

# HISTORIA DE LA VULCANOLOGIA EN COSTA RICA

**Guillermo Alvarado**

**Luis Diego Morales**

**Referencia: año 1989. Historia de la Ciencia y la tecnología: el avance de una disciplina, Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.**

## **Resumen**

El desarrollo de la vulcanología en Costa Rica puede ser dividida en cuatro etapas o períodos: I. De 1719 a 1887: primeras referencias o descripciones sobre la actividad de los volcanes y sus productos, con nuevas descripciones y ascensiones a la mayoría de nuestros volcanes al final del período, principalmente por naturalistas alemanes. II. De 1888 a 1925: período floreciente de la vulcanología y otras disciplinas geofísicas en Costa Rica, favorecidas por la creación del Instituto Físico Geográfico (1889), y por un selecto grupo de extranjeros y nacionales que realizaron una intensa labor de investigación, con publicaciones referentes a la actividad y morfología de los principales volcanes, con descripciones más geológicas y cuantitativas. III. De 1926 a 1962: decaimiento de los estudios vulcanológicos, con sólo algunas trabajos ocasionales, pero que no corresponden a un desarrollo sistemático a pesar de la fuerte actividad eruptiva del Volcán Poás en 1953. IV. De 1963 a 1987: nuevo auge de la vulcanología caracterizado por fuerte actividad volcánica (Irazú-Arenal) y el posterior desarrollo de la docencia e investigación, con formación de especialistas y centros de estudios vulcanológicos, instrumentación y vigilancia de los principales volcanes, con estudios conducentes a la explotación de la energía geotérmica en áreas volcánicas y evaluación de los riesgos volcánicas.

## **Introducción**

Costa Rica es un país en cuya formación el vulcanismo ha tenido mucha influencia. Actualmente forma parte de una cadena volcánica en ámbito centroamericano, cuya actividad principal y más reciente, se concentra en una estrecha faja de unos 25 km de ancho por 1400 km de largo, perteneciendo al llamado “Cinturón de Fuego Circumpacífico”.

El sistema orográfico del país tiene tres poderosas masas cordilleranas acuñadas en su escudo: la Cordillera de Talamanca con 150 km de longitud, la Cordillera Volcánica Central con 90 km y la Cordillera Volcánica de Guanacaste con 120 km de longitud, incluyendo al aislado sistema volcánico Arenal- Chato.

En Costa Rica se han reconocido más de 200 focos volcánicos de los cuales solamente unos 20 poseen morfologías juveniles de tamaño respetable. De estos volcanes, únicamente el Rincón de la Vieja, Arenal, Poás, Irazú y el Turrialba han mostrado actividad eruptiva en época histórica. Los otros, sin embargo, manifiestan cierta actividad residual (solfataras, aguas termales, microtemblores, etc.) con formas recientes, que les permite no hacerse acreedores aún del calificativo de extintos. Los volcanes recientes de Costa Rica son sólo las manifestaciones más cercanas (últimos dos millones de años) de una larga cadena de episodios volcánicos insulares presentes desde hace sesenta y cinco millones de años. Surgieron por las fuerzas endógenas de la naturaleza, producidas por cambios físicos

y químicos, y no son otra cosa que una manifestación de la energía almacenada bajo la corteza terrestre. Por lo tanto, nuestro país ha estado expuesto a los fenómenos volcánicos desde épocas pretéritas y con gran probabilidad así continuará por muchos millones de años más durante su evolución geológica. Para tratar de comprender y seguir el desarrollo de las actividades vulcanológicas en nuestro país, lo haremos por períodos o etapas que nos permitan llevar un orden cronológico.

### **La época precolombina: de 9000 A.C a 1492 D.C**

Con el poblamiento<sup>1,2</sup> de nuestro territorio desde hace unos 11000 años atrás, surge la posibilidad de tener en algún momento datos vulcanológicos indirectos, pero en los registros arqueológicos conocidos de la época precolombina, prácticamente no aparecen referencias y las tradiciones orales son muy escasas. Únicamente encontramos sin fecha definida que los indios Guatusos decían que en el Volcán Arenal residía el Dios Fuego<sup>3</sup>. Igualmente difusa es una de las tantas interpretaciones sobre la etimología del Volcán Irazú, en la cual el Sr. Obispo Thiel presenta dos posibles orígenes: el más admisible y acorde con el contexto geográfico dice que “Ira” podría tener un origen indígena y que debe de tomarse como “Ira” de “i”, temblor y “ara” hacer mudo, tronar; en ese caso, el significado sería “cerro del temblor y del trueno” o “cerro que tiembla y retumba”<sup>4</sup>. También son poco frecuentes las leyendas indígenas, una de ellas, sobre cómo nació el Volcán Turrialba<sup>5</sup> y otra referida a cómo los indios Botos sacrificaron doncellas al Volcán Poás. Así, es necesario considerar la posibilidad de ascensiones por parte de los nativos de Costa Rica prehispánica, lo que está apoyado por la presencia de centros ceremoniales, asentamientos habitacionales y antiguas rutas, testigos mudos del acercamiento que tuvieron los indígenas con los colosos<sup>6</sup>. Con gran probabilidad los indios de la región del Arenal sufrieron los embates por las actividades explosivas durante los últimos 3500 años<sup>7,8</sup> y debieron de contemplar con gran perplejidad y admiración, el canto seco y grave de las explosiones volcánicas, con sus múltiples hilos luminosos de bombas, con sus trayectorias en forma de cola de pavo real que tenían como pantalla el cielo, o las coladas de lava que semejaban a un arroyo de escorias de “oro” fundido entremezclado con bloques opacos visible entre la alfombra de rocas ásperas y la verde foresta.

### **La época de los descubrimientos, conquista y la colonia: de 1502 a 1718.**

En un trabajo que recopila la información sobre temblores y erupciones volcánicas en Centroamérica, y con base en su propia experiencia en El Salvador, Montessus de Ballore<sup>9</sup>, presentó los fenómenos sísmicos y volcánicos que ocurrieron en esta región, desde poco antes de iniciarse la conquista (1520), hasta 1884. Sin embargo, es sorprendente que en casi dos siglos, (desde 1520 hasta 1722), no se anote o describa ningún suceso volcánico o sísmico en Costa Rica, mientras que durante ese lapso, se produjeron ruinas y daños notables en Guatemala, El Salvador y Nicaragua. Las causas de esta ausencia de información han sido discutidas por Morales en su Historia de la Sismología en Costa Rica<sup>10</sup>.

El historiador don Eladio Prado Sáenz manifestó que, cuando los españoles emprendieron la conquista de Costa Rica, en el siglo XVI, al acercarse a los alrededores del Irazú, le dieron el nombre de “valle de la desolación”, ya que toda la zona se mostraba cubierta de ceniza y los árboles desprovistos de su follaje debido a las fuertes erupciones<sup>11</sup>. La citada y posible actividad volcánica debió ocurrir algunos meses o años antes del establecimiento de la ciudad de Cartago, fundada en el “Valle del Guarco” por Juan

Vásquez de Coronado en el año de 1563, en un territorio que fue explorado previamente por los españoles en 1561, al mando de Juan de Cavallón<sup>12</sup>.

### **I Etapa: de 1719 a 1887.**

Comprende los primeros reportes y descripciones sobre los volcanes, su actividad y sus productos con un vigoroso impulso al final del período. Esta etapa inicia hacia mediados del siglo XIX, cuando llegaron al país naturalistas alemanes y europeos: Oersted en 1846, Wagner en 1853, Frantzius y Hoffmann en 1854 y Seebach en 1864<sup>13</sup>.

La primera vez que aparece en los documentos de nuestra historia patria una referencia a los volcanes y sus efectos, es en la gobernación de Don Diego de la Haya Fernández, quien dirige al Rey un informe muy interesante acerca de la provincia, con fecha de 15 de marzo de 1719<sup>14</sup>:

Esta capital (Cartago), se halla guarnecida por todas partes y a poca distancia, de unas montañas eminentísimas, siendo la más elevada en la que está un Volcán de aguas', pues estando separada de esta ciudad más de dos leguas, parece según su altura, que lo tiene sobre ella, y por tiempo nacen y proceden de este volcán diferentes temblores que han arruinado y maltratado sus templos y casas.

La primera descripción vulcanológica propiamente dicha, nos la suministra el mismo Don Diego de la Haya, debido a la actividad eruptiva del Volcán Irazú, iniciada en la tarde del martes 16 de febrero de 1723, y que continuó durante todo ese año. El informe o relación de Don Diego de la Haya sobre estos fenómenos contiene detalles de interés científico e histórico<sup>15</sup>:

Todos dijeron que habían oído los truenos de dicho volcán y que no habían reparado la humareda que arrojaba en la cumbre, y que corría la espesura de su materia para los valles de Curridabat y Barba por soplar con fuerza el viento Norte<sup>19</sup>.

Al tercero día de haber reventado dicho volcán, nombré gente para que fuesen a reconocer el daño que pudiera haber hecho y los fragmentos que había arrojado, lo que por entonces no se pudo ejecutar, atento al mucho fuego, arenas y cenizas que expedía, y se pasó a hacer esta diligencia el día 3 del corriente [marzo]...

Es esta la primera referencia que tenemos sobre una comisión, nombrada para reconocer los daños y el grado de actividad de un volcán en nuestro país. Así, nuevamente se lee:

El día 8 de abril mandé reconocer dicho volcán al teniente Marcos Chinchilla, sargento Manuel Barboza y a Cayetano Orozco; y habiendo pasado dicho registro trajeron por noticias que la boca de dicha volcán estaba Continuamente arrojando fuego y cenizas en tal proporción...

Tenemos una de las primeras observaciones en América referente a la influencia de la luna sobre la actividad volcánica, así como una descripción de los temblores y la

fertilidad prodigiosa de los productos volcánicos:

Desde entonces hasta el día de la fecha (11 de diciembre) se han observado la continuación de fuegos, cenizas y arenas, y particularmente con mayor aumento en los días de conjunción y oposición de luna y en los inmediatos, habiendo día de cuatro, seis y ocho temblores, sin que haya detrimento casa alguna; y los campos se han fertilizado con la proporción de arenas y cenizas que en ellos han caído, y queda con su continua fermentación hasta este día.

Al inicio de su relato, menciona don Diego de la Haya al Volcán de Turrialba, “sajado y reventado há muchos años, el cual humea por tiempos sin hacer daño alguno en sus contornos”.

En 1747, Don Juan Gemmir, gobernador de Costa Rica en ese entonces, apunta que: Hay un volcán de fuego nombrado Botós, al referirse al Volcán Poás. Fue sin embargo, el señor Miguel Alfaro, vecino de Alajuela, quien nos suministró el primer relato de una ascensión al Volcán Poás con una descripción del cráter activo en 1828<sup>16</sup>, cuando exploraba la zona buscando la mejor vía para llegar hasta el Río San Juan.

Varios años después, hacia 1846, el naturalista y botánico danés, Andrés Oersted, se refiere a la que fuera la primera erupción histórica significativa del Volcán Poás:...1834, hizo una fuerte erupción acompañada por detonaciones subterráneas, y las cenizas eruptadas por el volcán fueron lanzadas hasta 30 millas de distancia.

Oersted estuvo en el Irazú en enero y febrero de 1847, donde practicó exámenes respecto a la flora, constitución geológica y altura desde ese lugar<sup>17</sup>.

Por el año de 1853 llegaron a Costa Rica los doctores Mauricio Wagner y Carlos Scherzer, cuyos Estudios de viaje y esbozos, publicados en segunda edición en 1857, bajo el título de Die Republik Costa Rica In Central-Amérika, es muy interesante, con una gran variedad de datos geográficos, geológicos, meteorológicos y de historia natural<sup>18</sup>. Wagner se interesó especialmente en los fenómenos volcánicos e intentó escalar sin éxito el Miravalles; además se refirió erróneamente al Herradura y al Chirripó como volcanes.

El doctor Carlos Hoffmann, médico y naturalista, ascendió al Irazú en compañía del ingeniero Kurtze, en marzo de 1855 y al Barba del 27 al 29 de agosto del mismo año, realizando observaciones muy preliminares sobre la morfología y geología, pero enfatizando sobre los caracteres sobresalientes de la flora del lugar<sup>19</sup>.

El aporte más relevante de esta etapa correspondió al doctor Alejandro von Frantzius, considerado por Pittier como un sabio en toda la acepción de la palabra<sup>20</sup>. En abril de 1859 exploró la cima del Volcán Irazú en compañía del ingeniero Kurtze, efectuando mediciones de alturas barométricas, de temperatura y descripciones sobre la morfología y geología del lugar, con una referencia a la probable laguna cratérica del volcán antes de la gran erupción del año 1732<sup>21</sup>. En marzo de 1860 explora el cráter activo del Poás, estima las dimensiones de la laguna (6 manzanas), analiza las características físicas y químicas del agua, mide por vez primera la temperatura in situ del agua caliente del cráter (39,1°C), determina la altura barométrica y describe el ruido y el oleaje que se produce a intervalos cuando ascienden grandes burbujas del fondo de la laguna cratérica. Destaca un aspecto meteorológico que, aún hoy día, es considerado por los moradores del Valle Central y los visitantes como una erupción volcánica cuando en días claros y en horas de la mañana, se elevan blancas masas de vapor de agua y nubes, (actividad fumarólica), este fenómeno se observa a causa de la fría corriente del viento del norte, pues se ven

condensados de pronto los vapores que se juntan cuando no hay vientos sobre el lago del cráter<sup>22</sup>. Su estudio sobre los volcanes fue escrito en alemán en 1861, bajo el título de: Contribuciones para el estudio de los volcanes en Costa Rica. Según el doctor Pittier, el doctor Frantzius es el autor de la mejor descripción que se ha hecho de los volcanes en Costa Rica<sup>23</sup>.

Culmina esta 1 etapa con el aporte del primer experto en geología que visitó el país en 1864 y 1865, el Doctor Carlos von Seebach, quien vino a Costa Rica con el objeto de hacer estudios sobre fenómenos volcánicos. Realizó la primera ascensión del Tenorio, exploró la Cordillera de Guanacaste y visitó posteriormente el Volcán Turrialba en marzo de 1865<sup>24</sup>. A él se deben las primeras descripciones petrográficas de nuestros volcanes. Escribió una obra sobre: Volcanes en Centroamérica, una de las primeras en el mundo<sup>25</sup>.

Durante esta etapa, los volcanes Rincón de la Vieja, Poás, Irazú y Turrialba, presentaron períodos eruptivos, siendo relevantes por su magnitud y efectos, las erupciones del Irazú de 1723 y las del Turrialba en 1864 a 1866<sup>26</sup>. Los trabajos realizados son en su mayoría descriptivos, referentes a la geomorfología, los fenómenos eruptivos y sus productos y el efecto sobre el medio, con unos pocos datos petrográficos, y mediciones de temperaturas y elevaciones de los volcanes de la Cordillera Central. Se destacan también diversos aspectos naturalistas tales como: flora, clima, fauna y orografía.

Notoria es la ausencia de trabajos vulcanológicos durante los últimos 22 años de esta etapa, como resultado tanto de la salida del país de los naturalistas alemanes y de la falta de formación o capacitación de personal nacional, como de la ausencia de una tradición científica y de un ambiente universitario.

## **II Etapa: de 1888 a 1925.**

Corresponde esta etapa con uno de los períodos más relevantes en la historia de las ciencias físicas y naturales de nuestro país, estimuladas por la decisión política del gobierno liberal de Don Bernardo Soto (1885-1889), de levantar la educación pública y establecer las bases sólidas de la enseñanza secundaria, tareas impulsadas y dirigidas por la capacidad y visión de Don Mauro Fernández, Ministro de Instrucción, Pública y reformador de la enseñanza en Costa Rica, quien propició la venida al país de profesores suizos entre 1886 y 1889<sup>27</sup>, para que se dedicaran a la docencia en las primeras instituciones de enseñanza secundaria y que luego se desbordaría hacia la investigación de nuestros fenómenos naturales.

Si en la primera etapa el empuje fue alemán y por alemanes, ahora el desarrollo lo será por suizos y por costarricenses que ingresan en el quehacer científico: Henri Pittier, Anastasio Alfaro, Pedro N. Gutiérrez, José Fidel Tristán, Elías Leiva, el Dr. Gustavo Michaud, el profesor Juan Rudín y sus hijos Max y Alberto y el primer historiador de los desastres naturales en nuestro país e impulsor de estos estudios, don Cleto González, Ministro de Fomento en el gobierno de don Bernardo Soto y posteriormente, Presidente de la República de Costa Rica (1906-1910).

El 7 de abril de 1888 fue fundado el Instituto Meteorológico Nacional y se nombró director del mismo al Dr. Henri Pittier, quien era profesor de “Ciencias físicas y naturales” en el Liceo de Costa Rica, y estaba recién llegado de Suiza<sup>28</sup>, dotado de una gran capacidad científica, joven y vigoroso, emprende tareas en muchos campos, entre ellas la vulcanología.

La primera contribución vulcanológica de este período se obtiene de un informe del

Dr. Pittier al Secretario de Estado en el despacho de Instrucción Pública, con motivo de su excursión al Volcán Poás durante los días 25, 26 y 27 de julio de 1888<sup>29</sup>. Exploró Pittier la laguna del cráter activo y los materiales de los alrededores, reconociendo fragmentos de “andesita”, azufre puro, “tobas y lápili”. Dándonos así la primera descripción petrográfica de las rocas del Poás. Midió una temperatura de 55,5°C, la segunda obtenida para el agua del cráter, dado que la primera vez la realizó Frantizus (39,1°C). Se refirió también al por qué de la acidez del agua y su relación con la presencia del ácido sulfúrico. Debido al terremoto de Fraijanes del 30 de diciembre de 1888, presentó el Dr. Pittier con fecha 14 de enero de 1889, un informe al “Supremo Gobierno de Costa Rica”, “sobre los fenómenos sísmicos y volcánicos ocurridos en la Meseta Central”<sup>30</sup>. Considerando que el Volcán Poás puede ser el responsable del terremoto, visita nuevamente el cráter y encuentra una recrudescencia de actividad manifestada por erupciones frecuentes de lodo que llegan a alcanzar alturas hasta de 92 m, y que en su primera visita de julio 1888, no había observado. Encontró además que la temperatura del agua había subido bastante, llegando a los 64,2°C. Refiere el Dr. Pittier, que se reserva para más tarde la recopilación de todos los datos que conserva sobre la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica y sobre la historia de sus erupciones hasta la última, inclusive. Estos datos lamentablemente no fueron dados a conocer. En los Anales del Instituto Físico Geográfico para el año 1889, escribió Pittier que: <sup>31</sup>no piensa absolutamente tampoco que los volcanes son la causa de los temblores, sino que unos y otros tienen un mismo origen.

Al fundarse en 1889 el Instituto Geográfico, siempre bajo la dirección de Pittier, se van a integrar las siguientes secciones: el Observatorio Meteorológico y Sismológico, encargado también de las observaciones vulcanológicas, el nuevo “Servicio Geográfico”, el Museo y el Herbario Nacional. Durante la dirección de Pittier (1889 hasta 1903), alcanzó el Instituto niveles de excelencia y reconocimiento internacional<sup>32</sup>.

Conforme a los deseos del señor Presidente de la República, visita Pittier nuevamente el Poás, del 26 al 31 de agosto de 1890, y presenta un nuevo informe “sobre el actual estado del Volcán Poás”<sup>33</sup>, en el cual se destacan las siguientes observaciones o hipótesis de vanguardia. El Poás, lo mismo que el Irazú y el Barba, entran en la categoría de los volcanes complejos, es decir que no proceden de un sublevantamiento único, sino más bien de muchos que han ocurrido en sucesión, siempre con formación simultánea de un nuevo cráter. Refiere que en el Irazú notó ya cuatro, con su indicación casi segura de su orden de aparición, y que en el Poás ha reconocido hasta la fecha tres de ellos. Dice que este género de volcanes contrastan sobremanera con el tipo de volcanes simples, caracterizados por su forma absolutamente cónica (Ometepe). Determinó la presencia de vapor de agua, del anhídrido sulfuroso-(el cual provoca sofocaciones y un ardor picante en los ojos) y del anhídrido carbónico, en los gases y nubecillas que se levantan de la laguna del cráter activo. Relevante es su hipótesis para explicar el fenómeno eruptivo tipo “geiser” del Poás, la cual en su concepción general, aún hoy día sigue siendo válida, así como su intuición científica para el desarrollo de un programa de observación de nuestros volcanes, efectuado simultáneamente con la observación cuidadosa de los temblores, tal como hoy día se realiza en los proyectos de vigilancia volcánica.

El 1 de febrero de 1899, el Dr. Carlos Sapper, intenta y logra subir a la cima del Orosí, pero las nubes le impiden hacer observaciones significativas. A finales de febrero efectuó un reconocimiento geológico de la cima craterica del Irazú y mide una temperatura de 89°C en las fumarolas. A principios de marzo explora el Poás y registra una temperatura en la laguna caliente del cráter de 52°C, sorprendiéndole la fuerte acidez de la misma, y las

erupciones “geiserianas”. El 13 de marzo asciende al Turrialba, explora la cima y la distribución de sus tres cráteres principales a lo largo de un eje longitudinal del noroeste al oeste- sudoeste, con una migración de la actividad hacia el noroeste, determinando una temperatura de 75,4°C para las fumarolas del cráter de en medio<sup>34</sup>.

El Instituto Físico Geográfico pasa a un nuevo local en el año 1903 y el Dr. Pittier, quien tanto contribuyó al desarrollo de las disciplinas geofísicas, se aleja luego de Costa Rica, para trabajar en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos<sup>35</sup>.

El inglés Romanes<sup>36</sup> describe en Cebadilla de Alajuela lo que sería hoy día una ignimbrita, a la cual se refirió como una roca con características de lavas y tobas. El profesor Fidel Tristán, explora las “hornillas” al pie del Volcán Miravalles en febrero de 1903<sup>37</sup>.

Una descripción sobre la actividad geiseriana del Poás, posterior a las grandes erupciones de mayo y junio de 1905, es realizada por Max Rudín<sup>38</sup>, destacándose la estimación de las dimensiones observadas para una erupción de lodo de 600 m de altura y 100 m de diámetro, la cual fotografiaron. Tuvieron la ocasión por primera vez de observar una lluvia de cenizas posterior a la erupción así como explicar el proceso de formación y caída de la ceniza.

Cuadros sinópticos y datos sobre las erupciones del Volcán Poás, para los años de 1904 y 1905 son publicados en 1906 por el profesor Elías Leiva<sup>39</sup>, incluyendo un cuadro de alturas barométricas y de temperaturas de los lugares más importantes del Volcán Poás.

Relevante en esta etapa fue la gran erupción de cenizas del 25 de enero de 1910 del Volcán Poás, la cual ha sido la mayor erupción volcánica observada en éste<sup>40</sup>, pues alcanzó una altura de 8000 m y un volumen de materiales eyectados cercano a los 800 000 m<sup>3</sup>, la lluvia de cenizas se extendió desde Cartago hasta Esparta<sup>41</sup>. Como resultado de esta actividad se produjeron cambios morfológicos en la laguna caliente del cráter, y un aumento en el número de focos eruptivos dentro de la laguna, pero con erupciones más débiles<sup>42</sup>.

Durante el año de 1910, se presenta la mayor catástrofe sísmica de nuestra historia<sup>43</sup>, con la destrucción de Cartago un 4 de mayo a las 18:47 horas.

La fuerte actividad sísmica y volcánica de 1910 va a estimular la publicación de una serie de trabajos inmediatos, la mayoría de los cuales se encuentran en la gran obra de recopilación efectuada por Don Cleto González Víquez<sup>44</sup> y publicado en 1910 bajo el título de: Temblores, terremotos, inundaciones y erupciones volcánicas en Costa Rica, 1 608-1910; constituye la piedra angular del desarrollo geocientífico alcanzado hasta ese momento y es hoy día una obra de consulta obligatoria para los estudiosos de las “ciencias de la Tierra” en Costa Rica. Hacia el final del período destacan los trabajos del ingeniero Ricardo Fernández Peralta. 45, 46, 47.

Culmina esta etapa con la visita del Dr. Sapper en marzo- abril de 1924, quien llega pocos días después del terremoto de Orotina del 4 de marzo de 1924, por lo cual gran parte de su tiempo lo emplea en estudiar y tratar de explicar el fenómeno integrándose en una comisión formada por don Fidel Tristán, Anastasio Alfaro y Ricardo Fernández. Postulan dos centros principales tectónicos (Orotina y Talamanca, falso este último) como responsables del fenómeno-y-uno volcánico (Irazú, lo cual no es cierto), y descartan por comprobación de campo, que el Cerro Herradura sea un volcán y que fuera el responsable del terremoto<sup>48</sup>. El 8 de abril, ante una selecta concurrencia, dicta una conferencia en San José, cuyo tema fue: “las erupciones volcánicas y los recientes temblores sentidos en Costa Rica”<sup>49</sup>. Habló de los diferentes tipos de erupciones y de lavas, así como de indicios

precursores de una erupción, de temblores volcánicos y retumbos, pasando finalmente a explicar las causas probables del terremoto del 4 de marzo en Orotina.

Fue nombrado Sapper, mientras permanecía en Costa Rica como Director del Instituto Físico Geográfico, simbólicamente, por cuanto dicha Institución había sido abandonada desde años atrás<sup>50</sup>. Se produjo así un declinar en los estudios vulcanológicos y en las otras disciplinas geocientíficas. Cerramos esta II etapa, con la publicación del Dr. Sapper, en 1925, sobre: Los volcanes de la América Central<sup>51</sup>. La contribución de este eminente científico al conocimiento de los volcanes y a la geología de Centroamérica fue notable.

Un relato de interés histórico y científico es el que hace la escritora Chacón, según el cual el Dr. Sapper, con base en el informe de Don Diego de la Haya sobre la actividad del Irazú en 1723, exploró la cima e identificó el cráter que estuvo activo en ese entonces y el profesor Fidel Tristán lo bautizó con el nombre “Diego de la Haya Fernández” en 1924, previo acuerdo con sus compañeros Alfaro y Fernández. Es interesante recordar aquí, que esa había sido la integración de la comisión (Tristán, Alfaro y Fernández), para colaborar con el Dr. Sapper en la investigación de las causas del terremoto de 1924, la cual visitó precisamente dicho volcán. Esto refuerza la verosimilitud del relato y de los hechos.

### **III Etapa: de 1926 a 1962.**

La ausencia de una institución dedicada al estudio de los fenómenos geológicos y geofísicos, la falta de apoyo político y de estímulo por el quehacer científico que ya se notaba al final de la etapa anterior, va a continuar durante este nuevo período, en el cual surgen algunos trabajos individuales pero sin responder a un programa de trabajo permanente o a una investigación sistemática.

Con la llegada al país hacia finales de 1931 del suizo Dr. Pablo Schaufelberger, van a renacer los trabajos geológicos y aparece una publicación sobre el Volcán Poás y el Irazú<sup>52</sup>, que es una sinopsis de lo que ya se conocía de publicaciones anteriores. Los trabajos geológicos van a continuar con César Dóndoli a partir de 1939, pues el Dr. Schaufelberger deja el país en 1938.

En 1937 publica Sapper en Alemania su obra maestra: Geología de la América Central<sup>53</sup>, la cual contiene numerosos estudios vulcanológicos de la región. No será sino hasta 1950, con la llegada de H. Williams, que los estudios vulcanológicos volverán a entrar en escena, y sus resultados serán publicados en inglés en 1952 con el título: Historia Volcánica de la Meseta Central Occidental, Costa Rica<sup>54</sup>. Este trabajo es innovador, y en él el objeto de estudio no es el foco volcánico, sino el área de influencia o distribución y el tipo de materiales volcánicos eruptados.

La violenta actividad eruptiva del Volcán Poás, la cual se extendió casi todo el año 1953, cambió notablemente la morfología de su cráter activo y le transformó de pseudogeiser en volcán humeante<sup>55</sup>. Sin embargo, este importante hecho no logró despertar un interés académico o político que favoreciera el desarrollo de la vulcanología.

Merecen destacarse al final de este período, los trabajos geológicos y sobre el vulcanismo de Costa Rica, realizados por el Dr. Weyl<sup>56,57</sup>, Bullard<sup>58</sup> y el trabajo de Fernández<sup>59</sup> sobre la actividad del Poás en 1953.

### **IV Etapa: de 1963 hasta el presente.**

Dos eventos volcánicos catastróficos, como resultado de la violenta actividad del Irazú en 1963-1964, y de la explosión volcánica del Arenal en 1968, van a llevar al país a



situaciones de verdadera emergencia nacional y a despertar el interés por el conocimiento y desarrollo de las observaciones vulcanológicas, estimulando el quehacer docente y científico. Los principales efectos de la actividad del Irazú fueron las erupciones de ceniza que afectaron severamente el Valle Central, trastornando su economía y dañando el ambiente. El fenómeno más espectacular fue la avalancha del Río Reventazón, que destruyó parte del pueblo de Taras de Cartago, carreteras, puentes, línea férrea, sepultó las instalaciones del Campo Ayala y la fábrica de Pinturas Kativo y causó un total de 20 muertos.

La visita de una misión vulcanológica de la UNESCO y de varios vulcanólogos extranjeros, facilitó el intercambio científico con los nacionales, y el fruto de sus trabajos se encuentra en varias publicaciones: Murata, 1964<sup>60</sup>; Dóndoli, 1965<sup>61</sup>; Coen, 1965<sup>62</sup>; Murata et al, 1966<sup>63</sup> Olsen y Sáenz, 1965<sup>64</sup>; Vargas, 1967<sup>65</sup>; Krushensky Escalante, 1967<sup>66</sup>, etc.

Como parte de la cooperación internacional se obtuvo instrumental sismológico<sup>67</sup>, una de cuyas estaciones fue colocada en el Sanatorio Durán para vigilar la actividad volcánica, y se obtuvieron becas para capacitación o entrenamiento de funcionarios locales en centros vulcanológicos de los Estados Unidos. El gobierno creó una Oficina de Defensa Civil para hacer frente a la emergencia, la cual recopiló bastante y valiosa información. Por otro lado, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), creó la Oficina de Control de Ríos, cuya función exclusiva era el estudio de los cauces afectados por la precipitación de cenizas, en particular el Río Reventado.

La violenta explosión del Volcán Arenal, en julio de 1968, originó una avalancha y una onda de calor que se precipitó hacia su flanco oeste, destruyendo bosques, fincas, caseríos hasta una distancia de 7 km, y causando 88 muertos. Desde entonces, el Arenal ha continuado en actividad con una alternancia de períodos pasivos (efusión de lavas) con activos (erupción de cenizas y bloques). En junio de 1975, una violenta erupción freatomagmática causó destrucción del bosque hacia su flanco norte, llegando hasta el camino que cruza el Río Tabacón.

Relevante es la participación de Melson y Sáenz en 1968<sup>68</sup> y en 1973<sup>69</sup>, al inicio de la actividad eruptiva y de Minakami et al en 1969<sup>70</sup>, por las descripciones del fenómeno, estudio de los productos eruptados y la actividad sísmica asociada. El gobierno creó la “Comisión para la emergencia del Volcán Arenal”, editando una memoria en junio de 1969<sup>71</sup>.

El Volcán Rincón de la Vieja tuvo un período importante de actividad eruptiva en 1966 y 1970, pero no tuvo trascendencia sobre la infraestructura de la región o pérdidas humanas<sup>72, 73, 74</sup>.

La influencia de los fenómenos volcánicos se ha hecho sentir en las universidades (UCR-UNA) y en instituciones gubernamentales como el ICE. En el año de 1970 se funda la Escuela Centroamericana de Geología, en la Universidad de Costa Rica, con una “Sección de vulcanología, sismología y exploración geofísica”, impartiendo cursos de estas disciplinas e iniciando tareas de investigación, con publicaciones científicas y una Revista Geológica semestral para divulgación de la investigación. En julio de 1975 la Escuela de Geología organizó en la UCR, con el apoyo del Instituto Panamericano de Geografía e Historia de la OEA, el Primer Seminario Latinoamericano sobre riesgo sísmico y volcánico. En 1979 se crea un Centro de Investigaciones Geofísicas en la UCR, incluyendo la vulcanología en sus proyectos de investigación. Por su parte el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), en su Departamento de Geología, cuenta con una “sección de sismología e ingeniería sísmica”, que incluye los estudios vulcanológicos, en especial para

la vigilancia volcánica en sitios de presa o embalses cercanos a los volcanes, como es el caso del embalse de Arenal, por lo cual el ICE ha mantenido una vigilancia permanente en el Volcán Arenal, con auscultación sísmica a través de redes locales y regionales (una red sísmo- lógica de cobertura nacional, —RSN—, en colaboración con la Escuela de Geología de la UCR), inclinometría, métodos geofísicos y geodésicos. A partir de 1974, ha desarrollado estudios geológicos en búsqueda de áreas de potencial geotérmico y hoy día está en desarrollo el proyecto de la planta geotérmica de Miravalles.

La Universidad Nacional (UNA) ha venido desarrollando desde 1977 un grupo para el estudio de los fenómenos volcánicos adscrito a su escuela de Geografía, que posteriormente se convierte en el “Programa de Investigación Vulcanológica” y editan un Boletín Vulcanológico semestral a partir de 1978. Hoy día constituyen un Observatorio vulcanológico y sísmológico, con una red sísmológica que cubre casi todo el país, y están dedicados a la investigación. Resalta la organización del Primer Seminario Vulcanológico conjunto Estados Unidos-Costa Rica, en enero de 1982, con la publicación posterior de las Memorias. En 1978 publican un volumen con temas de vulcanología de Costa Rica en su Revista Geográfica de América Central No. 5-6, 1977. En noviembre de 1983, organizan con el apoyo de la UNESCO el Taller regional de la UNESCO para la creación de un sistema internacional de alarma preventiva de erupciones volcánicas y actividad sísmica asociada; Continente Americano.

Existe hoy día una buena cantidad de publicaciones especializadas, algunas en colaboración con expertos extranjeros, (estadounidenses, ingleses, italianos, franceses y chilenos), sobre los fenómenos volcánicos en nuestro país; centros y unidades de investigación en las universidades, incluyendo la docencia en la UCR, y trabajos aplicados además de vigilancia volcánica en el ICE y la UNA. Se dispone en la actualidad del instrumental básico e indispensable para continuar con el desarrollo vulcanológico, aunado a la formación de especialistas y capacitación de personal técnico y de apoyo, por lo cual el panorama es más prometedor de lo que había sido antes, con la aplicación de métodos geofísicos, geoquímicos, petrológicos y geodésicos, para la vigilancia y evaluación del peligro y riesgo volcánico.

## Apéndice

### Cronología de la vulcanografía

- 1752: Desmarest demuestra que unas montañas cónicas en el centro de Francia fueron tiempo atrás, volcanes activos. Nace la ciencia de la vulcanología.
- 1883: violenta explosión de la isla volcánica de Krakatoa.
- 1875-1925: publicación de los trabajos de eminentes naturalistas o geólogos, pioneros de la vulcanología (Darwin, Humboldt, Motessus de Baliore, Sapper, etc.) que en sus largos viajes encontraron argumentos para cimentar sus teorías, muchas de las cuales son todavía válidas y de gran valor histórico-científico.
- 1902: la ciudad de Saint Pierre es destruida por la erupción del Mont Pelé, pereciendo 300 000 personas. Se logra comprender el fenómeno de las avalanchas ardientes, descritas y fotografiadas por Lacroix.
- 1912: Alfred Wegener plantea la idea de la deriva continental y sus implicaciones geológicas y paleontológicas.
- 1912: Bowen trabajando con sistemas experimentales identifica las “series de reacción” de los minerales formados de rocas ígneas”.
- 1950-1968: es reactivada la polémica sobre la “deriva continental”, dando origen posteriormente a la “teoría de la tectónica de placas”. Se generan nuevas hipótesis sobre la génesis y clasificación de las rocas ígneas y se enmarcan dentro del contexto de la “tectónica global”, adquiriendo la vulcanología un impulso significativo.
- 1969 hasta el presente: El hombre se posa en la Luna, iniciándose así los estudios de petrología ígnea y vulcanología planetaria. Se descubren grandes estructuras volcánicas en Venus y Marte, y se toman imágenes de una erupción en lo, Satélite de Júpiter. Se comprueba la síntesis volcánogenética de hidrocarburos y de otros compuestos orgánicos biológicamente importantes para el origen de la vida.
- 1980 (mayo 18): Violenta explosión del Mount Saint Helens, con el

avalanchamiento dirigido de 2,3 km<sup>3</sup> de roca que arrasó 600 km<sup>2</sup> con velocidades entre 100 y 400 km/h. Es la catástrofe volcánica mejor estudiada en el mundo, hasta el presente.

1985 (noviembre 13):

erupción del Volcán Nevado del Ruiz con la concomitante fusión parcial del casquete de hielo cuspidal y la generación de flujos de escombros rocosos y de agua (lahares), y la muerte de 23000 personas. Es la mayor catástrofe en vidas humanas en lo que va del presente siglo y la mayor desde 1700 producida por lahares.

## **Notas**

1

- Snarskis, M. (1977). Turrialba (9FG-T), un sitio paleoindio en el este de Costa Rica. *Vínculos, Museo Nacional de Costa Rica*,3(1-2), pp. 13-25.
- 2 Hurtado de Mendoza, L. (1983). La historia antigua de Turrialba (proposiciones generales). *Bol. Soc. Costarricense de Arqueología*, 3, p. 10-14.
- 3 Quirós, T. (1954). *Geografía de Costa Rica*. San José: Ministerio Obras Públicas, Instituto Geográfico Nacional. pp. 190.
- 4 González, C. (1926). *Temblores, terremotos, inundaciones y erupciones volcánicas en Costa Rica, 1608- 1910*. 1 ed. San José: Tipografía de Avelino Alsina, pp. 36.
- 5 Alvarado, G. *Volcanes de Costa Rica*. EUNED (en prensa).
- 6 *Ibid.*
- 7 Malavassi, E. Tesis maestría, University of Hawaii. *Geology and Petrology of Arenal Volcano, Costa Rica*. pp.111.
- 8 Sheets, D. (1984). The project Prehistorics Arenal.; an introduction. *Vínculos*,10 (1-2), pp. 17-29.
- 9 Montessus de Ballore, F. (1884). *Temblores y erupciones volcánicas en Centro América*. 1 ed. San Salvador: Imprenta del doctor Francisco Sagrini. pp.246.
- 10 Morales, L. (1986). Historia de la sismología en Costa Rica. *Rev. Fil. Univ. Costa Rica*, 24 (59). pp. 93-104.
- 11 Vargas, M. Belleza y amenaza del Volcán Irazú. *Efemérides costarricenses*, 1(3), 1967. pp. 1-17.
- 12 Fernández, L. (1975). *Historia de Costa Rica*. 2 ed. San José, Editorial Costa Rica. pp. 61 y 62,
- 13 González, L. (1976). *Historia de la influencia extranjera en el desenvolvimiento educacional y científico de Costa Rica*. San José, Editorial Costa Rica. pp. 81.
- 14 Fernández, L. *Op. cit.* pp. 153.
- 15 Haya, D. En: Fernández, L. *Op. cit.* pp.156-1 61.
- 16 Fernández, R. En: Vargas, C. (1979). *Antología. El Volcán Poás*. San José, EUNED. pp. 119.
- 17 González, L. *Op. cit.* pp. 82.
- 18 *Ibid.*, pp. 82.
- 19 Pittier, H.(1978). *Plantas usuales de Costa Rica*. 2 ed. San José: Edit. Costa Rica. pp. 20.
- 20 *Ibid.*, pp.20.
- 21 Von, A. En: Vargas, C. *Op. cit.*, pp. 31.
- 22 *Ibid.* pp. 26.
- 23 González, L, *Op. cit.*, pp. 83.
- 24 *Ibid.*, pp. 88.
- 25 Dengo, G. (1987). *Comunicación verbal*.
- 26 González, C. *Op. cit.*, pp. 36.
- 27 Rodríguez, R. En: Pittier, H. *Op. cit.*, pp. 8.
- 28 González, L. *Op. cit.*, pp. 279.
- 29 Pittier, H. En: Vargas, C. *Op. cit.*, pp. 35.
- 30 Pittier, H. En: González, C. *Op. cit.*, pp. 62-67.
- 31 *Ibid.*, *Op. cit.*, pp. 69-75.
- 32 Sapper, K. (1943). *Viajes a varias partes de la República de Costa Rica, 1889-1924*. Colección Biblioteca Patria. San José, Imprenta Universal, pp. 40 y 127.
- 33 Pittier, H. En: Vargas, C. *Op. cit.*, pp. 51-57.
- 34 Sapper, K. *Op. cit.*, pp. 14 y 48-56.
- 35 Rodríguez, R. En: Pittier, H. *Op. cit.*, pp. 8.
- 36 Romanes, J. (1926). *Geology of a Part of Costa Rica*. *Quart Journ. Geol Soc. London* 68, pp.269.
- 37 Tristán, J. En: González, C. *Op. cit.*. pp. 197-200.

- 38 Rudín, M. En: Vargas, C. Op. cit., pp. 67
- 39 Leiva, E. En: Vargas, C. Op. cit., pp. 70-72.
- 40 Rudín, J., Alfaro, A., Michaud, G. y Rudín, A. En: González, C. Op. cit., pp. 114-122.
- 41 Tristán, J. En: Vargas, C. Op. cit., pp. 88.
- 42 Rudín, A. En: Vargas, C. Op. cit., pp. 84-85.
- 43 Morales, L. Op. cit., pp. 98.
- 44 González, C. Op. cit., pp. 200.
- 45 Fernández, R.
- a) (1920). En busca de un nuevo volcán. *Revista de Costa Rica*, 1, II: pp. 325-333.
- b) (1920). Una visita al Volcán Irazú. *Rev. de Costa Rica*. II, 2: pp. 42-47.
- 46 Fernández R. El volcán Turrialba. En: Obregón, M. *Lecturas geográficas*. San José, pp. 135-137.
- 47 Fernández, R. (1923). El Volcán Orosi. *Rev. de Costa Rica*. pp. 92-97, 103-106.
- 48 Sapper, K. Op. cit. pp.100-101.
- 49 Sapper, K. Op. cit. pp. 116-124.
- 50 Fernández R. En: Sapper, K. Op. cit, pp. 113-114.
- 51 Chacón, L. (1967). *Don Diego de la Haya Fernández*. San José, Editorial Costa Rica. pp. 136.
- 52 Schaufelberguer, P y Pittier, H, 1931. En: Carlos Vargas, C. Op. cit., pp. 59.
- 53 Sapper, K. (1937). *Geología de la América Central*. *Mittelameriba Handb. Reg. Geol.* 8. 4<sup>a</sup>- Heilderberg.
- 54 Williams, H. (1952). *Volcanic History of the Meseta Central Occidental*. Costa Rica. Univ. Calif. Publ. En Geol. Sc. 29.
- 55 Fernández, R. En: Vargas, C. Op. cit., pp. 119.
- 56 Weyl, R. (1956). *Volcanismo y plutonismo en el sur de Centroamérica*. Informe Trimestral Instituto Geogr. Nacional. pp. 9-17
- 57 Weyl, R. (1956). *Los volcanes de la Cordillera Central*. Informe Trimestral Instituto Geogr. Nacional Oct-Dic. pp. 11-28.
- 58 Bullard, F. La actividad volcánica en Costa Rica y Nicaragua en 1954. En: Vargas, C. Op. cit., pp. 109-118.
- 59 Fernández, R. La actividad del Poás en el año 1953 y su transformación de pseudogeiser en volcán humeante. En: Vargas, C. Op. cit., pp. 119-126.
- 60 Murata, K. (1964). *Notas sobre la actividad del Volcán Irazú*. Inst. Geogr. Nac. Costa Rica. Inf. Sem. 2. pp. 93-104.
- 61 Dóndoli, C. (1965). *Volcanismo Reciente de Costa Rica*. Direc. Geol, Mm. y Petrol., Inf. Técnico y notas geol. 4, 15-B. pp.16.
- 62 Coen, E. (1964). An introduction to the study of Volcan Irazu. *Geophys. Magaz.* Tokio, 32. pp. 131-152.
- 63 Murata, K., Dóndoli, C. y Sáenz, R. (1966). The 1963-1965 eruption of Irazu Volcano, Costa Rica. *Bul. Volc.*, 29. pp. 765-793.
- 64 Olson, C. y Sáenz R. (1965). *Fotointerpretación de la colada de Cervantes*. Costa Rica. Inst. Geogr. de Costa Rica, Informe Semestral. Julio-Dic. pp. 23-37.
- 65 Vargas, M. (1967). Aspectos de la Actividad Volcánica de Costa Rica en los últimos tiempos. *Efemérides Costarricenses*,1(3).pp. 18-25.
- 66 Kruschensky, R. y Escalante, G. (1967). Activity of Irazu and Poas volcanoes Costa Rica, November 1964-July 1965. *Bull. Volc.*, 31, pp. 75-94.
- 67 Morales, L. Op. cit., pp. 100.
- 68 Melson, W. y Sáenz, R. (1968). The 1968 eruption of Volcano Arenal: Preliminary summary of field and laboratories studies. pp.51.
- 69 Melson, W. y Sáenz, R. (1973). *Valcane, energy and cyclicity of eruptions of Arenal*

**Volcano, Costa Rica. Bull. Volc., 37-3. pp.416-437.**

**70 Minakami, T., Utibori, S. y Hiraga, S. (1969). The 1968 eruption of Volcano Arenal, Costa Rica. Bull of the Earthquake, 47. pp 783-802.**

**71 Comisión para la Emergencia del Volcán Arenal. Memoria, Junio de 1969. Impreso Depto. Audio-Visual, Mm. de Salubridad Pública, San José, 67 pp. 1969.**

**72. Mooser, F., Meyer, A., y McBirney, A. (1958). Catalogue of the active volcanoes of the world including solfatara fields, Central America. International Volcanological Association, Nápoles, IV: 133-146.**

**73 Salguero, M. (1976). Volcanes de Costa Rica. San José: Ed. Costa Rica. pp.48.**

**74 Boza, M. (1978). Los Parques Nacionales de Costa Rica. Madrid: Ed. Lncafo. pp.128.**