

X LAS ERUPCIONES VOLCANICAS

(CONFERENCIA SUSTENTADA EN EL SALÓN DE ACTOS DE LA
UNIVERSIDAD CENTRAL, POR EL SR. DR. CARLOS
X SAPPER, PROFESOR ORDINARIO DE LA
UNIVERSIDAD DE WÜRZBURGO)



Señores Ministros,
Señor Rector,
Señor Decano,
Señoras, Señores:

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Tengo el alto honor y gran gusto de traer a esta casa de enseñanza universitaria los cordiales saludos de las instituciones correspondientes de mi patria. La Asociación de las Universidades y las Escuelas técnicas superiores de Alemania, a la cual pertenecen todas las instituciones universitarias y técnicas superiores alemanas, me ha encargado el gratísimo deber de aprovechar mi estada en este hermoso y hospitalario país, para cooperar en el estrechamiento de los vínculos espirituales y científicos, que felizmente unen ambos países por el bien del progreso intelectual de las dos naciones y de la humanidad.

Me complazco en entregar al señor Rector de la Universidad Central una carta del señor Presidente de la mencionada Asociación, en la cual me acredita en mi misión espiritual y transmite los saludos de la Asociación a V., señor Rector, y a ese claustro de profesores, que con tanta eficacia y dignidad dirigen las labores científicas y culturales de esta Universidad.

—El señor Rector recibe y lee la carta dirigida por el Presidente de la Asociación de las Universidades y Escuelas técnicas de Alemania, al Rector de la Universidad Central del Ecuador, por medio de la que envía para ésta un mensaje de acercamiento espiritual a nombre de los diferentes institutos científicos cuya representación ejerce. Terminada la lectura de dicha carta el señor Rector dijo: "Es para mí un motivo de altísima complacencia a la vez que de singular honor el corresponder el mensaje enviado por las Universidades Alemanas, mensaje tan valioso y significativo ya por el prestigio de las instituciones que nos lo transmiten, ya por el renombre científico, internacionalmente reconocido, del profesor señor doctor don Carlos Sapper quién es el portador de este saludo y de este anhelo de cooperación intelectual. La ciencia Alemana ha sido siempre profundamente respetada y estudiada en esta Universidad: profesores alemanes fueron los que hace más de medio siglo, sentaron las bases de nuestro Instituto Politécnico, hoy Facultad de Ciencias: Uno de ellos, eminente geógrafo, trazó la Carta del País con singular acopio de datos, e innegable maestría en la ejecución. Nuestra juventud de antiguo aprendió a reverenciar los nombres doctos de Niebuhr, Savigny, von Jhering, etc., quiénes hicieron surgir de las ruinas del pasado un nuevo mundo, haciendo admirar las instituciones jurídicas de un pueblo cuya vocación parece hubiera sido la de promulgar su derecho a las Sociedades humanas. Y la filosofía de Immanuel Kant, que se renueva con cada aurora como la más alta consagración del idealismo humano, de ese idealismo que parece renacer de sus propias cenizas para vivificar el pensamiento, encuentra sus fervientes cultores en nuestra juventud.

Bien venido sea el eximio señor Profesor Sapper, y la Universidad que dirijo guardará, entre sus más gratos recuerdos, el de esta sesión en que va a oír de sus labios, la narración de un capítulo de la historia geológica de esta sección en que se levanta el edificio de nuestra Patria. — Todos estaremos pendientes de vuestras palabras, señor Profesor, y prontos a recibir vuestras enseñanzas." —

Le agradezco, señor Rector, la honrosa y amable recepción, y formulo los votos más cordiales por su persona y por los destinos de la casa de altos estudios confiada a su dirección.

Para mí ha sido una satisfacción muy grande, de conocer este país, que por su naturaleza grandiosa y su posición geográfica singular siempre ha llamado de una manera extraordinaria la atención de los geólogos del mundo entero. Después del mapa del Padre Samuel Fritz y de los importantes trabajos de Maldonado, de Bouguer y de La Condamine el heroico Alejandro von Humboldt ha sido el primero, que ha hecho conocer con

claridad los volcanes clásicos del altiplano y demás rasgos principales de la geografía y geología del Ecuador. Aunque después muchos geógrafos y naturalistas han contribuido valiosamente a la exploración de este país, sin embargo, la mayor suma de información científica han cosechado --gracias al apoyo eficaz de la nación y gobiernos ecuatorianos-- tres naturalistas alemanes contemporáneos, que todos tres me han honrado más tarde de su amistad: los señores Guillermo Reiss, Alfonso Stü'el y Teodoro Wolf.

Gracias a los trabajos pacientes y minuciosos de estos sabios, el Ecuador es ahora uno de los mejor conocidos países de América. — Ningún país de América tiene en Europa un centro, donde pueden estudiarse su paisaje y su naturaleza con toda perfección, sino el Ecuador en el Museo de Geografía comparada en Leipzig, fundado por Alfonso Stübel, donde se encuentran no sólo los muy detallados dibujos panorámicos de Stübel, sino también los cuadros famosos del eminente pintor ecuatoriano Troya.

De un mérito extraordinario son los mapas y planos contruidos por Reiss, Stübel y Wolf; en vista de su importancia extraordinaria han servido y van a servir siempre de base para los mapas posteriores.

Nadie, quien no haya levantado y dibujado mapas topográficos y geológicos, tiene una idea de la enorme suma de esfuerzos espirituales y hasta físicos, que se necesitaban para la formación de un mapa en tiempos, en los cuales todavía no existían las facilidades modernas, que ofrecen hoy día los aviones para el levantamiento ligero y exacto de mapas topográficos en un país tropical y en gran parte muy accidentado como este.

Como yo mismo había dedicado los doce mejores años de mi vida al levantamiento de mapas topográficos y geológicos de la América Central, recorriéndola a pie en toda su extensión desde la Península de Yucatán hasta la Provincia de Chiriquí en Panamá, y como ahora veo en este país con mis propios ojos las mucho mayores dificultades, que ofrece aquí la naturaleza, admiro con toda mi alma los trabajos científicos de los exploradores de este país.

Observo con gran satisfacción, que la noble nación ecuatoriana siempre ha reconocido y sigue reconociendo los grandes méritos de los mencionados y otros investigadores, tanto nacionales como extranjeros.

La ciencia alemana nunca olvidará la caballerosa ayuda, que el Gobierno del Ecuador prestó a Teodoro Wolf al saber que él se encontraba en condiciones difíciles, dotándole de una pensión, que le hizo agradables los últimos años de su vida. En

nombre de la ciencia alemana, y en el mío propio, como amigo personal de Teodoro Wolf, rindo las gracias más expresivas a la noble Nación Ecuatoriana por esta benevolencia eficaz.

En Alemania el interés por los países ibero-americanos ha crecido de año en año. Tenemos los más vivos deseos de conocer a fondo estas jóvenes y progresistas Repúblicas. No solamente se cultivan los estudios respectivos en todas las sociedades geográficas y Universidades de Alemania, sino se han establecido también Institutos especiales para el estudio de las regiones ibero-americanas ya en cuatro Universidades alemanas, es decir Hamburgo, Bonn, Würzburgo y Marburgo. Casi todos los programas de estudios de estos Institutos contemplan cursos sobre los problemas geográficos, etnográficos, históricos, económicos y culturales de estos países.

Yo personalmente tengo a mi cargo el instituto americanista de Würzburgo, y si me permitís agregar una petición, que sólo os formulo por tratarse de la ciencia, os ruego enviarnos toda la literatura sobre el Ecuador, con que nos podáis favorecer.

Permitidme ahora entrar en materia. Trata mi conferencia sobre el tema de "Erupciones volcánicas".



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

LAS ERUPCIONES VOLCANICAS

En nuestros días, el vulcanismo es sólo una sombra de lo que fue en el Terciario, época en que se formaron las grandes cadenas de sierras, que subsisten aún hoy, y que acusan todavía un leve ascenso. Ellas han sido creadas por movimientos orogénicos, que afectaron la corteza terrestre en fajas largas y estrechas, con las cuales coincide el área ocupada por el reino magmático mesosilícico. Las rocas mesosilícicas se encuentran, en lo que se refiere a su composición química, entre los dos extremos más frecuentes de la parte exterior del manto silicatado de la tierra, es decir: entre el granito —rico en sílice— y el basalto —pobre en sílice. Se caracterizan, según *Groeber*, por su pronunciada tendencia de diferenciación, y porque suelen formar ciclos eruptivos con determinada sucesión de rocas, que podrá tener sus particularidades provinciales, pero que no quebranta la ley general de diferenciación. Estos ciclos eruptivos ocupan largos espacios de tiempo para su desarrollo completo, como por ejemplo el Terciario hasta su agotamiento.

Las *manifestaciones volcánicas mesosilícicas* de nuestros días se encuentran en todo el contorno continental del océano Pacífico y en el Sud de Eurasia.

Aparte de este reino magmático distinguimos *otro de propagación ligada especialmente a las cuencas oceánicas profundas*, donde aflora la sima, según opiniones modernas. Se presenta en el pasado Terciario, y hoy, sólo accidentalmente sobre masas continentales, pero es independiente de las zonas orogénicas. Donde coincide con esta zona, como en el caso de la hilera de volcanes sudamericanos entre 43 y 33 grados de latitud, se trata en realidad de un relictos de la provincia basáltica del Pacífico, que ha atravesado (según *Groeber*) durante el Terciario la zona orogénica, penetrando en la Patagonia.

La energía de esta provincia es ahora demasiado débil para abrirse camino por su propia fuerza. Sus masas efusivas pue-

den ahora evadirse hasta la superficie sólo aprovechando las disyunciones o grietas creadas por la orogenia terciaria. Las rocas de este reino son los *basaltos y sus escasos diferenciados*. Su mayor provincia es la del Pacífico con cuarenta millones de kilómetros cuadrados de superficie. Otras provincias importantes son las del Atlántico boreal con medio millón de kilómetros cuadrados, según *Daly*, la del Atlántico central y austral, y la del Indico occidental.

Alguno extrañará que no mencionamos otro reino, el del *magma atlántico*; pero las investigaciones de *Daly* han demostrado, que su propagación es tan insignificante, que no se puede colocar a la par de los dos otros, de modo que lo dejamos a un lado.

Actualmente la mayor parte de las áreas de los dos reinos magmáticos principales, se encuentra en plena postración, pero no debemos creer, que este debilitamiento los haya afectado en todas partes en igual grado.

Observamos por ejemplo, que entre las áreas de *rocas meso silícicas* existen aún hoy zonas de actividad comparable a la del Terciario. Se trata en lo esencial de *Centroamérica*, de *Indonesia* y de la *hilera Aleutina-alaskense*. Esto se desprende con claridad de lo siguiente: Desde el año 1500 la producción total mesosilícica alcanza más o menos a 320 kilómetros cúbicos, de los cuales corresponden 15 a las lavas y 305 a masas eyectadas sueltas. Centroamérica ha producido en una zona de 1.200 kilómetros de largo un kilómetro cúbico de lava y 60 kilómetros cúbicos de masas sueltas en el período mencionado, Indonesia con 5 000 kilómetros de extensión longitudinal un kilómetro cúbico de lava y 185 kilómetros cúbicos de masas sueltas; las Aleutinas con su prolongación en Alaska tienen un largo de 2.500 kilómetros y produjeron desde 1500 un kilómetro cúbico de lava y 25 kilómetros cúbicos de masas sueltas.

Para expresar con más claridad la relación entre la actividad de estas tres provincias, elegimos como unidad una extensión longitudinal de 100 kilómetros. Entonces, vemos, que en Centroamérica fueron producidos, desde 1500, por cada 100 kilómetros de extensión longitudinal de la faja volcánica en término medio 5 kilómetros cúbicos de masas sueltas, en Indonesia 3.7 y en la hilera Aleutina-alaskense un kilómetro cúbico. En todo el resto del reino mesosilícico, la producción de lava es insignificante, como corresponde al magma de esta composición petrográfica. Pero tampoco la producción de masas sueltas alcanza dimensiones proporcionales a su extensión longitudinal. Por ejemplo, las provincias mesosilícicas restantes, situadas al rededor del Pacífico, han eyectado sobre un largo de 21.000 ki-

lómetros solamente la novena parte de las masas sueltas pertenecientes a las tres provincias más activas, mencionadas anteriormente. Ellas se encuentran, por lo visto, en plena actividad.

La causa de ello es probablemente la siguiente: Se trata de regiones en las que apareció el vulcanismo en época poco remota. Un ejemplo sumamente instructivo encontramos en la América Central. La producción volcánica procede casi en su totalidad de la sección que queda al Norte del istmo de Nicaragua; allí falta todo indicio de una actividad eogena y mesozoica: ella empieza solamente con el Neogeno superior. En las masas continentales vecinas de Centro América, es decir en Norte y Sud América, hubo, en cambio, actividad muy grande ya en el Cretáceo superior, para no hablar de épocas anteriores; ella siguió durante todo el Terciario y acusa una disminución marcada hacia el final de este período. Es de suponer, que esto radica en el hecho de que las masas ígneas surtidoras han penetrado en la corteza terrestre ya en épocas remotas, ya sea en el Cretáceo superior, ya sea en la sección más antigua del Terciario, y que ellas están ahora casi solidificadas. En las tres regiones activas citadas las penetraciones profundas correspondientes se habrían verificado en el Terciario superior.

Es digno de mención, que Centroamérica, Indonesia y la hilera Aleutina-alaskense forman unidades intermediarias entre fajas continentales intensamente perturbadas en el Terciario. Son ellas probablemente agregados jóvenes, que han entrado dentro del alineamiento de las zonas vecinas preexistentes. No debe omitirse de mencionar, que tales penetraciones jóvenes pueden tener lugar también en fajas que han sido activas durante todo el Terciario.

Pasemos a considerar brevemente el *reino basáltico* y su comportamiento. Ante todo no hallamos provincias nuevas en este reino. Donde aun hay actividad, la hubo también durante el Terciario. Si comparamos la actividad actual con la de este período geológico, vemos que ella es ahora muy reducida. Según mis cálculos la producción mínima desde el año de 1500 alcanza a unos 40 kilómetros cúbicos de lava y a unos 17 kilómetros cúbicos de masas sueltas eyectadas. De estas cantidades corresponden a Islandia sola más de la tercera parte en lava y casi las dos terceras partes de masas sueltas. Pero debo mencionar, que esta gran producción de masas sueltas es descomunal y tiene su razón en la diferenciación del basalto, —punto que no puede tocarse aquí.

La preponderancia de Islandia puede ser, sin embargo, menos pronunciada de lo que parece por estas cifras. Debe tomarse en cuenta, que es una región, que ha estado en íntimo

contacto con las regiones civilizadas. — Esto no es el caso en cuanto a la gran región del Pacífico; es, pues, más que probable, que sus cantidades de material efusivo figuran con cifras demasiado bajas. Es, además, un hecho, que grandes cantidades de lava se han vertido desde las islas en el océano de modo que escapan a toda apreciación. Así aconteció en Sawaii entre los años de 1905 hasta 1911 y en Lanzarote entre 1730 y 1736.

Todas las cifras indicadas se refieren solamente al material visible. Cuanto a las cuencas oceánicas profundas, en las cuales aflora talvez la sima, no puede haber duda de que la mayor parte de su producción está ligada a erupciones submarinas. Por esta razón la potencialidad de la provincia Pacífica es aparentemente tan reducida en comparación con Islandia, a pesar de poseer una extensión inmensamente mayor.

Mientras que el reino basáltico se distingue por la uniformidad petrográfica de sus productos, muy diferente es el comportamiento de los cuerpos magnéticos mesosilícicos, alojados dentro del sial. Ellos se diferencian intensamente. Estos cuerpos ígneos tienen una extensión a veces muy grande: Pueden tener miles de kilómetros de largo y decenas hasta cientos de ancho. Pueden, pues, formarse en ellos núcleos de composición diferente, que se agrupan, según *Groeber*, conforme a su peso específico.

Volcanes, que se surten desde alguno de estos núcleos, manifestarán por su comportamiento esta su raíz común. Esto se desprende ante todo del hecho de la alternación manifiesta de sus bocas eruptivas.

Al historiar la actividad volcánica documentada, he podido individualizar unos casos muy característicos: Alternan en las Canarias las islas Tenerife, Palma y Lanzarote, y en el mar Egeo Santorino y Nísyros. Durante muchos años alternaron, además, en su actividad en Guatemala, Fuego y Pacaya; en el Ecuador, Cotopaxi y Pichincha; en las Filipinas, Taal y Mayón; en Kamtschatka, Khiutschero y Schiwélutsch; en el Japón, entre 1907 y 1911, Asamayama e Iwotake.

Otra prueba consiste en el hecho, de que de vez en cuando una erupción fuerte suscita un séquito de erupciones de volcanes vecinos, como en el caso del Santa María de Guatemala y de otros volcanes de la misma provincia volcánica, aunque están dispuestos en hileras diferentes. Esta actividad colectiva centroamericana empezó en 1902 y dura aún hoy día.

En este caso el tiempo transcurrido no ha bastado para agotar la fuerza eruptiva acumulada, a la cual se dió escape solamente en erupciones de escala insuficiente. — Diferente era la erupción del Coseguina en 1835: el paroxismo colosal de este volcán Ni-

caragüense dió escape de un sólo golpe a la tensión interior de los gases acumulados, sin que los volcanes vecinos hayan entrado en actividad mayor, siendo relativamente débiles las manifestaciones de los volcanes distantes del Atitlan y del Izalco ocurridos en 1837 y 1838.

Las erupciones volcánicas superficiales se presentan bajo aspectos muy variados. *A. Lacroix* las divide en cuatro clases, empleando como criterio para la clasificación el modo de la liberación o del desprendimiento de los gases de la masa ígnea.

1) *tipo hawaiano*: gran fluidez del magma basáltico; paroxismos raros; la salida del magma no está ligada necesariamente con explosiones; escapa el gas con facilidad.

2) *tipo estromboliano*: magma basáltico menos fluído; el escape de gas es más dificultoso, de manera que en las erupciones se producen eyecciones de trozos de lava de variado tamaño.

3) *tipo vulcaniano*: el magma es muy poco fluído; se solidifica pronto; cada una de las erupciones arranca entonces fragmentos sólidos de la costra superficial. Las nubes de erupción son sumamente densas, de color gris oscuro, y se levantan despacio.

4) *tipo peléano*: nubes incandescentes aún más densas, que las precedentes; nacen de magma casi totalmente solidificado; son eyectadas lateralmente.

5) Agregamos todavía otro tipo, el del observador *Perret*. Se trata de una emanación de gas en cantidades y fuerza de ascenso inmensas. Ellas producen un ensanchamiento de la chimenea normal, arrancando de la caja trozos de piedras y la ceniza del cono; la altura de la columna de gas y de ceniza supera a menudo los 10 kilómetros.

Además de estos cinco tipos de erupción que todos nacen en el magma mismo, hay *otros dos*, producidos por la explosión de gases magmáticos, que se habían separado ya en la profundidad del magma, habían ascendido solos e hicieron explosión al llegar cerca de la superficie. Estas explosiones se deben a la circunstancia, de que entraron sólo allí en *contacto con el aire o con el agua vadosa*.