

GEOPOESIA

Cartografía Geológica

*De como desentrañar los secretos de la tierra,
De como aprender a conocerla y quererla
De como dibujar su increíble historia,
Una ciencia para predecir sus enfados, furias y temblores
Un saber ser geólogo y amar la vida, la montaña y el universo
Un mundo para el hombre y una tierra para el mono "sapiens"*

Pep Gisbert

EXPERIENCIAS DE UN PROFESOR DE GEOLOGIA EN KAMCHATKA: CRONICA DE UN VIAJE A LA GEOLOGIA DE LA POST-GUERRA FRIA

Ricardo Martínez Ibáñez (1)

Enseñar Geología año tras año a personas cuyo interés por esta materia en ocasiones pasa más por huir de "Ciencias duras" que por comprender el planeta en que viven, en el ambiente cerrado del aula y el laboratorio, con esporádicas y escasas salidas al campo, puede llegar a ser una labor rutinaria. Recuerdo que en la materia de Geología que cursé en tercer año de Biológicas no hicimos ni una sola excursión. A pesar de ello, tuve la suerte de asistir a las clases de D. Bermudo Melendez, que nos atendió en el segundo cuatrimestre. De lo que hicimos en el primero prefiero no acordarme. Alguna materia de las que estudié en la especialidad de botánica tampoco contribuyó especialmente a que amara la Geología.

Cuando los azares del destino dieron conmigo en la enseñanza media, recuerdo que el primer día que fui al Instituto, el Jefe de Estudios me dijo, como si fuera un castigo: "te ha tocado dar la Geología de COU". Ciertamente, no era la materia que más dominaba, pero no entendí mucho el carácter de "castigo" que parecía gravitar sobre el que daba esta materia: cualquier biólogo o geólogo que hubiera superado las oposiciones a Bachillerato estaba, teóricamente, capacitado para impartirla; a mí, como botánico y montañero aficionado, no solo no me resultaba extraña, sino que era una materia básica en mi "background" intelectual. Aunque había aprendido más leyendo que en la Facultad, la tarea de enseñar Geología se volvió pronto una pasión. Me matriculé en Geológicas, pero cuando en las prácticas de cierta Geodinámica nos trataron como a párvulos (cuaderno, revisiones sorpresa...) renuncié a perder mi tiempo en actividades que no me satisfacían del todo.

Una de mis frustraciones de estudiante de Ciencias de la Tierra autodidacta era el leer acerca de lugares, estructuras y paisajes de los que, como mucho, tenía referencias fotográficas en revistas y manuales: recordaba un personaje literario de las lecturas del Bachillerato, el "príncipe que todo lo aprendió en los libros", creo recordar

que de D. Jacinto Benavente. La privilegiada Geología de la Península Ibérica y del Archipiélago Canario permiten al amante de las Ciencias de la Tierra salvar esta situación: así que dejé bajo mis botas desde el manto de corrimiento de Gavarnie a las lavas del Teide y del Tinguatón. Leer a Humboldt, a Darwin, a Malaspina no eran mala inspiración. Y viajar, en soporte cartográfico, en alas de las sondas Voyager o Magallanes fue todo un desafío: aún recuerdo el frío que pasaba con mis alumnos de primer curso de bachillerato en Molina de Aragón, a las tres de la madrugada, junto al telescopio, en pleno Enero, observando el cometa Halley. Sin embargo todo esto no llegaba a colmar los deseos de conocer "in situ" aquellos lugares que año tras año eran obligada referencia en las clases de Geología.

Viajar es uno de los pocos lujos que el modesto sueldo de un profesor puede permitirle, siempre que no se sea muy exigente con los alojamientos y se esté dispuesto a la aventura, pues los veranos escolares son suficientemente largos. No creo que se doten plazas para docentes en la base antártica española, ni que mecenas alguno financie la pasión aventurera de sencillos "profes de Geología", así que con los ahorros del curso, un par de botas y un piolet, junto a la excusa de algún congreso (para optar a las ayudas del Ministerio), dediqué algunas vacaciones a viajar por los Alpes, el Sahara, los volcanes de Norteamérica o las Islas Hawaii. Hablar de esos lugares tras conocerlos, con material gráfico propio y una cabal idea de su realidad, supone un cambio importante en las clases.

Y por fin, a través de amigos estadounidenses, el verano del 93 surgió la posibilidad de conocer un lugar que desde que estudiaba Geografía en el antiguo Segundo de Bachillerato me producía una especial sensación de lejanía: ¡Kamchatka!

La península de Kamchatka, situada en el lejano Este de la Federación Rusa, forma parte del círculo de fuego del Pacífico, en concreto del arco Kamchatka-Kuriles. Por razones de tipo geopolí-

(1) Seminario de CC. Naturales. I B. "Villa de Vallecas" Madrid

tico ha estado vetada a los viajeros, tanto rusos como extranjeros, hasta que hace dos años, con la política de "glasnost" y la caída de lo que se llamó Unión Soviética, se ha abierto al turismo. Como es de imaginar, el acceso y la movilidad en la península son bastante complicados, debido a su lejanía. La capital, industriosa ciudad que vive de los astilleros y la industria naval, así como de albergar la base de submarinos y el aeropuerto militar, es **Petropavlovsk-Kamchatsky**, a la que solo se puede acceder por vía marítima o aérea.

En uno de los volcanes (el **Tolbachik**), se está llevando a cabo el proceso de puesta a punto del Mars Rover, vehículo autónomo capaz de tomar por sí mismo decisiones, que se enviará a Marte en 1996, si no median más fracasos como el del Mars Observer de la NASA, cuya función de cartografía y enlace resultaría vital para misiones planetarias como esta. Actualmente vivimos el compás de espera que supone la incertidumbre de si se va a dotar una misión de recambio para el malogrado Mars Observer, o se va a cancelar definitivamente este ambicioso proyecto de estudio del planeta rojo. Sería una lástima, ya que de esta misión básica dependen en buena medida los futuros intentos de aterrizaje de sondas (americanas y rusas), así como la posibilidad de enviar misiones tripuladas a Marte.

Es, por tanto, doble el interés de la península: por sí misma, constituye un laboratorio natural donde estudiar fenómenos asociados a los bordes destructivos de las placas litosféricas: sismología, vulcanología, petrología, etc...; sin olvidar que se trata de un enorme territorio donde la alteración debida a la presencia humana ha sido mínima. Su flora y fauna se conservan en un estado bastante aceptable, aunque la inevitable presión a que sometemos el planeta cada día amenaza más a esta región salvaje y remota. Citaré dos ejemplos, uno relativo al escasísimo halcón gerifalte (*Falco rusticolus*) que en Kamchatka tiene una de sus poblaciones mejor conservadas del globo, y que se ha visto ya sometido a la presión de los ladrones de huevos y pollos, que procedentes de las lejanas ciudades de la Rusia occidental, Moscú y San Petersburgo, obtienen beneficios astronómicos en el mercado ilegal de estos animales para colecciones y cetrería. Y en segundo lugar, el oso pardo, que es bastante abundante, sirve de reclamo a cazadores de otros países donde se ha prohibido o regulado estrictamente su caza (Canadá y U.S.A.). El estudio y catalogación de la flora y fauna de esta región es una labor que debería considerarse prioritaria.

También está sirviendo, por la semejanza de paisajes y la dureza del clima, como he dicho, a los técnicos que diseñan los "rover" de seis ruedas que en un futuro explorarán Marte, como banco de pruebas, junto con tests de laboratorio en Moscú y Petrogrado, y esporádicas salidas (más de propaganda que eficaces en términos estrictos) al extranjero, en concreto a las arenas del Valle de la Muerte en California y a la, afortunada-

damente clausurada ya, Expo de Sevilla, donde se exhibió en el pabellón ruso. Voy a describir en este breve artículo, mezcladas, las impresiones de un viaje a una de las últimas fronteras de la Geología terrestre con una descripción de lo que el futuro de la exploración de Marte nos depara, siempre que la suerte y la economía de los países implicados lo permitan. La tecnología está lista, pero fracasos como los de las sondas Phobos y Mars Observer pueden poner en serio peligro el futuro, apasionante, de la exploración de Marte.

La península de Kamchatka es el segmento norte del arco de Kuriles-Kamchatka, de unos 2.000 km. de longitud, que contiene 68 volcanes activos, algo más del 10% del total del promedio planetario. Se ha calculado en unos 240 millones de toneladas anuales la producción de materiales volcánicos en la zona. El área volcánica más extensa del arco es la correspondiente a la cadena de volcanes que forma el eje peninsular, de unos 700 km. de longitud. Esta estructura es parte del "cinturón de fuego del Pacífico". Existen miles de volcanes formando este arco, de los que unos 380 se pueden considerar activos actualmente. Kamchatka supone tan solo el 2% de la longitud del círculo de fuego, pero concentra unos 30 volcanes activos, esto es, el 8% de los que se encuentran en actividad, en promedio, en toda la longitud del cinturón peripacífico. La actividad volcánica es en Kamchatka más intensa que en las Kuriles o Japón. En ella se localiza uno de los más imponentes volcanes activos de Eurasia, el **Klyuchevskoy**, de una altitud variable (4.700 a 4.800 m.), dependiendo del estado de relleno de su cráter sumital. Este volcán emite en promedio 60 millones de toneladas de basalto cada año, más del 2% de la totalidad de las rocas volcánicas generadas cada año por la actividad de los volcanes epicontinentales del planeta.

La actividad volcánica en Kamchatka se remonta hasta el Cretácico, pero la intensa actividad reciente puede datarse desde el Plioceno Superior. Geográficamente podemos distinguir dos cinturones volcánicos: el central (**Sredinny**) y el oriental. La mayoría de los volcanes activos o potencialmente activos se localizan en el área oriental. Esta tiene más de 800 km. de larga por unos 50 de ancha, y una dirección general NNE. En los últimos millones de años, se han generado en esta zona más de 100 edificios volcánicos, algunos muy complejos, como volcanes en escudo o grandes estratovolcanes con enormes calderas. Junto a éstos se han contabilizado más de un millar de pequeñas estructuras monogenéticas, tales como conos lávicos, conos de cinder, domos, cráteres explosivos y maares, junto a extensos depósitos ignimbríticos. Los volcanes cuaternarios, calculan los rusos, cubren al menos 50.000 km² y los materiales emitidos supondrían más de 14.000 km³. Las rocas son de composición fundamentalmente ácida e intermedia. El extremo norte de la cadena oriental de Kamchatka se encuentra en la depresión central, donde se localizan los gigantescos edificios del **Klyuchevskaya**

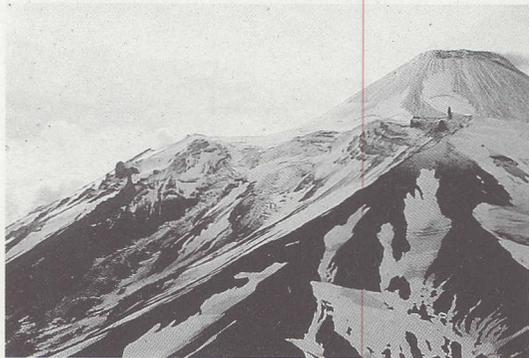


Complejo volcánico del Avacha-Koriatsky sobre la capital Petropavlovsk

y el **Sheveluch**, que suponen juntos el 50 % de la actividad total en el arco Kuriles Kamchatka. La estructura tectónica y la distribución de los volcanes respecto al plano de Benioff local, sugiere un volcanismo de foco relativamente profundo.

El cinturón axial de Kamchatka ocupa las áreas centrales y septentrionales de la cadena montañosa de **Sredinny**. Tiene unos 450 km. de longitud, y el registro petrológico indica actividad volcánica cuaternaria intensa. Existen unos 120 volcanes poligénicos y más de 1000 estructuras volcánicas monogénicas, con composiciones de materiales fundamentalmente basálticas y andesíticas. La actividad volcánica de esta zona es relativamente uniforme, predominando los volcanes en escudo, con extensos depósitos basálticos y ausencia de grandes depósitos de ignimbritas. Los volcanes de esta zona han cesado su actividad en tiempos históricos, siendo actualmente el **Ichinsky** el único que presenta una actividad residual (solfataras).

Los dos cinturones volcánicos descritos evolucionaron desde su origen sobre el borde continental, sin que sus posiciones relativas hayan cambiado mucho, si tenemos en cuenta los estudios del volcanismo neógeno y cuaternario, así como los complejos volcano-sedimentarios. No es diferenciable el volcanismo neógeno del cuaternario, formando parte de un continuo de actividad. La situación actual de los volcanes en activo refleja la última etapa de la evolución de los cinturones activos: actividad concentrada en su zona axial, formación de amplias calderas y localización de focos activos en zonas muy alejadas entre sí. En el



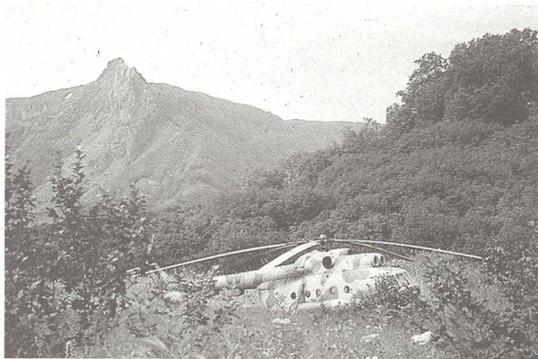
Volcán Zhupanovsky

paisaje actual de Kamchatka vemos los grandes edificios recientes que han crecido sobre un paisaje volcánico homogéneo, destacando los grandes estratovolcanes **Sheveluch**, **Klyutchevskoy**, **Kronotsky**, **Zhupanovsky** y el complejo **Avacha-Koriatsky**, que decora la ciudad de Petropavlovsk, y cuya última erupción fue detectada por los vulcanólogos desde las ventanas de sus apartamentos, en el año 1989, cuando de forma inesperada entró en actividad sin haber dado signos previos que permitieran predecir la erupción.

Los estudios del volcanismo de la península de Kamchatka se remontan a hace 300 años, cuando los cosacos y cazadores rusos recién establecidos en la zona, a finales del siglo XVII, hablaban de "montañas ardientes". Los primeros estudios de la vida salvaje y de las montañas volcánicas datan del siglo XVIII, cartografiándose los volcanes Sheveluch, Klyuchevskoy y Avachinsky por la primera expedición rusa a Kamchatka, entre los años 1725 a 1730; esta, y la que la siguió en los años 1733 a 1743, fueron capitaneadas por **Vitus Bering**, quién dio nombre al estrecho y al mar que separan Norteamérica de Eurasia, lanzando la colonización rusa de Alaska. Entre los miembros de la Segunda Expedición se contaba S.P. Kraseninnikov, el más famoso explorador de Kamchatka. Desembarcó en Octubre de 1737, permaneciendo cuatro años en la península, que exploró e investigó en profundidad. A su regreso publicó el clásico "Descripción de las tierras de Kamchatka", en el que dedica un importante capítulo a los volcanes y a las fuentes termales de Kamchatka. Este libro continúa siendo una referencia obligada para los actuales investigadores de la zona. Más tarde, ya en el XIX, se hacen los primeros estudios petrológicos, siendo Ertman en la década 1820-30 el que, describiendo las erupciones del Klyuchevskoy, inicia la moderna Geología en este remoto paraje. No debemos olvidar el paso de los barcos del capitán Cook por el puerto de Petropavlovsk, en el viaje que supuso la muerte del insigne explorador en la lejana bahía de Kealakekua, en Hawaii. Pero esta fue una arribada sin consecuencias en el conocimiento de Kamchatka. El primer mapa de los volcanes de la zona lo publica Kell (1928), y poco después el etnógrafo Novograblevov edita el primer Atlas de Kamchatka con información precisa de 127 volcanes y descripciones petrológicas detalladas. En 1935 la Academia de Ciencias de la URSS crea la primera estación vulcanológica, que marca el comienzo de la investigación sistemática en el área.

La intensa actividad de los volcanes kamchatkianos hace que la cartografía deba de actualizarse continuamente y los estudios de datación de erupciones subhistóricas han permitido trazar una imagen muy completa de este auténtico paraíso natural.

La actual situación de incertidumbre social y política en Rusia se refleja, sin duda, en Kamchatka: la crisis de la antigua Academia de Ciencias pone en peligro los sueldos y dotaciones de equipos de los investigadores. El programa espa-



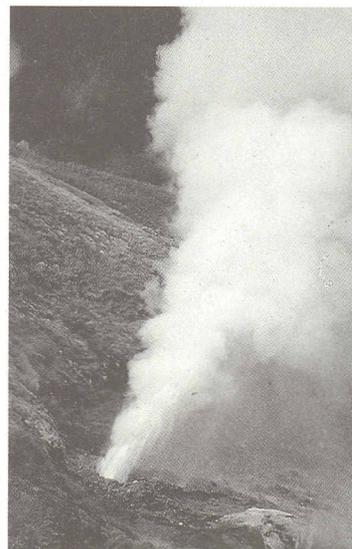
Helicópteros del Ejército Ruso, usados para acceder al Valle de los Géiseres

cial, sin embargo, al ser una fuente de tecnología y colaboración internacional, parece resistir los embates de la historia. Los rusos tienen un ambicioso programa de exploración planetaria, centrado actualmente en Marte, después de haberse cerrado un exitoso ciclo de exploración de Venus. Salvada, afortunadamente, la situación posterior a la Segunda Guerra Mundial de enfrentamiento entre las superpotencias, la exploración de Marte se ha concebido como un amplio proyecto de colaboración internacional, incluso con participación de organizaciones no gubernamentales como la "Planetary Society", sociedad internacional con base en Pasadena, California, cuyo fin básico es la promoción de la exploración espacial, entendida ésta además como resultado de la colaboración de distintos países y entidades en armonía (en contraste por ejemplo con lo que fue la carrera por la Luna en la década de los 60), y la difusión y uso científico y didáctico de los datos obtenidos en todo el mundo. Noble fin que pone de manifiesto que la Ciencia y el conocimiento podrían ser el eje de un desarrollo mundial justo, respetuoso con el medio ambiente, acortando las distancias entre el "Primer" y "Tercer" mundos.

La exploración de Marte, planeta frío y volcánico que recuerda ambientes de la Tierra tales como los que se dan en la Antártida o en Kamchatka, estaba interrumpida prácticamente desde que en la década de los 70 las naves Viking permitieron cartografiar y analizar la superficie del Planeta Rojo. La reciente y accidentada continuación de las experiencias pioneras supone una ambiciosa serie de artefactos, tanto orbitales como de superficie, americanos y rusos, que deberían en colaboración, preparar hipotéticas misiones tripuladas en el futuro. Pero la mala fortuna parece cebarse en estos proyectos: la pérdida de contacto con las Phobos o la probable destrucción durante una maniobra de la sonda americana Mars Observer ponen en serio peligro el futuro de la exploración de Marte. Mientras, en Kamchatka, los equipos internacionales ponen a punto el Mars Rover para su lanzamiento, previsto para 1996.

Visitar Kamchatka ya no es la aventura que era hace algún tiempo: el turismo (con lo que de positivo y negativo puede tener) se abre paso en estas tierras vírgenes. No se puede acceder por

tierra. El acceso, por mar o por aire, se efectúa desde el continente (vuelos diarios desde Moscú) o desde U.S.A., cuyo turismo es el dominante en el lejano este ruso, sin olvidar la presencia de japoneses. Conservar el patrimonio natural de estas tierras periárticas es un compromiso que la Federación Rusa debe asumir. Ello depende, en gran medida, del desarrollo imprevisible de los acontecimientos políticos en los próximos años.



Geyser activo, en el valle de los Géiseres

¿Es posible viajar a Kamchatka desde España?; la organización EarthWatch establece campos de trabajo vulcanológicos en Kamchatka, y pioneras empresas de turismo (formadas por geólogos que así complementan sus escasos ingresos como investigadores del Instituto de Vulcanología de Kamchatka), facilitan la visita, incluida la logística, de modo que no es difícil el acceso de quien se interese por conocer estos territorios árticos. Hace falta el visado ruso, y los vuelos diarios desde Moscú a Petropavlovsk, de Aeroflot, pueden enlazar con los Madrid-Moscú de esta misma compañía o de Iberia. Bibliografía sobre el área, además de los trabajos monográficos publicados en ruso o comunicaciones a congresos internacionales, sobre aspectos puntuales del vulcanismo de la Península, no es fácil encontrar. La referencia básica para el viajero es la obra **Active Volcanoes of Kamchatka**, publicada por la Academia de Ciencias de la URSS, de tirada limitada y difícil de encontrar, pero con la ventaja de ser bilingüe (ruso e inglés). La conservación de Kamchatka para las generaciones futuras es un deber de los rusos y de toda la humanidad. ■



Panorámica del Valle de los Géiseres