

VOLCANOLOGIA

RIESGO DE ERUPCIONES VOLCANICAS
CIENCIA Y POLITICA

P O R
VICENTE ARAÑA

« Durante cuatro meses, un volcán ha paralizado la vida económica y social de toda una región, trastocando las costumbres y resaltando la fragilidad de una economía insular cuyo destino está en manos de un gobierno radicado a ocho mil kilómetros » (*).

No es frecuente que los volcanólogos, en sus trabajos de divulgación, carguen las tintas sobre los riesgos de una erupción volcánica. Este tipo de información puede considerarse alarmista, y no parece conveniente difundirlo cuando, de hecho, tanto los científicos como la Administración han puesto de su parte los medios necesarios para afrontar una eventualidad de esta índole. Sin embargo, la denuncia es obligada cuando no existen tales medios preventivos, y, sobre todo, cuando el desarrollo socio-económico de un área volcánica activa puede transformar el hecho científico del volcanismo en un hecho político de consecuencias más graves que la propia erupción.

En casi todas las regiones volcánicas activas existen observatorios dotados de modernas técnicas que permiten la predicción de

(*) Del libro-reportaje *La Soufriere, a qui la faute?*, por B. Loubat y A. Pistolesi. París, 1977 Presse de la Cité

erupciones con suficiente antelación para poner en marcha los planes previstos en defensa de la población y sus bienes. Estas predicciones, así como el limitado control que pueda realizarse sobre el desarrollo del fenómeno eruptivo, se basan principalmente en el conocimiento empírico del volcanismo en una región determinada. Son por tanto las áreas volcánicas de actividad más frecuente o continuada, las que permiten una mayor precisión de los Observatorios y Centros de Investigación Volcanológica, cuyos aparatos han registrado en numerosas ocasiones los síntomas premonitorios de una erupción.

Los volcanes, de una manera u otra, anuncian anticipadamente su erupción, pero las técnicas de vigilancia, predicción y control de erupciones, varían en su eficacia de una región a otra, ya que los mecanismos eruptivos no son iguales en todos los volcanes y dependen tanto de la situación geodinámica de la zona, como de la composición y viscosidad del magma, además de otros condicionamientos locales que incluyen la topografía, hidrografía, clima, etc.

TÉCNICAS DE PREDICCIÓN VOLCÁNICA

Entre los síntomas premonitorios mejor estudiados están los sismos volcánicos, que son provocados por el ascenso del magma. La lentitud de este proceso posibilita que una red de sismógrafos detecte, con suficiente antelación, el movimiento ascendente del magma. Un análisis estadístico de los registros sísmicos permite establecer hipótesis sobre el lugar y fecha en que la columna magmática alcanzará la superficie, e incluso sobre la intensidad y otras características de la inminente erupción.

Un tipo más simplificado de sismógrafos —contadores de eventos—, que sólo registra el número de terremotos por unidad de tiempo, permite una mayor cobertura en zonas alejadas de los observatorios, donde se reciben por radio las señales de estos aparatos. Con este sistema funciona desde hace años una red de vigilancia cuya central, localizada en los Estados Unidos, enlaza vía satélite con los sismógrafos instalados en diferentes volcanes de Hawaii, Islandia y América Central. Por el contrario, con sismógrafos muy sensibles se analizan unos temblores continuos que caracterizan la actividad

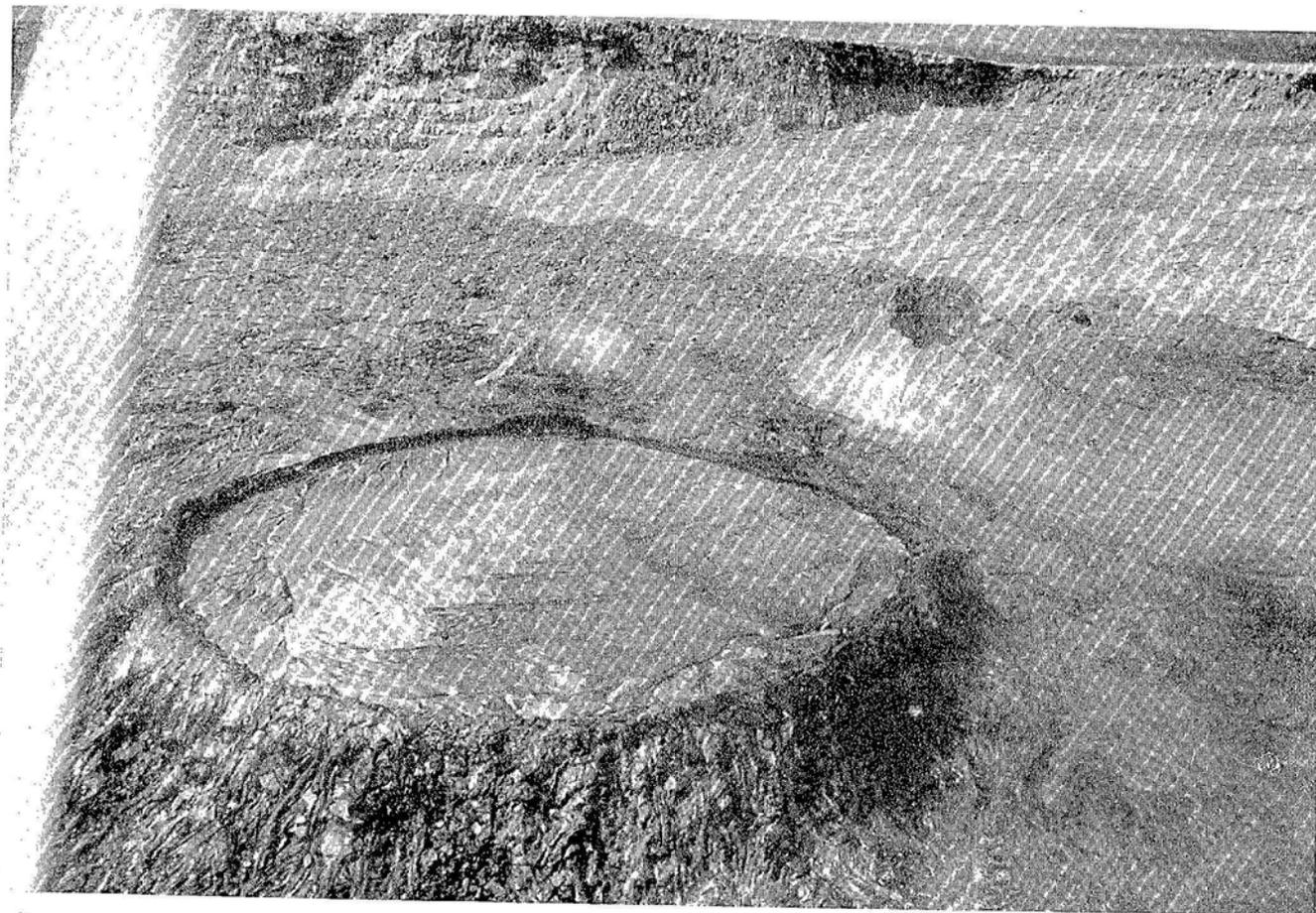


Fig. 1.—La mayoría de los volcanes activos pasan desapercibidos en las cumbres andinas o los fondos oceánicos. Un ejemplo de estas erupciones, casi desconocidas, es la del Ertá Ele, en el eje del desierto dánkalo (Etiopía).

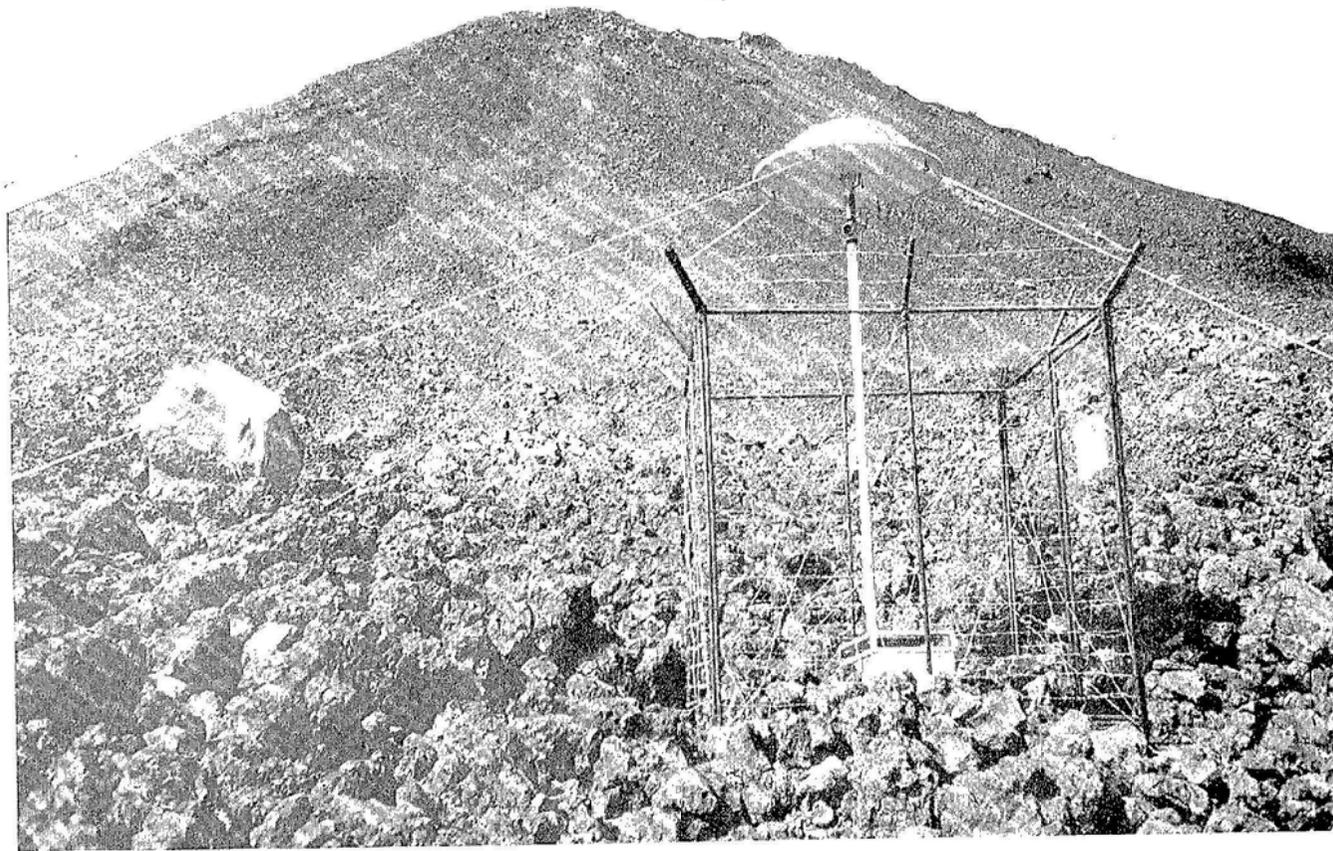


Fig. 2.—*Cuenta-ventos* instalado en el Volcán Izalco (El Salvador), cuya erupción se extinguió, precisamente, el mismo día que se inauguraba una instalación turística, creada para su cómoda contemplación.

latente en numerosas áreas volcánicas, si bien este ruido sísmico es también típico de la circulación de vapor en acuíferos geotérmicos relativamente profundos.

Las restantes manifestaciones premonitorias, requieren una tecnología más sofisticada y equipos multidisciplinares de especialistas en métodos geofísicos y geoquímicos. Por ejemplo, se sabe que la presión de una cámara magmática poco profunda, o el mismo magma en su ascenso, provoca un abombamiento en la superficie. Esta típica deformación del suelo es registrada por sensibles geodímetros que disparan su señal de alarma cuando aprecian deformaciones de pocos centenares de microrradiares.

Otras técnicas geofísicas tienen menor poder de resolución, pero son muy significativas cualitativamente en un marco completo de instrumentos detectores. Así las variaciones de la declinación magnética se relacionan con la desmagnetización de rocas profundas al superar su temperatura al punto de Curie. Igualmente la variación de la intensidad del campo magnético parece debida a cambios en la presión del magma. Estos mismos fenómenos están asociados con anomalías de masa que se acusan en gravímetros adecuados.

Los métodos geofísicos citados se complementan con observaciones de base geoquímica en los manantiales y emanaciones gaseosas del área volcánica. Las variaciones en la temperatura y composición de las aguas pueden ser muy significativas, especialmente los cambios en las relaciones isotópicas de varios elementos. Téngase en cuenta que, aunque no hemos mencionado ninguna técnica termométrica, toda la metodología de predicción busca indirectamente una anomalía térmica en el subsuelo, ya que el volcanismo no es sino una manifestación superficial de la fabulosa energía calorífica almacenada en el interior de la Tierra.

En un proceso eruptivo, los volátiles, desprendidos del magma, son los primeros en alcanzar la superficie, por su mayor movilidad, a favor de pequeñas fisuras. De ahí que se intenten detectar los primeros síntomas de desgasificación, analizando la presencia o incremento de ciertos gases en las fumarolas y solfataras. Para ello se utiliza la relación entre el azufre y los alógenos (S/Cl, por ejemplo) y también se presta especial atención a los gases que comienzan a desprenderse a temperaturas más bajas como Helio y Radón.

Un aspecto importante de los gases es que su evolución durante el paroxismo efusivo está indirectamente asociada al desarrollo de este último, por lo que las tendencias hacia la extinción o incremento de una erupción pueden preverse analizando la sucesiva composición de sus volátiles, si bien el método presenta las dificultades inherentes a la peligrosa recolección de tales gases.

Una reciente vía en la vigilancia de los volcanes consiste en la colaboración popular cuando se trata de predecir la erupción analizando sutiles cambios que se manifiestan en la Naturaleza. Estos síntomas no están bien definidos en el volcanismo, aunque pueden observarse ligeras elevaciones en la temperatura de las aguas o su enturbiamiento, y otras modificaciones en los parámetros físicos que provocan determinadas reacciones en animales y vegetales.

Esta técnica, que consiste en una minuciosa observación, estadística y empírica, del medio ambiente, se realiza en vastas regiones de la República Popular China para la predicción de terremotos. Cada día, al ir y volver de su escuela o trabajo, los niños y adultos realizan sus observaciones y comunican a los responsables cualquier anomalía que detecten en las aguas y vegetación, así como en el comportamiento de los animales. Así han podido evitarse terribles catástrofes, aunque no siempre pueden predecirse con tiempo suficiente, como ocurrió en el más reciente y devastador terremoto que asoló a ese país.

ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y DEFENSA DE LA POBLACIÓN

La vigilancia de los volcanes puede conducir a la confección de mapas de *riesgo volcámico*. En estos mapas se delimitan zonas con diferente índice de peligrosidad, sujetas por lo tanto a medidas preventivas que van desde prohibir cualquier asentamiento urbano o industrial, hasta la obligatoriedad de respetar ciertas normas en la construcción. Lógicamente estas normas administrativas inciden negativamente en el valor de los terrenos afectados y es difícil aceptar su implantación, porque el concepto de «riesgo volcánico» es aleatorio por su propia naturaleza geológica, es decir: intemporal a escala humana. De estas medidas no escapa la instalación de los Observatorios, necesariamente próximos a los centros eruptivos como

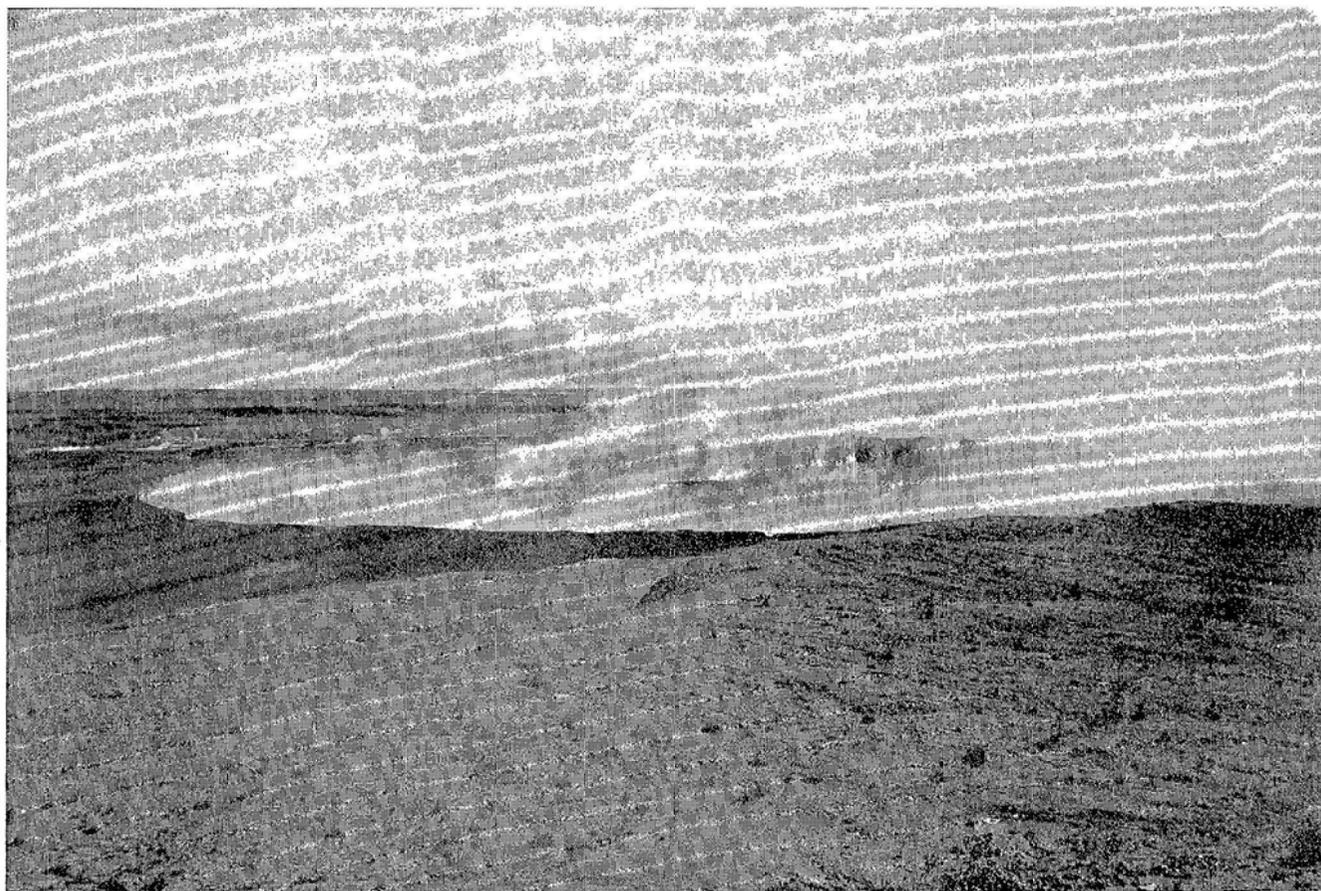


Fig. 3.—En Hawaii las erupciones son prácticamente ininterrumpidas en la actualidad, y tanto al turista como al científico puede garantizársele la visita a un centro efusivo —como el enorme cráter del Halemaumau—, con la oportuna protección e información.



Fig. 4.—Restos de la iglesia de San Juan de Panragaricutirimicuaro, semi-enterrada por las coladas del Paracutin (México) en 1949. (Foto: C. Sáenz de la Calzada.)

el que existía en las faldas del Etna, que fue arrasado hace pocos años por las lavas de este volcán.

En otro sentido, estos mapas de riesgo son imprescindibles para una correcta ordenación de los territorios volcánicos y de los planes de defensa de la población, que deben tener en cuenta una serie de aspectos tan amplios como: red viaria adecuada para evitar el aislamiento brusco de poblaciones; instalaciones hospitalarias específicas —tóxicos y quemados—; bosques susceptibles de ser incendiados; presas que deben ser vaciadas para evitar avenidas; campamentos para evacuados; etc. Sería prolijo enumerar aquí además, todas las previsiones sobre efectos indirectos.

Deben preverse también en estos mapas el curso de las coladas, ya que, a veces, durante el desarrollo de la erupción, es posible desviar su trayectoria y se debe elegir entre que afecte a una propiedad u otra, a sabiendas de que las compañías de seguros no abonarán los daños de la propiedad perjudicada, porque en el siniestro ha intervenido una acción humana. Esta misma situación provocó, hace siglos el enfrentamiento armado entre campesinos y ciudadanos de Catania, cuando estos últimos, con su obispo al frente, trataban de desviar hacia la campiña unas coladas del Etna que amenazaban las murallas de la ciudad.

Una fórmula sencilla para disminuir los riesgos de la población, consiste en reducirla al mínimo en las regiones volcánicas activas; esta es la política que siguen los Estados Unidos en Hawaii —la mayor y única isla con actividad volcánica de ese archipiélago— manteniendo una población escasísima en puntos muy localizados y estableciendo circuitos turísticos, perfectamente controlados, en su Parque Nacional de los Volcanes, donde se haya instalado uno de los Observatorios mejor equipados del mundo.

En zonas densamente pobladas, como las japonesas, los medios de comunicación juegan un importante papel, ya que la población se mantiene informada sobre la actividad volcánica por las emisoras de radio y sigue con normalidad las instrucciones que se emiten cuando los volcanólogos han detectado la inminencia de una erupción.

Las poblaciones amenazadas por un volcán, adoptan espontáneamente una serie de medidas, cuando estas no han sido previstas por

las autoridades responsables. Es frecuente el refugio en lugares sagrados, y en todas las regiones volcánicas activas existe la clásica ermita respetada por las coladas; el «milagro» se debe a que las ermitas se emplazan generalmente sobre promontorios del terreno, que las coladas rodean en su curso normal. Otro tipo de edificios no ofrece la misma protección, sino todo lo contrario; de hecho casi las únicas víctimas de la última erupción del Vesubio (1945) se encontraban en un templo, cuyo viejo techo no soportó el peso de los piroclastos que se habían acumulado sobre el mismo.

TIPOS DE VOLCANISMO DESTRUCTIVO

Las medidas preventivas que hemos enunciado son el fruto de la lógica preocupación de científicos y gobernantes por paliar en lo posible los efectos catastróficos del volcanismo. Sin embargo las víctimas achacadas a los volcanes en la historia de la humanidad son mínimas si se compara su cifra (unos doscientos mil muertos) con las provocadas por otros fenómenos naturales como terremotos, huracanes, tornados, etc. Incluso, la mayor parte de tales muertes se han producido por efectos secundarios o indirectos, como son el hambre y las epidemias.

Si nos atenemos a lo que va de siglo, el balance trágico de las erupciones revela que gran parte de las muertes pudieron evitarse. También parece evidente que el volcanismo realmente destructivo se reduce a las nubes ardientes y los laares.

Las nubes ardientes están relacionadas con magmas diferenciados, generalmente riolíticos-calcoalcalinos, viscosos y con gran proporción de volátiles. La salida de estos magmas, con temperaturas próximas a la solidificación, provoca el taponamiento de la boca eruptiva y la consiguiente concentración de gases en el techo de la columna magmática. La presión de estos gases culmina en una violenta explosión que destruye y desmenuza la masa que taponaba la boca eruptiva; se forma entonces una nube de cenizas que no puede elevarse debido al gran volumen de fragmentos rocosos en suspensión. Esta masa ardiente discurre con gran velocidad por la pendiente arrasando en pocos minutos todo lo que encuentra a su paso con un amplio radio de acción. Es el único caso en el que el mate-

rial volcánico recorre largas distancias en poco tiempo, ya que la velocidad de las coladas basálticas más fluidas no supera los pocos kilómetros por hora.

Los laares constituyen realmente un efecto indirecto del volcanismo, ya que se trata de avalanchas del lodo, originadas por el deshielo que producen los volcanes en la alta montaña, o por las lluvias torrenciales que también desencadenan las erupciones en ciertas regiones. Más frecuentemente los laares son totalmente secundarios, al debordarse ríos, lagos o presas, como consecuencia del proceso volcánico.

El ejemplo más típico de nube ardiente fue la erupción del Mont Pelé, en Martinica, el año 1902. Causó casi treinta mil víctimas, la mayoría de ellas el 8 de mayo, fecha prevista para unas elecciones, razón por la cual se había retrasado la inexcusable evacuación.

Los laares han cobrado la mayoría de sus víctimas en Indonesia; más de cinco mil muertos provocó el volcán Kelut en 1919 al desbordarse el lago que existía en su cráter. Para que no se repitiese esta desgracia se emprendió una de las mayores obras de ingeniería dirigidas al control de las erupciones, construyéndose túneles para el drenaje del lago. En efecto, la siguiente erupción del Kelut en 1951 no produjo víctimas, pero destruyó los túneles de drenaje, que no pudieron reconstruirse —se había profundizado el fondo del cráter— y en 1966 se reprodujo la catástrofe.

PECULIARIDADES DEL VOLCANISMO CANARIO

Parecería lógico que en la región volcánica donde nació la moderna Volcanología se hubiese potenciado al máximo el desarrollo de esta Ciencia; sin embargo, no ha sido así y las islas Canarias llegaron a perder una tradición científica y cultural que los pioneros del estudio de los volcanes iniciaron en este Archipiélago. Desde Leopoldo von Buch, considerado el padre de la Volcanología, hasta los más prestigiosos naturalistas españoles como Calderón y Eduardo Hernández-Pacheco, recorrieron este territorio para fundamentar sus primeras observaciones y teorías sobre el volcanismo, muchas de las cuales son todavía válidas.

La tarea de los Hartung, Humboldt, Lyell, Sauer, Berthelot,

Fritsch, Reiss, Gagel, Sapper, etc., no dejó huella en las instituciones locales, e incluso documentos autóctonos valiosísimos como el famoso manuscrito del cura de Yaiza, han salido de las islas. Ni siquiera tuvieron eco iniciativas de índole cultural como la creación de una curiosa sociedad de volcanistas propuesta por el prócer canario Nicolás Estévez hace más de un siglo.

Sólo en la última década se han reanudado los estudios sobre el volcanismo canario desde los Departamentos de Petrología y Geoquímica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y de la Universidad Complutense de Madrid; aunque las islas no han dejado de ser escala obligada de multitud de investigadores de todo el mundo cuya labor científica aparece desperdigada en numerosas publicaciones especializadas.

Recientemente parece despertarse un interés popular por esta problemática y fruto de ello son los cursos sobre volcanismo organizados por el I. C. E. de La Laguna, que se han impartido al profesorado de varias islas y la implantación de una asignatura de Volcanología —única en España— en la Escuela Universitaria de Magisterio de La Laguna. Igualmente notable es el proyecto de creación en Lanzarote de una Casa de los Volcanes, que podría convertirse en un foco cultural y científico de rango internacional. Pero todas estas felices iniciativas no hacen sino poner de relieve la despreocupación absoluta que hasta ahora ha existido a nivel administrativo pese a que, en este territorio español, más de un millón de habitantes vive, sin metáforas, sobre un volcán.

Podría justificarse este desinterés por la ausencia de dramatismo en las últimas erupciones canarias, pero esto no es sino falta de información o mala memoria, pues las islas Canarias se cuentan entre las áreas volcánicas más activas del mundo.

Para dar una idea de la actividad volcánica de Canarias, bastaría decir que en Lanzarote se localiza una de las mayores erupciones que el hombre ha conocido y descrito. Este dato se magnifica al considerar que la historia del Archipiélago sólo está documentada en los últimos quinientos años; pero es evidente que los guanches conocieron grandes erupciones en todas las islas, excepto en la Gomera, donde no ha surgido ningún volcán desde hace al menos cuatro millones de años. La actividad volcánica canaria —geológicamen-



Fig. 5.—Volcán Poas, Costa Rica. Los volcanes jalonan toda las Américas desde la Tierra del Fuego hasta los campos geotérmicos californianos. Es evidente que en el campo de la volcanografía se está perdiendo una gran oportunidad de colaboración científica y cultural en el mundo hispánico.



Fig. 6.—La montaña más alta de España es un volcán (Pico del Teide, Tenerife, 3.718 m.). Este simple hecho parece obligar a una mayor inserción en nuestra cultura de la temática volcánica, que en Canarias debería tener una proyección auténticamente popular.

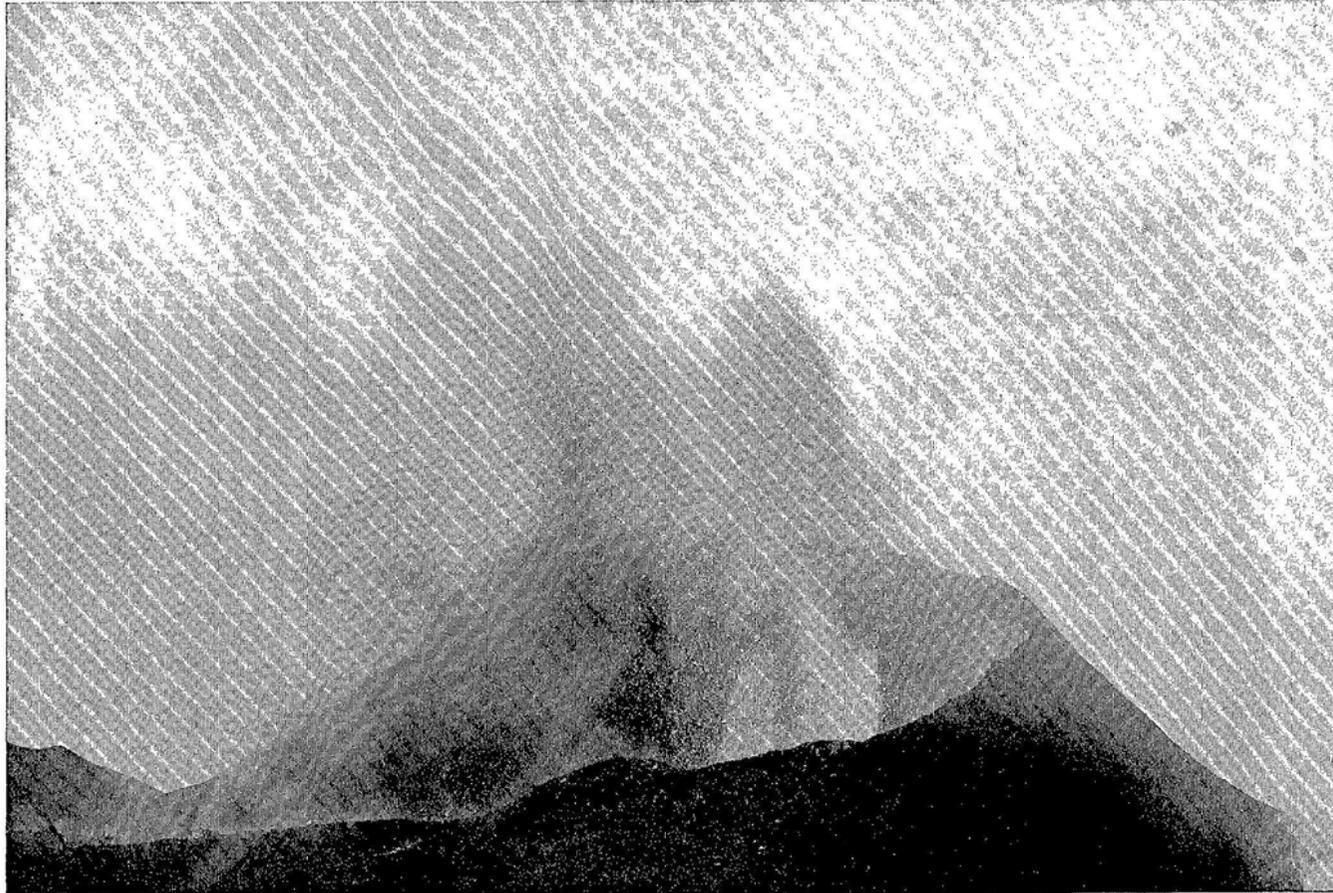


Fig. 7.—El Teneguía es el último volcán activo de Canarias. Surgió en la isla de La Palma y se desarrolló entre los días 26 de octubre-18 de noviembre de 1971. Su erupción ha sido una de las que mejor han podido estudiarse en todo el mundo, ya que sus características y emplazamiento permitieron una observación y toma de datos continua.

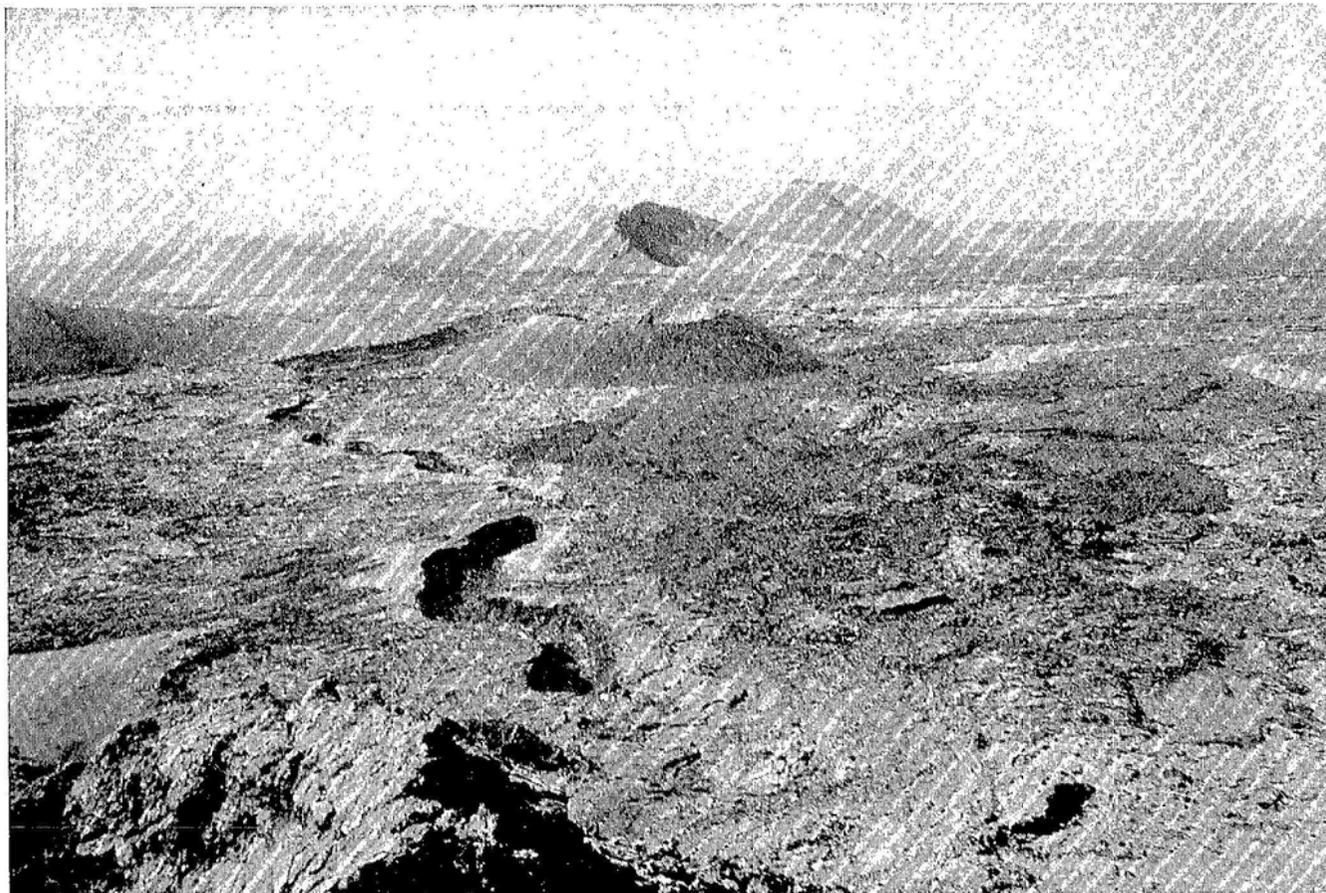


Fig. 8.—La erupción de las Montañas de Fuego o Timanfaya, en Lanzarote, es una de las mayores que ha conocido el hombre. Hace sólo doscientos años (hoy o mañana en tiempo geológico) esas tierras eran un mar de fuego, y gran parte de los aterrorizados habitantes de la isla tuvieron que abandonarla.

te actual— incluye violentísimas erupciones sálicas de tipo nube ardiente y avalanchas laáricas, si bien en la etapa histórica sólo se conocen 14 erupciones basálticas, breves y relativamente benignas, excepto la ya citada en Lanzarote que se prolongó durante seis años —1730-1736—, arrasando casi un tercio de la isla.

La última erupción canaria (volcán Teneguía, año 1971) podríamos calificarla de excepcional en cuanto a su benignidad. Apenas causó daños materiales y la única víctima se produjo días después de extinguido el volcán, cuando un pescador se intoxicó al aproximarse imprudentemente a unas lavas, ya frías, pero en proceso de desgaseificación.

Para afrontar el estudio de este volcán se improvisó un equipo que tuvo que desplazarse desde Madrid y que lógicamente se retiró en cuanto acabó la erupción. Luego, han pasado años sin que nadie se interesase por la evolución de este aparato volcánico —de sus gases, temperatura, sismicidad, etc.— pese a que en el climax del paroxismo efusivo se proclamó oficialmente la urgente necesidad de crear un Observatorio Volcanológico en Canarias.

Ya hemos comentado que la eficacia de estos Observatorios está en relación con sus años de experiencia, y con el número de erupciones que hayan podido estudiar durante su funcionamiento; en este sentido parece que poco podría esperarse de un Centro de Investigación Volcanológica en Canarias, si la única misión de sus técnicos fuese la simple interpretación de unos registros sísmicos, gravimétricos, magnéticos, geoquímicos, etc. Sin embargo la función del volcanólogo es mucho más amplia y entre las varias facetas de su actividad adquiere cada vez mayor importancia su aportación a una concepción integrada del medio ambiente, no sólo en la ordenación del territorio y mejor aprovechamiento de sus recursos naturales sino en una labor informativa y educativa de la población por que ésta adquiera conciencia y pueda afrontar su responsabilidad, participando en las decisiones que le afecten.

FACTORES SOCIO-POLÍTICOS DEL RIESGO VOLCÁNICO

El que los volcanes históricos de Canarias no hayan planteado problemas graves, debe explicarse no sólo por las características de

las erupciones, sino en el marco socio-económico que tenía el archipiélago. Es evidente que alguna de las erupciones conocidas hubiese sido crítica hoy, en una región que se enfrenta con serios problemas de supervivencia, pero lo peor es que la crisis puede provocarse sin que se produzca la erupción, basta con que esta posibilidad exista.

Este nuevo planteamiento del riesgo volcánico, que requiere soluciones más políticas que científicas, no es exclusivo de Canarias. Aunque las regiones de sus características son las que pueden verse afectadas en mayor grado. Un ejemplo dramático lo tuvimos hace sólo dos años (agosto de 1976) en la isla de Guadalupe, cuyos condicionamientos geopolíticos, sociales y económicos vale la pena tener en cuenta a la hora de adoptar medidas ante situaciones similares. Las frases con las que encabezamos este artículo se referían a este ejemplo, que se hace patético cuando sabemos que fue sólo una falsa alarma de erupción la que provocó el caos en esa isla francesa del Caribe.

Lo sucedido con el volcán La Soufriere, de Guadalupe, ha pasado casi desapercibido, tanto en los medios de divulgación, como en los ambientes científicos españoles; sin embargo, en otros países, han sido objeto de profundos análisis que han puesto de manifiesto la necesidad de replantearse la actitud del volcanólogo ante decisiones que convierten el fenómeno volcánico en un hecho político que afecta a una población indefensa y desinformada.

Los acontecimientos de Guadalupe se iniciaron con una serie de movimientos sísmicos, que incrementaban continuamente su frecuencia e intensidad. Los técnicos desplazados desde la metrópoli para estudiar el fenómeno discrepaban sobre su significado y no llegaron a ponerse de acuerdo sobre las medidas a tomar. Meses más tarde, una nueva serie de temblores, acompañados por explosiones —posiblemente freáticas— en la cima del volcán, hicieron que se tomase la decisión, respaldada por los organismos académicos, de evacuar la población. Más de 70.000 personas fueron obligadas a dejar sus hogares y unas 15.000 perdieron su empleo. Quebraron numerosas empresas y muchos comerciantes se arruinaron. Toda la frágil estructura económica de la isla entró en una crisis, cuyas secuelas todavía perduran.

Si se analizan fríamente los datos científicos que determinaron

la evacuación, sorprenden por su escasa consistencia y dudosa interpretación. Esto obliga a pensar que las decisiones se tomaron bajo sicosis de pánico y principalmente por salvar la responsabilidad ante el temor de que se repitiese una catástrofe como la del Mont Pelé. Curiosamente los propios científicos, desplazados desde la metrópoli para vigilar la situación se contagiaron por la amenaza de peligro y residían en un bunker, guardando toda clase de precauciones a muchos kilómetros del volcán, cuya erupción, en el fondo, llegaron a desear algunos, para que se cumpliesen sus pronósticos.

La discrepancia entre los científicos se planteó también entre la incapacidad de la ciencia oficial para afrontar estos problemas y el mejor criterio de especialistas con experiencia real en volcanismo, pero sin respaldo académico. Esta polémica ha trascendido, ya que es la primera vez que se pone en entredicho públicamente el carisma de los científicos oficiales y la fragilidad de sus torres de marfil («La Recherche», enero 1977). Las posiciones se han radicalizado y el asunto todavía colea en los tribunales de justicia franceses («Le Monde», 17-3-1978). Indudablemente el pueblo de Guadalupe tomó pronto partido al compartir la opinión de los que no juzgaban inminente la erupción que, en cualquier caso, tal vez no hubiese causado tantos estragos como la precipitada evacuación.

Las contradicciones de los científicos, divulgadas por la prensa, crearon primero un estado de desconfianza y escepticismo en la población cuya incertidumbre dejó finalmente paso a una espera angustiada de las decisiones que se tomaban en París. Esta situación hizo que se resintiesen agudamente los lazos que unen Guadalupe con la lejana metrópoli. Tratándose de una provincia ultramarina para la que cada partido político ofrece una solución diferente, es lógico que su gente esté muy sensibilizada, y algunas conferencias que los volcanólogos dieron en la isla para explicar los errores cometidos, se convirtieron en mítines políticos de los grupos más radicalizados.

Todo esto nos lleva a la conclusión de que la peligrosidad de muchos volcanes no reside ya en su propia naturaleza, sino en las características socio-económicas de la región volcánica. Es la propia sociedad desarrollada la que ha creado las condiciones para su mayor riesgo. Hace años, por ejemplo, no existían centrales nucleares, y tampoco existía el grado actual de urbanismo o industrialización.

Incluso, y Canarias es un buen ejemplo, las zonas agrícolas podrían verse beneficiadas al enriquecerse las tierras con fertilizantes como el K y el P de las cenizas volcánicas. Otras secuelas pueden ser hoy especialmente graves en ciertas regiones al provocarse una recesión en el turismo y paro masivo, o se vean afectados algunos recursos básicos como el agua; o simplemente porque se trastocuen algunas pautas sociales; téngase en cuenta que en Guadalupe los problemas más graves, de orden público, surgieron ante la imposibilidad de iniciar normalmente el curso escolar en la población evacuada.

Esta problemática, plantea la exigencia, ya reconocida en otras zonas volcánicas del mundo, de que toda la población afectada participe en las responsabilidades y decisiones que se tomen ante una erupción. Para ello, además de actualizar las medidas preventivas, es necesaria una educación específica desde la escuela y una información eficaz a todos los niveles. Esto sólo podría lograrse a través de una estrecha colaboración entre volcanólogos y autoridades, cuando estas tomen conciencia de lo que hoy significa el riesgo volcánico en determinadas zonas.