

## *El interés del volcán Tajogaite (La Palma, Canarias, España) para la docencia de la geografía y la transferencia del conocimiento*

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo es describir la utilidad de las investigaciones geográficas de la erupción del volcán Tajogaite (VT) en la isla de La Palma (2021), tanto para la docencia de la geografía en los diferentes niveles educativos (infantil, primaria, secundaria, universidad y posgrado) como para la transferencia de conocimiento al público general a través de actividades formativas y cursos. La metodología empleada se centró en documentar y describir la utilidad de las investigaciones científicas del VT para que el alumnado adquiriera las competencias propias de su nivel educativo. Para ello se desarrollaron experimentos, charlas y clases en el aula y en el campo acordes con las áreas, competencias, módulos y asignaturas. Se observó que los resultados científicos del VT ofrecen una amplia gama de recursos didácticos y oportunidades para el aprendizaje teórico y práctico de la geografía. Por tanto, se puede decir que un volcán tiene un gran interés para la docencia geográfica.

### RÉSUMÉ

*L'intérêt du volcan Tajogaite (La Palma, Îles Canaries, Espagne) pour l'enseignement de la géographie et le transfert de connaissances.*— Le but de ce travail est de décrire l'utilité des recherches géographiques sur l'éruption du volcan Tajogaite (VT) sur l'île de La Palma (2021) pour l'enseignement de la géographie à différents niveaux (éducation de la petite enfance, enseignement primaire, enseignement secondaire, université et post-universitaire), ainsi que pour la diffusion des connaissances auprès du grand public à travers des activités de formation et des cours. Pour ce faire, la méthodologie utilisée s'est attachée à documenter et à décrire l'utilité de la recherche scientifique du VT pour permettre aux étudiants d'acquérir les compétences correspondant à leur niveau d'éducation. À cette fin, les éléments suivants ont été développés des expériences,

des discussions et des leçons en classe et sur le terrain alignées sur les domaines, les compétences et les matières. Il a été observé que le VT offre un large éventail de ressources didactiques et d'opportunités pour l'apprentissage théorique et pratique de la géographie. Par conséquent, on peut dire qu'un volcan présente un grand intérêt pour l'enseignement de la géographie.

### ABSTRACT

*The interest of the Tajogaite volcano (La Palma, Canary Islands, Spain) for the teaching of geography and knowledge dissemination.*— This work aims to describe the usefulness of geographical research on the eruption of the Tajogaite Volcano (VT) on the island of La Palma (2021) for geography education at various levels (early childhood, primary, secondary, university, and postgraduate), as well as for the dissemination of knowledge to the general public through training activities and courses. The methodology used focused on documenting and describing the usefulness of VT's scientific research for students to acquire the competences of their educational level. To this end, the following were developed experiments, talks, and classroom and field lessons aligned with the areas, competencies, and subjects, it was observed that the VT offers a wide range of didactic resources and opportunities for theoretical and practical learning in geography. Therefore, it can be said that a volcano is of great interest to geography education.

### PALABRAS CLAVE/MOTS CLÉ/KEYWORDS

Geografía, volcán Tajogaite, recursos didácticos, patrimonio geográfico, riesgos.  
Géographie, volcan Tajogaite, ressources didactiques, patrimoine géographique, risques.  
Geography, Tajogaite volcano, didactic resources, geographical heritage, risks.

### I. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Las erupciones volcánicas se producen a escala humana y sus efectos son inmediatos y rotundos al reorganizar el paisaje transformándolo en otro completamente distinto. El carácter multidiscipli-

nar de la ciencia volcanológica explica el elevado interés de los volcanes como recurso didáctico y/o educativo. Ahora bien, el dinamismo de las erupciones y sus efectos eminentemente territoriales, que abarcan un amplio campo de estudio que va desde su origen y formación hasta sus consecuen-

cias naturales y repercusiones socioeconómicas, las hacen muy interesantes para la investigación geográfica y sus diferentes áreas científicas (Santa-Cecilia Mateos et al., 2021; Dóniz-Páez y Pérez-Chacón Espino, 2023; Bueno Gómez y Beato Bergua 2024). El estudio de un nuevo volcán abarca su evolución temporal y espacial; los diferentes dinamismos eruptivos que va desarrollando a lo largo del periodo activo; la diversidad de geoformas directas que se va creando y las relacionadas con los procesos de remodelación (dinámica de vertientes, torrenciales, eólicos, etc.); los cambios que puede provocar en las condiciones atmosféricas locales; los efectos sobre los seres vivos animales y vegetales (terrestres y marinos); las consecuencias sobre las diferentes actividades humanas, sus bienes y equipamientos; los peligros y el riesgo que implica para la sociedad; en definitiva, las transformaciones territoriales que introduce en el paisaje natural y cultural previo al paroxismo y lo que ello conlleva de cara a la ordenación del territorio futuro. Todo esto justifica los estudios geográficos de los paisajes (Bovet et al., 2004; Martínez-Fernández y Molina de la Torre, 2016; Olcina Cantos, 2022) y de los paisajes volcánicos como recurso didáctico para la enseñanza de la geografía en los diferentes niveles educativos (infantil, primaria, ESO, bachillerato, grado y posgrado) y para el público en general a través de la transferencia.

La erupción del volcán Tajogaite (VT) en septiembre de 2021 en la isla de La Palma puso de manifiesto el interés que despertó para la comunidad científica, educativa y el público en general. Este trabajo muestra la experiencia didáctica del autor a lo largo de estos años en relación con tal erupción a partir de la investigación, la docencia y la transferencia del conocimiento. En este sentido, relacionado con la investigación geográfica de la erupción y coincidiendo con la celebración del XXVII Congreso de la Asociación Española de Geografía en diciembre de 2021 en Tenerife, se dedicó una actividad precongresual relacionada con los primeros resultados geográficos de la erupción del Tajogaite y una exposición fotográfica durante el congreso sobre la geografía del volcán. En el año 2023 se celebraron en La Palma las XXXVI Jornadas de

Campo de Geografía Física para el profesorado de las diferentes universidades españolas en donde se les mostraron, además de la geografía de otros espacios de La Palma, las investigaciones que se estaban llevando a cabo del reciente VT y el interés didáctico que tienen, entre otras, para la geografía. Estas se relacionaban con la génesis y geoformas resultantes, los efectos territoriales, el peligro y el riesgo y las oportunidades futuras vinculadas con la ordenación del territorio, el paisaje y el geoturismo en espacios volcánicos. En ese mismo año, un conjunto de profesores de geografía de la Universidad de Varsovia acudió a la isla para desarrollar investigaciones sobre los efectos del VT en el valle de Aridane y su ordenación territorial.

En relación con el interés educativo y desde los niveles más básicos hasta posgrado, el volcán se ha mostrado como un recurso didáctico esencial para la geografía. Tal es así que en el año 2024 el colegio Nazaret en Tenerife solicita que se imparta una formación para los niveles de infantil y 4.º de primaria sobre el volcán de La Palma acordes con las áreas del currículo de infantil y primaria. Durante los años 2021, 2022 y 2024 en varios institutos de enseñanza secundaria de Tenerife, Gran Canaria y La Palma su profesorado de geografía se interesó por el volcán como recurso didáctico para explicar alguno de los contenidos de las diferentes asignaturas impartidas en la ESO y el bachillerato. En el año 2022, a petición de todo el profesorado de geografía de 2.º de bachillerato de Canarias, se incluyó en la prueba EBAU/PAU de acceso a la Universidad en Canarias el volcán Tajogaite como uno de los paisajes naturales para su comentario y asociado al mismo se impartió una actividad formativa online sobre la geografía de la erupción del VT. En el año 2021 se impartieron varias clases en el Centro Internacional Politécnico de Tenerife a alumnado del ciclo Técnico Superior en Guía, Información y Asistencias Turísticas sobre el geoturismo como producto innovador. En 2023 se llevó a cabo una actividad formativa en aula y en campo con el alumnado del “Programa de formación en alternancia con el empleo (PFAE) sobre interpretación y educación ambiental de Candelaria” en Tenerife. Todos estos eventos tenían como objetivo transferir a la sociedad los resultados

de las diferentes investigaciones geográficas que se estaban llevando a cabo en el VT.

En el año 2021 el alumnado de los grados de Geografía y Ordenación del Territorio de las dos universidades públicas canarias (Universidad de La Laguna y Universidad de Las Palmas de Gran Canaria) acudieron a la isla para presenciar y estudiar *in situ* la erupción volcánica desde las diferentes líneas de trabajo propias de la geografía (geomorfología, biogeografía, peligros y riesgos, ordenación territorial, paisaje, geoturismo, etc.). Desde el año 2021 hasta el 2024 el alumnado del grado en Turismo de la Universidad de La Laguna también ha recibido clases sobre el patrimonio geográfico asociado al VT. Igualmente, en el año 2023 el alumnado del grado en Geografía, Desarrollo Territorial y Sostenibilidad de la Universidad de Castilla-La Mancha se trasladó a La Palma para estudiar las consecuencias territoriales de este paroxismo eruptivo. Asociado con el alumnado de grado, durante la celebración de las XXXVI Jornadas de Campo de Geografía Física se reservaron plazas para este tipo de estudiantes bajo el lema de la innovación educativa y transferencia de conocimiento y en las que se dedicó una parte importante al volcán Tajogaite. Desde el año 2021 hasta 2025 el alumnado del máster universitario de Patrimonio Histórico, Cultural y Natural de la Facultad de Geografía e Historia de Universidad de Las Palmas de Gran Canaria ha recibido una formación específica, presencial y en línea sobre el inventario y la valoración del patrimonio natural y cultural del VT y su potencial como recurso para diseñar rutas geoturísticas.

Vinculado con la docencia para público general y dentro de lo que podemos denominar la transferencia del conocimiento en el año 2021, coincidiendo con el congreso de la AGE en Tenerife, se organizó un webinar sobre el volcán Tajogaite y en el año 2023 el grupo de trabajo sobre desarrollo local de la AGE organizó otro seminario web sobre las oportunidades tras la erupción. Asimismo, durante los años 2022, 2023 y 2024 se impartieron tres cursos presenciales en La Palma, uno en La Gomera y otro en línea en Tenerife sobre geoturismo volcánico dirigidos a público general y a empresas de turismo activo al que asistieron y participaron, en total, más

de cien personas. También en 2022 se impartieron varias charlas en la asociación vecinal Las Dehesas y de mayores de Puerto de La Cruz en Tenerife y en 2023, dentro de las actividades culturales de las fiestas locales de Las Dehesas y de las fiestas patronales de San Juan de la Rambla en Tenerife, se impartieron conferencias sobre las particularidades geográficas del VT.

Por todo lo expuesto y teniendo en cuenta el interés que ha despertado la erupción para la geografía y el desafío innovador de enseñar esta materia (Santiago-Rivera, 2017), el objetivo de este trabajo es describir la utilidad de las investigaciones geográficas realizadas en VT tanto para la docencia de la geografía en los diferentes niveles educativos (infantil, primaria, secundaria, universidad y posgrado), como para la transferencia de conocimiento al público general a través de actividades formativas, charlas, cursos y salidas de campo.

La metodología empleada en este estudio se centró en documentar y describir la utilidad de las investigaciones científicas desarrolladas en el VT y los contenidos generados a partir de las mismas para que en los centros educativos el alumnado adquiriera las competencias propias de su nivel (infantil, primaria, secundaria, universidad y posgrado). Pero también para ver cómo se transfieren estos resultados del trabajo científico al público en general. En este sentido, el trabajo de gabinete y de campo durante la erupción y en los años posteriores a la misma (2022-2024) fueron sumamente necesarios para generar material científico que luego se adaptaría a los contenidos y/o competencias de diferentes niveles educativos. En el primer caso se realizó un diario exhaustivo de la erupción a partir de diferentes fuentes oficiales y/o pertenecientes al comité del Plan de Emergencias Volcánicas de Canarias-Pevolca (IGN, INVOLCAN, CSIC, IGME, IEO, Cabildo de La Palma, ULL, ULPGC, etc.) que incluyeron informes, vídeos, fotografías, documentos científicos y observación directa. Durante las campañas de campo se realizó un estudio geográfico detallado sobre diferentes aspectos de la erupción relacionados con la geografía. Para ello se emplearon diferentes herramientas como la toma de fotografías, la grabación de vídeos y los vuelos de dron (DJI Mavic 2

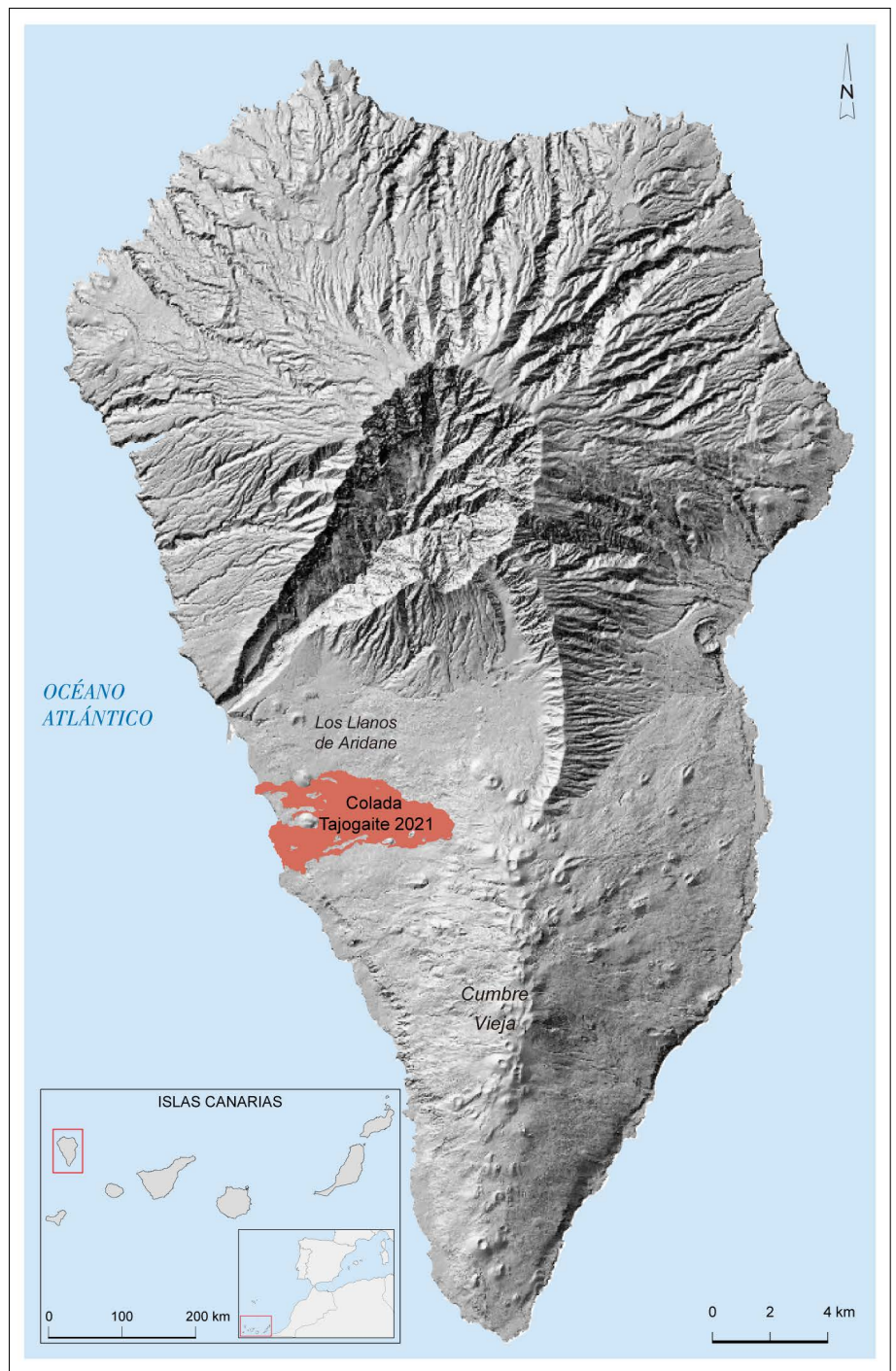


FIG. 1. Alcance de la colada del volcán Tajogaite en la isla de La Palma. Elaboración propia a partir de imágenes disponibles en GRAFCAN.

Pro con cámara Hasselblad). A partir del trabajo de gabinete y de campo se caracterizó la dinámica y evolución de la erupción; se inventarió, describió y valoró sus geformas volcánicas y no volcánicas desde su creación, destrucción y nueva creación; se

identificaron los efectos sobre el paisaje y el patrimonio natural y cultural previo a la erupción de cara a la ordenación territorial y se valoró su potencial como recurso para el geoturismo en el proceso de reconstrucción de La Palma tras el evento eruptivo.





FIG. 2. Imágenes sobre la dinámica y las diversas geoformas volcánicas del volcán Tajogaite que se han tratado durante los trabajos con los diferentes niveles educativos. **A:** columnas eruptivas propias de una dinámica estromboliana; **B:** fuente de lava de varias decenas de metros de altura asociada a dinamismos de tipo hawaiano; **C:** canal lávico; **D:** vista parcial del cono volcánico principal; **E:** hornitos; **F:** uno de los cráteres principales del VT; **G:** pequeño lago de lava petrificado; **H:** delta lávico; **I:** campo de *lapilli*. Imágenes propias.

Los resultados obtenidos pusieron de manifiesto el interés científico del volcán y su potencial como recurso didáctico para la docencia de la geografía en diferentes niveles educativos y al público general a través de la transferencia del conocimiento.

## II. ÁREA DE ESTUDIO

El VT es la última erupción registrada en Canarias. Se localiza en el flanco oeste de la dorsal de Cumbre Vieja en la isla de La Palma (Canarias, España), a una altitud que varía entre los 840 y los 1100

m. s. n. m. (Fig. 1). La erupción se inició el domingo 19 de septiembre de 2021 y finalizó oficialmente el 13 de diciembre del mismo año. El paroxismo estuvo precedido por una crisis volcánica asociada a una intensa actividad sísmica instrumental y sentida, a la emisión de gases y a la deformación del terreno (Romero et al., 2022) y, en tan solo una semana, culminó con el inicio de la erupción.

La apertura de la fisura eruptiva que dio lugar al VT se desarrolló a lo largo de 1 km de longitud siguiendo una dirección NNW-SSW (Martí et al., 2022) y a lo largo de la misma se abrieron diferentes cráteres que emitían gases, piroclastos y lavas





FIG. 3. Formas asociadas al encuentro de los materiales volcánicos del volcán Tajogaite con las actividades humanas (tecnofósiles). **A:** cascadas de lavas en muros de cultivos; **B:** cascadas lávicas entrando en un estanque de agua; **C:** tuberías de riego sepultadas por lavas; **D:** fondo de estanque de agua con cenizas volcánicas cuarteadas; **E:** lavas retenidas por vallado metálico; **F:** moldes de puertas en lavas; **G:** moldes de muros de jardines en lavas; **H:** vidrios de ventanas fundidos con las lavas; **I:** contenedor transportado por las lavas. Imágenes propias.

(Fig. 2A). Durante el proceso eruptivo se emitieron unos  $36,5 \pm 0,3 \text{ Mm}^3$  de material, correspondiente a unos  $54,7 \pm 23,9 \times 10^{10} \text{ kg}$ , se cubrió una superficie de  $0,6 \text{ km}^2$  (Bonadonna et al., 2022; Ferrer et al., 2023a) y se construyó un edificio volcánico monogénico de unos 200 metros de altura (Alonso et al., 2023) y 800 metros de diámetro. La dinámica eruptiva del VT varió desde los estilos hawaianos, con la formación de fuentes de lava con alturas de más de un centenar de metros (Fig. 2B) y abundantes emisiones de lavas muy fluidas de tipo *pāhoehoe*, hasta los estrombolianos y estrombolianos violentos (Taddeucci et al., 2023), con colum-

nas eruptivas que alcanzaron los 8,5 km de altura e importantes flujos lávicos ‘A‘ā, en bloques y bolas (Fig. 2C) y en las que se podían reconocer fases explosivas hidromagmáticas (Cívico et al., 2022).

Las principales geoformas volcánicas del VT están asociadas a los materiales de proyección aérea (conos de escorias —Fig. 2D—, hornitos —Fig. 2E—, cráteres —Fig. 2F—, embudos de explosión y superficies de piroclastos —Fig. 2I—), a los campos de lavas (*pāhoehoe*, ‘A‘ā, en bloques y en bolas, lagos de lava —Fig. 2G—, deltas lávicos —Fig. 2H—, cascadas de lavas, canales lávicos, tubos volcánicos, jameos —hundimiento del techo del tubo

CUADRO I. Relación de niveles educativos, cursos, centros y áreas, asignaturas, módulo y grados en los que se han impartido talleres, charlas o clases sobre el volcán Tajogaite

Nivel	Curso	Centro educativo	Área/asignatura/módulo/grado
Infantil	2.º ciclo	Colegio Nazaret, Tenerife	Descubrimiento y Exploración del Entorno
Primaria	4.º	Colegio Nazaret, Tenerife	Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural
ESO	3.º	IES San Matías, Tenerife	Geografía e Historia
ESO	4.º	IES Santa Lucía, Gran Canaria	Geografía e Historia
ESO	4.º	IES Nicolás Estévez, Tenerife	Geografía e Historia
PFAE	1.º	Ayuntamiento Candelaria, Tenerife	Interpretación y educación ambiental
Bachillerato	2.º	IES Cruz Santa, Tenerife	Geografía
Bachillerato	2.º	IES Alonso Pérez Díaz, La Palma	Geografía
Bachillerato	2.º	IES Adeje, Tenerife	Geografía
Bachillerato	2.º	IES La Victoria, Tenerife	Geografía
FP	1.º	CIP adscrito IES Laboral, Tenerife	Destinos Turísticos y Recursos Turísticos
Grado	4.º	Universidad de La Laguna, Tenerife	Geografía y Ordenación del Territorio
Grado	2.º	Universidad de La Laguna	Turismo
Grado	4.º	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	Geografía y Ordenación del Territorio
Grado	4.º	Universidad de Castilla-La Mancha	Geografía, Desarrollo Territorial y Sostenibilidad
Posgrado	1.º	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	Rutas Patrimoniales y Ordenación del Patrimonio Natural y Cultural

Fuente: elaboración propia.

volcánico—, fisuras efusivas, túmulos, lavas de resalida, *shatter rings*, *scutulums*, etc.) y avalanchas de escombros asociadas al colapso parcial del edificio volcánico principal. Sin embargo, las formas y procesos de erosión y acumulación también están presentes con la formación de pequeños barrancos, acantilados, taludes, flujos de detritos o *debris flows*, dunas y playas (Alonso et al., 2023; Ferrer et al., 2023b). A todas estas morfologías hay que añadir las formas asociadas al encuentro de los flujos de lava con las construcciones humanas y que son, en este sentido, muy novedosas (Fig. 3). Entre ellas destacan las cascadas de lavas asociadas a muros de cultivos (Fig. 3A) o a estanques de agua para el riesgo (Fig. 3B), infraestructuras de todo tipo enterradas en lavas (Fig. 3C), acumulaciones de cenizas en fondo de estanques con potencias de más de 40 cm y que aparecen formando polígonos de “desección” (Fig. 3D), micromorfologías lávicas o tecnofósiles asociadas a vallados (Fig. 3E), moldes de puertas y muros de jardines (Fig. 3F y G), vidrios fundidos e integrados en lavas (Fig. 3H), contenedores que de manera errática fueron transportados y voleados por las lavas (Fig. 3I), moldes de neumáticos, etcétera.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro I muestra los niveles, el curso, el centro educativo y las áreas, módulos y asignaturas en la que se impartieron talleres, charlas y clases en el aula y en el campo cuyo contenido fue alguno de los aspectos geográficos que se habían investigado en el VT y asociados con las competencias de cada uno de esos niveles. En este sentido, para los ciclos de infantil se llevó a cabo un taller de volcanes relacionado con la competencia 3 de reconocer elementos y fenómenos de la naturaleza, mostrando interés por los hábitos que inciden sobre ella, para apreciar la importancia del uso sostenible, el cuidado y la conservación del entorno en la vida de las personas. Durante el taller se explicó qué es un volcán, las partes que lo constituyen y qué importancia tienen en los paisajes de Canarias tomando como ejemplo el VT. Igualmente, se llevaron a cabo varios experimentos y juegos en el aula de cómo funciona un volcán y se mostraron diferentes materiales eruptivos (ceniza, lapilli, bombas, escorias, lavas *pāhoehoe* y ‘A‘ā, etc.) para que el alumnado reconociera diferentes elementos volcánicos y tuviera una experiencia sen-





FIG. 4. El volcán como recurso educativo para la geografía. **A:** taller de volcanes para alumnado de infantil del colegio Nazaret; **B:** charla sobre el origen de los volcanes para 4.º de primaria del colegio Nazaret; **C:** charla sobre los volcanes de Canarias para 4.º de la ESO del IES Nicolás Estévez Borges; **D:** salida de campo del PFAE de Candelaria; **E:** charla sobre paisajes volcánicos para 2.º de bachillerato del IES La Victoria; **F:** salida de campo con alumnado del grado de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; **G:** salida de campo con alumnado del grado de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de La Laguna en La Palma; **H:** profesorado de geografía de diversas universidades españolas en las XXXVI Jornadas de Campo de Geografía Física en La Palma; **I:** alumnado del curso sobre Geoturismo en El Paso, La Palma. Imágenes propias.

sorial sobre el fenómeno eruptivo y la importancia de conservar su geodiversidad (Fig. 4A).

Para el curso de 4.º de primaria (Fig. 4B) se trabajaron en el aula las competencias específicas cinco y seis. La primera consiste en identificar las características de los diferentes elementos o sistemas del medio natural, social y cultural, analizando su organización y propiedades y estableciendo relaciones entre los mismos, para reconocer el valor del patrimonio cultural y natural, conservarlo, mejorarlo y emprender acciones para su uso respon-

sable. Por su parte, la competencia específica seis trata de identificar las causas y consecuencias de la intervención humana en el entorno, desde los puntos de vista social, económico, cultural, tecnológico y ambiental, para mejorar la capacidad de afrontar problemas, buscar soluciones y actuar de manera individual y cooperativa en su resolución, y para poner en práctica estilos de vida sostenibles y consecuentes con el respeto, el cuidado y la protección de las personas y del planeta. Para la consecución de ambas competencias la charla se orientó en explicar



el tipo de erupciones relacionadas con la tectónica de placas, la distribución espacial del volcanismo y los principales elementos, formas y procesos que se identifican tras una erupción volcánica y cómo estos forman parte del patrimonio natural, pero también cultural de Canarias al calar en la idiosincrasia de los isleños. Asociado con la competencia seis, en la segunda parte de la charla se trataron los peligros y el riesgo que supone convivir en zonas volcánicas activas y se trabajó en el caso específico del VT y la ordenación territorial en el valle de Aridane en la isla de La Palma tanto previo a la erupción como una vez finalizada esta y cuáles son las propuestas que se van a implementar. En la segunda parte de la charla fue el alumnado, a partir de la proyección de imágenes y vídeos, el que hizo una valoración de los problemas que causó el VT sobre la población y sus bienes y se les pidió que entre todos trabajaran en algunas soluciones que pasaron desde convertir todo el espacio afectado como espacio natural hasta las de la reconstrucción *in situ* de los equipamientos e infraestructuras.

Para 3.º y 4.º de la ESO (Fig. 4C) se trabajó la competencia específica cuatro de identificar y analizar los elementos del paisaje y su articulación en sistemas complejos naturales, rurales y urbanos, así como su evolución en el tiempo, interpretando las causas de las transformaciones y valorando el grado de equilibrio existente en los distintos ecosistemas, para promover su conservación, mejora y uso sostenible. Para ello las diferentes charlas tuvieron como objetivo, a partir del ejemplo del VT, trabajar el problema de la escala temporal del volcanismo frente a otros fenómenos geológicos, identificar los elementos y geoformas generadas tras el evento eruptivo, valorar la evolución de este paisaje volcánico y su integración temporal y espacial en una morfoestructura más compleja (Cumbre Vieja) y cómo se está trabajando la conservación de todo este patrimonio natural y cultural una vez que cesó la erupción en diciembre de 2021 a partir del inventario de su geodiversidad y la valoración de su geopatrimonio para diseñar geoitinerarios (Dóniz-Páez et al., 2024a, 2024b). En la segunda parte de la charla el papel protagonista lo tuvo el alumnado al que se les pidió que, en grupo y una vez explicados los dife-

rentes espacios naturales protegidos de Canarias, hicieran propuestas de cómo conservaría el diverso patrimonio natural y cultural generado directa e indirectamente por el paroxismo eruptivo. Para ello las principales propuestas fueron la creación de monumentos naturales y reservas naturales.

En el caso del PFAE, se llevaron a cabo varias actividades en aula y en campo vinculadas con los objetivos de la interpretación del patrimonio y la educación ambiental entre las que la creación de itinerarios interpretativos era una de las que se impartían en ese módulo (Fig. 4D). En este sentido, durante la salida de campo a la Reserva Natural Especial del Chinyero el alumnado del PFAE, a partir de paradas previas descritas (Beltrán-Yanes et al., 2020), aplicó varios de los principios de la interpretación de Tilden (Ham, 1992) en cada una de ellas.

En 2.º de bachillerato se trabajaron las competencias específicas dos y cuatro (Fig. 4E). La primera se basa en comprender la complejidad del espacio geográfico mediante la interpretación de fuentes de información visuales para apreciar la riqueza de los paisajes naturales y humanizados y valorar la sostenibilidad como principio de las relaciones entre ecosistemas naturales y acción humana. Para ello las clases que se impartieron trataron de poner de manifiesto la diversidad y complejidad de los formas y procesos volcánicos del VT a partir de las fotografías, los vuelos de dron y los vídeos obtenidos durante el paroxismo eruptivo. Se trata de recursos didácticos muy llamativos para el alumnado al ser todos visuales y tomados muchos de ellos durante la propia erupción, lo que permitió realizar incluso una visita virtual por el volcán a través de la proyección de estos recursos. En relación con la competencia específica 3 de analizar la diversidad natural de España y su singularidad geográfica dentro de Europa, a través de la comparación de características comunes y específicas del relieve, el clima, la hidrografía, la biodiversidad y para reflexionar sobre la percepción del espacio; las charlas abordaban una segunda parte en la que además de los aspectos geomorfológicos de VT se trabajaron cuestiones biogeográficas, climáticas e hidrográficas insistiendo en la particularidad del hábitat volcánico de interés comunitario en el con-

junto de España y de Europa (Beltrán-Yanes y Dóniz-Páez, 2009).

En la formación profesional la competencia que se trabajó fue la de analizar el mercado turístico para conocer las necesidades de los consumidores, las estrategias de los competidores y la evolución del sector, con objeto de encontrar oportunidades de negocio. En este sentido, las clases impartidas en los dos módulos estuvieron asociadas con exponer las oportunidades de negocio del VT vinculado con el geoturismo como modalidad de ocio emergente.

Para el alumnado de los grados de Geografía y Ordenación del Territorio de las universidades de Las Palmas de Gran Canaria, La Laguna y el grado en Geografía, Desarrollo Territorial y Sostenibilidad de Castilla-La Mancha (Fig. 4F y G) la actividad formativa consistió en salidas de campo en la isla de La Palma y al VT y el número de competencias que se trabajaron fueron muchas y que están recogidas dentro de cada una de las titulaciones mencionadas. Dado que la innovación didáctica se ha convertido en una práctica habitual en las universidades, las herramientas aplicadas fomentaron escenarios educativos que iban más allá de la mera transmisión de conocimiento hacia contextos de enseñanza-aprendizaje activos en donde se otorga más protagonismo al trabajo autónomo y autogestionado del alumnado (Dóniz-Páez, 2021; Rodríguez Rodríguez y Parreño-Castellano, 2023). En este caso, se plantearon tres etapas diferentes: en el aula antes de salir al campo, durante la salida de campo y con posterioridad a esta (Dóniz-Páez y Pérez-Chacón, 2023). En líneas generales, a lo largo de la primera etapa el alumnado desarrolló un papel más de búsqueda de información que trabajaron en diferentes asignaturas con su profesorado. La segunda etapa fue de comprobación en el terreno y pudieron trabajar múltiples aspectos propios de la ciencia geográfica, y en la tercera, de proposición, vinculada con la ordenación territorial de los usos en relación con el patrimonio natural y cultural de la zona estudiada y visitada. En este sentido, nuestro trabajo se centró en la segunda etapa en donde la salida de campo se ha mostrado como una herramienta didáctica de primer orden para que el alumnado pueda valorar *in situ* la diversidad geográfica del territorio (Dóniz-Páez, 2015; Álvarez-Piñeros et al., 2016; Fernández-Portela, 2017; García-Martín et al., 2019; Garrido-Clavero et al., 2020; Correa et al., 2024);

aunque no fuimos ajenos a lo que trabajaron en el aula en la primera y la segunda etapa. En el caso del alumnado del grado en Turismo, las charlas se centraron en dos aspectos geográficos fundamentales. Por un lado, en el inventario del patrimonio natural y cultural de interés turístico asociado con el VT antes, durante y después de la erupción y, por otro, en crear nuevos productos de interés para el geoturismo (Dóniz-Páez et al., 2024a, 2024b). Ambas temáticas están recogidas en el temario, las competencias y resultados de aprendizaje de la guía docente de la asignatura del Interpretación del Patrimonio Geográfico.

Para el alumnado de posgrado del máster universitario de Patrimonio Histórico, Cultural y Natural de Las Palmas de Gran Canaria, las clases que se impartieron a lo largo de cuatro cursos académicos estaban dentro del itinerario en patrimonio natural y territorial y con las asignaturas optativas de Ordenación y Gestión Turística del Patrimonio Natural y Rural y el taller de Rutas Patrimoniales en Espacios Naturales y Rurales. Por esta razón, en las clases impartidas se hizo especial hincapié en el papel del patrimonio natural y cultural asociado al VT y en las diferentes metodologías de valoración del geopatrimonio como recurso para diseñar rutas patrimoniales tanto en espacios naturales como urbanos (Dóniz-Páez et al., 2024a). En este caso el alumnado, a partir de una ficha de inventario previamente diseñada para la investigación, identificó varios recursos patrimoniales naturales y culturales y analizaron su potencial para diseñar rutas patrimoniales.

Finalmente, relacionado más con la transferencia del conocimiento a partir de las investigaciones científicas al profesorado universitario y al público en general, la experiencia se centró en varias charlas cuya temática general fue mostrar la diversidad del geopatrimonio y su interés para el geoturismo del VT y salidas de campo para mostrar la geografía del volcán desde una perspectiva holística, pero con especial interés en las posibilidades geoturísticas del VT de cara a la formación de guías de turismo activo o a visitantes interesados en el volcán (Figs. 4H e I).

El interés de los volcanes para la enseñanza en general está relacionado con el papel fundamental que desempeñan para las sociedades que conviven con ellos. Tal es así que se estima que existen >1500 volcanes activos (Brown et al., 2017) y que en torno a mil millones de personas viven en zonas volcánicas activas con riesgo futuro de erupciones (Freire et al., 2019), frente a los 300-500 millones de hace más de dos décadas (Tanguy et al., 1998). Además, en torno a 800 millones viven a menos de 100 km de volcanes activos y unos 30 millones a menos de 10 km (Brown et al., 2015). Por lo tanto, a pesar de la amenaza que implica vivir en territorios con volcanismo activo, es evidente que también aportan beneficios socioeconómicos. En este sentido, cabe preguntarse cuáles son las razones para que un volumen tan importante de población se instale en zonas volcánicas activas. Entre los diferentes recursos que los volcanes nos ofrecen se encuentran la energía geotérmica, los materiales para la construcción, los suelos para la agricultura, el turismo, la ciencia, la educación, el patrimonio intangible, etcétera (Sigurdsson, 2015). Esta diversidad de recursos socioeconómicos es lo que justifica el interés de los paisajes volcánicos para la sociedad; en definitiva, lo que se llama los “usos” del volcán.

Por lo tanto, está más que justificado el estudio de los espacios volcánicos y, dado el carácter multidisciplinar de la ciencia volcanológica, el interés que despierta para la investigación y la enseñanza de, entre otras, la geografía. Un ejemplo claro de ello ha sido la reciente erupción del VT en La Palma, en donde los diferentes estudios geográficos han puesto de manifiesto las repercusiones didácticas y de transferencia del conocimiento de este evento eruptivo.

Ahora bien, a partir de todo lo expuesto sobre el interés de las erupciones para la docencia de la geografía se podría resumir que los recursos didácticos del VT están asociados con la observación de la erupción en directo o partir de vídeos y fotografías, con el nuevo paisaje creado, con los efectos y las consecuencias territoriales sobre el patrimonio natural y cultural previo al paroxismo por gases, piroclastos y lavas y con sus oportunidades una vez que finalizó la erupción.

#### IV. CONCLUSIONES

Los paisajes volcánicos han despertado el interés de muchas disciplinas de estudio dado el carácter multidisciplinar de la ciencia volcanológica. En ella la geografía tiene un papel destacado debido a las rotundas repercusiones espaciales de una erupción y que el territorio es el objeto de estudio geográfico. Por este motivo, una erupción volcánica y todo lo que conlleva ofrece una amplia gama de oportunidades para la docencia y el aprendizaje teórico y práctico de la geografía en los diferentes niveles educativos (infantil, primaria, secundaria, grado y posgrado). Estos recursos didácticos están acordes con las áreas, las competencias, los conocimientos y las asignaturas que abarca la propia ciencia geográfica en distintos niveles y contextos educativos y que pueden implementarse sin problemas. Además, todo este tipo de actividades está relacionado con los 4 ejes y los 16 principios de la Carta de la Tierra, pero con especial relevancia con el eje I de respeto y cuidado de la comunidad de vida y con el II de integridad ecológica y con los principios 1, 4, 5, 6, 7 y 8. En este trabajo se ha puesto de manifiesto el papel didáctico que un volcán puede desempeñar en el aula y en el campo para la enseñanza de la geografía. Para ello se han tomado como ejemplo las investigaciones científicas de carácter geográfico de la erupción del volcán Tajogaite en la isla de La Palma y se han aplicado tanto en el contexto educativo como en el de transferencia del conocimiento. El carácter innovador de este recurso didáctico en las clases teórico-prácticas en el aula y en el campo está relacionado con el propio fenómeno eruptivo y la creación de recursos audiovisuales de primera mano, pero también con un enfoque en donde el alumnado sea el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje a través de diferentes metodologías didácticas como la gamificación para los niveles de infantil y primaria o la investigación y la resolución de problemas para secundaria, grado y posgrado. En todos ellos la premisa es que el estudiantado se convierta en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva autogestionada, autónoma e innovadora.



## AGREDECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por el proyecto MAC2/4.6c/298 (VOLTURMA-Fortalecimiento del volcánico turismo en la Macaronesia) cofinanciado por el Programa de Cooperación INTERREG V-A (Madeira-Azores-Canarias) 2014-2020.

## REFERENCIAS

- Alonso, I., Santana-Sarmiento, F., Andrés-Araujo, F., Casamayor, M., Montoya-Montes, I., Brenes, A., Herrera, R. y Sánchez-García, M. (2023). Morphosedimentary characteristics and formation mechanisms of new beaches generated after the Tajogaite volcano eruption of 2021 (La Palma, Spain). *Marine Geology*, 462. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2023.107099>
- Álvarez-Piñeros, D., Vásquez, W. F. y Rodríguez-Pizzinato, L. A. (2016). La salida de campo, una posibilidad en la formación inicial docente. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 31, 61-77. <https://doi.org/10.7203/dces.31.8431>
- Beltrán-Yanes, E. y Dóniz-Páez, J. (2009). 8320, campos de lava y excavaciones naturales. En VV. AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España* (pp. 1-124). Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Beltrán-Yanes, E., Dóniz-Páez, J. y Esquivel-Sigut, I. (2020). Chinyero Volcanic Landscape Trail (Canary Islands, Spain): A Geotourism Proposal to Identify Natural and Cultural Heritage in Volcanic Areas. *Geosciences*, 10(11), 453. <https://doi.org/10.3390/geosciences10110453>
- Benadonna, C., Pistolesi, M., Biass, S., Voloschina, M., Romero, J., Coppola, D., Romero, J., Coppola, D., Folch, A., D'Auria, L., Martín-Lorenzo, A., Domínguez, L., Pastores, C., Reyes, M. y Rodríguez, F. (2022). Physical characterization of long-lasting hybrid eruptions: the 2021 Tajogaite eruption of Cumbre Vieja (La Palma, Canary Islands). *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 127(11), <https://doi.org/10.1029/2022JB025302>
- Bovet, M. T., Pena, R. y Ribas, J. (2004). El paisaje como recurso educativo en el marco de la educación para la participación. *Didáctica Geográfica*, 6, 33-48. <https://didacticageografica.age-geografia.es/ojs/index.php/didacticageografica/article/view/178/169>
- Brown, S. K., Auker, M. R. y Sparks, R. S. J. (2015). Populations around Holocene volcanoes and development of a Population Exposure Index. En S. C. Loughlin, S. Sparks, S. K. Brown, S. F. Jenkins y C. Vye-Brown (eds.). *Global volcanic hazards and risk* (pp. 223-232). Cambridge University Press.
- Brown, S. K., Jenkins, S., Sparks, R. S. J., Odbert, H. y Auker, M. R. (2017). Volcanic fatalities database: analysis of volcanic threat with distance and victim classification. *Journal of Applied Volcanology*, 6, 15. <https://appliedvolc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13617-017-0067-4>
- Bueno Gómez, N. y Beato Bergua, S. (2024). Inter-cultural and Deliberative Disaster Ethics in Volcanic Eruptions. *Philosophies*, 9(3), 69. <https://doi.org/10.3390/philosophies9030069>
- Cívico, R., Ricci, T., Scarlato, P., Taddeucci, J., Andronico, D., Del Bello, E., D'Auria, L., Hernández, P. A., Pérez, N. M., Asensio-Ramos, M., Barrancos, J., Calvo, D., Martínez van Dorth, D., Padrón, E., Álvarez, A. y Doglioni, C. (2022). 2021 Cumbre Vieja volcano eruption (La Palma, Spain). OpenTopography. <https://doi.org/10.5069/G96971S8>
- Correa González, J., López Díez, A., y Díaz Pacheco, J. S. (2024). Enseñar geografía en el siglo XXI: del aula al territorio. *Espacio Tiempo y Forma. Serie VI, Geografía*, 17, 123-143. <https://doi.org/10.5944/etfvi.17.2024.39779>
- Dóniz-Páez, J. (2015). La salida de campo geográfica como metodología docente: geoturismo en volcanes de Tenerife (Islas Canarias, España). En J. Alonso Hernández, D. de la Cruz Sánchez Rodríguez y C. Travieso González (eds.), *II Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC* (pp. 51-55). ULPGC.

- Dóniz-Páez, J. (2021). Geoturismo en geoparques americanos como herramienta de innovación docente en asignaturas de planificación y gestión territorial de destinos turísticos. En VV. AA. (comps.), *Innovación docente e investigación en arte y humanidades: nuevos enfoques en la metodología docente* (pp. 837-845). Dykinson, S. L.
- Dóniz-Páez, J. y Pérez-Chacón Espino, E. (2023). La geografía de La Palma como recurso didáctico. En C. Romero y E. Pérez-Chacón (eds.), *Geografía de la isla de La Palma. Guía de campo para interpretar sus paisajes* (pp. 64-69). AGE, ULL y ULPGC.
- Dóniz-Páez, J., Becerra-Ramírez, R., Németh, K., Gosálvez, R. U. y Escobar, E. (2024a). Geomorfositos de interés geoturístico del volcán monogenético Tajogaite, erupción de 2021 (La Palma, Islas Canarias, España). *Geofísica Internacional*, 63(1), 729-746. <https://doi.org/10.22201/igef.2954436xe.2024.63.1.1731>
- Dóniz-Páez, J., Pérez, N. Becerra-Ramírez, R. y Hernández, W. (2024b). Geotourism on an active volcanic island (La Palma, Canary Islands, Spain). *Miscellanea Geographica-Regional Studies on Development*, 28(2), 47-53. <https://doi.org/10.2478/mgrsd-2023-0032>
- Fernández-Portela, J. (2017). La salida de campo como recurso didáctico para conocer el espacio geográfico: el caso de la ciudad de Valladolid y Soria. *Didáctica Geográfica*, 18, 91-109.
- Ferrer-Valero, N., Marrero-Rodríguez, N., San Romualdo-Collado, A., Vegas, J. y García-Romero, L. (2023a). Early morphodynamics of the sudden formation of beaches during the 2021 volcanic eruption of La Palma. *Geomorphology*, 436. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2023.108779>
- Ferrer-Valero, N., Vegas, J., Galindo I. y Lozano, G. (2023b). A geoheritage valuation to prevent environmental degradation of a new volcanic landscape in the Canary Islands. *Land Degradation Development*, 34, 2494-2507. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ldr.4623>
- Freire, S., Florczyk, A., Pesaresi, M. y Sliuzas, R. (2019). An improved global analysis of population distribution in proximity to active volcanoes, 1975-2015. *International Journal of Geo-Information*, 8, 341. <https://www.mdpi.com/2220-9964/8/8/341>
- García-Martín, M., Villar, A., Fraile, P., Sánchez-Carnero, N. y Márquez, J. (2019). Se hace geografía al andar: la salida de campo itinerante y senderista. *Didáctica Geográfica*, 19, 103-125. <https://didacticageografica.age-geografia.es/ojs/index.php/didacticageografica/article/view/418>
- Garrido-Clavero, J., Sánchez del Árbol, M. Á. y Fernández-Adarve, G. J. (2020). Didáctica de las salidas de campo de geografía en las distintas etapas educativas: primaria, secundaria, grado, postgrado, formación abierta y profesional. *Reidocrea*, 9, 155-172. <https://doi.org/10.30827/Digibug.66368>
- Goded Merino, A., González Pérez, S., Rodríguez de Vera, C. y Eff-Darwich Peña, A. (2023). Volcanologists for a day: an experience with Canarian students. *Proceedings*, 87(1), 29. <https://www.mdpi.com/2504-3900/87/1/29>
- Ham, S. H. (1992). *Interpretación ambiental, una guía práctica para personas con grandes ideas y presupuestos pequeños*. North American Press.
- Martí, J., Becerril, L. y Rodríguez, A. (2022). How long-term hazard assessment may help to anticipate volcanic eruptions: The case of La Palma eruption 2021 (Canary Islands). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 431, 107669. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2022.107669>
- Martínez Fernández, L. y Molina de la Torre, I. (2016). Docencia e investigación a través del análisis y la fotointerpretación del territorio. Los paisajes del Guadarrama (Segovia). *Ería*, 98, 309-326. <https://doi.org/10.17811/er.98.2015.309-326>
- Olcina Cantos, J. (2022). Paisajes de riesgo. Aspectos conceptuales, potencialidad didáctica en el aula y utilidad práctica en la planificación territorial. *Ería*, 42(2), 173-185. <https://doi.org/10.17811/er.42.2022.173-185>
- Rodríguez Rodríguez, M. A., y Parreño-Castellano, J. M. (2023). Aprendizaje activo en el aula universitaria actual: una experiencia de aprender haciendo. *Didáctica Geográfica*, 24, 39-61. [https://www.researchgate.net/publication/368559388\\_](https://www.researchgate.net/publication/368559388_)

- [Aprendizaje activo en el aula universitaria actual una experiencia de aprender haciendo](#)
- Romero, J. E., Burton, M., Cáceres, F., Taddeucci, J., Civico, R., Ricci, T. y Perez, N. (2022). The initial phase of the 2021 Cumbre Vieja ridge eruption (Canary Islands): Products and dynamics controlling edifice growth and collapse. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 431, 107642. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2022.107642>
- Santa-Cecilia Mateos, F. J., García de la Vega, A., y Martín Moreno, R. (2021). La erupción del volcán Cumbre Vieja en la isla de La Palma (2021). El enfoque educativo de un volcán urbano. *Didácticas Específicas*, 25, 7-31. <https://doi.org/10.15366/didacticas2021.25.001>
- Santiago, J. A. (2017). La enseñanza de la geografía en su práctica escolar cotidiana y el desafío de su innovación. Perspectivas. *Revista de Historia, Geografía, Arte y Cultura*, 5(9), 31-48. <https://perspectivas.unermb.web.ve/index.php/Perspectivas/article/view/211>
- Sigurdsson, H. (ed.) (2015). *The encyclopedia of volcanoes*. San Diego: Academic press.
- Sigurdsson, H. y Lopes, R. (2000). Volcanoes and Tourism. En H. Sigurdsson (ed.), *Encyclopedia of volcanoes* (pp. 1283-1299). Academic Press. [https://web.english.upenn.edu/~cavitch/pdf-library/Erfurt\\_Cooper\\_et\\_al\\_Volcanoes\\_and\\_Tourism.pdf](https://web.english.upenn.edu/~cavitch/pdf-library/Erfurt_Cooper_et_al_Volcanoes_and_Tourism.pdf)
- Taddeucci, J., Scarlato, P., Andronico, D., Ricci, T., Civico, R., Del Bello, E., Spina, L., D'Aruia, L., Asensio-Ramos, M., Calvo, D., Padrón, E., Hernández, P. y Pérez, N. (2023). The explosive activity of the 2021 Tajogaite eruption (La Palma, Canary Islands, Spain). *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 24. <https://doi.org/10.1029/2023GC010946>
- Tanguy, J., Ribière, C., Scarth, A. y Tjetjep, W. (1998). Victims from volcanic eruptions: a revised database. *Bulletin of Volcanology*, 60, 137-144. <https://link.springer.com/article/10.1007/s004450050222>