

Artikel erschienen in:

Ottmar Ette, Eberhard Knobloch (Hrsg.)

HiN : Alexander von Humboldt im Netz, XXI (2020) 40

2020 – viii, 117 S.

ISSN (print) 2568-3543

ISSN (online) 1617-5239

DOI <https://doi.org/10.25932/publishup-46903>



Empfohlene Zitation:

Cándido Manuel García Cruz: Alexander von Humboldt y los fósiles inorgánicos de las islas canarias, In: Ette, Ottmar; Knobloch, Eberhard (Hrsg.). HiN : Alexander von Humboldt im Netz, XXI (2020) 40, Potsdam, Universitätsverlag Potsdam, 2020, S. 15–33.

DOI <https://doi.org/10.25932/publishup-47349>

Soweit nicht anders gekennzeichnet ist dieses Werk unter einem Creative Commons Lizenzvertrag lizenziert: Namensnennung Nicht kommerziell 4.0. Dies gilt nicht für zitierte Inhalte anderer Autoren: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de>

Cándido Manuel García Cruz

Alexander von Humboldt y los *fósiles inorgánicos* de las islas canarias

RESUMEN

En su breve visita a Canarias a finales del siglo XVIII, Alexander von Humboldt realizó interesantes observaciones sobre la geología de estas Islas. En relación con los *fósiles inorgánicos*, es decir, rocas y minerales, sus apreciaciones se enmarcan en sus estudios realizados en la Bergakademie de Freiberg, bajo la dirección de A. G. Werner, dentro del Neptunismo, y en sus experiencias en América e Italia. Aplicó en Canarias la universalidad de las *formaciones* geológicas wernerianas, algunas de las cuales creyó, erróneamente, haber observado en Tenerife, como la presencia de granitos o gneises. Humboldt estaba convencido de que el basalto era de origen volcánico, y no se había formado por precipitación acuosa. Sería así uno de los más influyentes *desertores* del Neptunismo, y suscitó la visita a Canarias de numerosos geólogos a lo largo del siglo XIX.

RÉSUMÉ

Lors de sa courte visite aux Canaries à la fin du XVIIIe siècle, Alexander von Humboldt a effectué des observations intéressantes sur la géologie des îles. En ce qui concerne les *fossiles inorganiques*, c'est-à-dire, roches et minéraux, leurs estimations sont encadrées par les études auprès de la Bergakademie à Freiberg, sous la direction de A. G. Werner, au sein du Neptunisme, et au travers des expériences à Amérique et Italie. Humboldt a appliqué aux îles Canaries l'universalité des *forma-*

tions géologiques werneriennes, dont il pensait en avoir observé certains, à tort, à Tenerife, telles que le granite ou gneiss. Cependant, il était convaincu que le basalte n'avait pas été formé par précipitation aqueuse, mais avait une origine volcanique, par suite d'éruptions. Humboldt serait ainsi l'un des *déserteurs* les plus influents de la doctrine neptunienne, et a incité la visite aux Canaries de nombreux géologues tout au long du XIXe siècle.

ABSTRACT

During his brief visit to the Canary Islands at the end of the 18th century, Alexander von Humboldt made interesting observations about the geology of this archipelago. In relation to *inorganic fossils*, i.e., rocks and minerals, their assessments are framed in the training acquired at the Freiberg Bergakademie, under the headship of A. G. Werner, in the Neptunism, and in the experiences in America and Italy. Humboldt applied in these Islands the universality of the Wernerian geological *formations*, some of which he mistakenly thought to have observed in Tenerife, such as granite or gneiss. He was convinced, however, that the basalt had not been formed by aqueous precipitation, but was volcanic in origin, by means of eruptions. Thus, Humboldt would be one of the most influential *defectors* of the Neptunism, and he prompted the visit to the Canary Islands to a number of geologists throughout the 19th century.



Aspectos preliminares y contexto histórico-epistemológico

Alexander von Humboldt (1769–1859) realizó una breve escala en las Islas Canarias a finales del siglo XVIII, durante su viaje previsto a las regiones equinociales del Nuevo Mundo entre 1799 y 1804, junto con el botánico francés Aimé Bonpland (1773–1858). En esta corta estancia – tan solo unas pocas horas en La Graciosa, y apenas unos días en Tenerife, entre el 19 y el 25 de junio de 1799–, además de estudiar diversos aspectos de la naturaleza canaria sobre botánica, geodesia, geofísica y meteorología, realizó interesantes observaciones también en el campo de la geología (García-Cruz, 2017). Estas últimas, que son las que nos interesan, se encuentran en las anotaciones escritas en alemán del primero de sus *Tagebücher der Amerikanischen Reise* (*Diarios de Viaje Americanos*, de aquí en adelante citado como *Diario*) (Humboldt, 1799), desarrolladas y ampliadas posteriormente en los primeros capítulos del tomo I de su *Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent* (de aquí en adelante, *Viaje*). Estos últimos textos hay que entenderlos sobre la base de que la obra fue publicada en 1814, una década después de su regreso a Europa; por lo tanto, en relación con la naturaleza del volcanismo canario, muchas de sus apreciaciones y aseveraciones son, en realidad, una consecuencia, generalización o aplicación de su aprendizaje en los paisajes volcánicos americanos, y de su experiencia también en los de la Italia meridional, a los que, en ambos casos, por otro lado, cita continuamente. También incorporaría en esta redacción tardía algunas referencias a diversas expediciones científicas que pasaron por Canarias unos años después que él, ya a principios del siglo XIX.



Fig. 1. Retrato de Alexander von Humboldt (1802), según una fotografía de Rafael Sagás (Humboldt, 1814/1941, p. [XI]).

Dado que las versiones existentes en español del *Viaje* poseen algunos errores y anacronismos desde el punto de vista geológico, para este trabajo se ha optado por utilizar la edición original francesa de 1814; asimismo se hace referencia a la traducción de Lisandro Alvarado de

1929 (en su edición de 1941), citadas, respectivamente, como (Humboldt, 1814; 1814/1941), con las observaciones y correcciones oportunas. Todas estas aportaciones se han cotejado con las notas que aparecen en el mencionado *Diario*.

Para comprender adecuadamente el significado de los conceptos del naturalista prusiano hay que tener en cuenta el contexto histórico-epistemológico de su formación científica, en el marco en que se encontraba la ciencia de la Geología en la época en la que tienen lugar sus viajes para el estudio y disfrute de la Naturaleza, fuera de su Prusia natal, y escribe su obra.

En primer lugar, en las últimas décadas del siglo XVIII en que Humboldt inició sus viajes, ya se había concretado el significado de *Geología* (del griego γῆ, tierra, y λογος, ciencia o tratado), como la ciencia que estudia la estructura y composición de la Tierra. Este término era de uso habitual sobre todo en el mundo anglosajón y en muchas partes de la Europa continental. Sin embargo, en la zona de influencia germanoparlante se prefería hablar con ese mismo significado más bien de *Geognosia* (del griego γῆ, tierra, y γνωσις, conocimiento). Igualmente, el estudio descriptivo de los materiales terrestres recibía la denominación de *Orictognosia* (del griego ορυκτος, excavado o desenterrado, y γνωσις, conocimiento), considerada la parte más importante de la Mineralogía; en ella se incluía todo lo extraído de la tierra, no solo los fósiles propiamente dichos en tanto que restos de seres vivos (del latín, *fossilis*, y este de *fossus*, participio pasado de *fodere*, excavar), sino también los minerales y las rocas.

Por otro lado, en 1765 se había fundado de forma oficial la Escuela de Minas (*Bergakademie*) de Freiberg, en Sajonia, cuna de lo que sería posteriormente la Universidad Técnica de esa ciudad. Dedicada especialmente a la formación en el campo de la minería, llevaba funcionando en realidad unos doscientos años, desde mediados del siglo XVI. Este centro fue el fermento principal para el amplio desarrollo que vivió la Geología como ciencia en Alemania, sobre todo en el campo de la Mineralogía. A esta institución acudieron numerosos naturalistas e intelectuales a lo largo de su historia, no solo de Europa, sino también de América, entre ellos Humboldt durante dos años (1791–1792). En aquel entonces estaba dirigida por el geognosta prusiano Abraham Gottlob Werner (1749/1750–1817), uno de los fundadores de la mineralogía moderna, con una notable influencia sobre sus discípulos. Allí adquirió una excelente formación geológica que le facilitaría la interpretación y la comprensión del paisaje y de los materiales terrestres en todos sus viajes, dentro de los límites y de las deficiencias propios del conocimiento de la época. En esta escuela la corriente predominante era el Neptunismo (corriente opuesta al Plutonismo-Vulcanismo), en la que se abogaba por un origen de todas las rocas basado en la sedimentación acuosa a partir de un océano universal, bien de aguas primordiales, tal y como pensaba Werner, o de aguas diluviales, idea arraigada entre los que eran más partidarios del diluvio bíblico. Humboldt sería uno de los que pondría en duda estos postulados sedimentarios en relación con el origen del basalto. Hay que considerar, al mismo tiempo, otro aspecto que no deja de ser significativo en el desarrollo de la geomorfología, aunque es obviado en muchas ocasiones por algunos estudiosos: en la *Bergakademie* se infravaloraba, en términos generales, el poder de la erosión en el modelado terrestre teniendo en cuenta la escasa antigüedad que se le *concedía* al planeta (apenas seis mil años según la cronología bíblica). Werner, en particular, y algunos de sus discípulos, sí le daban una cierta relevancia; Humboldt, en concreto, solo cita brevemente en su *Diario* una lixiviación ocasional (*zufällige Auswaschungen*) que no habría debido influir, por lo demás, en la forma de los basaltos, o una acción de la intemperie (*Verwitterung*) sobre la arenisca y el granito (Humboldt, 1799, p. 24[13v]), así como el lavado y arrastre por parte del ácido sulfúrico sobre algunos materiales, mencionados en el *Viaje*.

Había, además, una cierta ambigüedad en cuanto a los términos a emplear, y Humboldt participaba de ello, tanto por su formación werneriana como por su ascendente francés; utilizaba, por ejemplo, indistintamente en varias ocasiones los términos roca y mineral para definir un mismo material (por ejemplo, en el caso de la obsidiana), y hablaba de *físico*, algo ya arcaico para la época, con el significado de *naturalista*, y *geognosta* en referencia a *geólogo*, este último término más bien de una relativa modernidad en aquellos años.

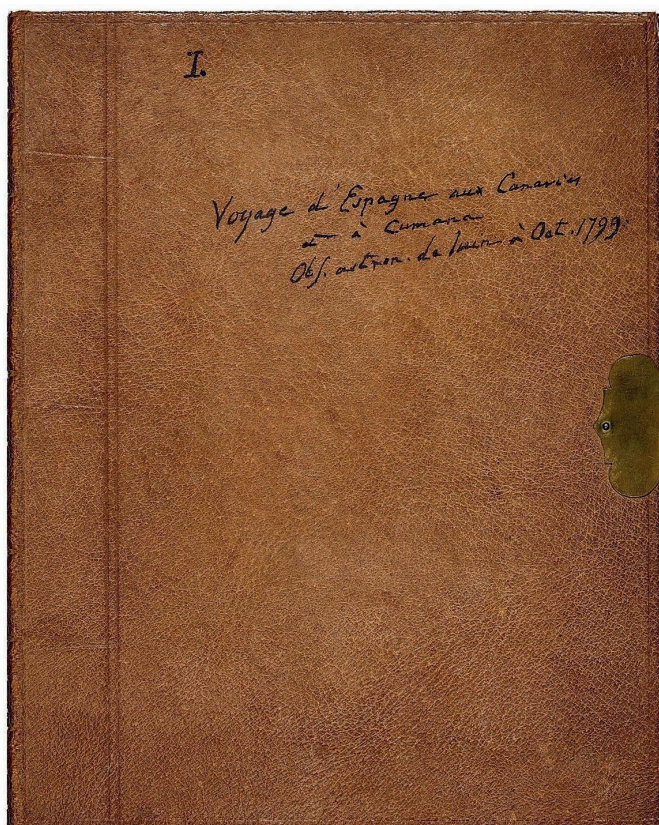


Fig. 2. Portada del volumen 1 del *Diario* (Humboldt, 1799).

Los principios oritognósticos de la corriente en los que se educó Humboldt se encuentran en varias obras de Werner, a saber: *Von den äusserlichen Kennzeichen der Fossilien*, texto sobre el aspecto externo de los minerales y de las rocas (Werner, 1774), y en *Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten*, trabajo sobre clasificación y descripción de las rocas (Werner, 1786/1787). Dichos principios serían ejemplificados unos años más tarde en *Neue Theorie von der Entstehung der Gänge*, teoría sobre la formación de los filones o diques, dedicada especialmente a los trabajos de minería (Werner, 1791, cap. I, pp. 1–6), en un importante trabajo sobre el origen del basalto (Werner, 1788), así como en su *Letztes Mineral-System*, último sistema mineral aparecido el mismo año del fallecimiento de su autor (Werner, 1817).

Estos principios estuvieron en vigor durante casi medio siglo tras la publicación de estas obras, incluso algunos años después de la muerte de Werner; poco a poco, la *fidelidad* de sus discípulos comenzó a disiparse hasta desaparecer del todo, y con ello también una parte de los postulados del Neptunismo; no obstante, algunos de sus antiguos alumnos permanecieron fieles a su metodología. La *vigencia indiscutible* de sus ideas se hizo patente durante décadas, evitándose, siempre que fuera posible, un enfrentamiento con Werner; esta es una de las razones, por ejemplo, por la que, en esa época, era prácticamente *inadecuado* intentar diferenciar los materiales rocosos que conformaban la estructura externa del planeta más allá de los

postulados de la escuela werneriana, a pesar de la existencia de otros modelos estructurales (García-Cruz, 2007, pp. 24–26). Werner clasificó las *formaciones* o *terrenos* (*Gebirge*) que constituían las capas externas de la Tierra en cuatro grandes grupos atendiendo esencialmente a su disposición, y añadiendo a este emplazamiento algunas características complementarias: 1) *primitivos* o *primarios*, depositados en las zonas más internas de la corteza, con una mezcla confusa de minerales, y sin restos orgánicos; las rocas predominantes eran granitos, gneises y pórfiros (con posterioridad, este último se sustituiría por el término *pórfido*); 2) *de transición*, inmediatamente encima de los anteriores, con esquistos y pizarras, donde ya empiezan a aparecer restos de seres vivos; 3) *secundarios*, generalmente estratificados sobre los de *transición*, con abundantes vestigios de organismos en rocas como calizas y areniscas, aunque también a este grupo pertenecían los basaltos considerados como rocas sedimentarias; y 4) *de aluvión*, compuestos por fragmentos de los anteriores en forma de arcillas, guijarros y arenas, con restos orgánicos; por lo general descansan sobre los *secundarios*, pero también podrían aparecer sobre los *primarios*. Estos cuatro grupos se habrían originado por sedimentación acuosa, y serían consecuentemente de distribución universal, de acuerdo asimismo con la universalidad de las aguas primordiales. Como veremos, Humboldt menciona y discute la presencia en Canarias de estos diferentes tipos de materiales en su *Viaje*, discusiones que, sin embargo, no aparecen en el *Diario*.

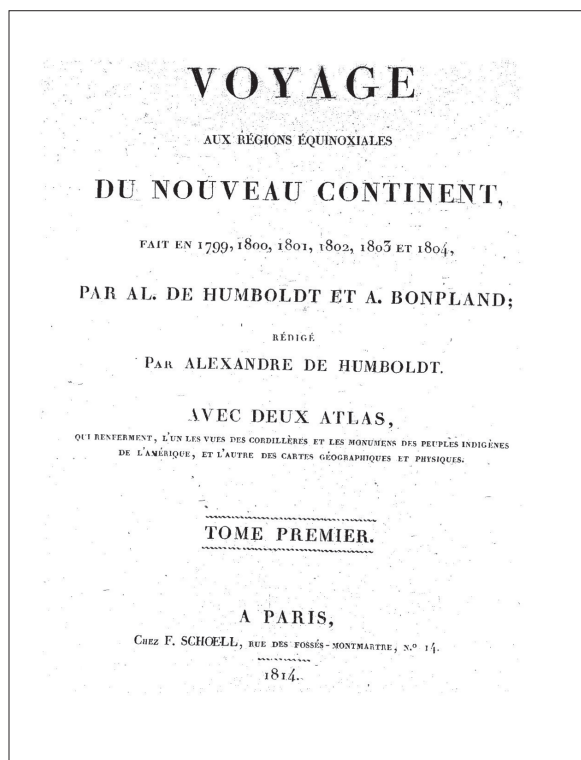


Fig. 3. Primera página del tomo I de la edición francesa original del *Viaje* (Humboldt, 1814).

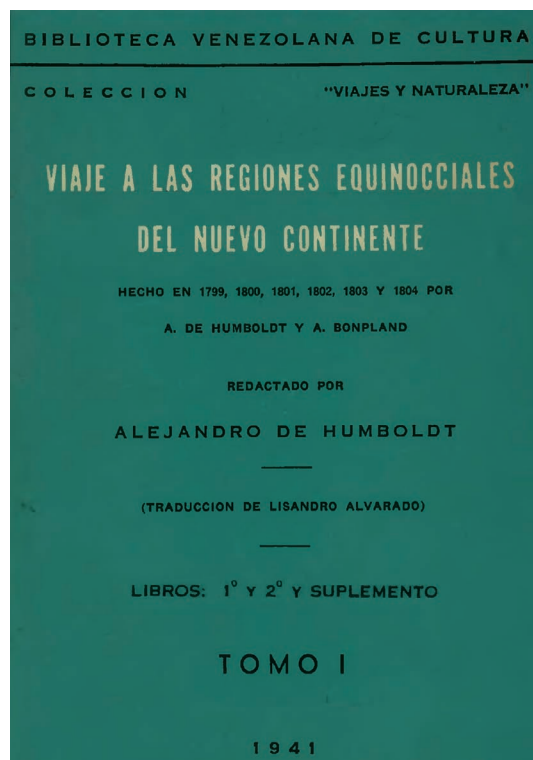


Fig. 4. Portada del tomo I de la edición española del *Viaje* (Humboldt, 1814/1941).

En muchas otras zonas de la Tierra, según los defensores del Plutonismo-Vulcanismo, también existían otros terrenos, los *volcánicos*, originados por la acción de los fuegos subterráneos. Además del basalto, ya citado en el grupo anterior de las formaciones *secundarias*, entre estos materiales se encontraban lavas y tobas, que los wernerianos consideraban depósitos residuales y de carácter local, por lo que no formaban parte de la estructura *universal* del planeta

según la corriente neptunista. La presencia de estos terrenos volcánicos sería reconocida por Humboldt en Canarias, aunque los sitúa en un contexto erróneo sobre la naturaleza geológica de las islas al suponer la universalidad de los terrenos wernerianos anteriores. Por ejemplo, sostiene que en Tenerife se han observado fragmentos de granito, y que en La Gomera hay un núcleo de esquisto micáceo, según informaciones que le llegan en una nota manuscrita de Auguste Broussonet (1761–1807), botánico y cónsul de Francia en Canarias en aquella época; en ambos casos se trata en realidad de dos rocas metamórficas ajenas totalmente a los fenómenos volcánicos. Humboldt estaba persuadido de la existencia de ambos tipos de terrenos al tener en cuenta las dos clases de arenas que encontraría en las playas de La Graciosa: una negra, típicamente basáltica, y otra blanca, cuarzosa y con feldespatos, y este cuarzo lo considera una sustancia extraña a las lavas y a los pórfiros trapeanos (véase más adelante) que tanto tenían que ver, según él, con los productos volcánicos. Esto le *confirma* la existencia en las islas de formaciones primitivas a través de las cuales se han abierto paso los fuegos subterráneos, suposición que generalizaba según lo que había observado en Los Andes y en Auvernia, y pensaba que sucedía en la mayor parte del Globo. Asimismo, entre estos terrenos *primarios*, constituidos básicamente por granito, gneis y esquisto micáceo (todos en realidad rocas metamórficas, aunque el granito puede tener también un origen ígneo, pero no volcánico), se ven brotar fuentes y manantiales de agua dulce (Humboldt, 1814, pp. 88–89; 1814/1941, p. 101). Por otro lado, la marga que observa en La Graciosa no rellena las hendiduras de la roca, sino que sus capas son paralelas a las del basalto, concluyendo que ambos *fósiles* son de una misma formación y tienen aparentemente un origen común. Aquí expresa asimismo el naturalista prusiano sus dudas sobre los principios wernerianos al considerar este posible origen. Humboldt había tratado ya la disputa entre vulcanistas y neptunistas en relación con algunos materiales que se observaban en Sajonia (Humboldt, 1790). En este sentido, volvió a manifestar su convencimiento de que el basalto era más bien un depósito volcánico que una formación lodosa, que alternaba con los depósitos de margas que sí serían de origen acuoso. Además, comparó estos materiales con otros análogos observados en las lavas del Vesubio claramente volcánicos (Humboldt, 1814, pp. 88–89; 1814/1941, p. 100). Las ideas a favor de vulcanismo-plutonismo las reiteraría años más tarde en su obra *Cosmos* (Humboldt, 1845 [tomo I], pp. 114–132; 1858 [tomo IV], pp. 733–892; 1862 [tomo V], pp. 914–929).

De acuerdo con todo lo dicho, para este naturalista, uno de los aspectos más interesantes en el campo de la geología era llegar a dilucidar las relaciones existentes en un mismo punto del planeta entre los terrenos volcanizados y los primitivos y secundarios. En este sentido, reconoce que el Teide es un volcán, y que Tenerife es “un suelo trastornado por los volcanes”, dada la existencia de rocas volcánicas cubiertas de vegetación, y lavas basálticas que se distribuyen por la isla. Pero Humboldt no se queda en estas simples afirmaciones fruto de un reconocimiento más o menos meticuloso de los materiales, sino que aporta una prueba de ello a través de la geofísica: la variación de las fuerzas magnéticas en la proximidad de las lavas (ricas en minerales de hierro como la magnetita), tal y como él mismo había comprobado en años posteriores en el Vesubio, nada más regresar de América (Humboldt, 1814, pp. 99–102; 1814/1941, pp. 115–120).

En los párrafos que siguen se analizarán, dentro del contexto descrito, lo que se llamaba aún en aquella época *fósiles*, y que, en este caso, se podrían calificar como *inorgánicos*, en tanto que se refieren a las rocas y a los minerales, observados por Humboldt en Canarias.

Los fósiles inorgánicos de las Islas Canarias en la obra de Humboldt

Su experiencia en relación con los minerales y rocas de las Islas Canarias se inicia durante las pocas horas en que desembarcó en la punta más septentrional de La Graciosa, en la mañana del 17 de junio de 1799. Los primeros minerales a los que se refiere son el feldespató vítreo y el anfíbol, componentes de una roca ígnea que en la traducción al español de su obra aparece como pórfido (*porphyre* [pórfiro] en el original francés, término que mantendremos a lo largo de este trabajo) (Humboldt, 1814, p. 83; 1814/1941, p. 93), de acuerdo con la clasificación de Werner (1787, §. 12.6: *Porphyre*). Se trata de traquita, roca filoniana rica en tectosilicatos y aluminosilicatos como la ortoclasa y lo que, informalmente, se denomina hornblenda, que son, respectivamente, los minerales a los que se refiere Humboldt. También en esta pequeña isleta observa que los basaltos no son columnares, sino divididos en capas que se presentan con una cierta inclinación de 80° al noreste. En estas capas distingue dos tipos de basaltos, unos compactos alternando con otros porosos (cuyas cavidades están rellenas de calcita), y con capas de marga (*Mergel*), aunque en realidad se refiere a caliches como variantes de las calizas. Además, observa que las rocas carecen de anfíboles, pero son ricas en olivina laminar que recibe el nombre de *blättriger Olivin* en alemán (dentro del grupo de nesosilicatos ferro-magnésicos), que se descompone fácilmente. El basalto poroso es visto como una transición a lo que en alemán se denomina *Mandelstein* (término que no define una clase de roca sino una estructura, tipo amigdalóide, por su aspecto de almendra), cuyas cavidades o burbujas están tapizadas de calcedonia (variedad de cuarzo), y pequeños fragmentos de basalto compacto. Las muestras de marga de La Graciosa son amarillentas, y están divididas a menudo en prismas irregulares semejantes a los trapeanos (Humboldt, 1814, p. 88; 1814/1941, p. 99), entendiendo por estos últimos en aquella época cualquier roca primitiva que contuviese hornblenda y arcilla negra rica en hierro (Werner, 1791, §. 49, 62 y 128).

Por otro lado, observa que los basaltos de La Graciosa están cubiertos de una sustancia marmelonada que no ha encontrado en el Pico de Tenerife, y que ha sido designada con el nombre de vidrio de Müller, vidrio volcánico, o hialita (estos dos últimos términos no aparecen en su *Diario*). Se trata de un polimorfo del cuarzo hidratado, que también recibe la denominación de *Glasopal* (ópalo vítreo) o *Gummistein* (piedra gomosa), variedad entre el ópalo y la calcedonia; las muestras le resultaron muy difíciles de obtener, y eran las más hermosas que había podido encontrar (Humboldt, 1814, pp. 89; 1814/1941, p. 101), comentario que, por otro lado, no se halla en su *Diario*. La descripción de este mineral se puede encontrar en el tratado de *Orictognosia* de Andrés Manuel del Río Fernández (1764–1849), uno de los discípulos españoles de Werner y contemporáneo de Humboldt, con quien coincidió en México; entre sus características, se destacan su transparencia y su brillo vítreo, presente como amigdaloides, relleno de vesículas, o recubriendo rocas volcánicas, principalmente sobre basaltos y traquitas (Río, 1795, p. 275). La existencia de este mineral no ha sido reseñada en diversos estudios que de alguna manera han tenido algo que ver, directa o indirectamente, con La Graciosa (Buch, 1825; Hartung, 1857; Fritsch, 1867–1868; Simony, 1892; Hernández-Pacheco, 1909; Hausen, 1959; Nuez Pestana *et al.*, 1997; IGME, 2004). Humboldt realiza un comentario sobre el hecho de no haberlo encontrado en el Pico de Tenerife (Humboldt, 1814, pp. 89; 1814/1941, p. 101), pero parece más bien estar discutiendo o poniendo en duda, de una forma implícita, el hallazgo de este mineral, precisamente en el Teide, por el mineralogista francés Louis Cordier (1777–1861) a principios del siglo XIX, pocos años después de haber pasado Humboldt por la isla, aunque no lo cita como hialita sino como “un verdadero ópalo en láminas delgadas marmelonadas” (Cordier, 1803, p. 60; véase más adelante). Por otro lado, Karl von Fritsch (1838–1906) y Wilhelm Reiss (1838–1908), en su

contribución al conocimiento de las montañas volcánicas dedicada preferentemente a Tenerife, de 1868, reconocen en varias ocasiones su presencia en diversas islas, e incluso recogen el elogio realizado por Humboldt citado con anterioridad sobre las muestras de La Graciosa (Fritsch y Reiss, 1868, p. 476). También Telesforo Bravo (1913–2002), un siglo más tarde, en su *Geografía General de las Islas Canarias*, hace referencia a la hialita como mineral presente en el archipiélago, y más concretamente en Gran Canaria (Bravo, 1954, p. 199; 1964, p. 232), pero no la cita para La Graciosa. Se ha sugerido que Humboldt pudo haber confundido esta isleta canaria con su homónima de las Azores (Ertl, 2009, p. 124); no obstante, el naturalista prusiano nunca estuvo en este último archipiélago, y si atendemos a la descripción que hace sobre la recogida de muestras en La Graciosa canaria, no deja lugar para la duda. Por otro lado, en la memoria que acompaña al mapa geológico de La Graciosa (IGME, 2004), se indica la presencia de un cierto *vidrio* sin especificar, que rellena, junto con pequeñas cantidades de carbonatos y algunas ceolitas, ciertas vesículas o vacuolas existentes en los basaltos. Podría tratarse, pues, de una interpretación errónea por parte de Humboldt al confundir como hialita algunos de los múltiples tipos de ceolitas. Existe, además, otra posibilidad: quizás se trataba de *ámbar gris*, secreción biliar de la digestión de los cachalotes; estas secreciones pueden formar pequeños bloques con un cierto parecido a la estructura mamelonada de la hialita, y que se suelen localizar en materiales costeros, rellenando grietas en rocas o sobre depósitos arenosos. En las proximidades de la zona en que desembarcó Humboldt, en la costa noreste de La Graciosa, entre la Baja de las Majapalomas y Hoyos del Cuervo, existe una pequeña playa denominada *Playa del Ámbar* (a veces también *Playa Lambra*), donde diferentes materiales residuales son depositados allí por las corrientes, entre ellos el ámbar gris, y de ahí quizás el topónimo. ¿Tendrá esta última posibilidad alguna relación con la existencia del mencionado ámbar gris en La Graciosa y fue lo que ocasionó la confusión en Humboldt?

Una vez abandonada La Graciosa, pero aún en su entorno costero, observa en la cercanía un escollo o terromontero de lava lleno de cavidades y cubierto de escorias. Estas escorias le recuerdan al *coak* (coque, en inglés en el original en su *Diario*) o a la masa esponjosa de la hulla desazufrada. Estos materiales eran utilizados desde hacía siglos como combustibles, materiales que, por otro lado, no se encuentran de forma natural en las islas, pero que le inducen al naturalista prusiano a suponer acertadamente que aquella estructura tuvo que haber sido levantada por los fuegos volcánicos, señalando a fenómenos análogos ocurridos en las Azores y durante la erupción del Timanfaya (1730–1736), a pesar de que se trata de sucesos de los que no había sido testigo directo (Humboldt, 1814, pp. 90–91; 1814/1941, pp. 102–103).

El día 20 de junio, una vez desembarcados el día anterior en Santa Cruz de Tenerife, Humboldt se dirige hacia el Puerto de La Orotava (actualmente, Puerto de la Cruz). A su paso por La Laguna, observa que esta población está situada sobre un altozano constituido por montes basálticos que forman un amplio cinturón en torno al Pico de Tenerife, sobre los que existe un sistema de rocas volcánicas que reconoce más recientes. Estos materiales no son columnares, sino que se presentan en forma de bancos (capas o estratos) de poco espesor, que no poseen el aspecto de corrientes de lava salidas del Pico. Humboldt parece sugerir aquí, y también más adelante, la existencia de un *único volcán* en las Islas, el Teide, y que el resto de los conos o cráteres que se ven en Tenerife no dejan de ser más que erupciones laterales del gran volcán (Humboldt, 1814, pp. 90–91, 116, 120–121; 1814/1941, pp. 102–103, 137, 143). Esta misma idea, sobre la que Cordier tenía algunas dudas (Cordier, 1803, p. 55), sería asumida por otros autores en las décadas siguientes (Hartung, 1857, p. 129, 1862, pp. 1–27; Fritsch, 1867–1868, p. 27). Esta afirmación, errónea por otro lado, le induce a expresar que estos basaltos, negruzcos, compactos y con una exhalación arcillosa fruto de la alteración, han sido el resultado de un derrame submarino en el que la masa líquida ha formado verdaderas capas, tal y como ocurre en el

Somma, en la zona del Vesubio. Entre los minerales cita anfíboles, olivinos (peridotos granuliformes según Haüy), y los piroxenos (augitas de Werner), traslúcidos, de fractura perfectamente laminar, de un color verde violáceo y a menudo como cristales prismáticos de seis caras. De estos minerales, los anfíboles los consideraba raros en Tenerife, jamás los había encontrado en el Vesubio, mientras que abundaban en las lavas del Etna. Tampoco descubre nefelina ni leucita (anfígeno según Werner), y en el caso de los feldespatos, tan comunes en los basaltos que había observado en la isla de Isquia (en la costa de Nápoles), solo se aprecian en Tenerife cuando las lavas están próximas al volcán (Humboldt, 1814, p. 106–107; 1814/1941, p. 124). En relación con los anfíboles, evidentemente, se trata de una apreciación sobre los fenocristales correspondientes, en este caso de hornblendas, fruto de un enfriamiento más o menos lento del magma, lo que condiciona la visión de la estructura porfídica de las traquitas. Lo mismo sucede con el feldespato y la nefelina.



Fig. 5. Busto de Alexander von Humboldt, escultura en bronce de Ana Lilia Martín/1999 (Jardines de Sitio Litre, Puerto de la Cruz, Tenerife). (Foto: CMGC, marzo/2017).

Entre La Laguna y el Puerto de La Orotava atraviesan un terreno negro y arcilloso, con cristales de piroxeno, tierras ferruginosas, con basaltos columnares en algunas cañadas o pequeños barrancos sobre los que existen brechas muy recientes análogas a las tobas volcánicas, donde se han observado petrificaciones pelágicas como las que se encuentran en Vicentino, cerca de Montecchio-Maggiore, en la región del Vêneto (Humboldt, 1814, p. 111; 1814/1941, p. 131). Estas brechas o conglomerados suelen estar constituidas por fragmentos de rocas volcánicas cementadas por cenizas y lapilli, que a su vez sirven de engaste a otros materiales sobre los que se depositan o recubren. En relación con las petrificaciones pelágicas citadas, Humboldt en realidad no realizó ninguna observación de primera mano al respecto, sino que se guía por lo que “se asegura”, aunque no cita ninguna procedencia de esta información. Se trata, sin duda, de una generalización de las ideas wernerianas considerando los conglomerados pertenecientes a los terrenos de *transición* o a los *secundarios*, y, por lo tanto, donde es posible encontrar

petrificaciones o fósiles orgánicos, en este caso, pelágicos, suponiendo además que dichos terrenos estuvieron en algún momento bajo el nivel del océano. En todas las rocas que es posible observar, encuentra amigdaloides basálticos, recubiertos de arcilla endurecida donde aparecen encajados lapilli y piedra pómez (Humboldt, 1814, p. 116; 1814/1941, p. 137). Ya se han citado con anterioridad los amigdaloides que Werner denominaba *basaltartiger Mandelstein*, sobre la arcilla endurecida; en realidad es una especie de piedra pómez (*Bimstein-conglomerat* según Werner) en forma de conglomerado o toba volcánica, muy compacta, con núcleos de lapilli.

Durante el amanecer del 21 de junio, Humboldt inicia su ascensión a la cumbre de Tenerife con la intención de llegar al Pico.



Fig. 6. Interior del cráter del Pico de Tenerife; dibujo de F. G. Gmelin según un boceto del propio Humboldt, y grabado por P. Parboni (Humboldt, 1810, lámina LIV).

Tras pasado el Roque de la Gayta y El Portillo, ya en la altiplanicie de la isla, se adentra en el Llano de la Retama, una inmensa llanura de cenizas volcánicas y piedra pómez con algunos desniveles en la parte oriental del Pico, donde hallan por todas partes inmensos bloques de obsidiana lanzados por el volcán (Humboldt, 1814, p. 122; 1814/1941, p. 145). Estas grandes estructuras se corresponden con coladas de fonolitas obsidiánicas en bloques en las que predominan abundantes capas superficiales de obsidiana de color negruzco brillante, en el entorno entre Montaña Blanca y Montaña Rajada.

En su ascenso al cráter del Pico, llega al Pilón o Pan de Azúcar, como lo llama Humboldt en su *Viaje*. En el *Diario* no aparece Pilón, pero sí menciona (como un añadido al margen) un *Pan d'assucar* en referencia a un *monumento natural* en Montevideo que permite la orientación (Humboldt, 1799, p. 25[14r]), información que tuvo que haber obtenido a través de otras fuentes que no cita, porque este *Diario* fue escrito antes de llegar a Sudamérica. En el cráter del Teide se encuentra con una muralla circular de lavas porfíricas a base de *Pechstein* (Humboldt, 1814,

p. 131; 1814/1941, p. 157). En la edición española se introducen aquí dos términos que no figuran en el texto principal de la versión francesa original: por un lado, se cita *Caldera* entre paréntesis en relación a la muralla circular, y, por otro, se habla de *menelita*, y, a continuación, también entre paréntesis, la voz original *Pechstein*. Ninguno de estos términos tampoco aparece en el *Diario*. La menelita es una subvariedad del cuarzo resinoso común (Haüy, 1801, p. 434–435), conocido también como *Pechstein de Ménil-le-Montant*, por la localidad francesa en las cercanías de París donde fue encontrada por primera vez en 1787. Pechstein hace alusión, por otro lado, a un tipo de vidrio volcánico, del grupo de las riolitas, parecido a la obsidiana, pero de brillo y fractura distintos, con un mayor grado de hidratación, que en español se denomina, por su naturaleza resinosa, piedra pez (también piedrapez) o resinita. En cuanto a caldera, nunca aparece en el *Diario* ni siquiera en su voz alemana (*Kessel*), aunque sí en diversos párrafos posteriores del *Viaje*. Esto contradice la idea que se tiene de que fue Leopold von Buch (1774–1853) el introductor del término *caldera* en geología, puesto que lo podría haber tomado de Humboldt (García-Cruz, 2016, 2019).

Humboldt concreta la imposibilidad de observar bien el fondo del cráter desde la parte alta, puesto que está oculto por grandes bloques de lavas litoides (adjetivo obsoleto para indicar que algo posee un aspecto de roca). Las lavas del muro externo, según su apreciación, se podrían confundir con calizas por su color blanco níveo, pero al romperlas se descubre un núcleo moreno negruzco. Se trata, por tanto, de pórfidos ricos en pechstein (en la traducción se repite el término menelita) blanqueados externamente por la acción lenta de los vapores del ácido sulfuroso, dejando además hermosos cristales de azufre en las rendijas de las lavas. Alude el naturalista prusiano a continuación a la transformación del ácido sulfuroso en ácido sulfúrico en contacto con el oxígeno de la atmósfera, y su acción directa sobre las lavas; algunos componentes como la alúmina (óxido de aluminio), la magnesia (hidróxido de magnesio), la sosa (hidróxido de sodio) y otros óxidos metálicos (sin especificar, pero podrían ser, entre otros, de hierro, titanio y cobre), van a ser arrastrados poco a poco; este proceso deja simplemente un depósito (denominado comúnmente como *sínter*) de sílice favorecido por la sosa contenida en las lavas, que se agrupa por precipitación hidrotermal como corpúsculos o láminas mame-lonadas opaliformes (*opalartiger Kieselsinter*), reveladas por Cordier en el entorno del Teide, y que ya se citaron anteriormente (Humboldt, 1814, pp. 134–135; 1814/1941, pp. 161–162). Este proceso químico de “lavado” por parte del ácido sulfúrico del que habla Humboldt ocurre efectivamente sobre la menelita, dejando sobre las rocas una especie de esqueleto gelatinoso de sílice.

Humboldt establece también una sencilla cronología en relación con los materiales geológicos que observa en Tenerife. Distingue, así, entre los productos del volcán actual y el sistema de montes basálticos que rodean el Pico. Para el naturalista prusiano, estos montes están constituidos por rocas de la formación trapeana, que ya había mencionado para La Graciosa. Al margen de la definición de Werner citada anteriormente, se consideraba que los componentes fundamentales de la formación trapeana (*Trapp-formation*) eran basaltos, *Grünstein* (roca verde), pórfiros trapeanos y fonolitas (*Porphyrschiefer*). Humboldt distingue perfectamente entre estos materiales y las lavas modernas, y sostiene que en ambos casos pertenecían a fenómenos análogos, es decir, al dominio de los volcanes, aunque databan de épocas diferentes. El sistema de colinas basálticas litoides modernas, así como las deyecciones del volcán actual, están separados de las capas de toba, puzolana y arcilla subyacentes. De esta forma, el Teide se habría elevado en medio de despojos de volcanes submarinos en terrenos cubiertos de pórfido trapeano, basaltos antiguos y cenizas volcánicas. Se ve también que la altiplanicie de La Retama separa las lavas negras, basálticas y de aspecto terroso, de las lavas vítreas y feldespáticas, cuya base está constituida por obsidiana, pechstein y fonolita (Humboldt, 1814,

p. 154; 1814/1941, p. 186). En realidad, y atendiendo a consideraciones geológicas modernas, el *trapp* no forma parte de las estructuras volcánicas canarias (García-Cruz, 2017, pp. 30–31; 2018b).

Para Humboldt, las lavas de la zona inferior están constituidas más bien por *wakke* que por basalto, alteradas por la descomposición. El traductor mantiene el término original, pero se refiere a la *wacka* como roca de *transición* o *secundaria* dentro de la clasificación de Werner. Cuando estos materiales son esponjosos, le recuerdan los amigdaloides (*wakkenartiger Mandelstein*) de la cantera de basalto de Steinkaute, abandonada hace ya varias décadas, cerca de Frankfurt am Main. Contienen olivinos, pequeños granos de hierro magnético y piroxenos, que por su color pudieran confundirse con el peridoto olivínico cristalizado. Humboldt vuelve a insistir en la rareza de los anfíboles en Tenerife, tanto en lavas modernas como en basaltos antiguos, y en la ausencia (por no haber sido encontrados), en la zona del Pico, de nefelina, leucita, idocrasa y mejonita, todos ellos dentro de los silicatos propios de rocas ígneas. Por encima del llano de La Retama y hasta la cumbre, las lavas son vítreas con base de *pechstein* y obsidiana. Carecen, por otro lado, de anfíboles y micas, y en ellas aparecen encajados grandes cristales de feldespato, muy semejantes a los pórfiros resinosos que había encontrado en Sajonia, aunque con más cuarzo que las lavas modernas (Humboldt, 1814, pp. 154–156; 1814/1941, pp. 186–189).

El naturalista prusiano observa que cuando en la base de las lavas del malpaís se produce una transición de la *pechstein* a la obsidiana, su color es más claro y grisáceo, puesto que el feldespato se vuelve más vítreo al tornarse más blanquecinas las lavas del Pico en el borde del cráter por la acción de los ácidos, pero internamente no se decoloran. También describe las lavas vítreas que encuentra en medio del malpaís, cerca de la Cueva del Hielo, con base de *pechstein* y obsidiana, así como de bloques de fonolita gris verdosa, semejante a los esquistos porfíricos de Bohemia. La disposición regular de las lavas litoides basálticas y de las lavas vítreas feldespáticas es análoga a los fenómenos que presentan todos los montes trapeanos, recordando las fonolitas que reposan sobre los basaltos más antiguos, en los que reconoce que son mezclas de piroxenos y feldespato que recubren colinas de *wacka* o de amigdaloides porosos. En este punto, Humboldt intenta explicar por qué las lavas porfíricas y feldespáticas del Pico no se hallan sino en la cima del volcán, y propone dos respuestas posibles a esto: o bien estas lavas son más recientes que las lavas litoides que contienen olivino y piroxeno, o bien el núcleo feldespático podría haber sido sepultado por erupciones laterales con posterioridad al cese de la actividad en el cráter del Pilón. También la modernidad de las lavas que recubren la cumbre del Pico hace que las obsidianas solo se encuentren en esta zona. Esto lo interpreta Humboldt en el sentido de que los vidrios volcánicos deben ser considerados un material expulsado por un volcán que no entra en erupción desde hace muchos siglos, y, por lo tanto, como una formación de gran antigüedad (Humboldt, 1814, pp. 157–158; 1814/1941, pp. 190–191).

En relación con la obsidiana, a la que Humboldt considera indistintamente a lo largo del texto tanto una roca como un mineral, distingue tres variedades. El primer grupo estaría constituido por un material de transición a la *pechstein*, en forma de grandes bloques, con feldespato vítreo, de un blanco níveo y fractura no concoidea, y podría considerarse un pórfiro. Al segundo grupo pertenecían obsidianas en bloques más pequeños, de color negro verdoso o gris humo, raramente de un negro perfecto, con fractura concoidea y traslúcida en los bordes, sin anfíbolo ni piroxeno, con pequeños puntos que parecen feldespatos. Por último, existían obsidianas con ciertas afinidades con la piedra pómez, de color negro verdoso o gris humo, que se presentan en láminas muy delgadas en alternancia con capas de piedra pómez análogas a las lavas litoides que se pueden encontrar en el Vesubio. Las fibras de piedra pómez del Pico

son raramente paralelas entre sí y perpendiculares a las capas de obsidiana, generalmente asbestoides, con gran semejanza a una espuma vítrea filamentosa. Respecto a su origen, en un principio, como otros muchos *geologistas* (según el traductor), pensaba que la obsidiana no era una roca volcánica (como tampoco lo eran el basalto, la roca verde, la fonolita o el pórfiro), que había sido alterada por la acción de los volcanes. Sin embargo, estudios posteriores, especialmente sobre muestras recogidas en América (Humboldt, 1804) le hicieron cambiar de opinión, y ver la obsidiana como una lava vitrificada que, descolorada e inflada por el fuego volcánico, se transformaba en piedra pómez (Humboldt, 1814, pp. 159–162; 1814/1941, pp. 192–195), a pesar de que los experimentos del geólogo escocés Sir James Hall (1761–1832) contradecían esto último (Hall, 1805). Todas estas variedades pertenecen al grupo de las fonolitas, y los distintos colores que señalaba Humboldt dependen de las impurezas de la muestra o de la dirección en que se lleve a cabo la fractura. El primer grupo se corresponde con las fonolitas obsidiánicas que se comentaron anteriormente, y puede contener esférulas de cuarzo que le dan un aspecto níveo. La segunda variedad es el auténtico vidrio volcánico originado a partir de lavas félsicas de consolidación rápida. La última clase está formada por fonolitas bandeadas, cuyo enfriamiento no ha sido lo suficientemente lento, y han podido sufrir alteraciones posteriores que han afectado a la cristalización diferencial de sus componentes, dando lugar al flujo vesicular.

Sobre la piedra pómez realiza también algunas observaciones interesantes dentro del contexto orictognóstico de la época. La piedra pómez no designaría un fósil simple, sino que indicaría tan solo un cierto estado, una forma capilar fibrosa o filamentosa bajo la cual se presentan varias sustancias arrojadas por los volcanes, y, como se habría comprobado (Fleuriau de Bellevue, 1805, pp. 431–434 y 449–451), es contrario a toda verosimilitud que se forme por hinchazón de la obsidiana. Igual que con esta última, como vimos anteriormente, también Humboldt distingue aquí varios tipos: existen pómez de color negro, en las que se reconocen piroxenos y anfíbolo menos livianas, de contextura ampollar, cribosas más que fibrosas, y parecen más bien debidas a lavas basálticas. Otras son blanco-agrisadas o griseo-azuladas, muy fibrosas, de fibras paralelas, donde se encuentra feldespato vítreo y mica; parecen haber sido primitivamente rocas graníticas, como había sido sugerido por otros autores (por ejemplo, Dolomieu, 1783, p. 67). La tercera variedad de piedra pómez es de fibras frágiles, algo espesas, traslúcidas en los bordes y de un destello casi vítreo que muestra el paso del material granítico al vidrio filamentoso o capilar, como la que se encuentra adherida a las obsidianas verdes y agrisadas del Pico de Tenerife, y parece producida por la acción del fuego sobre materiales ya vitificados (Humboldt, 1814, pp. 162–163; 1814/1941, pp. 196–197). Sobre la piedra pómez de color negro citada por Humboldt, podría deberse a restos de coladas basálticas muy vesiculadas, o a la mezcla de magmas.

No obstante, Humboldt reconoce que es contrario a toda verosimilitud que la piedra pómez se forme por hinchazón de la obsidiana. En cualquier caso, no todas las piedras pómez son debidas a obsidianas esponjosas y fibrosas, o a granitos que se han modificado por la acción del fuego o de vapores ácidos. En cualquier caso, habría que distinguir entre las pómez que proceden inmediatamente de las rocas primitivas, de aquellas otras que son productos volcánicos alterados con diferente composición (de acuerdo con Spallanzani, 1792, p. 229). Estos distintos tipos de piedra pómez pueden deberse al grado de calor del fuego volcánico, a la presión a que está sometida la roca original, y a la naturaleza de dicha roca (Humboldt, 1814, pp. 163–165; 1814/1941, pp. 197–199). En cualquier caso, tal y como reconocía Buch, existen materiales que son difíciles de caracterizar como especies orictognósticas (en sus aspectos mineralógicos), tal y como ocurría con las lavas y los componentes de los filones o diques (Buch, 1809, p. 173).

Humboldt retoma a continuación sus reflexiones sobre la naturaleza del medio físico canario. Sostiene en concreto que Tenerife está minada por los fuegos subterráneos, y, de una forma ambigua como veremos más adelante, afirma que el archipiélago no encierra ningún tipo de roca primitiva o secundaria modificada por el fuego (Humboldt, 1814, p. 165; 1814/1941, p. 199). Esta afirmación contradice, en cierto sentido, lo supuestamente observado por el Dr. Hugh Gillan (¿-1798) y George Staunton (1737-1801) a su paso por Tenerife en 1792, durante la misión como embajador en China de Lord George Macartney (1737-1806). En el informe elaborado al respecto, algo ambiguo como veremos, se sostiene que todas las montañas de Tenerife son de lava compacta, y que toda la isla ha sido producida por un volcán. Sin embargo, también se afirma más adelante que entre La Laguna y La Orotava existe un camino donde se pueden diferenciar algunas capas de arcilla dura y arcilla ferruginosa (que serían terrenos primitivos según la clasificación de Werner), semejantes a las observadas en Madeira, y nada anuncia que hayan estado sometidas a la acción del fuego (Staunton, 1797, pp. 156-157). El naturalista prusiano explica estos materiales como un terreno que ha sido transportado y depositado al pie de todos los volcanes, y la arcilla que acompaña a los basaltos como las tobas a las lavas modernas; por lo tanto, todo esto no es más que amontonamientos de lavas y basaltos de origen volcánico (Humboldt, 1814, pp. 165-167; 1814/1941, pp. 201-202). En realidad, se trataría de capas de toba volcánica (*tosca*, como es conocida en Canarias), visibles por toda la isla, que se ha originado por compactación de cenizas y lapilli, cuyo color puede ser blanco-grisáceo, amarillento o rojizo; este último es interpretado como arcillas ferruginosas en el citado informe, aunque también podría tratarse de un *almagre*, material rubefactado por una colada ardiente al depositarse encima de otro terreno constituido también por lapilli o por un suelo orgánico, y que adquiere precisamente este color rojizo.

A pesar de que en playas de Santa Cruz y La Orotava se habrían encontrado fragmentos de granito, gneis y esquisto micáceo, no relaciona el hallazgo (inverosímil, por otro lado, al tratarse de rocas metamórficas) de estos materiales *primarios* y *secundarios* con un posible origen en las costas africanas, claramente calcáreas, sino con lastres arrojados por los navíos de procedencia foránea. Sin embargo, el no haber hallado en Tenerife rocas primitivas ni pórfiros trapeanos no significaría que todo el archipiélago sea producto de los fuegos submarinos. La Gomera, por ejemplo, contiene montes de granito y esquisto micáceo (según la nota de Broussonet, ya comentada anteriormente), y, según Dolomieu (1798), es precisamente aquí donde habría que buscar el centro de la acción volcánica (Humboldt, 1814, pp. 168-169; 1814/1941, pp. 202-205).

Según algunos informes, en Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote se han encontrado formaciones calcáreas, de las que carece Tenerife. Solo se han observado entre sus terrenos de aluvión tobas gredoso-calcáreas que alternan con brechas volcánicas que contienen restos orgánicos fósiles. No obstante, existen terrenos calcáreos (caliches) en las canteras de cal conocidas como *caleras* (término que no aparece en el *Diario*, y en la traducción española figura erróneamente *calderas*) de La Rambla, El Realejo y en las cercanías de Adeje, información que ya había sido señalada (y de quien la habría tomado, probablemente, el naturalista prusiano) por el ilustrado tinerfeño José de Viera y Clavijo (1731-1813) en varias de sus obras, algunas décadas antes de la visita de Humboldt (García-Cruz, 2018a, p. 6). Esto le hizo suponer que las islas descansaban sobre calizas *secundarias*. Puesto que el Pico se eleva en medio de un sistema de basaltos y lavas antiguas, y presenta materiales abrasados en toda su parte visible sobre la superficie del mar, se había supuesto que esa inmensa pirámide era el resultado de una acumulación progresivas de lavas, o que contenía un núcleo de rocas primitivas. Sin embargo, Humboldt consideraba ambos supuestos carentes de verosimilitud. Sostiene, por otro lado, que las erupciones extraordinarias están precedidas por un solevantamiento de la

corteza reblandecida del Globo. Y distingue entre el núcleo sollevado y las lavas y escorias que sucesivamente aumentan las dimensiones de aquel. Así explica la formación de pórfiros trapeanos, terromonteros de basalto en las altiplanicies, y núcleos revestidos de lavas modernas como el Pico, el Etna o el Cotopaxi. Y nada le impediría creer que el archipiélago canario pudiera presentar verdaderas rocas de formación *secundaria* si se recuerda que el fuego subterráneo se ha encendido en medio de un sistema de lavas y basaltos muy antiguos (Humboldt, 1814, pp. 170–172; 1814/1941, pp. 207–209).

En la última parte de sus consideraciones geognósticas sobre Tenerife, Humboldt trata fundamentalmente sobre la acción volcánica y sobre el combustible que la anima. Compara la estructura del Pico con el área del Vesubio, para concluir que es asimismo una solfatara como la de Puzzuolí, pero situada en el caso de Tenerife en la cima de un volcán activo. Esta comparación le permite también establecer que, en los volcanes activos, la frecuencia de las erupciones está en razón inversa a la altura y a la masa, observando que en el Stromboli se dan grandes y casi permanentes erupciones, algo raras en el Vesubio, aunque más frecuentes que en el Etna y el Pico de Tenerife, y muy escasas en los Andes, como en el Cotopaxi y en el Tungurahua. Humboldt plantea a continuación una nueva generalización que se ha mantenido en la cultura popular del archipiélago durante casi dos siglos: igual que en Quito, donde la parte montañosa es un inmenso volcán que poseen diferentes conos, como el Cotopaxi, el Tungurahua y el Pichincha, también todas las Canarias están colocadas sobre *el mismo volcán* submarino. Solo Tenerife incluye una inmensa pirámide central con un cráter que vomita lavas por sus costados cada siglo. En el resto de las islas, se han verificado diversas erupciones en diferentes lugares, y no se encuentran allí esas montañas aisladas a las que se ciñen los resultados volcánicos, donde la lava basáltica formada por antiguos volcanes parece minada por doquier (Humboldt, 1814, pp. 175–176; 1814/1941, pp. 213–214).

Finalmente, en relación con el combustible que mantiene el fuego en el Pico de Tenerife, solo va a concretar sobre lo que es posible observar de forma directa. En este caso, es el azufre que contiene el cráter del Pico el que podría mantener el calor del volcán, o algún otro combustible que provocase la sublimación del azufre. Su experiencia americana e italiana en este sentido le lleva a afirmar que el azufre es bastante raro en los volcanes aún activos, mientras que todos los antiguos acaban siendo verdaderas azufreras. Antiguamente se admitía que el fuego volcánico obraba sobre rocas de formación *secundaria*, pero recientes observaciones de esos años habían probado que el azufre existía en abundancia en esas mismas rocas primitivas que tantos fenómenos designan como el centro de la acción volcánica (Humboldt, 1814, pp. 180–181; 1814/1941, pp. 219–220). En cualquier caso, de las siete formaciones de azufre que distingue (en nota a pie de página) en relación a la antigüedad relativa de los volcanes, la isla de Tenerife no es citada en ninguna de ellas (Humboldt, 1814, p. 181, nota 1; 1814/1941, p. 220, nota 110). Estas ideas que expone Humboldt sobre la importancia del azufre y sus derivados en la génesis volcánica están acordes con la teoría físico-química de Nicolas Lémery (1645–1715) sobre el origen de los fuegos subterráneos y los terremotos, que aún predominaba en esa época (García-Cruz, 2015).

Conclusiones

La visita que Alexander von Humboldt llevó a cabo a Canarias (La Graciosa y Tenerife) a finales del siglo XVIII fue breve y bastante limitada en su recorrido. Si Humboldt hubiera visitado todas las islas, y dedicado más tiempo a la observación directa, sus afirmaciones sobre la naturaleza geológica de las Islas habrían sido mucho más completas, y, sin duda, algo distintas en

relación con el origen del medio físico canario. Pero su viaje estaba proyectado hacia el Nuevo Mundo, y Canarias constituyó tan solo una simple escala para subir al Pico de Tenerife. Y jamás regresó al Archipiélago.

Aun así, realizó un conjunto de observaciones sobre la naturaleza geológica de las Islas que tuvo cierta trascendencia. Dichas observaciones, publicadas en su *Viaje*, se basan en las notas de su *Diario*, ampliadas y desarrolladas en los años posteriores a su regreso a Europa, donde deja patentes sus experiencias a lo largo de los cuatro años que duró su viaje americano. Es probable, dadas algunas afirmaciones contradictorias, que los textos fueran escritos en momentos diferentes a lo largo de esos diez años, y que nunca fueron retomados o corregidos.

Sus vivencias en los volcanes de América, y también de Italia, contribuyeron, asimismo, a afianzar su bagaje de ideas en favor de vulcanismo-plutonismo, frente a la corriente neptunista en la que se había educado en Freiberg. Humboldt fue, en este sentido, uno de los principales y más influyentes *desertores* del Neptunismo, poniendo en duda la capacidad de este último para explicar, de una forma más coherente que la vulcanista, el origen del basalto en tanto que era considerado un depósito acuoso.

Su aportación al conocimiento de los *fósiles* inorgánicos del Archipiélago fue interesante, aunque muy superficial, sobre todo en lo referente a los minerales con algunos errores de interpretación propios de la época. Y en relación con las rocas, algo confuso si tenemos en cuenta el hecho de que estaba convencido de la universalidad de los *terrenos* que conformaban las capas superficiales de la Tierra, de acuerdo con la clasificación de Werner.

A pesar de esto, su contribución fue decisiva debido a la gran influencia que ejerció el naturalista prusiano sobre numerosos intelectuales y científicos a lo largo de todo el siglo XIX, que hicieron de Canarias el objetivo final de sus expediciones. Favoreció el estudio y el conocimiento sobre la naturaleza del Archipiélago, y promovió que fuera visitado en las décadas siguientes por importantes geólogos, sobre todo alemanes y británicos. Su compatriota y amigo, Leopold von Buch, animado por Humboldt, fue uno de ellos, y tras este viaje legó a la ciencia geológica la primera descripción física de las Islas Canarias, la teoría de los cráteres de elevación, y serias dudas también sobre la validez conceptual del Neptunismo. Entre sus amigos vulcanistas-plutonistas, el escocés Charles Lyell (1797–1875) visitaría las Islas en las décadas siguientes, y se opondría a las ideas de Buch sobre los cráteres de elevación.

Agradecimientos

Estoy en deuda con Alejandro G. Francisco y Aurélie de Palma por la ayuda prestada, con C. S. Bernal, una vez más, por su tiempo, y con John Lucas Carruthers por su gentileza.

Bibliografía

Bravo, Telesforo (1954, 1964): *Geografía general de las Islas Canarias*. Goya Eds., S/C Tenerife, 2 tomos, 412+592 pp.

Buch, Leopold von (1809): *Geognostische Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien*. Haude und Spener, Berlín, tomo II, 311 pp.

- Buch, Leopold von (1825): *Physicalische Beschreibung der Canarischen Inseln*. Berlín, Hofdruckerei von Königlichen Akademie, 2 tomos, 388 + 381 pp.
- Cordier, Louis (1803): Lettre au cit. Devilliers fils. En: *Journal de Physique, de Chimie, d'Histoire Naturelle et des Arts*, vol. LVII (Messidor an XI), pp. 55–63.
- Dolomieu, Deodat de (1783): *Voyage aux Îles de Lipari, fait à 1781*. París, Hôtel Serpente, 208 pp.
- Dolomieu, Deodat de (1798): Suit du mémoire, pour servir d'explication à la distribution méthodique de tous les produits volcaniques. En: *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire Naturelle*, I (Fructidor an II), pp. 406–428.
- Ertl, Rudolf Franz (2009): *Minerales de las Islas Canarias*. Turquesa Eds., S/C de Tenerife, 232 pp.
- Fleuriau de Bellevue, Louis Benjamin (1805): Mémoire sur l'action du feu dans les volcans, ou sur divers rapports entre les produits, ceux des fourneaux, les météorites et les roches primitives. En: *Journal de Physique, de Chimie, d'Histoire Naturelle et des Arts*, vol. 60 (Nivose an XIII), pp. 409–470.
- Fritsch, Karl von (1867–1868): Reisebilder von der Canarischen Inseln. En: *Petermanns Geographische Mitteilungen*, vol. 5, pp. 1–44.
- Fritsch, Karl von y Reiss, Wilhelm (1868): *Geologische Beschreibung der Insel Tenerife*. Winterthur, Wurster, 494 pp.
- García-Cruz, Cándido Manuel (2007): El origen de las montañas. I. Del mito y la superstición al neptunismo. En: *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 15, Nº 1, pp. 16–29.
- García-Cruz, Cándido Manuel (2015): Nicolas Lémery (1645–1715) y su teoría físico-química sobre diversos fenómenos de interés para las Ciencias de la Tierra. *Cuadernos Dieciochistas*, vol. 16, pp. 311–337.
- García-Cruz, Cándido Manuel (2016): Leopold von Buch (1774–1853), las Islas Canarias y el origen de la teoría de los cráteres de elevación. *Llull*, vol. 39, Nº 83, pp. 73–101.
- García-Cruz, Cándido Manuel (2017): Consideraciones sobre la geología de las Islas Canarias en la obra de Alexander von Humboldt (1769–1859). En: *Estudios Canarios*, vol. 61, pp. 23–57.
- García-Cruz, Cándido Manuel (2018a): El conocimiento geológico sobre las Islas Canarias en la obra de José de Viera y Clavijo (1731–1813). En: *Anuario de Estudios Atlánticos*, Nº 64 (064–023), pp. 1–19.
- García-Cruz, Cándido Manuel (2018b): Aspectos históricos sobre el *trapp* como concepto geológico. En: *Revista de la Sociedad Geológica de España*, vol. 31, Nº 1, pp. 29–34.
- García Cruz, Cándido Manuel (2019): Consideraciones históricas sobre el término caldera como concepto geológico, y el origen de la Caldera de Taburiente (La Palma, Islas Canarias) (1799–1999). En: *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, vol. 31, pp. 117–138.
- Hall, James (1805): Experiments on whinstone and lava. En: *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, vol. 5, pp. 43–75 (read, March 5, June 18, 1798).
- Hartung, Georg (1857): Die geologischen Verhältnisse der Inseln Lanzarote und Fuerteventura. En: *Neue Denkschrift der allgemeinen Schweizerische Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften*, vol. 15, Nº 4, pp. 1–168.
- Hartung, Georg (1862): *Betrachtungen über Erhebungskrater, ältere und neuere Eruptivmassen nebst einer Schilderung der geologischen Verhältnisse der Insel Gran Canaria*. Engelmann, Leipzig, 108 pp.
- Hausen, Hans (1959): On the geology of Lanzarote, Graciosa and the Isletas (Canarian Archipelago). En: *Societas Scientiarum Fennica Commentationes Physico-Mathematicae*, vol. 23, Nº 4, pp. 1–116.

- Haüy, René (1801): *Traité de Minéralogie*. Chez Louis Libraire, París, tomo 2, 617 pp.
- Hernández-Pacheco, Eduardo (1909): *Por los campos de lava. Relatos de una expedición científica a Lanzarote y a las Isletas Canarias. Descripción e historia geológica [1907–1908]*. Fundación César Manrique, Tegüise (Lanzarote) (ed. 2002), 337 pp.
- Humboldt, Alexander von (1790): *Mineralogische Beobachtungen über einige Basalte am Rhein*. E. W. G. Kircher, Braunschweig, 126 pp.
- Humboldt, Alexander von (1799): *Voyage d'Espagne aux Canaries et à Cumaná. Obs. astron. de Juin à Oct. 1799* [Tagebuch I der Amerikanischen Reise: nicht vor 08.06.1799, nicht nach 17.11.1800]. Staatsbibliothek zu Berlin, Handschriftenabteilung, Nachlässe Alexander von Humboldts: edition humboldt digital, von Ulrike Leitner und Carmen Götz (version 5 vom 11.09.2019), Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften. <https://edition-humboldt.de/reisetagebuecher/detail.xql?id=H0016412&view=l&l=de>, [Consultado en octubre 2019].
- Humboldt, Alexander von (1804): Correspondance. Alexandre Humboldt et le citoyen Bonpland à l'Institut National de France. En: *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle*, vol. III (An XII), pp. 396–404.
- Humboldt, Alexander von (1810): *Voyage de Humboldt et Bonpland. Première partie: Relation historique (Atlas pittoresque)*, F. Schoell, París.
- Humboldt, Alexander von. (1814): *Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent, fait en 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 et 1804, par Al. de Humboldt et A. Bonpland*. F. Schoell, París, tomo I, 643 pp.
- Humboldt, Alexander von. (1814/1941): *Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Continente, hecho en 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 y 1804*. Ministerio de Educación Nacional, Dirección de Cultura, Caracas, (traducción española de Lisandro Alvarado 1929, ed. 1941), tomo I, 486 pp.
- Humboldt, Alexander von (1845–1862): *Cosmos, Ensayo de una descripción física del mundo*. Los Libros de la Catarata-CSIC, Madrid, (trad. castellana 1874, ed. 2011), 5 tomos en 1 vol., 959 pp.
- IGME (2004): *Memoria del Mapa geológico de España, escala 1:25.000. Graciosa* (hojas n.º 95/96-68, 1079-II,III del MTN). Geoprin, S.A., Madrid.
- Nuez Pestana, Julio de la, Quesada, M^a Luisa y Alonso, Juan José (1997): *Los volcanes de los Islotes al Norte de Lanzarote*. Fundación César Manrique, Tegüise (Lanzarote), 223 pp.
- Río, Manuel del (1795): *Elementos de Orictognosia*. J. F. Hurtel, Filadelfia (Parte práctica, 2^a ed. 1832), 683 pp.
- Simony, Oskar (1892): Die Canarischen Inseln, insbesondere Lanzarote und die Isletas. En: *Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse*, vol. 22, pp. 325–398.
- Spallanzani, Lazzaro (1792): *Voyages dans les deux Siciles et dans quelques parties des Apennins*. H. Haller, Berna (trad. francesa 1795), tomo II, 273 pp.
- Staunton, George (1797): *Voyage dans l'intérieur de la Chine, et en Tartarie, fait dans les années 1792, 1793 et 1794, par Lord Macartney*. F. Buisson, París (trad. francesa 1798), tomo I, 311 pp.
- Werner, Abraham Gottlob (1774): *Von den äusserlichen Kennzeichen der Fossilien*. S. L. Crusius, Leipzig, 302 pp.
- Werner, Abraham Gottlob (1786): Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten. En: *Abhandlungen der Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften auf das Jahr 1786*, vol. 2, pp. 272–297. [Como libro se publicó, con el mismo título, en: Walther, Dresde (1787), 28 pp.; un breve resumen en español apareció en *Anales de Ciencias Naturales*, vol. 6, Nº 17, pp. 259–261 (1803)].

Werner, Abraham Gottlob (1788): Bekanntmachung einer am Scheibenberger Hügel über die Entstehung des Basalts gemachten Entdeckung, nebst sweyen zwischen ihm und Herrn Voigt darüber gewechselten Streitschriften. En: *Köhlers bergmännisches Journal*, vol. 1, pp. 845–997.

Werner, Abraham Gottlob (1791): *Neue Theorie von der Entstehung der Gänge mit Anwendung auf den Bergbau besonders den freibergischen*. Gerlach, Freiberg, 256 pp.

Werner, Abraham Gottlob (1817): *Letztes Mineral-System*. Craz & Gerlach-Gerold, Freiberg-Viena, 58 pp.