

## INTRODUCCIÓN A UN CURSO DE GEOLOGÍA: RELATO DE UN VIAJE

### *Introduction to a Geology course: report of a journey*

Margarita Matas (\*)

#### **RESUMEN:**

*El relato de un viaje naturalista, como introducción a un curso de Geología, es el punto de partida para presentar a los alumnos toda una serie de conceptos geológicos complejos que se desarrollarán más tarde con mayor profundidad y amplitud. También se persigue el objetivo de motivar y despertar el interés por la materia al contemplar unos paisajes que se pueden interpretar desde distintos puntos de vista.*

#### **ABSTRACT:**

*As an introduction to a Geology course, the account of a naturalistic journey is used as a starting point to introduce students to a series of complex geological concepts, which will be later developed more deeply in greater detail. A second aim would be to arouse interest in students and motivate them through the observation of landscapes which can be interpreted in different ways.*

**Palabras clave:** *Punto caliente, Rift, Sistema volcánico.*

**Keywords:** *Hot spot, Rift, Volcanic formation.*

#### **COMENTARIO**

La expedición naturalista por Islandia organizada por la AEPECT el pasado mes de Julio de 1996 resultó un éxito en todos los sentidos, pero debo añadir que los biólogos/as, que aprendemos a enseñar Geología, tuvimos una excelente ocasión de consolidar y ampliar nuestros conocimientos y también de reflexionar sobre la didáctica de esta materia. Resultó muy interesante observar y comprender sobre el terreno un sin fin de estructuras y fenómenos geológicos, hartos definidos e imaginados en clase, y sin embargo tan sorprendentes y auténticos en la realidad. Tal vez por ello se me ocurrió que contar este viaje a los alumnos, a modo de introducción de curso, podría ser útil para darles una visión global de la geología de un país y para introducir una serie de términos y conceptos geológicos complejos (subrayados en el texto), presentados de una forma sencilla y amena; y sobre todo me pareció más interesante que la mera recitación de un temario.

Con ayuda de unas cuantas diapositivas y de las notas tomadas en ruta y con el ánimo de contar esta bonita experiencia, empecé mis primeras clases de Geología. Me propuse, dando un cierto matiz aventurero al viaje, despertar la curiosidad por un país desconocido y por unos paisajes espléndidos, no sólo desde el punto de vista geológico y biológico, sino también desde otros puntos de mira como el estético o el histórico y social, e incluso el anecdótico, tan importantes como los primeros, a mi modo de ver, para suscitar el interés de los alumnos.

No sé si llamar suerte a la activación del volcán Grímsvötn a finales del mes de Septiembre, pero

fue una noticia muy oportuna. Los alumnos, sin hacerles ninguna propuesta, empezaron a preguntar y a interesarse por la erupción bajo el glaciar Vatna.

#### **EL HIELO Y EL FUEGO**

Comenzamos nuestro viaje en el aula alrededor de este enorme *casquete glaciar*, el más grande de Islandia, con 8300 km<sup>2</sup> de extensión y espesores de hielo de 600 a 1000 m. El gigantesco campo de hielo, situado sobre una de las zonas volcánicas activas de Islandia, oculta cuatro volcanes y una caldera. Uno de estos volcanes, el Grímsvötn, ha presentado actividad durante siglos, produciendo erupciones cada 10-20 años, y en la actualidad es el volcán más activo de la isla. Los episodios eruptivos han provocado la fusión de enormes masas de hielo. Las inundaciones y corrientes de agua producidas arrastraron *materiales volcánicos* y *morrénicos*, formándose un extenso *Sandur*, que se prolonga hasta el mar y ha hecho crecer en varios kilómetros la costa sur-sudeste.

**El Vatnajökull** (glaciar del lago) y la mayoría de los glaciares importantes se encuentran en las zonas central y sudeste de la isla, donde abundan las precipitaciones. Son glaciares en retroceso con lenguas que avanzan y se funden originando depósitos *morrénicos*, *ríos de deshielo* y *lagos con Icebergs*, como el lago **Jökulsárlón**.

#### **UN PAÍS SOLITARIO**

Islandia es una isla de 103.000 km<sup>2</sup> de extensión, situada en el Atlántico (60°-67° de latitud Nor-

(\*) Departamento Ciencias de la Naturaleza. I. B. San Juan Bautista. C/ San Nemesio S/N. 28 0 43 Madrid

te). Un 11% de suelo islandés está cubierto de glaciares y un 9% de lava. La zona central de la isla, de norte a sur, tiene una altitud de 600-900 m, y es donde se localiza la mayoría de los sistemas volcánicos. En esta zona el paisaje lo forman *desiertos fríos de piedra*, originados por una intensa *meteorización y erosión*, y relieves volcánicos.

La población actual es de 265.000 habitantes, de los cuales 110.000 viven en Reykjavík y el resto en las pocas ciudades de la isla.

El clima islandés favorece el deshielo; es un clima de tipo oceánico y está en la frontera entre un clima templado y ártico. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 3°C y 5°C en las zonas bajas, y bajo cero en las zonas altas. Estas condiciones climáticas no favorecen el desarrollo vegetal. Sólo el 25% del país está cubierto de vegetación, que se concentra en las regiones bajas y en los valles; crecen esencialmente musgos y plantas herbáceas bien adaptadas. El bosque representa el 1%, y es un bosque bajo, principalmente de abedules.

## RÍOS Y CASCADAS

En Islandia abundan los ríos, que son de tres tipos: los tranquilos procedentes de manantiales, los impetuosos resultantes de la unión de arroyos y riachuelos y los turbios formados por deshielo. Uno de los ríos más largos es el **Jökulsá á Fjöllum** (de deshielo), que desemboca en el Océano Glaciar Ártico dando lugar a un enorme *delta*. Los ríos fluyen por *barrancos* y originan hermosas cascadas (en islandés Foss), como por ejemplo:

**Svartifoss**, delgado chorro de agua que se precipita por una pared gruesa y rota de basalto columnar. El agua procede del Vatnajökull y se encuentra en el parque natural de Skaftafell, donde crecen sobre todo abedules y una planta umbelífera “*Angélica arcángélica*”, de la que obtienen los islandeses un aguardiente fuerte llamado “*Muerte negra*”, que beben en las noches largas y frías de invierno.

**Aldeyjarfoss**, cerca del lago Myvatn. Lo más interesante, las paredes del valle del río donde se ven: *pillow-lavas*, *escorias volcánicas*, y *basaltos con disyunción columnar y disyunción en rosetas*, consecuencia de una diferente velocidad de enfriamiento de la lava. Estos basaltos proceden de una erupción (de Askja), hace 5000-6000 años.

**Godafoss**, “cascada de los dioses”. En la zona norte del país. El agua se precipita por *escarpes de falla escalonados* y se pierde en un profundo barranco.

**Gulfoss**, “cascada de oro”. **Dettifoss**, casi una catarata.

## LA DORSAL EMERGIDA

Seguimos nuestro viaje en **Nesjavellir**, es decir en la central geotérmica situada exactamente en una *fosa tectónica del Rift*, al sudoeste del país. Con una vista aérea de la fosa y del lago Dingvallavatn, comentamos en la clase *el concepto de Rift y dorsal*

*oceánica, su significado tectónico y el porqué de encontrarse en superficie en medio del Atlántico*. La central geotérmica en la zona resultó un buen ejemplo para hablar del posible aprovechamiento de la energía terrestre.

La técnica de la central consiste en poner en contacto el agua fría del lago con el vapor de agua, que sale de las zonas donde perforan, a temperaturas que oscilan entre 100°C y 600°C. El agua calentada a 84°C se bombea hacia Reykjavík y otros siete municipios de los alrededores a razón de 500 litros por segundo y en un trayecto de 27 km solo pierde 4°C. El único inconveniente es que el agua huele un poco mal, pero el azufre que contiene evita los depósitos minerales en el complejo entramado de tuberías.

Hagamos un poco de **historia**: Islandia se formó hace 15-20 millones de años debido a un intenso y enérgico proceso volcánico, que se produjo y se sigue produciendo actualmente, al coincidir un *segmento de la dorsal* del Atlántico Norte y un *punto caliente*. El Rift de la dorsal divide a Islandia en dos partes y se alarga desde la península de Reykjanes en el sudoeste hasta la bahía de Oxarfjörður en el noreste. La zona del Rift está jalonada de *fracturas* y de numerosas estructuras volcánicas asociadas a las mismas formando *Sistemas Volcánicos*. En Islandia hay 30 sistemas volcánicos activos que abarcan largos trechos bien delimitados: unos en el Rift y otros en la zona volcánica del sur y en la península de Snæfellsnes. Las fracturas aparecen paralelas, en grupos, y con separaciones que dan lugar con frecuencia a la formación de *Grabens* y a la consiguiente extensión de la zona. La consecuencia de todo ello es que la isla crece (las ciudades situadas al oeste del país se separan de las del este unos cuantos cm. por año). Las rocas presentan edades diferentes: las más antiguas del Terciario, en las costas este y oeste, con edades entre 14 y 3 m. de a.; a continuación basaltos de 3 a 0.7 m. de a. (final del Terciario y principio del Cuaternario) y por último en la zona neovolcánica rocas de 0.7 a 0 m. de a. (Figura 1).

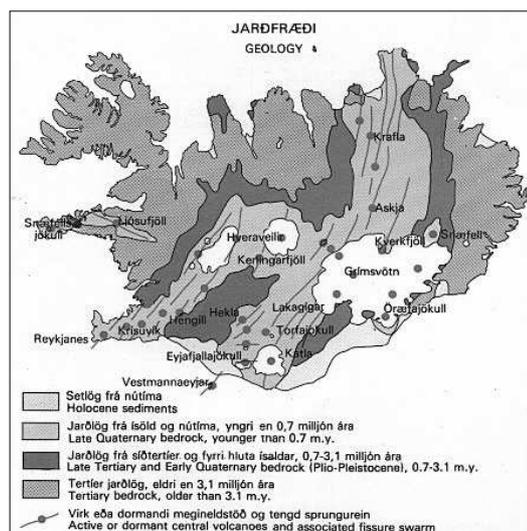


Figura nº 1 : Mapa geológico de Islandia (Internet).

En la zona volcánica del sur (también conocida como zona volcánica del este), se localiza el vulcanismo más reciente. Esta zona es un flanco del Rift y su existencia se explica por el actual emplazamiento del punto caliente. Aunque dicho flanco no comprende propiamente el Rift, el material eruptivo se parece cada vez más al de éste, lo que puede significar, que con el tiempo, el flanco volcánico podría llegar a convertirse en una zona de Rift, como si el flanco fuera un rift propagándose.

Así las cosas, resulta emocionante caminar entre los volcanes del punto caliente y pasear por el valle del Rift y por las *placas Norteamericana y Euroasiática*, en tan sólo unas pocas horas.

## ISLAS QUE NACEN

Para hacer un recorrido completo de la zona neovolcánica sur, nada mejor que subirse a un pequeño avión de hélice que te lleve a las islas **Vestmannaeyjar** (15 islas), pues son una prolongación del flanco volcánico en el mar, al sur de Islandia. Estas islas son muy recientes, tanto que la más antigua tiene unos 35.000 años y la más joven solamente 35.

En una mañana soleada y clara del mes de julio, los 81 viajeros y los tres guías del grupo aterrizamos en **Heimaey** (isla de la casa), la más grande de todas. Vestmannaeyjar es la única ciudad de la isla: pequeña, recién construida, limpiísima. Muy cerca, formando casi parte de la ciudad, se elevan, como vigías, dos conos volcánicos de *escorias*: el **Helgafell** y el **Eldfell**. La última erupción, la del **Elfell**, tuvo lugar en 1973, y las sucesivas coladas de lava que emitió hicieron crecer a la isla por un costado.

Una de las coladas amenazó el cierre de la bocana del puerto, pero algunos valientes isleños lograron detenerla arrojando agua con mangueras. El pueblo quedó prácticamente destruido, pero afortunadamente todos sus habitantes pudieron ser evacuados. Cuando cesaron las erupciones, la población volvió a instalarse. Los lugareños reconstruyeron con rapidez el pueblo y esparcieron semillas por los campos de escorias.

La erupción comenzó en una *fisura*, pero pronto se formó el cono volcánico que arrojó *lava*, *bombas* y *lapilli*. En la zona abundan hoy las *fumarolas*.

La lava enfriada y retorcida ha formado acantilados muy escarpados, que se pueden observar bien desde un barco habilitado a tal uso. En las oquedades de las rocas anidan multitud de aves, sobre todo frailecillos y fulmares. Cada año cazan los islandeses unos 100.000 frailecillos que luego consumen como plato típico.

## VOLCANES Y FISURAS

De nuevo en el sur de Islandia seguimos viaje a través de los sistemas volcánicos del flanco este del Rift:

**Hekla**, impresionante *estratovolcán* de 1491 m. de altitud. Constituye el centro de un sistema volcá-

nico situado en una zona lateral del flanco. Su origen es una cámara magmática situada a 8 km de profundidad. Las erupciones de este volcán han sido numerosas (20 desde la colonización de la isla), algunas de ellas muy explosivas.; la última en 1991. El volcán ha arrojado tefra (*piroclastos*) y lava de distinta naturaleza: ha habido emisiones de *Riolita*, *Dacita Basalto*, y de cenizas ricas en flúor.

**Landmannalaugar**, conjunto masivo de montañas volcánicas con una gran *caldera de colapso*, cerca de Hekla. Su formación comenzó bajo el hielo glaciar y la lava salió a través de una fisura, prolongación del Rift.

Subir a la cima de alguno de los volcanes requiere un poco de esfuerzo pero desde lo alto, como en un cuadro, se ven: montañas de color ocre y montañas negras, todas con manchas de nieve, bloques de piedra brillante, y un valle de fondo plano por el que fluyen y se anastomosan los brazos de un río. El color amarillo ocre es el de la *riolita*, el negro el del *basalto*, y el brillo, el propio de la *obsidiana*.

En una primera erupción se formaron las riolitas; más tarde, debido a una mezcla de magmas basálticos y riolíticos, aparecieron coladas mixtas de obsidiana, para terminar saliendo solo basalto. La última erupción tuvo lugar en 1480 y la zona sigue activa: hay *solfataras*, *fumarolas* y *aguas termales*.

Al bajar de las cumbres nada más reconfortante que un baño en las aguas termales. La sensación de meterse en una piscina natural humeante, cuando la Tª fuera del agua es de pocos grados sobre cero, resulta inolvidable, especialmente en las noches de verano que son un crepúsculo continuo.

**Lakagígar**, conjunto de 130 cráteres alineados, originados a partir de una fisura de 24 km. de longitud. Uno de los volcanes, el Laki, da nombre a la cadena. La erupción comenzó en 1783 y duró varios años; fue una de las catástrofes más grandes de la historia de Islandia. En 9 meses fueron arrojados 16 km<sup>3</sup> de lava, además de escorias, tefra (piroclastos), gases venenosos y cenizas. Tuvo efectos en todo el hemisferio norte; hubo alteraciones meteorológicas, la ceniza llegó a China, y en Europa se produjo la niebla azul que destruyó muchas cosechas (se cree que esto influyó en el desencadenamiento de la revolución francesa). En Islandia, entre 1783 y 1785, causó la muerte a unas 10.000 personas (1/5 de la población), desapareció un alto porcentaje de ganado, y el agua y los campos quedaron contaminados.

Se discute hoy día si Lakagígar pertenece al sistema volcánico de Grímsvötn (bajo el Vatnajökull) o se formó a partir de una cámara magmática situada bajo la fisura.

## CAMINO DEL NORTE

Bordeando el costado izquierdo de Vatnajökull nos adentramos en el desierto frío y deshabitado de la meseta central. El paisaje desolado de piedras y

volcanes amenazantes llega a producir desasosiego; ya los antiguos pobladores tuvieron que atravesarlo a pie, aterrorizados, y existen leyendas crueles y tristes de amor acontecidas en estos lugares. Nosotros, con ayuda de nuestra guía Svana, conseguimos vencer el miedo cantando una antigua canción islandesa compuesta para este fin:

“Paso el desierto frío yo solo,  
dejé las tierras del Norte,  
y ahora no tengo ninguna casa...”

Y seguimos avanzando hacia el norte, atravesando extensas zonas de *suelos con polígonos de piedras*, campos de *césped almohadillado* y llanuras terrosas con *rocas rotas por el frío* y *rocas estrías* por el hielo de las últimas glaciaciones.

## EL RIFT DEL NORTE

**Askja**, centro del sistema volcánico Dyngjufjöll. El sistema se extiende desde el margen norte de Vatnajökull hasta 100 km hacia el norte. Askja es un conjunto de volcanes formados como consecuencia de un proceso eruptivo largo. Además de los volcanes hay tres calderas, que ocupan una extensión de 45 km<sup>2</sup>. Una de ellas es muy antigua, la otra una gran caldera que se formó hace aproximadamente 10.000 años, y la más joven, formada hace poco más de un siglo, una pequeña caldera con un lago de 290 m de profundidad, que se hunde unos 10 cm por año.

La formación de las calderas, por hundimiento de una parte del complejo volcánico, tiene lugar poco a poco, o de repente, después de uno o varios episodios eruptivos. La última erupción tuvo lugar en 1961, y actualmente se observa que la temperatura de las aguas termales se está elevando, lo que puede interpretarse como una nueva reactivación de la zona.

Las montañas nevadas rodeando a las calderas también con de nieve, y el azul claro del cielo o el oscuro del agua, como contraste, hacen de Askja uno de los parajes más bellos de Islandia (Figura 2).

Nosotros, los viajeros, atravesamos caminando una de las calderas. Éramos como una hilera de color moviéndose en una inmensa explanada blanca, con las montañas siempre al fondo, lejos. Avanzábamos con dificultad hundiéndonos en la nieve blanda, pero no nos importó. El paisaje era tan im-



Figura nº 2 : Caldera de Askja

presionante y el aire tan puro que no notábamos el cansancio ni los pies mojados y fríos. Así llegamos al lago azul y profundo, el de la caldera pequeña.

**Lago Myvatn** : “Lago de los mosquitos”. Situado al nordeste del país, en la zona del Rift. Tiene una extensión de 32 km<sup>2</sup> y una profundidad de 4.5 m como máximo. Se originó en una erupción hace 3000 años, al taponar la lava el curso de un río. Una segunda erupción hace 2000 años le dio la forma actual.

El lago es una gran caldera con *pseudo-cráteres* formados en un proceso explosivo producido por vapor de agua : el borde del lago era una *turbera*, la lava cayó encima y la aplastó ; el agua de la turbera se transformó en vapor y empezó a salir ; cuando se agotó apareció lapilli y se formaron los pseudo-cráteres.

En el agua habitan gran cantidad de mosquitos, peces y aves, que forman una cadena trófica. Abundan las truchas y los patos : pato arlequín y porrón islandés. En el fondo del lago se acumula barro de Diatomeas que se extrae y utiliza para fabricar pinturas, pasta de dientes, etc.

El lugar es una zona turística, aunque los mosquitos resultan algo molestos. Es aconsejable ir provistos de mosquitera para protegerse la cara. Nosotros así lo hicimos, nos pusimos la mosquitera recién estrenada, y salimos a dar un paseo entre los pseudo-cráteres, pero los únicos que fallaron aquel día fueron los mosquitos.

**Krafla**, sistema volcánico, al nordeste del lago Myvatn. El centro del sistema es un conjunto de estructuras volcánicas de tobas y rocas ácidas con una caldera, en la que destacan el cráter de explosión Víti (1724) y las últimas formaciones volcánicas. El sistema está asociado a fracturas paralelas correspondientes al Graben que define la separación entre las dos placas tectónicas.

La historia de las erupciones de Krafla es larga y se caracterizan por ir acompañadas de episodios tectónicos. La última , “El fuego de Krafla” (1975-84), ha permitido estudiar bien los *procesos tectónico-volcánicos* que se producen en el Rift. La erupción fue precedida de la apertura de fisuras que se llenaron de magma y emitieron primero *lavas aa*, y más tarde *pa-hoehoe*. Los materiales : basalto, zeolita y riolita.

## LA PENÍNSULA DE TJÖRNES

Dejando Krafla, y siempre hacia el norte, llegamos a la costa, a la península de Tjörnes. Una de las paradas que hicimos junto al mar, fue para ver estratos sedimentarios con fósiles, intercalados entre coladas de lava. Los sedimentos son de origen marino y continental, y se corresponden con los de una *zona de estuario*. Muchos fósiles proceden del océano Pacífico y llegaron hasta Islandia por el estrecho de Bering. Toda la serie sedimentaria está tectonizada y su formación abarca los tres últimos millones de años.

Rodeando la península, camino de Húsavík, divisamos la isla de Grímsey, por donde pasa el círcu-

