltiples motivos que son de fácil comprensión y que exigirían para su concreción la labor coordinada de todo un equipo de trabajo, del que no dispusimos. Sin embargo, el requerimiento de tener una síntesis de algunos de los principales aspectos geológicos de la provincia de La Pampa, resultaba de necesidad urgente, no sólo a los estudiantes y colegas, sino también a todos aquellos especialistas relacionados con la temática de la obra y, sobre todo, a los responsables de las áreas del gobierno de La Pampa encargados de velar por el mejoramiento y el buen manejo de las actividades que están en relación con el “suelo pampeano”, a las que podrían

sumarse, todavía, las organizaciones vinculadas con las actividades derivadas de esa parcialidad de las ciencias de la Tierra.

Y frente a ese panorama real, se ha tratado de dar un primer paso, el que seguramente adolecerá de muchas cosas, entre otras de originalidad, puesto que, al tener por propósito sintetizar los conocimientos adquiridos por los diferentes autores que se han ocupado de esa temática, hubo que recoger, más que los resultados personales, los de muchos otros investigadores que nos precedieron, haciendo del territorio pampeano el objeto de sus inquietudes científicas.

Para finalizar, en nombre de los autores, quiero agradecer a quienes nos impulsaron a encarar esta obra, a las autoridades de nuestra Facultad que nos ayudaron a sufragar parcialmente los gastos de edición, a quienes nos han prometido estudiar la posibilidad de ayuda con esa finalidad, a la empresa Nexo-Di

Nápoli editora del libro y a quienes hoy nos acompañan a catapultarlo a toda la pampeanidad. Muchas gracias!

Acto seguido, la presidenta del Consejo Profesional de Ciencias Naturales de La Pampa, doctora Susana Beatriz Álvarez, dio lectura a la Resolución de la Junta Directiva del COPROCNA por la cual se designó como Presidente Honorario de esa institución al doctor Augusto Pablo Calmels, improvisando luego algunas sensibles y emotivas palabras sobre el homenajeado, de entre las cuales se rescataron las siguientes:

“Hoy, en este Acto Académico en que conmemoramos el quincuagésimo octavo aniversario el “Día del Geólogo”, el Consejo Profesional de Ciencias Naturales de La Pampa, hace pública, por mi intermedio, la designación de su Presidente Honorario.

“Al tener que presentarlo, se me hace imposible olvidar la impresión que recibí hace ya varios años, cuando vimos a un Señor desconocido, de pelo plateado, con traje gris y portafolios, entrar en el recinto de la avenida Roca, sede de la flamante Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Me estoy refiriendo al año 1975, momento en el cual me encontraba cursando Botánica Plantas Celulares, teniendo como profesora a la doctora Lacoste, viajera desde la Universidad de Buenos Aires. Ese Señor mayor que nos impactaba a nosotros con 18 años, y a los de algunos años más, tenía entonces la edad a la cual he llegado actualmente y a la que tienen varios de mis colegas.

“¿Cómo olvidar los pizarrones, enteramente escritos por esa persona, con tiza de diatomita, empleando una letra pequeña, clara, pareja y caligráfica? En ellos se encontraba la síntesis completa de la clase del día, de la que se valían los alumnos para refrescar la lección recibida. Al término de esa clase, entrábamos

nosotros en esa aula y comentábamos ese hecho poco común.

“Éstas son las impresiones que perduran en mi interior, y que han surgido a mi mente al tener que referirme a quien hoy comunicamos su designación como Presidente Honorario del COPROCNA, la persona que me estuvo precediendo desde octubre de 1992 hasta octubre de 2004, período durante el cual nuestra organización experimentó un progreso marcadamente creciente. Entre otros logros de entonces, se estableció efectiva participación, mediante la designación de miembros titulares y suplentes, en varias dependencias de la Provincia (Suelo, Fauna, Consejo Económico y Social, Consejo Provincial de Ciencia y Tecnología...). Se crearon dos distinciones: para homenajear a pampeanos que se hubieran destacado en el ámbito de las ciencias o de las artes: premio “Perito Augusto Tapia” (con 11 ediciones hasta ahora), y para reconocer al mejor promedio obtenido en cada promoción anual por alguno de los egresados de las carreras del Departamento de Ciencias naturales: premio “Francisco Javier Muñoz” (con 10 ediciones a la fecha). Asimismo, se creó el sistema de subsidio, para ayudar económicamente a los matriculados en su asistencia a eventos científicos a exponer sus trabajos o a realizar pasantías, y varios otros hechos auspiciosos, entre los cuales el participar activamente en el CAPEG (Comité Argentino para el Ejercicio de la Geología), o la adquisición de la colección completa de la revista “Ameghiniana”, de la Asociación Paleontológica Argentina, para engrosar la Biblioteca, junto a las donaciones recibidas, no fueron los menores exponentes.

“Por todo ello, y mucho más, la Junta Directiva ha visto con buenos ojos la propuesta de los matriculados, aprobándola por unanimidad. Y en prueba de ello, hago entrega al doctor Calmels de una copia de

la Resolución que lo designa como Presidente Honorario.”

Al término de los aplausos, el locutor anunció la palabra del homenajado. Dijo el Dr. Calmels:

“Cuando, en diciembre del año pasado, es decir hace seis meses, el Consejo Profesional de Ciencias Naturales de La Pampa aprobó la propuesta de un grupo de matriculados para que se me otorgara el premio “Perito Augusto Tapia” en su edición 2004, un escalofrío recorrió mis venas a manera de un flujo eléctrico que me embargaba con la emoción violenta de quienes son distinguidos en el mundo artístico con un premio “Martín Fierro”. Y así lo imaginé entonces.

“Hoy, transcurridos seis meses, nuevamente mi espíritu es tocado por esa varita mágica que hace estremecer por completo toda la red encargada de la distribución sanguínea a las miríadas de células de nuestro cuerpo humano. Esa ola gigantesca, ese tsunami del “Martín Fierro” de diciembre pasado, adquirió una mayor intensidad, ahora, con esta designación de Presidente Honorario de esta tan querida institución. Y en el deseo de graficarlo, como lo hiciera antes, confesaré que la emoción violenta de entonces, se transformó en un efluvio dorado que dibujaba, imaginaria e indistintamente, un “Martín Fierro” dorado. Eso es: un “Martín Fierro” de oro, que es lo que para mí significa esta nueva distinción.

“Vaya, entonces, mi sincero y profundo agradecimiento al Consejo Profesional de Ciencias Naturales de La Pampa, representado por su Junta Directiva, a los matriculados que iniciaron la gestación de esta distinción y a todos los presentes y ausentes que han querido compartir conmigo este momento de verdadero gozo. Muchas gracias.”

Finalizadas las palabras del Dr. Calmels, el locutor agradeció a los

concurrentes, en nombre del COPROCNA, su asistencia al Acto, los invitó a disfrutar de un bombón y dio por concluida la ceremonia.

A las 21.30 horas, se congregó una veintena de matriculados, en el restaurante “Los Chinos” donde, luego de una generosa cena, se brindó por la felicidad de los geólogos.

Lic. Elsa Susana Sotorres

-----00000-----

GEOLOGÍA DE LA PAMPA

Acaba de aparecer el libro:

CALMELS, A.P y S.A. CASADÍO (2005). **Compilación geológica de la provincia de La Pampa.** Ed. Amerindia, Nexo di Nápoli 324 p. 30 x 21 cm. Santa Rosa. ISBN 987-1082-12-6.

De también reciente aparición es:

CALMELS, AP. y E.E. MARIÑO (2005). **El Geosistema. Reflexiones sobre la Tierra.** Ed. Amerindia, Nexo di Nápoli 364 p. 21 x 15 cm. Santa Rosa. ISBN 987-1082-13-4. Con prólogo del Profesor Lic. Wálter Cazenave.

-----0000-----

EL MATE

Es el mate el compañero que nos presta gran servicio aunque diga que es un vicio más de un doctor extranjero.

Si lo prueba es el primero que ha de quedarse prendao y cuando se ha acostumbrao por las bondades que encierra, queda el gringo en nuestra tierra para siempre aquerenciao
El gringo que a trabajar llega de tierra extranjera, y se acomoda ande quiera pa' levantar un hogar, y que sabe respetar la patria ande hace el nido, se hizo gaucho cuando vido el mate tan delicioso y de avariento y goloso inventó el mate cocido.

Término de impresión: 25-07-2005.