

CONOCIENDO LOS VOLCANES

Guía didáctica para la enseñanza
y aprendizaje del volcanismo,
su relación con el ecosistema
y el ser humano

NIVEL MEDIO

AUTORES

Leandro **D'Elia** | Julián **Carrera** | Joaquín **Carrera** | Luciano **López**
Sergio **D'Abramo** | Mariano González **Dobra** | Damian **Moyano Paz**
Damian **Fortunato** | Karen **Liotta** | Joaquín **Pompei** | Antonela **Massenzio**
María Laura **Morote** | Andrés **Bilmes** | Juan Ignacio **Redigonda**
Juan **Mendicino** | Katya **Albarrán** | Daniela **Funes** | Carolina **Cuevas**

CONOCIENDO LOS VOLCANES

Guía didáctica para la enseñanza
y aprendizaje del volcanismo,
su relación con el ecosistema
y el ser humano

NIVEL MEDIO

AUTORES

Leandro **D'Elia** | Julián **Carrera** | Joaquín **Carrera** | Luciano **López**
Sergio **D'Abramo** | Mariano González **Dobra** | Damian **Moyano Paz**
Damian **Fortunato** | Karen **Liotta** | Joaquín **Pompei** | Antonela **Massenzio**
María Laura **Morote** | Andrés **Bilmes** | Juan Ignacio **Redigonda**
Juan **Mendicino** | Katya **Albarrán** | Daniela **Funes** | Carolina **Cuevas**

FaHCE
FACULTAD DE HUMANIDADES
Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación

Secretaría de Extensión Universitaria

Colección *Andamios*, Serie Materiales

Director de Colección

Jerónimo Pinedo /Secretario de Extensión FaHCE

Editora de Colección

Candela Victoria Díaz /Secretaría de Extensión FaHCE

Diseño de Colección

Alejandra Gaudio /Área de Diseño y Comunicación Visual FaHCE

Diseño de Serie

Valeria Miccio /Área de Diseño y Comunicación Visual FaHCE

Edición

Natalia Corbellini / Prosecretaría de Gestión Editorial y Difusión FaHCE

Esta publicación ha sido sometida a evaluación interna y externa por medio del sistema de pares de doble ciego organizada por la Secretaría de Extensión de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de La Plata.

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723

©2021 Universidad Nacional de La Plata

ISBN 978-950-34-2059-1

Colección *Andamios*, 7

Serie Materiales

Cita Sugerida: D'Elia, L. y Carrera, J.(Dirs.). (2021). Conociendo los volcanes: guía didáctica para la enseñanza y aprendizaje del volcanismo, su relación con el ecosistema y el ser humano. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. (*Andamios*; 7. Serie Materiales).

Recuperado de <https://libros.fahce.unlp.edu.ar/index.php/libros/catalog/book/188>



Licencia Creative Commons 4.0 Internacional
(Atribución-No comercial-Compartir igual)

ANDAMIOS | SERIE MATERIALES

La Secretaría de Extensión de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación pone a disposición del público **Andamios**. Una colección de libros de extensión universitaria que se propone estimular reflexiones teórico-metodológicas, difundir experiencias y producir herramientas para el trabajo común con los actores en el medio social. Todos los libros de esta colección fueron sometidos a evaluación por medio del sistema de pares de doble ciego.

En esta ocasión presentamos un nuevo libro de la colección que integra la **Serie Materiales** destinada a la publicación de herramientas para la acción. *Conociendo los Volcanes: Una guía didáctica de enseñanza y aprendizaje del volcanismo, su relación con el ecosistema y el ser humano* es el resultado del trabajo del Proyecto de extensión UNLP y voluntariado «Conociendo los volcanes» (2014-2017) junto a los Centros de Enseñanza Provincial de Educación Media N° 4, 35, 80, 83 y 82 de las localidades de Chos Malal, Tricao Malal y Buta Ranquil del norte de la Provincia de Neuquén, en coordinación con el organismo Áreas Naturales Protegidas de dicha provincia.

**Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación**

Decana

Ana Julia Ramírez

Vicedecano

Mauricio Chama

Secretario de Asuntos Académicos

Hernán Sorgentini

Secretario de Posgrado

Fabio Espósito

Secretario de Investigación

Juan Antonio Ennis

Secretario de Extensión Universitaria

Jerónimo Pinedo

Prosecretaria de Gestión Editorial y Difusión

Verónica Delgado

Proyecto de Extensión Universitaria

Conociendo los volcanes

Director

Leandro D'elía

Co-director

Julian Carrera

Equipo

Leandro D'Elia, Julián Carrera, Joaquín Carrera, Luciano López,
Carolina Cuevas, Sergio D'Abramo, Mariano González Dobra,
Damian Moyano Paz, Daniela Funes, Damian Fortunato,
Karen Liotta, Joaquín Pompei, Antonela Massenzio,
María Laura Morote, Andrés Bilmes, Juan Mendicino,
Juan Ignacio Redigonda, Katya Albarrán

**...a lxs pibxs de Chos Malal, Tricao Malal
y Buta Ranquil de la provincia del Neuquén,
de quienes aprendimos como enseñar lo aprehendido.**

AGRADECIMIENTOS

A la EDUCACIÓN, PÚBLICA, LIBRE Y GRATUITA.

Los autores también desean expresar su agradecimiento a las autoridades de la Secretaría de Extensión Universitaria de la Universidad de La Plata (UNLP), como así también, al Decano y Vicedecana de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP, por su constante apoyo al proyecto de Extensión Universitaria “Conociendo a los Volcanes”, del cual surgió esta propuesta. Al Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET-UNLP), por brindar todos los recursos disponibles para la realización de las actividades de gabinete y las actividades de campo del proyecto. A Hilda Weissmann y Augusto Graieb quienes durante los primeros años del proyecto constituyeron el sustento pedagógico y didáctico de las actividades. A su vez, deseamos mencionar que este proyecto no podría haberse llevado a cabo sin el soporte permanente de Áreas Naturales Protegidas de la provincia del Neuquén, las autoridades y plantel docente de los Centros Provinciales de Enseñanza Media (CPEM) N°4 y N° 80 de Chos Malal y el CPEM N° 82 de Tricao Malal. En especial, queremos agradecer la pasión y dedicación de nuestros amigos neuquinos Rodolfo “Rodi” Freire, Jorge “Coco” Gómez, Julieta Rocca y Andrea Mazieres, sin ellos este trabajo y producción hubiese sido imposible. Finalmente agradecemos a la Secretaría de Extensión de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación por permitirnos publicar y compartir este material con la comunidad educativa de nuestra región.

Eternamente agradecidos.

Extensionistas de la UNLP

ÍNDICE

PREFACIO	12
■ Guía didáctica para la enseñanza y el aprendizaje del volcanismo, su relación con el ecosistema y el ser humano. Dirigida a lxs docentes	14
INTRODUCCIÓN	15
Objetivos	16
¿Qué es el conocimiento? ¿De qué hablamos cuando hablamos de ciencia?	16
LA GEOLOGÍA Y LOS VOLCANES	20
¿Cómo entendemos a un volcán?	20
¿Qué hace un geólogo? ¿Y un volcanólogo?	24
¿Qué es un volcán activo? ¿Todos los volcanes son peligrosos?	25
¿Dónde y cuándo se encuentran los volcanes activos?	27
¿Qué es una erupción volcánica y qué emiten los volcanes?	30
<i>Más información sobre las rocas volcánicas</i>	31
¿Cómo son las erupciones volcánicas?	32
¿Cada cuánto tiempo entra en erupción un volcán? ¿Puede estimarse el alcance de una erupción?	34
¿Cómo definen lxs volcanólogos los tipos de erupciones efusivas y explosivas y el "área de influencia"?	35
El Tiempo Geológico	36
LOS ECOSISTEMAS Y LOS VOLCANES	39
Relación entre volcanismo y medio ambiente	39
¿Qué es la Biogeografía?	40
Ecorregiones de la Argentina con presencia de volcanes	41

¿Qué es la Biología de la Conservación? ¿Existen áreas a conservar asociadas a volcanes?	46
<i>Lxs biólogos y los volcanes</i>	48

EL SER HUMANO Y LOS VOLCANES49

La arqueología y los volcanes: ¿a qué se denominan objetos arqueológicos?	50
El arte rupestre y los volcanes	51
La arqueología y los volcanes en Argentina	52
¿A qué se le denomina y qué constituye un Patrimonio?	55
¿Qué hacen lxs antropólogos y lxs arqueólogos? Antropología, arqueología y los volcanes	56
¿Cómo se relaciona el ser humano actualmente con los volcanes?	57
El peligro y el riesgo volcánico	58
¿Qué se puede hacer frente a una erupción volcánica?	60

ACTIVIDADES ÁULICAS62

Actividad 1 Conociendo los volcanes	63
Actividad 2 Productos volcánicos, procesos y estilos eruptivos ...	65
Actividad 3 Las partes de un volcán y su construcción	69
Actividad 4 Frecuencia. Área de influencia. Relación con la tectónica de placas	73
Actividad 5 Los ecosistemas y los volcanes	79
Actividad 6 Los antiguos pobladores... vivir cerca del volcán	84
Actividad 7 Relación ser humano /ambiente-conflicto	93
Actividad 8 Medidas de contingencia vinculadas durante las erupciones volcánicas	96

■ Guía didáctica para la enseñanza y el aprendizaje del volcanismo, su relación con el ecosistema y el ser humano. Dirigida a lxs estudiantes	99
Actividad 1 Conociendo los volcanes	100
Actividad 2 Productos volcánicos, procesos y estilos eruptivos	102
Actividad 3 Las partes de un volcán y su construcción	103
Actividad 4 Frecuencia. Área de influencia. Relación con la tectónica de placas	106
Actividad 5 Los ecosistemas y los volcanes	110
Actividad 6 Los antiguos pobladores... Vivir cerca del volcán	116
Actividad 7 Relación ser humano / ambiente-conflicto	119
Actividad 8 Medidas de contingencia vinculadas durante las erupciones volcánicas	121
GLOSARIO	123
BIBLIOGRAFIA	135

PREFACIO

La materialización de esta guía fue posible gracias a la interacción de distintos actores relacionados al proyecto de Extensión Universitaria de la UNLP y Voluntariado «Conociendo a los Volcanes», en coordinación con Áreas Naturales Protegidas de la provincia de Neuquén ANP, durante los años 2014, 2015, 2016 y 2017. El Proyecto vinculó profesionales y estudiantes de la UNLP, investigadorxs y becarixs del CONICET con una mirada crítica de las ciencias y del rol que éstas presentan en la sociedad. Geólogos, historiadorxs, biólogos, antropólogos, profesionales del diseño y ciencias de la educación nos propusimos generar una herramienta que permitiera una aproximación multidisciplinar a los volcanes, su entorno, y a las dinámicas sociales que tienen lugar entre las poblaciones cercanas a los centros volcánicos.

Durante los años mencionados, los establecimientos educativos CEPN (Centro de Enseñanza Provincial de Educación Media) 4, 35, 80, 83 y 82 de las localidades de Chos Malal, Tricao Malal y Buta Ranquil, del norte de la Provincia de Neuquén, participaron de forma activa durante todo el ciclo lectivo para el desarrollo de la presente guía didáctica. Las actividades incluyeron: (i) la formación de los equipos docentes de las escuelas en conjunto con lxs guardaparques del ANP El Tromen, (ii) la presentación y entrenamiento de las actividades, (ii) el armado de un contrato didáctico para el desarrollo de las actividades, el seguimiento a distancia y la realización de encuestas dirigidas a lxs profesorxs y a lxs alumnxs, como así también informes de autoevaluación, y una evaluación final del proyecto. La evaluación del proyecto se realizó mediante una experiencia conjunta de lxs extensionistas del proyecto, guardaparques, profesorxs y alumnxs que incluyó encuentros aúlicos y una salida de campo al pie del volcán Tromen. Durante 4 años, más de 500 alumnxs, 150 profesorxs y 15 guardaparques de ANP y 30 extensionistas transitamos por este

proceso. Año a año, las actividades fueron modificadas en función no sólo de la determinación de "aciertos y errores", sino también de la demanda de lxs destinatarixs. Aunque cada una de las actividades fue pensada con un objetivo particular, motivar a lxs destinatarixs a aprender, a ser críticos, a desear y proyectar, y sobre todo, a ser transformadores de la realidad que se les presenta, constituyó el objetivo categórico del proyecto.

CONOCIENDO LOS VOLCANES

Guía didáctica para la enseñanza
y aprendizaje del volcanismo,
su relación con el ecosistema
y el ser humano

DIRIGIDA A LXS DOCENTES

INTRODUCCIÓN

El volcanismo constituye uno de los recursos cinematográficos más utilizados a la hora de evocar catástrofes naturales. Su distintiva imagen en el paisaje y el impacto que éste produce en el imaginario colectivo genera atracción y curiosidad durante periodos de inactividad, e incertidumbre y temor durante las erupciones. Por ejemplo, en Patagonia norte, dadas las recientes erupciones de volcanes andinos (Chaiten, 2008; Puyehue, 2011; Copahue, 2013; Villarrica, 2015 y Calbuco, 2015), el volcanismo se ubicó en primera escena, generando un sin número de interrogantes e inquietudes en la población. ¿Todos los volcanes presentan el mismo riesgo? ¿Cuál es la frecuencia de los fenómenos volcánicos? ¿Se pueden predecir sus erupciones? ¿Cómo? ¿Los volcanes constituyen sólo un factor de vulnerabilidad socioeconómica?

La **Guía didáctica para la enseñanza del volcanismo y su relación con el ecosistema y el ser humano** pretende generar respuestas a estos interrogantes, no sólo desde el punto de vista enciclopédico, sino también a través de la construcción de una serie de saberes conceptuales y metodológicos. Pretende también generar nuevas competencias y un aprendizaje significativo que permita a lxs destinatarixs un pensamiento crítico frente a la resolución de problemas de forma multidisciplinaria. De esta forma, se espera que lxs destinatarixs aprendan sobre los volcanes y cómo éstos se relacionan con los ecosistemas y el ser humano, pero también, que aprendan cómo aprender desarrollando una mirada crítica del mundo y abierta e integrada sobre las ciencias. Para cumplir con este propósito, textos breves, artículos de diarios y videos presentarán una serie de contenidos estructurantes, a partir de los cuales, mediante un aprendizaje activo a través del desarrollo de actividades taller, resolución de problemas y juegos de roles, entre otras, se construirá el conocimiento de forma secuenciada.

Objetivos

- Generar una mirada multidisciplinaria que trascienda los aspectos geológicos del volcanismo y entienda al volcán como un sistema complejo que involucra a los ecosistemas y al ser humano.
- Generar un marco metodológico y conceptual unificado y actualizado sobre los procesos volcánicos, desde una perspectiva geológica, biológica y sociocultural.
- Fomentar el desarrollo de experiencias compartidas entre actores de la educación formal y no formal (Parques Nacionales, Áreas Naturales Protegidas, etc.).

¿Qué es el conocimiento? ¿De qué hablamos cuando hablamos de ciencia?

El mundo natural se nos presenta a través de una serie de fenómenos que percibimos por intermedio de los sentidos, e interpretamos y compartimos mediante el lenguaje. Quienes participamos de este proyecto adherimos a la visión constructivista de la ciencia, entendemos que el conocimiento es una construcción humana. Desde esta perspectiva, la percepción de los fenómenos naturales siempre está mediada por nuestros modelos teóricos o mentales. Esta postura difiere del positivismo, para el cual la ciencia “descubre” las leyes del mundo natural a partir de la observación (García, 2000).

Algunos hombres y mujeres se dedican más que otros al ejercicio de construir categorías interpretativas de los hechos, y este trabajo con sus avances y sus retrocesos, sus disputas y sus reinterpretaciones ha dado lugar a lo que llamamos conocimiento científico, es decir la

construcción de modelos interpretativos cuya finalidad es comprender cómo funciona el mundo y predecir comportamientos futuros.

Los problemas de los que la ciencia se ocupa frecuentemente exceden una única disciplina como la biología, la geología o la historia. En un marco más general incluso, que excede la ciencia, podemos reconocer la importancia de considerar los aspectos éticos, políticos y sociales relacionados con el problema o pregunta que queramos analizar. Massarini y Schnek (2015) han sistematizado esta mirada, que inspira el diseño de algunas de las actividades que presentamos en esta guía. Desde esta concepción, el estudio de los aspectos biológicos, históricos o geológicos (entre otros) del volcanismo, contribuye cada uno desde su especificidad a la construcción de un objeto de conocimiento complejo (en el sentido que integra éstas y otras dimensiones).

Como docentes en distintos niveles muchas veces comprobamos que nuestros estudiantes “nos llegan” sin haber comprendido de manera significativa conceptos que forman parte de cursos anteriores, o sin haber incorporado modos de pensar o actuar que se supone ya debieran manejar. El volcanismo, pensado desde los distintos enfoques que hemos mencionado, no es la excepción. Al abordar estos supuestos problemas de aprendizaje, nos parece útil reparar en qué propuesta de enseñanza han recibido estos estudiantes. En este sentido esta guía de actividades pretende ser un aporte para la elaboración de más y mejores situaciones de aprendizaje en el aula (Brousseau, 2007), generando situaciones didácticas en las que el conocimiento venga a responder preguntas que los propios estudiantes se han realizado. Respecto del papel que juegan las preguntas en la construcción del conocimiento, dice Bachelard que “para un espíritu científico, todo conocimiento es respuesta a una pregunta”. Si no ha habido pregunta, no puede haber conocimiento científico (Bachelard, 2000). Tradicionalmente en las clases somos los docentes quienes preguntamos, y los alumnos deben limitarse a responder. Los alumnos esperan que sus docentes verifiquen si ellos han dado “la

respuesta correcta". Cuando, por el contrario, la o el docente despliega un abanico de estrategias que intentan que sean lxs estudiantes quienes se formulen preguntas, se abre la posibilidad de observar cómo éstas promueven la necesidad de investigar, reelaborar y reorganizar los conocimientos, apropiándose de la nueva información. Son preguntas auténticas que crean tensión y despiertan interés por conocer y comprender.

En las actividades para lxs estudiantes que proponemos, hemos intentado dar un lugar a sus saberes previos. En muchos casos se tratará de ideas que permiten a lxs estudiantes manejarse de manera adecuada en lo cotidiano (Driver, 1999). Estas ideas previas pueden convertirse en obstáculos epistemológicos al momento de apropiarse de concepciones que resulten más "correctas", dicho de otra forma, compatibles con lo aceptado por la comunidad científica en un momento dado. La imagen que el cine y los medios de comunicación transmiten de los volcanes es que son "montañas de fuego" causantes de devastadoras catástrofes. Abordar la idea del un volcán como fuente de recursos (turísticos o energéticos, por ejemplo) deberá luchar con la mirada catastrófica cuando forme parte de actividades de clase. Si queremos lograr que nuestrxs estudiantes puedan revisar, criticar y modificar estos esquemas de pensamiento muy arraigados, será necesario que las situaciones que les propongamos las pongan en tensión (Joshua, 2005). Llegado este punto, nos parece importante que veamos operar algunas de las ideas contrastantes de los párrafos anteriores en un ejemplo de actividad de clase que encontramos muchas veces formando parte de la enseñanza de las ciencias de Tierra. En determinadas situaciones cuando el o la docente quiere mostrar a sus alumnxs cómo se comporta un volcán, un experimento usual consiste en preparar una montaña con una masa de harina y agua con dulce de membrillo en su interior. Al calentarse la base, lxs alumnxs observan que el modelo "entra en erupción". La demostración es visualmente atractiva, sin embargo, parece difícil que este "experimento" nos ayude a comprender la complejidad de los procesos que ocurren dentro de un sistema volcánico para explicar

una erupción. Por un lado, lxs alumnxs observan un “volcán” definido, objeto que durante el experimento es aislado del proceso que se pretende mostrar: la erupción. Podríamos encontrar entonces que nuestra experiencia obstaculice de hecho, en lugar de favorecer, que lxs estudiantes comprendan la idea de sistema volcánico.

LA GEOLOGÍA Y LOS VOLCANES

El abordaje desde la perspectiva geológica del volcanismo se ha realizado mediante la selección de un conjunto de conceptos claves definidos como necesarios para entender los volcanes y su funcionamiento, entre los que se encuentran: volcán, tectónica de placas, erupción volcánica, los productos de las erupciones, estilo eruptivo, frecuencia volcánica, área de influencia. Cada uno de estos conceptos será definido, y en orden creciente de complejidad, se introducirán términos vinculados con categorías interpretativas mayores.

¿Cómo entendemos a un volcán?

La palabra volcán deriva del nombre **“Vulcano”**, una isla romana en donde se creía que el dios romano Vulcanus, dios del fuego y la orfebrería, había instalado su fragua ardiente. La visión que hoy en día presentamos de los volcanes es muy diferente a la de aquella dada por los “filósofos de la naturaleza”. Sin embargo, mientras que se tiene una idea gráfica, más o menos precisa, de lo que es un volcán, al indagar sobre esta idea en términos “profundos”, el concepto parece no estar tan claro. En la mayoría de los casos, se recurre a definiciones surgidas a través de los sentidos, como “una montaña de fuego”, o a verdades cerradas y ahistóricas de la ciencia encontradas en la enciclopedia, como “un volcán es...”, para sentirnos seguros de que pensamos comprender que es un volcán. A continuación haremos un esfuerzo por definir el contexto de la palabra volcán para acercarnos a construir una definición que realmente podamos manejar.

A grandes rasgos, podemos definir que un volcán es un punto de la superficie terrestre donde tiene lugar la salida al exterior de material rocoso fundido (magma). La acumulación de estos productos alrededor del centro emisor puede dar lugar a relieves positivos con formas diversas. La percepción más frecuente de los volcanes es la de una

montaña cónica. El cono volcánico es generado por los productos emitidos por el volcán durante una o más erupciones, en las cuales se emite magma (roca fundida) a la superficie. En sentido amplio, podemos mencionar que cuando el magma alcanza la superficie se enfría y genera dos tipos de productos volcánicos: lava o ceniza. De esta forma el magma que asciende a través de una chimenea o conducto volcánico, al llegar a la superficie derrama flujos de lavas o ceniza, construyendo, a través de las erupciones, la forma del volcán.

La depresión que presenta el cono volcánico en la cima se denomina cráter y es el punto en donde el conducto volcánico se conecta con la superficie. A las laderas del cono volcánico se les denomina flanco, y éstos no son más que el apilamiento paulatino entre erupciones de diferentes capas de flujos de lava y/o ceniza. Es importante destacar que, en situaciones, al observar un cono volcánico se apreciará que hay materiales que no emitieron desde el cráter central. En muchas ocasiones en el camino que el magma realiza hacia la superficie, los conductos volcánicos encuentran un atajo y salen en diferentes partes del flanco de los volcanes. A este tipo de chimeneas laterales se las denominan conductos satélites o adventicios. Estas definiciones nos dan una idea clara de que la palabra volcán constituye en realidad una "idea compleja" en donde descripciones morfológicas requieren la comprensión de procesos volcánicos que implican desde la génesis y el ascenso de los magmas, hasta la erupción, para su comprensión.

Una vez definido a un volcán, podríamos ir más allá y preguntarnos ¿es posible que los mismos procesos geológicos generen siempre los mismos resultados? Sin duda, desde nuestro conocimiento cotidiano, intuimos que la respuesta es no. Pero, ¿por qué no? Por ejemplo, nosotros comprobamos que al llevar agua líquida a una presión de 1 atmósfera a 0° C siempre se transforma en hielo (solidifica), pero también sabemos que en función de la cantidad de humedad y presión atmosférica, intensidad de los vientos, altura de las nubes y temperatura en las diferentes capas de la atmósfera, puede

generarse niebla, tormenta, granizo o nevisca. La diferencia es la cantidad de variables intervinientes en cada proceso. Como en la atmósfera, en la litósfera —capa dura de la tierra en donde se desarrollan los procesos geológicos como la tectónica y volcanismo, entre otros — intervienen una serie de procesos geológicos tan complejos que no siempre generarán el mismo resultado (para más información véase sistemas estocásticos y teoría del caos, determinismo). En este sentido no nos será difícil concebir por qué existen otros volcanes, cuya forma se aparta notablemente de un cono simple (Figura 1 a,- b,c).

Algunos volcanes presentan un cráter en su cúspide, otros tienen picos rugosos formados por acumulaciones de lava, mientras que otros forman grandes mesetas, por citar sólo algunos ejemplos de la variedad de tipos de volcanes que existen. El tamaño y la forma de los volcanes varía ampliamente, existiendo desde volcanes pequeños de menos de 1 km de diámetro (Figura 1c), hasta grandes volcanes de decenas de kilómetros de diámetro, que en ocasiones pueden constituir islas enteras ¡como la isla de Galápagos, Tenerife o Hawái!. El volumen y el tipo de materiales determinan el tamaño y la forma de los edificios volcánicos. Su permanencia como formas de relieve positivo, en conjunto con el clima, determinan las formas finales de los aparatos volcánicos. Todas estas variables, ¡y más!, se tienen en cuenta al momento de definir los esquemas de clasificación de los volcanes y las erupciones asociadas.

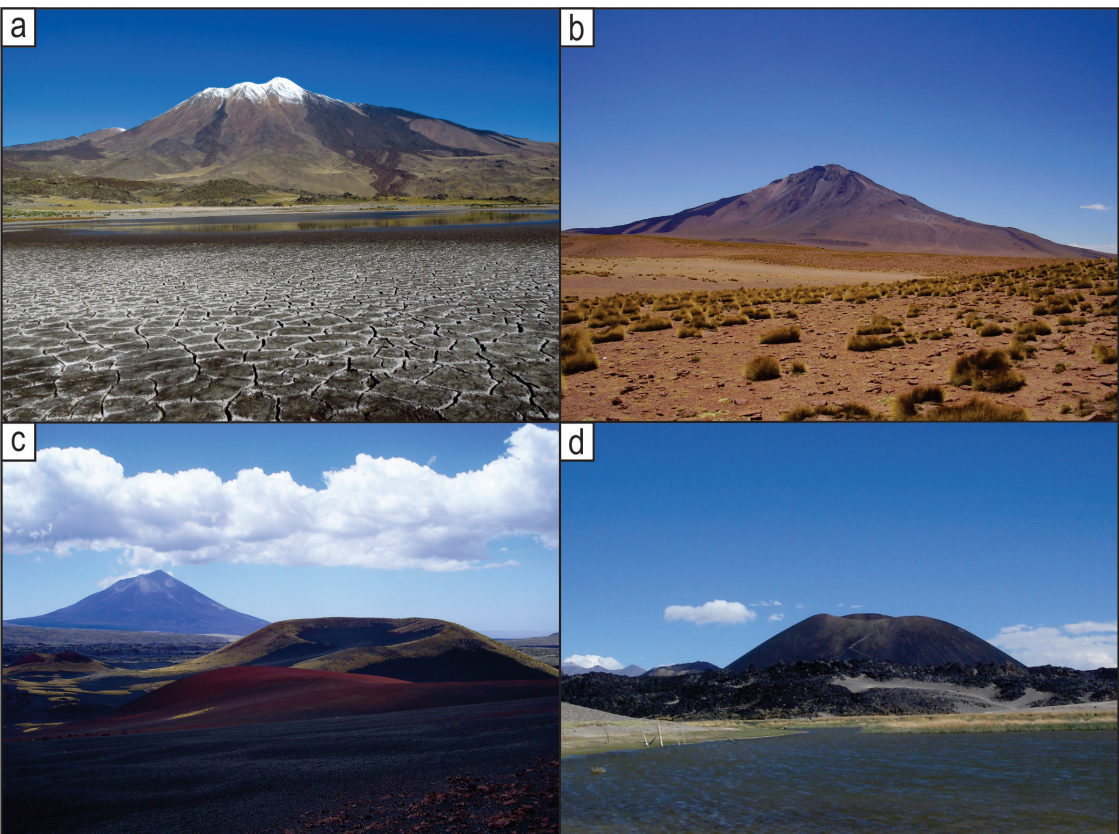


Figura 1. Fotografías de diferentes volcanes, mostrando variedad en cuanto a su forma y tamaño. a) volcán Tromen, Provincia de Neuquén. Fuente: fotografía del equipo; b) Volcán Tuzgle, Puna. Fuente: fotografía del equipo; c) volcán Payún Liso (ene l fondo) y cono piroclástico o de escoria (vñease glosario) de menor envergadura (al frente), Provincia de Mendoza. Fuente: fotografía de Irene Hernando; d) Cono de escoria, campo volcánico de Pali Aike, Provincia de Santa Cruz. Fuente: fotografía de Gerardo Páez.

¿Qué hace un geólogo? ¿Y un volcanólogo?

“Lxs geólogos estudian la Tierra, materiales que la forman (minerales y rocas) y los procesos que se desarrollan en la superficie y en su interior, tanto en el presente como a lo largo de toda la historia de la Tierra.

Lxs volcanólogos son geólogos y geofísicxs dedicadxs principalmente al estudio de los volcanes activos. Estudian tanto los productos de las últimas erupciones como así también las señales que pueden producir antes de una erupción (precursores). A su vez, aunque desde el punto de vista cotidiano esta rama de la volcanología es poco conocida, lxs volcanólogos también se dedican al estudio del paleovolcanismo que constituye el análisis de los sistemas volcánicos del pasado de la Tierra.

Lxs volcanólogos trabajan, tanto en el campo, caminando y realizando observaciones sobre los volcanes y sus productos, como en laboratorio, en donde analizan toda la información obtenida en el campo y realizan modelos predictivos sobre los volcanes.

Lxs volcanólogos mediante la descripción detallada de rocas diferencian a los productos generados, y con ello generan una reconstrucción de las erupciones. El reconocimiento y “mapeo” de productos volcánicos ayuda a determinar la influencia espacial que tuvieron las erupciones, así como una relación temporal entre ellas (frecuencia de las erupciones).

El monitoreo de volcanes activos se realiza a través de distintas técnicas, como pueden ser el estudio de gases emitidos o estudios sísmicos de subsuelo, y consiste en registrar el comportamiento de los distintos volcanes activos y ver si hay manifestaciones que puedan asociarse a un posible evento eruptivo.

¿Qué es un volcán activo? ¿Todos los volcanes son peligrosos?

Las erupciones volcánicas en la Tierra han ocurrido desde su formación (hace aproximadamente 4.500 millones de años). Cada año alrededor de 60 erupciones son desarrolladas en el planeta, la mayoría de ellas involucran un bajo grado de explosividad y poca área de influencia de los productos volcánicos (por ejemplo Volcán Llaima, 2009; Volcán Copahue, 2012; Volcán Villarrica, 2015). Desde la perspectiva histórica popularmente se ha realizado una clasificación para relacionar a los volcanes con su frecuencia eruptiva. Por ejemplo, las sociedades denominan “volcanes activos” a aquellos que han presentado una erupción en tiempos históricos, “volcanes dormidos” a los volcanes que desarrollaron una erupción en tiempos históricos y hoy “no muestran signos de actividad”, mientras que los volcanes que no registraron una erupción durante tiempos históricos son denominados como “volcanes extintos”.

Estas clasificaciones (particularmente la de volcanes extintos) no son útiles desde el punto de vista científico por dos razones. La primera es que el registro histórico de una determinada sociedad es relativo, mientras que la segunda está vinculada a los diferentes órdenes de magnitud que existen entre la concepción del “tiempo social-cultural” y “tiempo geológico”. Por ejemplo, 6.000 años corresponde al origen de la escritura en las sociedades occidentales. Este lapso desde un punto de vista sociocultural puede parecer muy extenso, sin embargo, solo representa el 0,0000013 % del tiempo geológico desde la formación del planeta Tierra. En términos volcanológicos, podemos decir que la frecuencia volcánica de las erupciones explosivas de gran magnitud es mayor a todo el lapso de la historia de la humanidad. Tal es así, que de las 21 mayores erupciones explosivas registradas en los últimos 10.000 años, desde el punto de vista histórico, 17 fueron registradas sólo una vez para cada volcán. ¿Qué implica esto? Que desde el punto de vista social, los volcanes

más peligrosos en los últimos 10.000 años serían considerados como “dormidos” o “extintos”. Es por esta razón que los científicos volcanólogos definen como un volcán activo a un volcán que muestra actividad eruptiva actual, o registró erupciones o signos de actividad geotermal (fumarolas y géiseres), sismos o deformación en los últimos 10.000 años. Para definir si un volcán es activo o inactivo los volcanólogos trabajan tanto con el registro histórico, como también con el registro geológico de un volcán y sus volcanes vecinos. Por analogía, durante una primera visita, un médico se tomará su tiempo con el nuevo paciente, determinando el diagnóstico no solo por los síntomas, sino también conociendo la historia clínica del paciente y sus familiares. Durante el análisis del registro geológico e histórico de un volcán se establecen los productos emitidos (caída de ceniza, flujos de ceniza, flujos de lava), los cuales pueden ser ordenados temporalmente de manera relativa (un producto arriba de otro, implica que el último es el más joven) o absoluta (mediante técnicas de dataciones radimétricas; por ejemplo, fechado de troncos dentro de un flujo de ceniza por ^{14}C). De esta forma se determina si el volcán es activo o inactivo y posteriormente el estilo eruptivo, la frecuencia volcánica y el área de influencia de sus productos.

En función del comportamiento de los sistemas volcánicos (relación estilo eruptivo, frecuencia y área de influencia; véase apartados previos), dos condiciones extremas fueron establecidas: i) fenómenos muy explosivos, con baja frecuencia y gran distribución (dominados por la generación de flujos de ceniza y caída de ceniza), y ii) fenómenos poco explosivos o efusivos, de alta frecuencia y de escasa distribución (dominados por la generación de flujos de lavas). El grado de peligro de un volcán activo se determina en relación a la probabilidad de que éste entre en erupción (vinculada con frecuencia) y la distribución espacial de los productos volcánicos en el tiempo. Técnicamente, se define como peligro volcánico a la evaluación del grado de amenaza que puede producir un volcán sin considerar el efecto que éste pueda tener sobre el medio socioeconómico. La peligrosidad volcánica es la probabilidad -en un área determinada- de

ser afectada por un fenómeno volcánico. En orden del grado de peligro volcánico, de mayor a menor, los siguientes fenómenos pueden ser definidos: flujos de ceniza (flujos piroclásticos), avalanchas y flujos de barro o aludes (lahares), gases volcánicos, caída de ceniza y flujos de lava. Es importante destacar que para el caso de la caída de ceniza, la misma puede ser dispersada en la atmósfera por miles de kilómetros y constituir un factor de peligro más allá de las zonas cercanas al volcán. Los peligros volcánicos no sólo se relacionan con los productos emitidos durante las erupciones. El concepto de riesgo volcánico surge al combinar el grado de peligrosidad de un volcán en relación a la vida, bienes materiales o infraestructura para un lugar y tiempo particular. Así, el tiempo transcurrido entre una erupción y otra (frecuencia), el área de influencia y tipo de productos y su grado de peligrosidad, asociados al contexto socio-cultural y económico definen el riesgo volcánico de una determinada comunidad.

¿Dónde y cuándo se encuentran los volcanes activos?

La tectónica de placas es una teoría que explica la estructura y la dinámica de la superficie terrestre. Establece que la porción superior rígida de la Tierra, denominada litósfera y que tiene un espesor de varias decenas de kilómetros, está fragmentada en una serie de placas (Figura 2) que se desplazan sobre una porción caliente y plástica (astenosfera). En los bordes de estas placas se concentra actividad sísmica, volcánica y tectónica. De acuerdo al movimiento relativo de las placas con sus placas vecinas, podemos definir tres tipos de bordes:

- Bordes convergentes: donde las placas se juntan, lo que produce subducción, cuando la litosfera oceánica se hunde por debajo de una continental (ej. borde convergente de los Andes) o colisión continental, cuando convergen dos placas continentales (ej. convergencia entre la India y Asia).

- Bordes divergentes: cuando las placas se separan, por el ascenso de magma desde el manto creando nueva corteza oceánica (dorsales oceánicas).
- Bordes transformantes: las placas se desplazan lateralmente una respecto de la otra, sin la producción ni destrucción de litósfera. A fines prácticos de esta guía, debido a que no favorecen la salida significativa de magma, a este tipo de margen no se le dará relevancia.

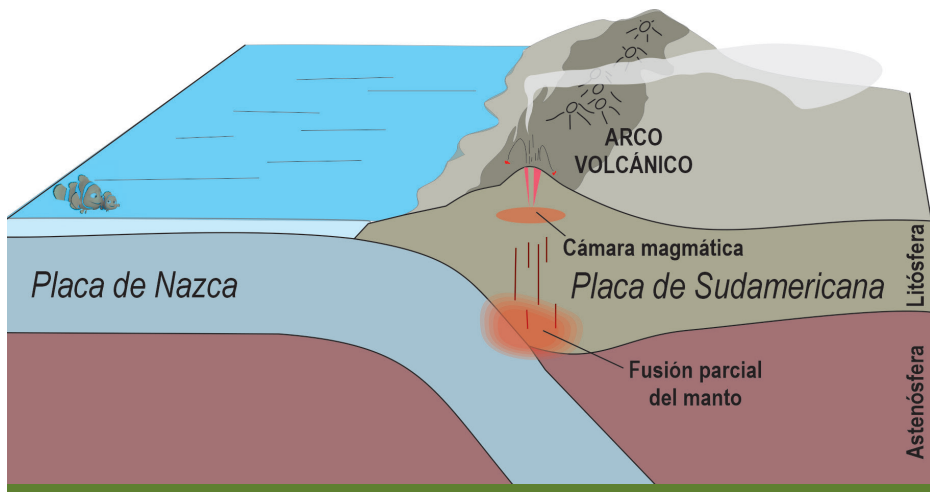


Figura 2. Imagen que muestra la geometría de un margen convergente de tipo Andino y la relación con el origen de los magmas y la posición de los volcanes. Fuente: imagen extraída de Petrinovic, I. y D'elía, L. (2018), editada por el equipo.

En los límites de placa ocurren procesos físicos complejos que llevan a la fusión de las rocas terrestres a una profundidad entre los 100 y 200 kilómetros (manto, Figura 3). La roca fundida (magma) adquiere una densidad menor de las rocas que la rodean y por esta razón el magma asciende hasta la superficie terrestre para formar los volcanes. Es por esta razón que la actividad volcánica no se distribuye al azar sobre la superficie del planeta, sino que se concentra, sobre todo, a lo largo de los bordes de las placas tectónicas. No obstante, pueden encontrarse volcanes en zonas alejadas de los bordes de la placa, tanto en los continentes como en los océanos, lo cual indica que también es posible la generación de magma en estas posiciones.

Por ejemplo, islas de Hawái, Islas Canarias y Galápagos. A este tipo de volcanismo se le denomina de **intraplaca**.



Figura 3. Imagen que muestra la distribución de las placas tectónicas en el Planeta Tierra y los principales límites de placas (convergente, flechas rojas que confluyen y divergente, flechas rojas que divergen). Fuente: U.S. Geological Survey (USGS).

La cordillera de los Andes forma parte del denominado Cinturón de fuego del Pacífico, correspondiente a una zona caracterizada por un límite de placa convergente, en donde una placa oceánica se hunde por debajo (se subduce) de una placa continental (la placa de Nazca se hunde por debajo de la Placa Sudamericana, Figura 3). Los conceptos vistos en este apartado explican por qué esta región se caracteriza por una intensa actividad sísmica y volcánica.

De hecho, la gran mayoría de los volcanes en Argentina se encuentran sobre el eje de la cadena Andina, por ejemplo, Tuzgle, Lullailloco, Llama, Villarrica, Longavi, Antuco, Loquimay, Copahue, Lanín, Puyehue, Hudson, entre otros.

¿Qué es una erupción volcánica y qué emiten los volcanes?

Una erupción volcánica es una emisión de productos que proceden del interior de un volcán sobre la superficie terrestre, esta erupción puede ser de naturaleza más o menos violenta. Las cenizas y las lavas constituyen los productos de las erupciones volcánicas más comunes (Figura 4). Durante las erupciones pueden ser emitidas diferentes proporciones y cantidad de lavas y cenizas. El magma, una vez que alcanza la superficie, si se mantiene coherente se denomina lava y fluye como un líquido viscoso, conformando flujos de lava (Figura 4a). La ceniza (Figura 4b), por el contrario, es el mismo material (magma) que ha tenido un proceso de ruptura (fragmentación) durante la erupción, por lo cual lo que se emite son fragmentos de pequeño tamaño (tamaño de arena o polvo).



Figura 4. Fotografías de los productos volcánicos. a) Flujo de lava en el campo volcánico de Payunia, Mendoza. Fuente: Fotografía de Irene Hernando; b) ceniza volcánica suelta. Fuente: Fotografía del equipo.

Más información sobre las rocas volcánicas

En el presente manual didáctico se ha simplificado la nomenclatura de los productos volcánicos con el fin de no sobreabundar con conceptos técnicos y semánticos que obstaculizarían el abordaje escolar de los volcanes y sus productos. Por esta razón, la síntesis conceptual puso énfasis en dos casos extremos de productos volcánicos: lava y ceniza, a través de los cuales se puede abordar el espectro de conceptos y actividades planteadas. Los científicos realizan una clasificación más detallada de los productos volcánicos, los cuales se pueden dividir en dos grandes grupos de rocas: lavas y material piroclástico (dentro del cual se encuentra la ceniza). El material piroclástico puede presentar un amplio abanico de tamaños. Por ejemplo, los fragmentos de menor tamaño son denominados ceniza (fragmentos menores a 2 mm). Los fragmentos de mayor tamaño reciben el nombre de **lapilli** (si son entre 2 y 64 mm) o de **bombas** y **bloques** si son mayores aún. Las bombas, la ceniza y lapilli representan fragmentos de magma originados por los dinámicos procesos físicos que ocurren en el conducto del volcán. Los bloques representan fragmentos del volcán arrancados durante la erupción.

Es importante destacar que tanto las lavas como los fragmentos pueden ser totalmente cristalinos (constituidos enteramente por cristales de minerales) o vítreos (vidrios volcánicos), habiendo por supuesto, casos intermedios. La generación de uno u otro durante la erupción, depende de la velocidad de enfriamiento de la lava o los fragmentos. Cuando la velocidad de enfriamiento del magma es muy rápida, los átomos que componen a ese magma no se ordenan y dan como resultado un vidrio volcánico, mientras que cuando la velocidad de enfriamiento es más lenta, los átomos pueden ordenarse dentro de cristales. A simple vista se puede reconocer el vidrio volcánico por su brillo y color. Las rocas vítreas presentan “brillo vítreo” y generalmente son translúcidas,

mientras que las lavas cristalinas no tienen ese brillo y presentan diferentes colores, relacionados a los cristales que las constituyen. A su vez, a estos productos (lavas y material piroclástico - cristalinos o vítreos), los científicos les atribuyen diferentes nombres de acuerdo a su composición química. Tal vez en alguna ocasión hayan leído o escuchado hablar de nombres tales como **basaltos**, **andesitas** o **riolitas**. Estos nombres corresponden a rocas volcánicas de diferente composición química, las cuales son muy comunes en Argentina y en el resto de las zonas volcánicas del mundo. Así, cuando un volcán emite lava, a esa lava se la denomina de acuerdo a su composición (por ejemplo **lava basáltica**), y si el volcán emite fragmentos piroclásticos, éstos también son clasificados de acuerdo a su composición química (por ejemplo **ceniza de composición riolítica**).



Figura 5. Clasificación de los fragmentos piroclásticos. a) Bomba. Fuente: Fotografía del equipo; b) Lapilli (en este caso es de pómez, pero también podría ser de escoria). Fuente: Fotografía del equipo; c) ceniza. Fuente: Fotografía extraída de Petrinovic, I. y D'elía, L. (2018).

¿Cómo son las erupciones volcánicas?

Los productos volcánicos (lavas y cenizas), en conjunto con los procesos que intervienen durante la erupción, permiten determinar el estilo eruptivo. Una distinción fundamental entre estilos de erupciones volcánicas, es si estas son efusivas o explosivas (Figura 6). En las erupciones efusivas (Figura 6) las erupciones son “tranquilas” y el volcán emite principalmente flujos de lava, con muy baja proporción de ceniza volcánica. Por el contrario, en las erupciones explosivas la

relación de los productos es inversa (Figura 6), se produce una gran cantidad de ceniza volcánica y los flujos de lava son restringidos durante este tipo de erupción. En las erupciones explosivas las cenizas volcánicas pueden ser transportadas de dos formas: (i) suspendidas en el aire, cuando son inyectadas en la atmósfera a grandes alturas y dispersadas por los vientos cientos o miles de kilómetros, para luego decantar sobre la superficie terrestre, generando los denominados depósitos de caída de ceniza; y (ii) deslizadas desde el cráter por las laderas de los volcanes. En este caso, flujos de ceniza (flujos piroclásticos) calientes (hasta 700 grados centígrados) de gran velocidad (adquieren velocidades supersónicas, alcanzando los 300 m/s) fluyen ladera abajo arrasando con todo a su paso, alcanzando distancias de cientos de metros a decenas de kilómetros. A modo de resumen, podemos dejar en claro que en función de la cantidad de lava o ceniza involucrada en las erupciones, éstas pueden definirse como efusivas o explosivas. En las erupciones efusivas dominan las lavas generando flujos de lavas, mientras que en las erupciones explosivas dominan las cenizas generando depósitos de caída de cenizas y flujos de ceniza (flujos piroclásticos).

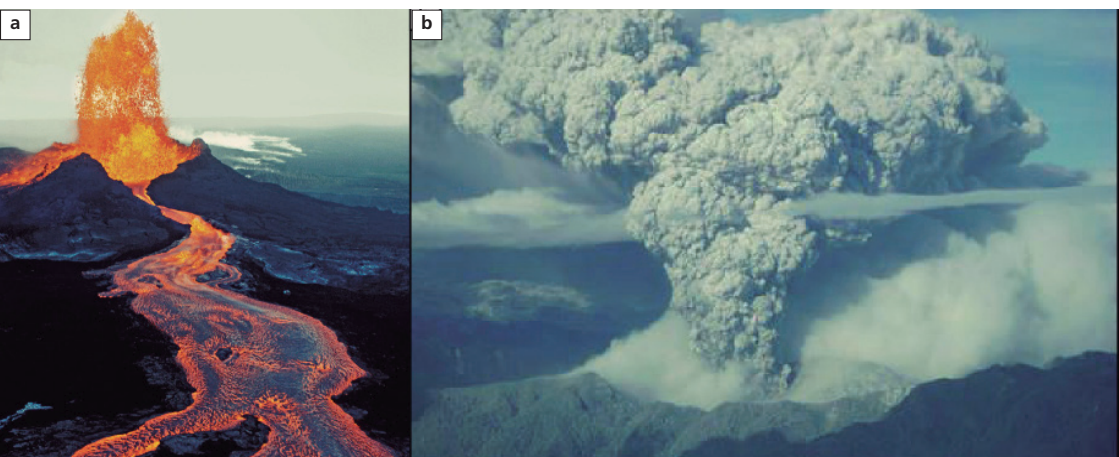


Figura 6. a. Erupción predominantemente efusiva, con baja explosividad, donde el mayor volumen de productos son coladas de lava. Fuente: Fotografía del equipo. b. Erupción predominantemente explosiva con fragmentación del magma generando ceniza volcánica. Fuente: Fotografía extraída de Volfilm - Pyroclastic Flows: The Hazard. (https://www.youtube.com/watch?v=V-f7JxMfF9Y&ab_channel=VolFilm)

¿Cada cuánto tiempo entra en erupción un volcán? ¿Puede estimarse el alcance de una erupción?

La frecuencia, el volumen y productos volcánicos dominantes dentro de una erupción (lava o ceniza) se encuentran muy relacionadas entre sí. Existen volcanes de erupciones muy frecuentes, los cuales presentan erupciones volcánicas separadas por cortos lapsos de tiempo (años o decenas de años). Las erupciones asociadas a estos volcanes son de poco volumen y predominantemente efusivas (emiten flujos de lava). La ceniza producida durante este tipo de erupciones es escasa y su distribución se restringe a las zonas adyacentes al volcán (por ej., erupción de 2015 del volcán Villarrica). Hay otros volcanes que entran en erupción cada cientos o miles de años. Generalmente, este tipo de comportamiento produce erupciones de tipo explosiva de gran volumen de material, las cuales emiten ceniza en grandes proporciones (como lluvia de cenizas y flujos de cenizas), distribuyéndose desde cientos a miles de kilómetros (por ejemplo, volcán Hudson, 1991; Chaiten, 2008; Puyehue, 2011; Calbuco, 2015). Cada volcán en particular tiene su propio patrón de actividad, por lo que hay volcanes que hacen erupción mucho más frecuentemente que otros. Las mayores erupciones volcánicas del mundo no pudieron ser observadas, éstas solo aparecen detectadas en el registro geológico. Su frecuencia es muy baja, se generan cada cientos de miles de años y su principal producto volcánico es la ceniza (por ej., volcán Yellowstone, EEUU o volcán Cerro Galán, provincia de Catamarca, Argentina).

¿Cómo definen lxs volcanólogxs los tipos de erupciones efusivas y explosivas y el “área de influencia”?

Los conceptos de erupciones efusivas y explosivas y el área de influencia utilizados en esta propuesta son dos términos transpuestos didácticamente para que el volcanismo pueda ser abordado de forma escolar. De esta forma no sólo hay un recorte conceptual, sino hay una adaptación y simplificación de los esquemas para facilitar la (re)construcción de conceptos. Por ejemplo, las erupciones explosivas y efusivas representan extremos dentro de una clasificación ideal, debido a que toda erupción volcánica tiene una parte explosiva y efusiva. En el siguiente texto, para erupciones que presentan la mayoría de su porcentaje en volumen como material explosivo, se denominan erupciones explosivas, y viceversa. Esta aclaración nos permitirá entender, por ejemplo, por qué durante las erupciones del volcán Puyehue (2011) y Calbuco (2015), erupciones eminentemente explosivas (> 95 % del volumen de material involucrado fue como ceniza), en un determinado momento de la erupción lxs volcanólogxs mencionaron una fase efusiva (flujo de lava en el cráter). Otro ejemplo que podemos utilizar para la otra contraparte es la observación de paisajes formando mesetas de lavas en Santa Cruz, Neuquén, Mendoza o la Puna, en donde extensos flujos de lavas solidificados presentan un pequeño cono volcánico en la parte superior. El cono fue generado por una mínima proporción de material eyectado de forma explosiva, de modo que, para este caso, la erupción fue eminentemente efusiva (> 95 % del volumen involucrado como lava).

El grado de explosividad es una medida relativa de la magnitud de una erupción se determina por la relación de propiedades medibles u observables como el tipo de producto volcánico, volumen

eruptado y la altura de la columna eruptiva. Por lo tanto, se establece que una erupción que genera flujos de lava, baja altura de la columna eruptiva, es de bajo grado de explosividad. Una erupción que registre más volumen de material de tipo ceniza, con generación de una columna más alta, se determina como con un grado de explosividad superior.

El término utilizado en la siguiente guía para determinar el “área de influencia” de los materiales explosivos se denomina desde el punto de vista técnico como “dispersión”. Este término involucra sólo la distribución de los depósitos de caída. Esto indica que, por ejemplo, al evaluar la dispersión de erupciones de bajo grado de explosividad, los productos tienen baja dispersión (no mucho mayor al tamaño del cono). Para este caso, erupciones predominantemente efusivas presentan bajo grado de explosividad bajo grado de peligrosidad. De todas formas los volcanólogos deben poder predecir el impacto de los flujos de lava. Para esta tarea se determina el alcance de las lavas desarrolladas en las erupciones previas de un volcán: máxima distancia y área alcanzada por un flujo de lava. En el siguiente texto dispersión y alcance han sido tomados como sinónimos y denominados como “área de influencia” de las erupciones volcánicas.

El Tiempo Geológico

Se entiende como cronología (del griego *chronos* ‘tiempo’ y *logos* ‘estudio’) a la ciencia que tiene como finalidad determinar el orden temporal de los acontecimientos. Como sistema de ordenamiento, es evidente que la cronología es una necesidad creada por el ser humano para obtener una comprensión, organizar “lo sensible”. Para realizar este ordenamiento se crean modelos lógicos para ordenar “los sucesos”, buscando colocar a los hechos más antiguos primero

y a los más recientes al final, a modo de seguir una linealidad constructiva. Este ordenamiento del tiempo tiene una explicación teológica en las denominadas “religiones occidentales” (judía, cristiana y musulmana), ya que explicaron el origen y fin de mundo en términos temporales lineales, que determinaron la lógica lineal del tiempo sociocultural de las sociedades modernas (¡hay otras!).

El tiempo geológico no es nada más ni menos que la forma de ordenar los diferentes sucesos que ocurren en el planeta Tierra, los cuales se distribuyen de forma secuenciada, sincrónica o diacrónica. Como la edad de la Tierra es de aproximadamente ¡4.500.000.000. años!, cuando se habla de tiempo geológico suele expresarse casi siempre en millones de años y siempre referidos a “antes del presente”. La magnitud de medida en “tiempo humano”: años —¡quizás, si les tocara a las maripososas, medirían el tiempo geológico en días!—, ocasiona un desbarajuste en nuestra razón, pues de forma cotidiana estamos acostumbrados a organizar en el tiempo de los sucesos en años.

Las unidades usadas (unidades geocronológicas) para dividir el tiempo geológico son de dos tipos: las referidas a tiempo relativo, que ordenan cronológicamente los acontecimientos geológicos, y las referidas a tiempo absoluto, expresadas en valores absolutos, generalmente de millones de años (Ma).

La geocronología relativa es un tipo de aproximación que se basa en la comparación de elementos entre los que se establece una relación de anterioridad y posterioridad. En geología los elementos que se utilizan para este ordenamiento son las relaciones de superposición espacial entre las rocas y las diferentes características entre ellas. Por ejemplo, en las laderas de un volcán, comparando los diferentes flujos de lava solidificados, se puede observar que presentan variados colores. Este fenómeno se debe a la alteración química de las rocas y es función del tiempo, esto es: cuanto mayor tiempo de exposición en la superficie mayor alteración química. De esta forma, las lavas

más jóvenes presentarán un color característico, pudiendo (para lavas de la misma composición) diferenciar éstas de lavas más viejas. Por ejemplo, los flujos de lava de basaltos jóvenes desarrollan colores negruzcos, mientras que las más viejas desarrollan colores grises o rojizos por la oxidación generada por la alteración química. Otro rasgo distintivo es el desarrollo de una cobertura vegetal sobre los flujos de lavas solidificados. Imaginemos que un flujo de lava generado hace meses no va a presentar desarrollo de suelo, líquenes, pastizales o arbustos, mientras que, en función del clima y la flora presentes, a medida que transcurre el tiempo, los flujos de lavas comienzan a desarrollar cobertura vegetal.

Existen otras aproximaciones al tiempo geológico como la geocronología absoluta, realizada a partir de análisis de determinados isótopos inestables (el Uranio es un isótopo inestable) en una roca. De forma simplificada, podemos mencionar que determinados átomos (padres), independientemente del sistema químico y de la gravedad, se desintegrarán (por eso se denominan inestables) transformándose en otros átomos (hijos). Como la velocidad a la que un átomo padre se transforma en hijo es constante, si medimos cuantos hijos hay en una roca podemos saber cuánto tiempo ocurrió desde que los átomos padres quedaron encerrados en la misma. Por ejemplo, al solidificarse una lava, los átomos padres de los isótopos inestables quedan encerrados dentro de los minerales (el sistema queda cerrado), al contar cuántos átomos hijos existen en una roca se podrá determinar la edad exacta de la misma, y con ella el proceso geológico. De esta forma al datar diferentes tipos de flujos de lava se pueden organizar en el tiempo las erupciones de un volcán. Los principales métodos de datación utilizados en geología son (U/Pb, K/Ar, Ar/Ar y ^{14}C , entre muchos otros).

LOS ECOSISTEMAS Y LOS VOLCANES

Relación entre volcanismo y medio ambiente

La interacción entre actividad volcánica, clima e hidrografía tiene una implicancia fundamental en la formación de suelos y en la modificación y creación de nuevos ambientes. Hablamos de formación de suelos cuando los productos volcánicos estabilizados (como flujos de lava solidificados o capas originadas por lluvia de cenizas) provenientes de las erupciones volcánicas forman el material parental de suelos, el cual es meteorizado por acción del clima y las aguas subterráneas, disgregando estos productos y favoreciendo la colonización del terreno por parte de los seres vivos, cuya presencia induce nuevas transformaciones.

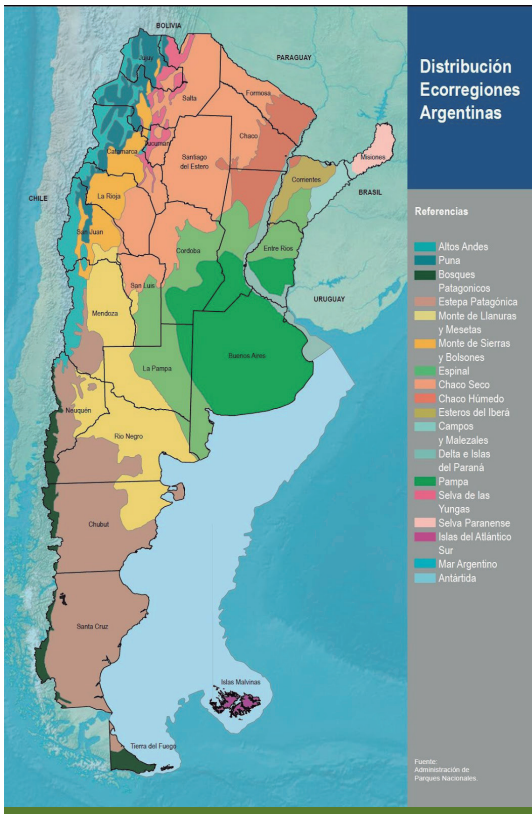


Figura 7. Ecorregiones de la República Argentina.
Fuente: Administración de Parques Nacionales

En lo que atañe a la creación de nuevos ambientes, podemos observar que muchos de los volcanes de la estepa patagónica modifican el relieve y las redes de drenaje. Así, dependiendo del clima, podemos encontrar asociados a las formas volcánicas distintos tipos de humedales entre los que podemos nombrar a los mallines y vegas y a los sistemas lacustres. Un ejemplo de ello se da en el norte de la provincia de

Neuquén, donde las erupciones de hace aproximadamente 10.000 años, de los volcanes Tromen y Wayle modificaron la red de drenaje y endicaron los antiguos cursos de agua, dando origen a los diversos humedales de la zona.

En este sentido, habiendo denotado la relación particular que existe entre los volcanes y la modificación de paisajes que condicionan los ecosistemas, a continuación, desde una perspectiva biogeográfica, se desarrollarán las principales ecoregiones de la argentina relacionadas con los volcanes.

¿Qué es la Biogeografía?

La biogeografía es una disciplina que estudia la distribución de los organismos vivos sobre la Tierra y los procesos que originaron esta distribución. Se trata de una ciencia histórica, es decir, que se ocupa del estudio de sistemas cuya evolución ha seguido una trayectoria única, que debe estudiarse en concreto, no pudiendo obtenerse su conocimiento deductivamente a partir de principios generales. Para la biogeografía la tarea es definir áreas relativamente homogéneas y distintas de las circundantes, que estén caracterizadas por una biota semejante. Estas áreas, más o menos idealizadas, son susceptibles de ser presentadas cartográficamente. Así, los mapas de distribución de las especies son una de las principales evidencias empíricas para las inferencias biogeográficas. Cada taxón (grupo de organismos emparentados, que en una clasificación dada han sido agrupados, asignándole al grupo un nombre en latín si es una especie) tiene su área de distribución particular. Dado que ésta viene determinada por sus características propias, capacidad de adaptación y dispersión, historia evolutiva y relación con los taxones vecinos. Dentro de la Biogeografía el concepto de ecorregión o región ecológica se define como un territorio geográficamente determinado en el que dominan condiciones geomorfológicas y climáticas relativamente uniformes o recurrentes, caracterizado por una fisonomía vegetal de comunidades naturales y seminaturales que comparten un grupo considerable

de especies dominantes, una dinámica y condiciones ecológicas específicas; estas interacciones son indispensables para su persistencia a largo plazo. En Argentina se identifican dieciocho ecorregiones (Figura 7), en siete de las cuales podemos encontrar volcanes, ellas son: Puna, Altos Andes, Puna, Monte de Sierras y Bolsones, Monte de llanuras y mesetas, Estepa Patagónica, Bosques Patagónicos y Espinal (Burkart et al., 1999). Las ecoregiones desarrolladas presentan una relación directa con el volcanismo. Esto es, se relacionan con las formas de paisaje volcánico: los volcanes y sus productos. En este aspecto es importante destacar que el resto de las ecoregiones pueden estar sujetas al impacto de los productos distales de las erupciones volcánicas explosivas. Por ejemplo, la ecoregión Pampeana estuvo afectada a la dispersión de ceniza en la atmósfera durante la erupción del volcán Puyehue en 2011.

Ecorregiones de la Argentina con presencia de volcanes

Puna

Comienza en la frontera noroeste del país dando continuidad al altiplano boliviano y se extiende desde la provincia de Jujuy hasta el norte de San Juan. La altiplanicie puneña está atravesada por cordones montañosos en los que se localizan numerosos volcanes. Las altitudes son generalmente superiores a los 3000 metros, el clima es frío y seco, con una temperatura media anual inferior a 8°C. Las lluvias son estivales y promedian entre 100 y 200 mm anuales. Los suelos están poco desarrollados y escasamente cubiertos por vegetación, haciéndolos muy susceptibles a la erosión. La vegetación dominante es la estepa arbustiva representada por especies cuyos individuos se concentran en matas dispersas. En cuanto a la fauna podemos encontrar numerosas especies endémicas como la vicuña, el huemul, el gato andino y el zorrino real. Numerosas especies puneñas también son comunes a las ecorregiones Alto Andina y Estepa Patagónica. Dentro de esta ecorregión, unos de los volcanes que se puede mencionar es el volcán Tuzgle (Figura 7).

Altos Andes

Integra las altas cumbres de los diferentes cordones montañosos de la cordillera de los Andes desde el límite con Bolivia hasta la cuenca del río Neuquén. Las altitudes mínimas varían según la latitud, sobrepasando en unos 300 a 500 metros la altura media de las ecorregiones vecinas. El clima es frío y las temperaturas medias mensuales tienden a estar por debajo de 0°C durante más de la mitad del año, y la amplitud térmica es muy grande. Las precipitaciones son de 100 a 200 mm anuales, predominan suelos poco profundos con subsuelo rocoso y de incipiente evolución. La vegetación dominante es la estepa gramínea o arbustiva, baja y rala adaptada a la alta agresividad climática (aridez, frío y fuertes vientos). Se componen tanto de especies que forman matas bajas, rastreras, en cojín o en placas, como la "yareta" o "llena piedra" (*Azorella monantha*). Entre la fauna característica de esta ecorregión se encuentran cóndores, pumas, chinchillas, choiques, entre otros. Distribuidos de norte a sur, algunos de los volcanes que se pueden mencionar son: Aracar, So-comba, Lullailaco, Cordón de Azufre, El Peinado, Tupungatito, San José, Maipo y Laguna del Maule, entre otros. En el extremo sur de esta ecorregión limitando con la ecorregión de la Estepa patagónica se encuentra el Complejo Volcánico Domuyo (Figura 7).

Monte de Sierras y Bolsones

Constituye una región árida con alta diversidad geomorfológica, geológica y altimétrica. Se encuentra asociada al sistema cordillerano y serrano del extremo occidental del país desde Jujuy hasta el extremo occidental de Mendoza. El clima es cálido y seco, con gran variedad térmica diaria y entre estaciones. Predominan los suelos arenosos, pobres en materia orgánica y salinos, siendo frecuentes los afloramientos rocosos y la pedregosidad. La vegetación del monte es una estepa arbustiva alta de 1 a 3 metros de altura caracterizada por la predominancia de jarillas (*Larrea* sp). En relación a la fauna se identifican numerosos roedores cavícolas como vizcachas, tuco-tuco, cuises, aves como el cóndor, gaviota andina y reptiles como la tortuga terrestre, el lagarto overo y numerosas especies de lagartijas

y serpientes. Dentro de esta ecorregión se pueden mencionar el Campo Volcánico Antofagasta y el volcán Cerro Blanco (Figura 7).

Monte de Llanuras y Mesetas

Se extiende al este de la cordillera de los Andes desde la provincia de Mendoza a lo largo de Neuquén y La Pampa, hasta la costa del océano atlántico de Río Negro y nordeste de Chubut. Junto con la ecorregión del Monte de Sierras y Bolsones comparte la característica de mayor aridez en la Argentina. Prevalen paisajes de llanuras y extensas mesetas escalonadas, el clima es templado árido y las escasas precipitaciones son menores a los 200 mm anuales. Los suelos se caracterizan por su salinidad y pedregosidad. La vegetación es pobre y predomina la jarilla, la fauna es rica en mamíferos de hábitos cavícolas (la mara patagónica por ejemplo) y comparte la mayor parte de las especies con la Estepa Patagónica. Los volcanes que podemos encontrar en esta región son el Auca Mauhida y El Nevado (Figura 7).

Estepa Patagónica

Es una ecorregión casi exclusiva de la Argentina, abarca desde el sudoeste de Mendoza hasta el norte de Tierra del Fuego. El clima es frío y seco con características de semidesierto con precipitaciones anuales menores a 250 mm. Son característicos los fuertes vientos del oeste, las nevadas de invierno, con una temperatura media anual de 10°C. Los suelos presentan en general escaso desarrollo, son de textura variable con predominancia de textura gruesa, ricos en carbonato de calcio y pobres en materia orgánica. La vegetación se caracteriza por presentarse en forma de matorrales achaparrados, con arbustos bajos de menos de 50 cm de altura, muchos con forma de cojín otros, espinosos con hojas diminutas o sin hojas como el vira vira (*Senecio gilliesii*), el neneo (*Mulinum spinosum*). En menor proporción aparecen estepas herbáceas de coirónes (*Poa* sp). Entre las especies faunísticas son características el puma, el guanaco y el choique. Para esta ecorregión los principales exponente de formas volcánicas son las mesetas volcánicas (basálticas) desarrolladas al este de los Andes en las provincias de Mendoza, Neuquén, Chubut y Santa

Cruz, como por ejemplo el campo volcánico de La Payunia, la meseta volcánica de Somuncura o el campo volcánico de Pali Aike (Figura 7).

Bosque Patagónico

Es una estrecha franja que se extiende desde el norte de Neuquén hasta Tierra del Fuego. Domina el paisaje de montaña de relieve abrupto y escarpado con geformas de origen volcánico en el norte de la ecorregión. El clima es templado a frío y húmedo con copiosas nevadas, lluvias invernales y fuertes vientos del oeste. La formación vegetal dominante es el bosque templado húmedo alto (30 a 40 metros de altura) y denso, alternando con arbustales y bosques bajos, donde podemos encontrar especies emblemáticas como el calafate (*Berberis* sp), la lenga y el coihue (*Nothofagus* sp). Las principales especies de vertebrados son el puma, dos cérvidos endémicos, huemul y pudú, el monito de monte; entre las aves existen especies endémicas como el matamico, paloma araucana y el huet-huet; entre los anfibios y reptiles se encuentran el sapito cuatro ojos, el sapito de Darwin y la culebra andina. Los principales volcanes argentinos dentro de esta ecorregión son el Copahue, Lanín y el Tronador (Figura 7).

Espinal

Es una llanura que rodea a la ecorregión pampeana. El paisaje predominante es de llanura plana ocupada por bosques bajos, estepas y pastizales. El clima es muy variable, desde cálido y húmedo en el norte a templado y seco hacia el oeste y sur. La vegetación característica está compuesta por bosques bajos de especies leñosas xerófilas, alternado con pastizales, palmares, estepas arbustivas y gramíneas. La especie dominante es el algarrobo (*Prosopis* sp), acompañada por el ñandubay, el tala, el caldén y el espinillo entre otros. La fauna está compuesta por especies características de otras ecorregiones. Podemos mencionar en esta ecorregión los volcanes el Morro en San Luis y volcán Pocho en Córdoba (Figura 7).

Dentro de las ecorregiones mencionadas se encuentran distintos tipos de humedales asociados a la construcción de formas volcánicas,

entre los cuales podemos nombrar: mallines o vegas y lagos o sistemas lacustres. Los mallines o vegas son hábitats húmedos, ubicados en zonas bajas de depósitos aluviales, con drenaje deficiente y con aportes de agua proveniente de precipitaciones o napas freáticas. Estos ambientes se caracterizan por tener poca infiltración del agua a causa de un estrato arcilloso en profundidad, que hace que el escurrimiento sea preferentemente de tipo horizontal. Son áreas de reserva y purificación de agua y amortiguan el impacto de las inundaciones, ya que retienen volúmenes enormes de agua que de otra forma incrementarían el caudal río abajo en momentos de creciente. En general los suelos tienen buena aptitud ganadera por sus pasturas, con buen contenido de materia orgánica y muy sensibles a los fenómenos erosivos. La flora característica de este tipo de ambiente, está representada por las totoras (*Schoenoplectus* sp) y juncales (*Juncus balticus*). Entre los animales podemos encontrar la rana esteparia, el gavián ceniciento, el tero, cauquenes, entre otros. Por otro lado, los lagos o sistemas lacustres son cuerpos de agua dulce generados en depresiones continentales de diferentes dimensiones. Las aguas son aportadas por ríos, aguas subterráneas y precipitaciones. Una planta representativa de los ambientes lacustres de montaña, es la vinagrilla (*Myriophyllum quitense*). La biodiversidad de fauna asociada a los lagos es numerosa, entre sus especies podemos encontrar el cisne cuello negro, el flamenco, el cauquén común, pato barcino, gallareta, gaviota capucha café y el macá común.

Algunos de estos humedales son el resultado de la interacción entre actividad volcánica, clima e hidrografía. Muchos de los volcanes en la estepa patagónica modifican el relieve generando su propia red de drenaje. De esta forma, dependiendo del clima, al pie de los mismos pueden generarse tanto mallines como sistemas lacustres. Como fuera mencionado, de ello es el caso de la laguna Tromen y el bañado Los Barros en el norte de la provincia de Neuquén, los cuales se originaron por las erupciones volcánicas asociadas a los volcanes Tromen y Wayle hace aproximadamente 10.000 años. Estas erupciones modificaron la red de drenaje, que originalmente escurría hacia el

norte. Los productos volcánicos generaron diques en estos antiguos cursos, dando origen a los diversos humedales de la región. Con este ejemplo se puede observar la importancia de la actividad volcánica, no sólo por su aporte en la formación de nuevos suelos, sino también como modificador y creador de nuevos hábitats. A su vez, es importante destacar que una vez que los materiales volcánicos son estabilizados luego de las erupciones volcánicas en los sistemas superficiales de la Tierra, éstos tienen una implicancia fundamental como material parental de suelos, los cuales se desarrollan sobre rocas volcánicas consolidadas (ej. flujo de lava solidificado), como también sobre depósitos de agregado suelto (ej. capas originadas por caída de ceniza). La acción del clima y de las aguas subterráneas causan la meteorización, es decir, la disgregación de los materiales de la roca madre, y esto favorece la colonización del terreno por parte de los seres vivos, cuya presencia introduce nuevas transformaciones.

¿Qué es la Biología de la Conservación? ¿Existen áreas a conservar asociadas a volcanes?

La Biología de la Conservación se consolidó en la década de 1980 como respuesta a la pérdida de biodiversidad. Es una reciente disciplina científica de síntesis, que se ocupa de estudiar las causas de la pérdida de diversidad biológica en todos sus niveles (genético, individual, específico, ecosistémico) y de cómo minimizar la misma. Para ello, toma conceptos y herramientas de disciplinas muy diferentes, tales como la ecología, la genética, la biogeografía, la etología o biología del comportamiento, las ciencias políticas, la sociología, la antropología, etc. La Convención sobre los Humedales es un tratado intergubernamental aprobado en el año 1971 en la ciudad iraní de Ramsar. A pesar de que el nombre oficial de la Convención se refiere a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, se la conoce como Convención sobre los Humedales o Convención de Ramsar. En la actualidad 168 países de

todo el mundo han adherido a la Convención. El objetivo de la misma es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, nacionales e internacionales”.



Figura 8. Sitios RAMSAR de la República Argentina.
Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación

En la Argentina se encuentran veinte sitios RAMSAR (Figura 8). Entre ellos podemos encontrar algunos humedales originados por la actividad volcánica, por ejemplo, Laguna Tromen y Laguna Blanca, ambos en la provincia de Neuquén, y Laguna Llancanelo, en la provincia de Mendoza.

Lxs biólogos y los volcanes

La biología es la ciencia que estudia la vida en todos sus aspectos (del griego **βίος** [bíos], «vida», y **-λογία** [-logía] «estudio»). Analiza los factores naturales bióticos y abióticos que interactúan en la regulación y el control de las poblaciones. Estudia los ciclos de nutrientes e hidrológicos, los flujos de energía y las relaciones tróficas en los ecosistemas. Efectúa estudios referentes a la protección y conservación de la naturaleza. En cuanto a su relación con los volcanes puede estudiar la dinámica, estructura y funcionamiento de poblaciones de animales y vegetales, comunidades y ecosistemas condicionados por las modificaciones ambientales generadas por la actividad volcánica.

Entre las actividades que realizan lxs biólogos podemos mencionar: estudios de campo exploratorios con el fin de establecer las leyes generales que rigen la vida, la asesoría ecológica y auditoría medioambiental, análisis clínicos, estudios de microbiología, parasitología, inmunología y genética, pueden ejercer como docentes, realizar controles de la acción de productos industriales en seres vivos, controles de calidad, supervisión de cultivos extensivos y venta y comercialización de productos relacionados con la alimentación y el medio ambiente.

EL SER HUMANO Y LOS VOLCANES

A lo largo de la historia de la humanidad, las distintas poblaciones durante su recorrido por el planeta se han relacionado de diversas maneras con todo lo que los rodea, construyendo así múltiples formas de concebir el universo. Los distintos elementos que conforman los paisajes naturales, desde lagos y ríos, especies vegetales y animales, hasta cerros y volcanes, han dado lugar a una multiplicidad de interpretaciones.



En cuanto a los volcanes, son muchas las maneras en las cuales el ser humano se ha vinculado con los mismos. Una de las primeras relaciones presente es el tributo al dios romano Vulcanus. En América, las culturas prehispánicas también le han dado un papel protagónico a los volcanes dentro de su cosmovisión. Por ejemplo, desde el norte argentino hasta la Patagonia hay casos que ejemplifican estas relaciones, como el del volcán Llullaillaco en la provincia de Salta, el cual fue utilizado como santuario Inca y en donde se encontraron los "Niños del Volcán" (Figuras 7 y 9).

Figura 9. Complejo Arqueológico de altura, Volcán Llullaillaco.

Fuente: <http://www.maam.gob.ar/>

En la Patagonia, las comunidades Mapuche consideran, a partir de su cosmovisión, que los volcanes representan la expresión por la cual la Mapu (tierra) respira y brinda vida. Se cree que cuando un volcán entra en actividad no desencadena con el tiempo una catástrofe natural, sino que la Tierra está expresando algo que hay que saber escuchar. En los últimos tiempos, el pueblo Mapuche ha interpretado estos cambios como llamados de atención hacia el ser humano, recordando que cada persona es parte de un sistema complejo que es la Tierra, y no dueña de la misma. Se la debe respetar y cuidar, o de otra forma se rompe el equilibrio de la vida.

La arqueología y los volcanes: ¿a qué se denominan objetos arqueológicos?

Las diferentes concepciones e ideas acerca del universo y específicamente los volcanes han sido representadas a lo largo del tiempo de múltiples maneras, a través de relatos, imágenes, pinturas, objetos, esculturas, entre otros. Uno de los objetivos principales de la antropología y la arqueología es el reconocimiento y la interpretación de estas formas de representación. En particular, la arqueología intenta construir una imagen sobre diversos desarrollos sociales del pasado a partir de los restos materiales que perduraron a lo largo del tiempo. Los restos materiales conforman junto con el medio natural en el que se encuentran y las relaciones sociales que dieron lugar a su construcción y disposición, lo que se denomina contexto (Hodder, 1988). El estudio de un contexto es fundamental para entender parcialmente lo que queda de los procesos que ocurrieron en el pasado. Este concepto da indicios de un espacio y un periodo de tiempo particulares, así como también de las construcciones simbólicas que realizaron las personas, cómo se vincularon con el medio que los rodeaba, cuáles eran las prácticas de subsistencia que realizaban y cómo se estructuraban las sociedades.

Una de las herramientas clave para esta disciplina es la evaluación de los artefactos. Un artefacto es un elemento realizado o modificado por el ser humano. En las zonas que en la actualidad denominamos volcánicas es relativamente común la identificación de artefactos vinculados a actividades de subsistencia. Estos objetos han sido realizados usualmente a partir de materia prima local, por ejemplo basalto u obsidiana, ambas rocas de origen volcánico, para construir puntas de proyectil, raederas, morteros, entre otros. Se puede reconocer también una multiplicidad de objetos cerámicos, los cuales pueden dar indicios de los materiales de manufactura, de los procesos a partir de los cuales se realizaban y de su utilización, entre otros.

El arte rupestre y los volcanes

Los volcanes son estructuras geológicas particulares y su actividad ha sido interpretada a lo largo del tiempo de diversos modos por parte de cada grupo social que compartió en un mismo espacio geográfico. Los aleros, paredes o cuevas producto y parte de los volcanes han sido utilizados en diversos casos como soporte donde plasmar distintas representaciones de arte rupestre, como por ejemplo sucede las lavas desarrolladas al pie del volcán Tromen ubicado en la Patagonia neuquina. Pero... ¿qué interpretamos como arte rupestre? Se considera arte rupestre al resto arqueológico conformado por un conjunto de manifestaciones artísticas realizadas sobre un soporte rocoso por seres humanos que habitaron el mundo en el pasado. El arte rupestre se puede encontrar en cuevas, piedras y paredes rocosas. La técnica de grabado se realiza a partir de la talla o la remoción de material de la superficie, utilizando herramientas de una dureza mayor a la de la superficie grabada, lo cual da lugar a un petroglifo. La técnica de pintura se realiza mediante la aplicación de pigmentos que pueden tener origen vegetal, animal o mineral, como por ejemplo el óxido de hierro y el carbón, dando lugar a una pictografía. Las imágenes grabadas constituyen representaciones sobre distintos aspectos de la vida cotidiana y cosmovisión de los pueblos de la región. Frecuentemente estas representaciones pueden ser relacionadas con

objetos identificables, como animales o vegetales o situaciones de la vida cotidiana. Otras veces, las representaciones son más abstractas, por ejemplo signos y figuraciones geométricas cuya interpretación es mucho más complicada.



Fotografía de arte rupestre desarrollada en el Área Natural Protegida El Tromen. Fuente: Fotografía de Sergio D'Abramo.

La arqueología y los volcanes en Argentina

Como mencionamos anteriormente, a lo largo del tiempo los pueblos se han relacionado con el espacio que los rodea de diversas formas. En particular, en lo que hoy conforma el territorio argentino, los grupos humanos construyeron vínculos muy especiales con los volcanes y los cerros, los cuales fueron y son interpretados como la materialización de personajes o de elementos que forman parte de su cosmovisión. Por tal motivo, estos lugares de altura fueron considerados como espacios rituales y de ofrendas. Estas ideas se enmarcan en una forma compleja de entender el mundo, la cual implica una concepción unificada del espacio y el sistema simbólico

y los significados culturales, lo cual suele ser interpretado y analizado por separado.

En nuestro país se han podido identificar un conjunto de volcanes a los que se encuentra asociada evidencia arqueológica vinculada a prácticas rituales. Desde la arqueología se considera que estas prácticas habrían tenido lugar en un período de tiempo prolongado, previo a la llegada del Imperio Incaico a estas zonas. Aun así, cuando el imperio se expande y comienza a vincularse con las poblaciones locales durante el siglo XV se habría apropiado de muchas prácticas y las habría institucionalizado. De esta forma, es en este momento cuando se construyen algunos sitios con rasgos incaicos característicos en áreas elevadas, los cuales se denominan hoy "santuarios de altura" (Vitry, 1997). Son tenidas en cuenta tres tipos de evidencias para enmarcar estas prácticas durante el siglo XV, las cuales tienen que ver, por un lado, con el patrón arquitectónico y las características de las ofrendas; y por el otro, el sustento de los fechados que permiten datar los objetos en este período. Por último, los relatos identificados en las crónicas de los conquistadores, en los cuales se describen estas prácticas, junto con muchas otras que permiten acercarse a la dinámica social para este momento. A grandes rasgos, se considera que para que una montaña o un volcán se vuelva un objeto de culto debe tener algunas características concretas, las cuales se vinculan con puntos importantes en cuanto a la organización espacial, con el quiebre visual respecto al horizonte, con los lugares poco accesibles y de difícil llegada, así como también el vínculo con antepasados, con deidades y con los orígenes de la vida. Quienes accedían a estos espacios rituales eran en general líderes espirituales o integrantes de la elite, los cuales se encargaban de establecer contacto con divinidades o antepasados. Muchas veces en estos sitios se realizaban ofrendas o sacrificios en nombre del pueblo, las cuales estaban conformadas por una diversidad de elementos de distinto origen. Además, en algunos casos las ofrendas realizadas eran humanas.

La mayor concentración de sitios identificados en altura para nuestro país en relación al momento de expansión incaica se ubica en la provincia de Salta. Algunos de los sitios se han realizado en contextos volcánicos, mientras que otros se encuentran en cerros no volcánicos. Uno de los casos más llamativos de nuestro país es el del Volcán Lulluillaco, el cual se encuentra ubicado en el extremo occidental de la provincia de Salta, departamento Los Andes, y forma parte del grupo de montañas que marcan el límite internacional entre Argentina y Chile. El complejo arqueológico del Lulluillaco incluye un conjunto de sitios asociados a un camino desde la base del volcán hasta la cima. Este volcán fue convertido en el santuario más alto del imperio identificado hasta el momento. Se considera que el conjunto de construcciones podría haber sido refugio para la realización de la ceremonia ritual que culminaba en la cima. En este caso la ofrenda consistió en la vida de una niña y dos niños, acompañados por un ajuar que incluían pequeñas estatuillas, textiles, tocados de plumas, comida, bebida, sandalias adicionales y mantas. Es importante destacar que las ofrendas están confeccionadas con materiales que tienen origen en distintos lugares del imperio Inca como, por ejemplo, metales de la cordillera, conchas marinas *spondylus* de Ecuador, hojas de coca de Bolivia, lanas finas del altiplano, plumas de las selvas orientales. Esto también da cuenta de la presencia de las regiones y los elementos más importantes del imperio. Otros sitios arqueológicos identificados en la provincia de Salta como santuarios de altura se encuentran en los volcanes Quewar, Aracar, Arizaro, Blanco y Socompa. También han sido registrados sitios en altura en otras provincias argentinas. Un ejemplo es el del Volcán Incahuasi, ubicado en la provincia de Catamarca en el límite internacional entre Chile y Argentina, en el cual se encuentra identificado también el camino incaico desde la base y en algunos tramos hasta la cima.

En la Patagonia, uno de los ejemplos que podemos nombrar es el caso del volcán Tromen en donde poblaciones humanas interactuaron con él a partir de los productos volcánicos generados a través del tiempo, los cuales fueron utilizados para armar herramientas de

caza y procesamiento de alimentos. Algunos abrigos rocosos del Tromen fueron el soporte sobre el que se plasmaron pinturas rupestres y donde además se encontró material arqueológico. En tiempos históricos también fueron usados sus recursos, otro de ellos fue el azufre, el cual era extraído y posteriormente intercambiado o vendido por otros productos. Cercano a la cumbre se encuentra un asentamiento que fue ocupado por quienes lo extraían a principios del siglo XX (Hajduk, 1999). Finalmente, en Santa Cruz el campo volcánico de Pali Aike es otro caso donde se utilizan estructuras volcánicas para el entierro de humanos. En este caso el registro bioarqueológico se encuentra en una cueva ubicada en la ladera de un cono volcánico (Heureux y Barbarena, 2008).

¿A qué se le denomina y qué constituye un Patrimonio?

Los registros arqueológicos no permanecen estáticos en el tiempo, sino que se modifican continuamente desde el momento de su formación tanto por factores naturales como culturales, pasados y actuales. Si bien la modificación de los contextos originales es inevitable, desde la arqueología se intenta minimizar estas alteraciones protegiendo el patrimonio, instando a la preservación de los objetos en su lugar, es decir en su “contexto arqueológico” y cuidando del entorno. Todos estos elementos previamente mencionados configuran lo que conocemos como patrimonio, es decir, el conjunto de bienes de tipo natural, material o simbólico, el cual forma parte de la herencia de los pueblos. Conforman la diversidad de identidades que se construyen a lo largo del tiempo y representan un testimonio que perdura y se transmite a las siguientes generaciones. Por este motivo, es importante el cuidado y la concientización respecto al valor de lo que ha perdurado como parte de la memoria de los pueblos. Es fundamental tener en cuenta que si se encuentra material arqueológico, estos deben permanecer en el lugar y debe reportarse el hallazgo

a la autoridad de aplicación pertinente. Un ejemplo del interés del estado en la cuestión del patrimonio es Ley Provincial n°2.184 de Protección de Patrimonio Histórico, Arqueológico y Paleontológico (Secretaría de Estado de Cultura, Dirección General de Patrimonio Cultural - Neuquén).

*¿Qué hacen lxs antropólogxs y lxs arqueólogxs?
antropología, arqueología y los volcanes*

La antropología es una disciplina científica que estudia al ser humano en un sentido holístico e integral. Aborda al fenómeno humano en su bidimensionalidad tanto biológica como socio-cultural, en un tiempo y espacio determinado. El objeto/sujeto de estudio de esta disciplina es la diversidad cultural. Los grupos humanos fueron y siguen siendo diversos, situados en un mundo en constante movimiento. Para interpretar al fenómeno humano la antropología cuenta con un conjunto de técnicas que le permiten relevar, obtener y construir datos relevantes para contrastar y resolver su problemática de investigación. Finalmente, los resultados obtenidos deben ser volcados a la sociedad, la cual financia las investigaciones a través de distintas instituciones del Estado.

Es posible entonces construir miradas acerca de las sociedades de diferentes formas; la Arqueología busca dar cuenta de sociedades que habitaron en el pasado, a partir de los restos materiales que formaron parte de las vidas cotidianas en esos momentos y que hoy encontramos enterrados, bajo el agua o en superficie. También se realizan investigaciones desde la Antropología en el presente para interpretar procesos sociales o situaciones específicas.

En particular, el abordaje antropológico en las zonas de volcanes se vincula al trabajo arqueológico a partir del análisis de los restos materiales identificados en excavaciones, estructuras arquitectónicas, sitios en altura y la identificación de expresiones rupestres, con el objetivo de generar posibles relatos sobre poblaciones que habitaron estos lugares en el pasado. También se desarrollan trabajos en antropología sociocultural que buscan dar cuenta de las relaciones sociales en el presente, problematizando las relaciones entre distintos grupos humanos, y entre los mismos y el medio en el cual desarrollan sus vidas. En el caso de las zonas volcánicas, algunas de las principales problemáticas se vinculan a los modos de producción, los procesos identitarios, la movilidad en el territorio, entre otras.

¿Cómo se relaciona el ser humano actualmente con los volcanes?

A lo largo del tiempo las poblaciones humanas que transitan las zonas de volcanes han conformado una multiplicidad de relaciones con los mismos. Como parte del paisaje, las diversas representaciones y los sentidos atribuidos a los volcanes forman parte en la actualidad de las dinámicas cotidianas que dan cuenta de distintas formas de entender el mundo. En este sentido, son muchas las relaciones que podemos identificar en un momento y un espacio determinado. Por un lado, los volcanes pueden representar una amenaza para las poblaciones cercanas, no obstante, también pueden implicar formas de habitar y moverse en el espacio, lugares rituales o de tránsito, así como sitios de aprovechamiento económico, recreación o turismo. En cuanto a los recursos, más allá de la clara relación que puede existir entre los depósitos volcánicos y los recursos minerales que son objeto de exploración y desarrollo de proyectos mineros de diferentes escalas, varios productos volcánicos son empleados para diversas actividades de orden menor, entre ellos el azufre, la obsidiana, la piedra

pómez o el basalto. Por otro lado, dependiendo de la composición de la ceniza volcánica, esta puede actuar como "fertilizante natural". A su vez, en sistemas volcánicos activos, la energía geotérmica es empleada en algunos países del mundo para producir electricidad, para calefaccionar o disfrutar de los baños medicinales en aguas termales. En este sentido, las actividades recreativas y el turismo en torno a los volcanes son muy importantes para algunas regiones, tal es así que ya se habla de turismo volcánico, el cual suele incrementarse cuando los volcanes entran en actividad. De hecho, en promedio, como las 60 erupciones volcánicas que se dan al año en la Tierra son de bajo grado de explosividad, el volcanismo genera más beneficios asociados al turismo volcánico que pérdidas asociadas a las erupciones.

Finalmente es relevante mencionar la intensa actividad científica y técnica que se desarrolla en torno a los volcanes, la misma tiene como objetivo tanto al estudio del comportamiento de las erupciones para poder predecirlas con cierta antelación, determinar el peligro y riesgo volcánicos, y la vulnerabilidad de una determinada población. De esta forma se busca mantener informada y evitar o disminuir el impacto negativo sobre las poblaciones adyacentes. La ciencia, de la misma manera que triangula con el estado y las poblaciones para el estudio y monitoreo de los volcanes activos, también indaga acerca de los potenciales beneficios que pueden aportar los volcanes a los seres humanos. Todo lo mencionado, sin ser exhaustivo, forma parte del conjunto de actividades que desarrollan los grupos humanos en contextos volcánicos y seguramente nuevas tareas seguirán apareciendo en el transcurso del tiempo.

El peligro y el riesgo volcánico

El crecimiento demográfico en los entornos de los volcanes, ha inducido la necesidad de evaluar cuán peligroso es un volcán en cuestión, y que riesgo implica para la vida y los sistemas económicos potencialmente afectables.

El carácter episódico de la actividad volcánica ((véase apartado previo respecto a lo que entendemos por volcán activo), y las diferencias de un volcán a otro en cuanto a la frecuencia de las mismas, hace que las evaluaciones de riesgo, siempre se hagan sobre los volcanes que más erupciones registran. Esto no siempre sigue una secuencia lógica de razonamiento, ya que los volcanes de menor frecuencia podrían representar el mayor riesgo potencial. Para ello, es necesario saber cuán peligroso puede resultar un volcán. Por lo antedicho, definiremos el alcance de algunos términos, como peligro, riesgo y vulnerabilidad eruptiva de un volcán.

Se define como el peligro volcánico a la posibilidad de que un volcán haga erupción siguiendo determinados parámetros o secuencia de eventos, independientemente del grado de afectación que produzca la misma; mientras que se define como riesgo volcánico (Scandone 1983), a la probabilidad absoluta de que un evento volcánico ocurra en un punto de la superficie de y la cantidad de daño causado por el peligro volcánico. Como vemos, el peligro volcánico será una variable determinada por aproximaciones volcanológicas, pero el riesgo volcánico demandará la evaluación del daño potencial, lo cual requiere metodologías provenientes de la sociología, antropología y la economía, como también, conocer con certeza la vulnerabilidad del entorno al volcán, parámetros que exceden la intención de este texto.

Los distintos casos expuestos anteriormente, donde se observan interacciones de poblaciones a lo largo del tiempo con los volcanes, permiten coincidir con el planteo de Dercole (2008). Este expresa que el riesgo y la percepción sobre el mismo difieren entre los volcanólogos y la sociedad en general. Los primeros basan su percepción en criterios científicos, por otro lado, la sociedad en general se apoya en criterios fundados a partir de factores socioeconómicos, culturales, religiosos, experiencias anteriores (Dercole 2008) o hasta en ciertos casos en la opinión pública o el sentido común. Esta premisa nos lleva en principio a diferenciar el peligro del riesgo volcánico. Mientras que el

peligro volcánico se define como la probabilidad que un evento volcánico, con los elementos considerados como peligrosos (ej. caída de ceniza), afecte un área determinada, el riesgo volcánico contempla la cercanía y vulnerabilidad de una determinada población frente a un peligro volcánico. De esta forma el riesgo es otro producto de la construcción cultural de las sociedades en su devenir histórico (Douglas y Wildavsky, 1982). Desde esta perspectiva teórica, el riesgo no es un ente material objetivo, sino una elaboración, una construcción intelectual de los miembros de la sociedad que se presta particularmente para llevar a cabo evaluaciones sociales de probabilidades y de valores (Douglas, 1987). Como fuera mencionado, asociado al riesgo volcánico aparece el elemento vulnerabilidad. La vulnerabilidad se suele entender a partir de la capacidad que tiene una persona o grupos de personas para hacerle frente o resistir a alguna situación de peligro y sus efectos, como puede ser una erupción volcánica (o algún evento que no sea natural, como por ejemplo una crisis económica). En este caso si la población se encuentra en una zona o evento de riesgo, y no posee herramientas que le permitan sobrellevar la situación y corra peligro tanto su vida como sus bienes.

¿Qué se puede hacer frente a una erupción volcánica?

Ante una emergencia por erupción volcánica, Protección Civil de la Nación es quien actúa a nivel nacional, apoyando a las Defensas Civiles Provinciales. A su vez, VAAC (Volcanic Ash Advisory Centre) organismo dependiente del Servicio Meteorológico Nacional, monitorea plumas de cenizas volcánicas. Ante la situación de emergencia, la Junta de Defensa Civil Municipal conforma el Comité Operativo de Emergencias Municipal (COEM), que será el encargado de poner en práctica el plan. La responsabilidad y las acciones que competen a cada uno de las partes que constituyen el COEM, están sugeridas en la siguiente sección. En los municipios, los Intendentes son los responsables de la Defensa Civil Municipal, que en coordinación con

instituciones públicas y privadas planificarán y proveerán atención a la población afectada. Todo municipio debería tener, dentro de sus planes de contingencia ante fenómenos naturales, entre ellos, un plan correspondiente a contingencia por caída de cenizas (particularmente aquellas localidades ubicadas en la región cordillerana y precordillerana, potencialmente con mayores posibilidades de ser afectados por este tipo de eventos). De no contar con este plan, la Junta de Defensa Civil Municipal (presidida por el Intendente) es la encargada de la confección del mismo (Caselli et al., 2011). De esta forma, las localidades que viven en torno a los volcanes activos y las regiones sujetas a caída de ceniza, cuentan con planes de contingencia, basados en mapas de peligro volcánico y la determinación del riesgo y la vulnerabilidad. En las zonas próximas a los volcanes, durante las erupciones volcánicas se delimitan áreas de exclusión, las cuales generalmente se basan en el máximo alcance de los flujos de cenizas y lahares. En las zonas alejadas a los volcanes, el principal factor a tener en cuenta es la lluvia de ceniza. Si bien, la ceniza volcánica representa un riesgo muy bajo en comparación con otros tipos de materiales volcánicos, puede tener efectos mayores en personas con afecciones respiratorias o tras una exposición prolongada. Los efectos de las cenizas sobre la salud pueden ser divididos en varias categorías: (a) efectos respiratorios, (b) síntomas oculares, (c) irritación cutánea, y (d) efectos indirectos. Es importante considerar que estos efectos pueden ser potenciados por la presencia de gases y aerosoles volcánicos en las inmediaciones de los centros eruptivos (Caselli et al., 2011).

ACTIVIDADES ÁULICAS

En este apartado se presentan una secuencia de 8 actividades, las cuales muestran un orden creciente de complejidad y de asociación de conceptos. Por esta razón, se propone que las mismas sean desarrolladas en su totalidad y con el ordenamiento planteado. El flujo de contenidos involucra desde la introducción al volcanismo, partiendo de la imagen vulgarizada, las nociones claves para entender a los volcanes y sistemas volcánicos en la Tierra, hasta la relación de los volcanes con el ecosistema, los pobladores originarios y el impacto social desde la perspectiva del peligro y riesgo volcánico.

Los materiales descritos en las actividades podrán ser encontrados en el link [ANEXO MATERIALES DE ACTIVIDADES](#). En caso de presentarse algún problema con la descarga escribir a **conociendoalvolcanes@gmail.com**. En cada una de las carpetas, titulada con el número de la actividad, se encontrarán los respectivos archivos rotulados con el número de la actividad y el orden con el cual deben ser utilizados. Como la idea de la presente guía no es limitar su distribución en el territorio, cada una de las actividades pensadas bajo el soporte de conexión a Internet, presentarán materiales destinados para la realización de la actividad mediante gráficos, fotos y láminas.

Actividad 1

Conociendo los volcanes

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

El objetivo de esta actividad es que lxs estudiantes tomen conciencia acerca de sus representaciones y conocimientos sobre el objeto de estudio e incrementen su curiosidad y deseos de ampliar y profundizar.

Tiempo estimado: 45 minutos

Materiales

https://drive.google.com/drive/folders/1I12VuWeacNrID25eNf_FxYeXHdow5grs

- Videos (I-1_ Conociendo a los volcanes y I-2_ Conociendo a los volcanes)
- Artículo periodístico (I-3_ Conociendo a los volcanes).

Desarrollo paso a paso de la actividad

1 | Se forman cuatro grupos para discutir una serie de preguntas. Es importante permitir que todxs puedan expresar libremente lo que piensan, no se trata de ponerse de acuerdo, ni tampoco de ver quién sabe más sobre el tema. Sencillamente nos parece interesante que cada participante manifieste sus ideas, intercambie conocimientos, opiniones y experiencias que serán útiles a la hora de desarrollar el proyecto. Unx de lxs alumnxs puede hacer de secretarix y llevar un registro de todo lo que se diga, para ponerlo en común después con los otros grupos.

Preguntas sugeridas:

- ¿Para ustedes qué es un volcán?
- ¿Qué sintieron ustedes la primera vez que vieron un volcán?
- ¿Hay flora y fauna en las laderas de los volcanes?,
- ¿Vivir cerca de un volcán es peligroso?, ¿por qué?

2 | Lxs secretarixs leen las respuestas, se comentan entre todxs, se analizan los diferentes puntos de vista, se discrimina entre lo que son falta de conocimientos o prejuicios o sentimientos personales como el miedo, la atracción, etc.

3 | Reunidos en grupos lxs alumnxs miran los videos y leen las notas periodísticas.

4 | Al finalizar, responden las siguientes preguntas:

- Y ahora, ¿cómo describirían los volcanes a alguien que no los conoce?
- ¿Piensan que los videos y artículos dan una idea completa y correcta sobre los volcanes?
- ¿Piensan que dejan algún aspecto de lado, o la información es pobre, parcial o errónea? ¿cuál?

5 | Finalmente, ¿qué más les interesaría saber sobre los volcanes?

6 | Anoten las preguntas consensuadas para seguir trabajando sobre los aspectos que les interesa.



Imágenes capturadas de los videos I-1_ y I-2_ en donde se pretende empezar a discutir sobre los volcanes a partir de la imagen vulgarizada que generan los medios. Fuente: trailer oficial películas Apocalypse Pompeii y Dante's Peak, respectivamente.

Actividad 2

Productos volcánicos, procesos y estilos eruptivos

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

Reconocer las características de los productos de las erupciones volcánicas (lavas y ceniza), comprender los procesos que generan dichos productos (flujo de lava, caída de ceniza, flujo de ceniza) y los distintos estilos eruptivos que caracteriza al volcanismo (efusivo y explosivo).

Se espera que los estudiantes logren relacionar las rocas o productos más comunes de los ambientes volcánicos con los procesos que los originan.

Tiempo estimado: 45 minutos

Materiales

https://drive.google.com/drive/folders/1Ii2VuWeacNrID25eNf_Fx-YeXHdow5grs?usp=sharing

- Video II-1. Duración 2:56 minutos (véase ANEXO MATERIALES).
- Imágenes de productos volcánicos. II-1, II-2 y II-3.
- Muestras de ceniza y lava. (opcional)

Desarrollo paso a paso de la actividad

1 | Mirar el video “VIDEO II-1”.

2 | Formular las siguientes preguntas y abrir un espacio de debate plenario:

- ¿Qué emiten los volcanes? El o la docente deberá aclarar previo a la observación del video que presten particular atención a los productos volcánicos durante las erupciones.

Puesta en común (PC):

Los volcanes emiten principalmente lava y ceniza.

- Realizar una descripción breve de los productos anteriormente reconocidos, utilizando las siguientes imágenes (Figuras II-1, II-2 y II-3). ¿Cómo se caracterizan? El o la docente debe coordinar que lxs alumnxs describan con sus palabras las principales propiedades de los productos volcánicos observados en el video.

Puesta en común (PC):

La ceniza volcánica está constituida por partículas pequeñas y livianas, capaces de ser transportadas por el viento. Mientras más cerca del centro emisor nos encontremos, más gruesa serán las partículas de ceniza. En la imagen II-1 y II-2 se puede observar una ceniza fina no consolidada y en la segunda imagen una roca constituida íntegramente por una ceniza gruesa. Por el contrario, la lava es un material fundido y denso, que fluye y se desplaza por la ladera de un volcán (Fig. II-3).

Nota: Para desarrollar de mejor manera la actividad se propone que lxs docentes puedan buscar una muestra de mano de ceniza volcánica y otra de lava, para trabajar en el aula.

- De acuerdo a lo observado en los videos, ¿Cómo se transportan cada uno de estos productos?

Puesta en común (PC):

la lava se transporta como un fundido de rocas incandescentes que descienden por las laderas del volcán, lo denominamos flujo de lava (una vez enfriada la llamamos colada o flujo de lava). La ceniza es desplazada por el viento (caída de ceniza) o correr por la ladera del volcán como un flujo de ceniza (flujo piroclástico es el término correcto).

- ¿Todas las erupciones son iguales? ¿Cómo describirías a las erupciones?

Puesta en común (PC):

No, las erupciones no son todas iguales, hay dos estilos eruptivos bien contrastantes. Por un lado, las erupciones predominantemente efusivas que emiten principalmente lava, y por otro, las erupciones predominantemente explosivas cuyo principal producto es la ceniza.

Observaciones y comentarios

Es importante tener en cuenta al momento de abordar el bloque que comienza con la pregunta: ¿Todas las erupciones son iguales? En la siguiente propuesta se presentan las erupciones como “efusivas o explosivas”. Este esquema resulta de la escolarización de las erupciones volcánicas, ya que en los medios naturales las erupciones son “explosivas y efusivas”, con porcentajes de participación de cada término que difieren, por lo menos, un orden de magnitud. En este sentido, en una “erupción predominantemente explosiva” el 95 % del material volcánico puede estar involucrado dentro de la fase explosiva como lluvia de ceniza o flujos de ceniza, mientras que hacia el final o finalizada esta fase, solo un 5% puede ser emitido como lava en una fase efusiva; y viceversa. Si el debate con lxs alumnxs en algún momento toma este rumbo, como ejemplo se puede mencionar la “erupción predominantemente explosiva” que se observa en el minuto 2:17 del video preparado para la actividad (VIDEO II-1), en donde se destaca un flujo de ceniza y por debajo un flujo de lava asociado a la misma erupción.

Luego de responder a las preguntas sugeridas, y teniendo en cuenta el contraste entre los dos estilos eruptivos observados en el video, se podría preguntar acerca de la velocidad de transporte y distribución de los materiales durante las erupciones. Se puede inferir que los flujos de lava y los flujos de ceniza se transportan a velocidades bien contrastantes. Mientras que las lavas avanzan lentamente (inclusive a velocidades menores a las de un hombre caminando), los flujos de ceniza pueden alcanzar velocidades mucho mayores (100-300 m/s). Respecto a la distribución de materiales también hay una marcada diferencia, ya que los depósitos de ceniza alcanzan una mayor distri-

bución espacial que los depósitos de lava (las cenizas depositadas por caída pueden llegar hasta miles de kilómetros de su centro emisor, e inclusive pueden llegar a dar la vuelta al mundo, mientras que los flujos de lava alcanzan generalmente pocos kilómetros de extensión hasta decenas de kilómetros). Otra posible pregunta es la temperatura de la lava, la misma puede alcanzar entre 700 y 1200 grados para las lavas, hasta 600-700 grados los flujos de ceniza



Capturas de imágenes del video II-1. a) Se puede apreciar el desarrollo de un flujo de lava producido por una erupción efusiva. b) Se muestra una erupción explosiva en proceso con el desarrollo de una columna eruptiva. Sobre la ladera del volcán se puede observar la ocurrencia de un flujo de ceniza (flujo piroclástico). Desde la parte basal de la columna eruptiva se puede apreciar como lateralmente es dispersada ceniza por el viento (sector derecho de la imagen). La depositación de esta ceniza por decantación originará depósitos de ceniza. c) Se presenta una imagen detalla del flujo de ceniza mostrado en la figura b. Fuentes de multimedia:

- (i) <https://m.youtube.com/watch?v=VuQrUwFn6bU>;
- (ii) <https://m.youtube.com/watch?v=SKaZx52VYk0>;
- (iii) <https://youtu.be/Bz7WCttwXQk>;
- (iv) <https://vimeo.com/11182768>;
- (v) <https://youtu.be/oT-PaTQu5d8>;
- (vi) <https://youtu.be/3dqWi8MZCK8>;
- (vii) <https://youtu.be/YRjVXBLaKC8>;
- (viii) <https://vimeo.com/77310056>;
- (ix) <https://vimeo.com/32354711>;
- (x) https://youtu.be/m45dVZF_hg0 ;
- (xi) <https://youtu.be/TFNzNVLv9PU>.

Actividad 3

Las partes de un volcán y su construcción

En la siguiente actividad se presentan dos propuestas de trabajo diferentes, según la disponibilidad de conexión a internet y computadoras para el desarrollo de las actividades.

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

- Reconocer las diferentes partes de un volcán (cráter, flancos, productos volcánicos).
- Identificar y delimitar los diferentes flujos de lava emitidos por el volcán.
- Comprender como se forma un volcán, haciendo énfasis en los procesos que se suceden en el tiempo, como el apilamiento sucesivo de productos volcánicos en el espacio.

— Versión sin conexión a internet:

Tiempo Estimado: 1:30 hs

Materiales

https://drive.google.com/drive/folders/1II2VuWeacNrID25eNf_FxYeXHdow5grs?usp=sharing

- Imagen con vista en planta del Volcán Tuzgle y la imagen de detalle del recuadro rojo (fig. III-1).
- Guía de la actividad
- Material bibliográfico complementario.

Desarrollo paso a paso de la actividad

1 | En la imagen III-1 se reconoce una vista en planta del Volcán Tuzgle, ubicado en la provincia de Jujuy. Se presenta además una imagen de detalle y en perfil de la zona representada por el recuadro rojo.

2 | Reconocer las diferentes partes del volcán.

Respuesta: Ver figura III-1. Se reconocen los distintos flujos de lava, flancos y el cráter.

Nota: Si bien en este volcán no se observa un cráter bien desarrollado, se puede delimitar un área en el ápice del edificio volcánico desde donde son emitidos la mayoría de los flujos de lava y por lo tanto se puede pensar que toda esta área representa el cráter del volcán.

3 | Observar y reconocer los diferentes flujos de lava y el lugar desde donde son emitidos. *Respuesta:* ver figura III-2

4 | Observar en detalle los diferentes productos volcánicos dentro del recuadro rojo. ¿Qué relación espacial existe entre estos? ¿A qué creen que se debe esta relación? ¿Encuentran formas similares por fuera del rectángulo rojo?

Respuesta: en la imagen se observa distintos flujos de lavas superpuestos. Los flujos más nuevos (los más oscuros) se apoyan sobre los más antiguos (más claros y más alterados) que fueron emitidos previamente. De esta manera, podemos inferir que la construcción del volcán se debe a la sucesiva superposición de los distintos productos volcánicos.

5 | A partir del reconocimiento en la imagen satelital de las diferentes partes de un volcán, los productos emitidos y su relación espacial (que unos flujos están apoyados sobre otros), realizar un dibujo esquemático del perfil del volcán. *Resolución:* ver figura III-2 (resolución).

— Versión Google Earth

Tiempo Estimado: 1:30 hs

Materiales

https://drive.google.com/drive/folders/1II2VuWeacNrID25eNf_FxYeXHdow5grs?usp=sharing

- Conexión a internet.
- Software Google Earth (Gratis).
- Archivo III-1. Kmz- Volcán Tuzgle. (Materiales anexos)
- Guía de la actividad.
- Material bibliográfico complementario

Desarrollo paso a paso de la actividad

1 | Abrir el archivo III-1. kmz. Al hacer doble click se abrirá el programa Google Earth. Explorar su contenido. El kmz III-1 muestra la localización del Volcán Tuzgle, ubicado en la provincia de Jujuy.

2 | Reconocer las diferentes partes del volcán.

Respuesta: cráter, flujos de lava, flancos.

Nota: Si bien en este volcán no se observa un cráter bien desarrollado, se puede delimitar un área en el ápice del edificio volcánico desde donde son emitidos la mayoría de los flujos de lava y por lo tanto se puede pensar que toda esta área representa el cráter del volcán.

3 | Observar y reconocer los diferentes flujos de lava y el lugar desde donde son emitidos. Resolución: ver figura III-2 (resolución)

4 | Observar en detalle los diferentes productos volcánicos dentro del recuadro rojo. ¿Qué relación espacial existe entre estos? ¿A qué creen que se debe esta relación? ¿Encuentran formas similares por fuera del rectángulo rojo?

Respuesta: En la imagen se observa distintos flujos de lavas superpuestos. Los flujos más nuevos (los más oscuros) se apoyan sobre los más antiguos (más claros y más alterados) que fueron emitidos previamente. De esta manera, podemos inferir que la construcción del volcán se debe a la sucesiva superposición de los distintos productos volcánicos.

5 | A partir del reconocimiento en la imagen satelital de las diferentes partes de un volcán, los productos emitidos y su relación espacial (que unos flujos están apoyados sobre otros), realizar un dibujo esquemático del perfil del volcán. (Resolución: ver figura 3.2)

Observaciones y comentarios

En la naturaleza, existen volcanes formados a partir de un único evento eruptivo (volcanes monogenéticos) y otros más complejos, como los abordados en esta actividad, formados a partir de varios eventos eruptivos (volcanes poligenéticos). La construcción de los poligenéticos se genera a partir de la sucesiva superposición de los distintos productos volcánicos, ya sean, flujos de lava, flujos de ceniza (piroclásticos) y/o depósitos de caída de ceniza.

Como ha sido mencionado en el apartado teórico, existe un rango entre los dos extremos de los tipos de erupciones efusivas y explosivas. Estos modelos nos permiten simplificar las complejidades que encontramos en la naturaleza

Es importante destacar que, a diferencia de los flujos de lava, los flujos de ceniza (flujos piroclásticos) y depósitos de cenizas no son fáciles de reconocer y delimitar a partir de la observación de una imagen satelital como la utilizada. Sin embargo, a la hora de realizar un dibujo esquemático, los flujos de lava podrían estar intercalados con flujos de ceniza.

Actividad 4

Frecuencia. Área de influencia.

Relación con la tectónica de placas

Al igual que en la actividad anterior se presentan dos propuestas (A y B) según los recursos disponibles.

A - ¿Qué nos proponemos con esta actividad?

- Reflexionar sobre la distribución de los volcanes en América y su relación con las placas tectónicas. Incorporar conceptos acerca de los diferentes bordes de placa, haciendo hincapié en el borde sudamericano.
- Relacionar frecuencia y área de influencia de las erupciones con el estilo eruptivo.
- Familiarizarse con el concepto de escala a través del trabajo con distintos mapas.

— Versión sin internet:

Tiempo Estimado: 1:30 hs

Materiales:

https://drive.google.com/drive/folders/1II2VuWeacNrID25eNf_FxYeXHdow5grs?usp=sharing

- Mapa IV-1: mapa de América (o planisferio) con la distribución de los volcanes activos y los distintos límites de placa.
- Mapa grande físico de América.
- Mapas con ejemplos de erupciones volcánicas de diferentes estilos eruptivos (IV-2; IV-3; IV-4).
- Tarjeta de descripción de frecuencia y otros datos (ubicación, año de la erupción, productos generados, etc.) IV-5; IV-6 y IV-7.

Desarrollo paso a paso de la actividad

Primera parte: Tectónica y volcanismo

1 | Se forman grupos de tantos estudiantes como el o la docente crea conveniente a los fines de llevar a cabo un trabajo ordenado y con la participación de todxs.

2 | Se entrega un mapa de América (Mapa IV-1) con la distribución de los volcanes a lo largo de todo el continente. A partir del mismo se les pregunta a lxs estudiantes: ¿Los volcanes se disponen al azar o siguen algún patrón? ¿A qué creen que se debe esa distribución?

Respuesta: El objetivo es que lxs estudiantes puedan reconocer que los volcanes se encuentran alineados y que puedan asociarlos a los límites entre placas.

3 | En el Mapa IV-1 lxs alumnxS deberán ubicar aproximadamente los volcanes dados en los mapas IV-2; IV-3; IV-4. ¿A qué tipo de borde de placa se encuentran relacionados?

Respuesta: Los casos a trabajar son: Volcán Puyehue (Chile), Pacaya (Costa Rica), y Yellowstone (EE.UU). Se pretende que surja como conclusión que los volcanes están asociados a un tipo de borde convergente. Se puede, a modo de ejemplo, nombrar para el caso del Volcán Puyehue, las placas que interactúan (Sudamericana y Nazca).

Segunda parte: Frecuencia y área de influencia de las erupciones. Escalas.

1 | Lxs alumnxS observarán los mapas IV-2; IV-3; IV-4 donde se encuentran ejemplos de volcanes reales y sus áreas de influencias y deberán resolver:

2 | Teniendo en cuenta la escala de cada mapa, lxs alumnxs tendrán que calcular el área de influencia de cada volcán.

Respuesta: El área de influencia es la zona hasta donde llegan los productos volcánicos durante una erupción (en el caso de los mapas otorgados estará marcada con la respectiva referencia). (Puyehue: 400.000 km², Yellowstone: 5.000.000 km², Pacaya: 40 km²). Para resolver este ejercicio lxs estudiantes tendrán que utilizar los conocimientos de matemáticas que tengan para lograr obtener una superficie. Figuras geométricas como rectángulos (base x altura), triángulos (base x altura /2) o círculos ($\pi \times r^2$) podrán ser usados para estimar la superficie.

3 | Entregar a cada grupo una tarjeta informativa de uno de los volcanes (puede repetirse la tarjeta en distintos grupos IV-5; IV-6 y IV-7). Lxs alumnxs discutirán dentro del grupo qué frecuencia eruptiva tiene. *Respuesta:* La frecuencia está dada por la periodicidad del evento eruptivo. El volcán Pacaya presenta una frecuencia alta, Yellowstone baja y el Puyehue media. Asociar la frecuencia al estilo eruptivo del volcán.

4 | Se realizará un cierre grupal con la participación de un integrante de cada grupo. Cada uno pasa al frente y marca la zona de influencia del volcán asignado por el docente en el mapa físico de América. Se discuten los resultados a partir de las siguientes preguntas: ¿Cambió el área de influencia de las erupciones? ¿Por qué las representaciones en el nuevo mapa difieren tanto de las áreas que trabajamos en cada tarjeta? ¿Qué cambió?

Respuesta: El área de influencia se mantiene siempre constante, lo que cambia es cómo el hombre representa estas áreas en el plano, según la escala de cada mapa. Por ejemplo, para el caso de la representación gráfica del área de influencia del Volcán Pacaya, presenta un diámetro aproximado de 7cm, cuando lo trasladamos al mapa de América la representación será solamente un punto. Sin embargo, el

área de influencia de las erupciones siempre es constante, estando definida por la distribución de los productos en el terreno.

Esta variación de las representaciones está directamente asociada al concepto de escala, es decir la relación que existe entre una dimensión real del terreno con su representación en el mapa.

¿Qué estilo eruptivo tiene mayor área de influencia?

Respuesta: Comparando los tres casos trabajados el estilo con mayor área de influencia es el explosivo. El mismo se caracteriza por generar predominantemente cenizas como producto.

B - ¿Qué nos proponemos con esta actividad?

- Reflexionar acerca de la relevancia de la relación espacial entre el volcanismo y las placas tectónicas.
- Observar la distribución de los volcanes a lo largo del continente americano, reconocer las placas tectónicas mayores e identificar estas y su tipo de borde (convergente, divergente o transformante) haciendo hincapié en el margen sudamericano.
- Reflexionar sobre la recurrencia de los eventos eruptivos y el área de influencia de las erupciones dadas como ejemplos.
- Relacionar frecuencia y área de influencia de las erupciones con el estilo eruptivo.
- Familiarizarse con el concepto de escala a partir del uso del programa Google Earth.

Versión Google Earth

Tiempo Estimado: 1:30 hs

Materiales

https://drive.google.com/drive/folders/1II2VuWeacNrID25eNf_FxYeXHdow5grs?usp=sharing

El desarrollo de esta actividad contempla la utilización de computadoras (fijas o portátiles). Idealmente una por estudiante, no más de una computadora cada dos estudiantes.

- Conexión a Internet.
- Software Google Earth (gratis).
- 3 archivos con extensión kmz (para ejecutar con Google Earth), IV-1. kmz- volcanes del mundo, IV-2. Kmz- tectónica de placas y IV-3. kmz- Frecuencia.
- Guía de la actividad.
- Material bibliográfico complementario.

Desarrollo paso a paso de la actividad

1 | Abrir el archivo IV-1 kmz-volcanes del mundo (doble click y se abrirá el programa Google Earth). En este archivo se indica la posición de los volcanes considerados activos. Explorar su contenido.

2 | Observar e inferir si la distribución de los volcanes en la superficie terrestre sigue algún patrón. La idea es que se den cuenta de que los volcanes se encuentran alineados y que puedan asociarlo a los límites entre placas.

3 | Abrir el archivo IV-2. Kmz- tectónica de placas y observar las placas tectónicas mayores. Luego, abrir el IV-3 kmz- frecuencia y ubicar los cuatro volcanes dados como ejemplo. Al hacer click sobre el ícono que representa a cada uno de ellos se desplegará una ficha con su registro de erupciones, área de influencia y fotografía/modelo de su última erupción.

Responder:

- ¿A qué tipo de borde de placa se encuentran relacionados? Los casos son: Volcán Puyehue (Chile), Pacaya (Costa Rica) y Yellowstone (EE.UU). Deberían contestar que están asociados a un tipo de borde convergente. Se puede, a modo de ejemplo, nombrar para el

caso del Volcán Puyehue, las placas que interactúan (Sudamericana y Nazca).

- Establecer que frecuencia eruptiva y área de influencia tienen. La frecuencia está dada por la periodicidad del evento eruptivo. El volcán Pacaya presenta una frecuencia alta, Yellowstone baja y el Puyehue media. Asociar la frecuencia al estilo eruptivo del volcán. Cálculo del área de influencia (ver observaciones y comentarios).

- ¿Qué estilo eruptivo tiene mayor área de influencia? Comparando los cuatro casos trabajados el estilo con mayor área de influencia es el explosivo. El mismo se caracteriza por generar predominantemente cenizas como producto.

4 | Realizar un cierre a modo de plenario discutiendo las respuestas a las que llegaron en las actividades previas. Generar preguntas disparadoras para debatir los conceptos abordados:

¿Alguna vez vivieron una erupción? Cuando fue la erupción del Volcán Puyehue, Calbuco, Copahue, ¿lxs alcanzó la lluvia de cenizas?

Observaciones y comentarios

Es destacable que el área de influencia de una erupción efusiva (colada de lavas), en ocasiones puede superar el área de influencia de una erupción explosiva de baja intensidad. Además, en la actividad se considera la distribución de los productos asociados a las últimas erupciones y no al volcán, debido a que puede ocurrir que un mismo volcán pueda variar el estilo eruptivo en el tiempo, entre distintas explosiones o incluso en una misma erupción. Por ejemplo, luego de un evento explosivo la actividad volcánica culmina con la eyección de escaso volumen de lavas (efusivo). La determinación del área de influencia no es sencilla y de acuerdo al grado de precisión que se necesite, se utilizarán diferentes metodologías. Una forma sencilla es medir el eje mayor y menor del área de influencia y multiplicarlos. A pesar de ser un valor aproximado, la actividad puede desarrollarse a partir de este dato.

Actividad 5

Los ecosistemas y los volcanes

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

- Conocer las ecorregiones presentes en la Argentina.
- Identificar las ecorregiones que presentan volcanes
- Relacionar la actividad de los volcanes con la formación y modificación de ambientes
- Distinguir los sitios RAMSAR asociados a ambientes volcánicos
- Identificar los factores que afectan a los distintos ambientes

Tiempo estimado: 45 minutos

Materiales:

https://drive.google.com/drive/folders/1II2VuWeacNrlD25eNf_FxYeXHdow5grs?usp=sharing

- Apunte realizado por los extensionistas. (véase actividad áulica 5)
- Artículos periodísticos relacionados a problemáticas ambientales de la región (ver los enlaces más abajo) V-1: V-2; V-3 y V-4.

Desarrollo paso a paso de la actividad

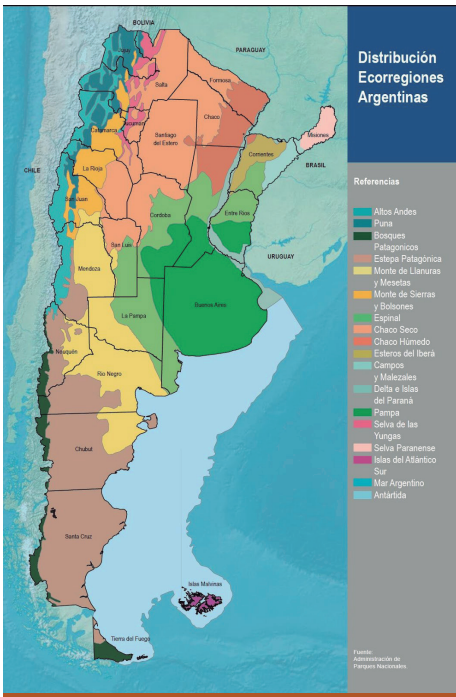
Primera parte

- 1 |** Lxs alumxns deben leer previamente el texto informativo, subrayado los conceptos o procesos que no comprendieron.
- 2 |** En grupos de 4 estudiantes, deben contestar la guía de preguntas, propuestas por los extensionistas.
- 3 |** Puesta en común del trabajo realizado.

Observaciones y sugerencias

Para el cierre de la Primera parte se propone realizar una discusión grupal sobre:

- Considerando la distribución de los volcanes en Argentina, los mismos se encuentran en las Ecorregiones de Altos Andes, Puna, Monte de Sierras y Bolsones, Monte de Llanuras y Meseta, Estepa Patagónica, Bosques Patagónicos y Espinal (ver mapa). Es esperable que lxs alumnxs no mencionen el Espinal, debido a que el mismo se encuentra apartado de la cordillera.
- La acción de las lavas en relación con la dinámica hidrogeográfica. El impacto, a nivel local, del volcanismo, como generador de nuevos ambientes (lagunas y mallines).
- Considerando la relación de los Sitios RAMSAR con las ecorregiones con presencia de volcanes (ver mapa), es esperable que lxs alumnxs mencionen: Los Pozuelos, Laguna de Vilama, Laguna Altoandinas y puneñas de Catamarca, Refugio Provincial Laguna Brava, Reserva Provincial Laguna de Llancanelo, Parque Provincial Tromen, Laguna Blanca.
- Las erupciones constituyen procesos volcánicos que rompen con el equilibrio de los medios naturales.



Ecorregiones de la República Argentina.
Fuente: Administración de Parques Nacionales.

- El impacto de una erupción volcánica va a depender del estilo eruptivo, cada cuanto tiempo se dan y del área de influencia. Por ejemplo, si la erupción es efusiva de poco volumen solo van estar comprometidos los ambiente cercanos al volcán, mientras que si es explosiva, dependiendo de su volumen puede afectar desde las zonas cercanas al volcán hasta centenares de kilómetros (Ejemplo, lo ocurrido en la erupción del volcán Puyehue)

Segunda parte

4 | Se entrega a cada grupo un artículo periodístico sobre las amenazas que sufren los ambientes por factores naturales y antrópicos; y la importancia de la conservación de los mismos.

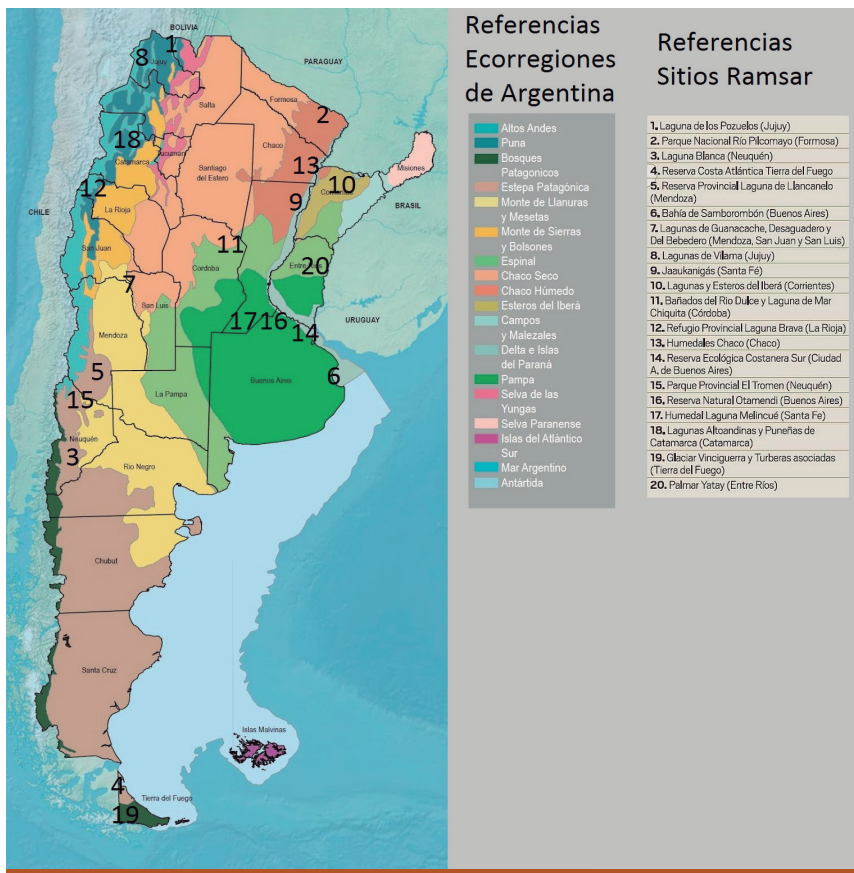
5 | Cada grupo expone ante sus compañeros un resumen del artículo leído.

6 | Posteriormente se analiza y discute, entre todxs, la problemática.

Observaciones y sugerencias

Es de esperar que entre todxs puedan:

- Explicar la importancia ecológica y los motivos que justifican la conservación de los ambientes.
- Señalar cómo son afectados los ambientes por factores naturales (cambio climático, volcanismo, incendios, sequías, etc) y las actividades humanas (ganadería, construcción de autopistas, desecado para construcciones, etc).
- En caso de hallarse un artículo poco objetivo o tendencioso, realizar alguna pregunta para generar el debate.



Ecorregiones y sitios RAMSAR de la República Argentina.

Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Administración de Parques Nacionales.

ARTÍCULOS PERIODÍSTICOS:

- Norberto, O. 30 de enero 2014. Mallines los humedales patagónicos. Diario el Cordillerano. <https://www.alainet.org/es/active/70937>
- Pariente, M. 15 de febrero de 2015. Los mallines y su función clave en el equilibrio ambiental. Diario Andino Digital de Villa La

Angostura y La Patagonia. <http://www.diarioandino.com.ar/noticias/2015/02/15/167393-los-mallines-y-su-funcion-clave-en-el-equilibrio-ambiental>

- 24 de abril de 2017. Preocupación de vecinos por el rellenado de un mallín. Diario Andino Digital de Villa La Angostura y La Patagonia. <http://www.diarioandino.com.ar/noticias/2017/04/25/206750-preocupacion-de-vecinos-por-el-rellenado-de-un-mallin>
- 26 de enero de 2009. El principal recurso ganadero, en peligro. Argentina Investiga Divulgacion Científica y Noticias Univesitarias. http://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=el_principal_recurso_ganadero_en_peligro&id=224
- Epele, L B. 25 de octubre de 2010. Investigan la biodiversidad de los mallines patagónicos. dicyt. <http://www.dicyt.com/noticias/investigan-la-biodiversidad-de-los-mallines-patagonicos>
- 02 de febrero de 2015. La Ruta de circunvalación provocaría la desaparición completa de dos mallines. Diario Andino Digital de Villa La Angostura y La Patagonia.
- 24 julio 2011. El cambio climático se nota en Laguna Blanca. Diario La Mañana de Neuquen. <https://www.lmneuquen.com/el-cambio-climatico-se-nota-laguna-blanca-n115075>
- 07 de junio de 2010. “El pastoreo ovino redujo la vegetación nativa de la Patagonia”. Argentina Investiga Divulgacion Científica y Noticias Univesitarias. http://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=el_pastoreo_ovino_redujo_la_vegetacion_nativa_de_la_patagonia&id=946
- Vanina Lombardi. 04 de mayo 2017. “Humedales en peligro”. TSS Universidad Nacional de San Martín. <http://www.unsam.edu.ar/tss/humedales-en-peligro>

Actividad 6

Los antiguos pobladores... vivir cerca del volcán

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

Que los estudiantes conozcan y analicen cómo las antiguas poblaciones se relacionaban de diversas maneras con un área volcánica, tomando ejemplo el Área Natural Protegida el Tromen, de la provincia del Neuquén. Se espera que interpreten el valor histórico, cultural y científico que tiene el área.

Que aborden el área de estudio desde la diversidad del registro arqueológico material, y puedan interpretar el uso del área y de los productos volcánicos presentes como recursos para la subsistencia. Desde lo simbólico, mediante el uso del arte rupestre como demarcador espacial (circulación de información, limitación territorial).

Que identifiquen las diferentes actividades que se desarrollaron a lo largo del tiempo, desde los primeros habitantes hasta la actualidad.

Discutir la importancia de la investigación a la hora de conocer aspectos de la vida cotidiana del pasado.

Tiempo Estimado: 1 hora

Materiales

https://drive.google.com/drive/folders/1I12VuWeacNrlD25eNf_FxYeXHdow5grs?usp=sharing

- Video introductorio (Video VI-1), acompañado por las primeras tres preguntas.
- Mapa arqueológico de la zona con referencias (VI-3 a VI-14).
- Imágenes de material arqueológico, del registro arqueológico, y de materias primas (VI-3 a VI-14).

- Los recursos para esta actividad se encuentran en el anexo de materiales.

Desarrollo paso a paso de la actividad

1 | Se visualiza el video para introducir al tema. El mismo expone imágenes de las distintas actividades que se podrían haber realizado en el pasado, junto a referencias geográficas y toponímicas de una zona del norte de la Patagonia.

2 | Se realiza una puesta en común y se responden las preguntas que acompañan la primera parte de la actividad.

3 | Se divide a los estudiantes en grupos y se les presenta un mapa arqueológico (VI-2) y sus referencias, también se les expone las imágenes presentes en el anexo (VI-3 a VI-14).

4 | Lxs estudiantes tendrán que identificar en relación a qué rasgos geográficos observados en la imagen se encuentran concentrado en los distintos sitios arqueológicos.

5 | Inferir que recursos del ambiente podrían haber utilizado.

6 | Analizar e interpretar posibles usos del espacio del Área Natural Protegida (ANP) El Tromen y el impacto que dejaron las antiguas poblaciones. ¿Por qué piensan que se haya elegido la zona del volcán Tromen para la vivienda desde el pasado hasta la actualidad? ¿Cómo creen que fue el impacto generado por las poblaciones pasadas sobre el ambiente (positivo/negativo), y por qué?, ¿Cómo es el impacto en el ambiente de las actuales poblaciones en el ANP y por qué?

Observaciones y comentarios

A continuación se establecen los contenidos mínimos para orientar al docente las respuestas relacionadas a las diferentes partes de la actividad:

Cuestionario y respuestas relacionadas a la primera parte de la actividad (video)

1. *¿Aproximadamente desde cuándo y por quienes fue habitado el norte neuquino? ¿Con quienes se encontraron lxs primerxs colonizadorxs?*

Lxs primerxs pobladorxs eran cazadores-recolectores con alta movilidad, quienes llegaron alrededor de 10.000 a 12.000 años A.C. Sin embargo hay evidencias de ocupación efectiva (continua) de la región hace aproximadamente 2000 años A.C.

Al momento del contacto español (1600/1700 DC aprox.) se encontraban Puelches, Pehuenches y Mapuches.

2. *¿Cómo se relacionaban estos grupos con su ambiente y sus recursos?*

Aprovechaban el ambiente y los recursos de ambas vertientes de la cordillera, tanto animales como vegetales. Es un área surcada por diversas fuentes de agua dulce, con diferencias altitudinales que permitió y permite un uso estacional del espacio; con presencia de materias primas para la confección de instrumentos para la caza, la recolección y el procesamiento de vegetales, como puntas de proyectil e instrumentos de molienda. Recién para momentos posteriores al contacto hispano-indígena los grupos aprovecharon flora y fauna domesticada de manera frecuente.

3. *¿Qué utilidad puede haber representado una zona volcánica como el Tromen para los pobladores antiguos?*

La presencia de volcanes en la zona implicó la disponibilidad de diversas materias primas para la confección de instrumentos para la caza, la recolección, el procesamiento de vegetales y minerales, y elementos de la vida cotidiana, como la preparación de cueros. Obsidias y sílices se utilizaron para tallar instrumentos como puntas de proyectil, raederas, raspadores. Y rocas tales como dacitas, andesitas, basalto, fueron empleadas para la confección de manos y morteros, por ejemplo. También la presencia de pigmentos como el ocre para las

representaciones. Por otro lado significó la presencia de refugios y/o cuevas donde los grupos podían permanecer, y en los que dejaron, en algunas ocasiones, su huella a través del arte rupestre (pinturas y grabados).

Cuestionario y respuestas relacionadas a la primera parte de la actividad (mapa arqueológico e imágenes)

4. *¿Qué se puede inferir a partir de los artefactos, del arte y la distribución de los sitios que aparecen en el mapa?*

A partir de los artefactos y la distribución de los sitios dentro del ANP El Tromen:

- El tipo de economía que practicaban cazadores-recolectores, agricultores, etc.
- El tipo de materia prima empleada para su fabricación nos puede indicar la procedencia de los mismos, así como la materia prima utilizada para su fabricación
- En base al tipo de artefacto y a su etapa de manufactura, sirven de complemento para establecer qué tipo de sitio es el que se presenta (sitio de extracción de materia prima; de fabricación, taller o picadero; de vivienda, de caza, etc)
- La distribución de los sitios indicaría los diferentes usos que se les dio al espacio, la interacción con el ambiente y los recursos que este les provee.

A partir del arte:

- Para la adscripción cultural, puesto que los símbolos que se utilizan para expresar las ideas son diferentes de un grupo a otro.
- Demarcadores simbólicos del espacio: existen determinados símbolos y figuras geométricas que son ampliamente difundidas a nivel macroregional, mientras que otras son muy particulares de una localidad, manejados sólo por los miembros de un mismo grupo
- Circulación de información (medio de comunicación dentro y entre grupos)
- Demarcación territorial (indicando fronteras, sitios de obtención de recursos, etc)

5. *¿Qué utilidad pueden haber tenido para los pobladores?*

Artefactos

La utilidad de los artefactos es indiscutiblemente pragmática, los objetos fabricados con obsidiana podrían haber facilitado la caza, la defensa del territorio, el trabajo de los cueros, fabricación de armas y herramientas en general.



Fotografía de arte rupestre desarrollada en el Área Natural Protegida El Tromen. Fuente: Fotografía de Sergio D'Abramo.

Arte

El arte puede haber sido de utilidad para demarcar una adscripción de un grupo a un territorio específico, así como medio de comunicación interna del grupo (transmitiendo ideas, normas y costumbre sobre las que se organizaban, también indicar lugares sagrados vinculados a la geografía como el caso del volcán Tromen). Otro posible uso de las pinturas rupestres puede ser para informar a otros grupos humanos sobre las características del territorio en el que se encuentran, tipo de caza disponible, refugios, fuentes de agua, entre otros.

6. *¿A qué se puede deber la distribución de los sitios dentro del ANP El Tromen?*

Se puede deber a la disponibilidad de recursos, a la cercanía con fuentes de agua, alimentos o materias primas para la fabricación de artefactos, a la presencia de fauna para la caza, o a la habitabilidad del lugar. Particularmente la distribución del arte se puede deber también a la expresión y representación de la religión, cultura y mentalidad de sus autores, así como de la relación de estas representaciones con la particularidad del soporte donde se realizó y mantiene y en el entorno donde se encuentra.

7. *¿Qué importancia tiene el contexto en el que se encuentra tanto el arte rupestre como los distintos artefactos líticos en las interpretaciones?*

El contexto lo es todo al momento de interpretar los hallazgos, una punta en superficie totalmente descontextualizada no aporta mayor información (sólo material de fabricación). En cambio encontrar una punta en relación a conjuntos de lascas y microlascas, encontrar piedras y carbón de un fogón, encontrar restos de hueso quemado, etcétera, esto nos estaría indicando que ese sitio fue un sitio de abastecimiento y procesamiento.

El contexto es lo más importante puesto que es el que nos permite darnos una idea completa del hallazgo, por qué se encontró ahí, a qué necesidad estaría respondiendo, etc.

8. *¿Sabiendo que las representaciones varían en técnica, motivo y colores empleados, ¿por qué piensan que surgen estas diferencias?*

Como antes se remarcó, las diferencias en técnicas pueden responder directamente a diferentes grupos humanos, cada uno con diferentes visiones de la realidad o con diferentes maneras de expresar sus conocimientos. Los distintos motivos pueden responder a distintos grupos humanos o a distintos tipos de recursos disponibles (si un territorio es bueno para la caza de guanaco, es de esperar que las pinturas rupestres reflejen esto, así como también es de esperar que los artefactos



encontrados sean del tipo puntas, cuchillos, raederas, entre otros). Los colores empleados en las pinturas rupestres van a responder directamente a los colores que se tengan en disposición por el grupo humano. Estando en medio de territorios volcánicos, los colores ocre son más comunes de encontrar, sin embargo los pigmentos una vez encontrados pueden ser fácilmente transportados.

Fotografía de registro arqueológico alterado antrópicamente en el Área Natural Protegida El Tromen. Fuente: Fotografía de Sergio D'Abramo.

9. *¿El soporte donde se realizaron las pinturas puede indicar algo? ¿Por qué habrían elegido los antiguos pobladores una ladera del volcán Tromen para realizar sus pinturas? ¿Significaría lo mismo que estén hechas sobre la ladera de un cerro que nunca tuvo actividad volcánica, como por ejemplo alguno de los tantos que hay en la zona norte (por ej. Cerro de la Cruz en Chos Malal)?*

La elección de los soportes no es azarosa y varían entre soportes fijos como una ladera, o móviles, como rocas de tamaño transportable. Al evaluarse el tipo de soporte se considera qué utilidad puede haber representado para los pobladores en base a su visibilidad, accesibilidad, movilidad (en caso de las rocas), recursos aledaños, entre otros). En el

caso del Tromen no solamente pudo haber sido un referente espacial, sino que su actividad (de las cuales hay registro en el pasado) puede haberle transferido un valor especial que lo diferencia de otros cerros que no son volcanes. A su vez lo acompaña un entorno ecológico (laguna, biodiversidad animal, entre otros) particular.

En el archivo **“Fotos: Registro alterado”** se visualizan imágenes de evidencias arqueológicas alteradas.

10. *¿Qué elementos identifican como causantes de la alteración de los restos arqueológicos?*

Si bien las causas pueden ser naturales (por ejemplo, la erosión del viento y del agua en el caso de los sitios de laderas o expuestos en superficies, la presencia de animales que generan cuevas alterando el orden de los sedimentos de los sitios y mezclando los materiales sepultados, etc), las mayores perturbaciones son producidas por actividades humanas actuales. La sustracción de objetos de su sitio o la alteración del lugar en sí (ya sea a manera intencional o no), generan una disrupción del contexto provocando la pérdida de información que jamás se puede volver a recuperar.

11. *Teniendo en cuenta las imágenes de arte rupestre del Tromen, ¿cómo afecta a su interpretación la alteración actual de las pinturas rupestres?*

La alteración contemporánea impide en primer lugar una interpretación correcta sobre lo que querían expresar los antiguos pobladores con sus pinturas, así como también imposibilita un entendimiento más aproximado sobre la utilización del volcán no solo como un medio de subsistencia a partir de los elementos que produce, sino como un espacio de interacción y como un componente importante dentro de la cosmovisión y cotidianidad social de los antiguos pobladores.

12. *¿Creen que es importante la preservación del patrimonio? ¿Por qué?*

Sí, es importante, ya que no sólo nos permite conocer y valorar nuestra historia y nuestro pasado, sino que muchas veces, soluciones que se dieron a problemas en el pasado nos dan una pista sobre cómo resolver similares situaciones en el presente. El norte neuquino estuvo habitado por grupos humanos desde hace unos 10.000 años, por eso no es raro hallar vestigios de estos primeros pobladores. Es importante que no se alteren los contextos de los hallazgos para su preservación y que el registro se realice de manera pautada y sistemática por arqueólogos para evitar la pérdida de información. Los objetos preservan parte de la historia de los grupos que allí habitaron en su contexto, por eso no debemos permitir extracción ni la venta de piezas arqueológicas. En caso de encontrar material arqueológico es importante que lo dejemos en el lugar y reportemos el hallazgo .

Actividad 7

Relación ser humano /ambiente-conflicto

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

Abordar la relación humana con el ambiente vinculado a un volcán tomando como caso de estudio al volcán Tromen provincia del Neuquén. Se pretende que diferencien las diversas transformaciones y sus posibles conflictos a partir de la identificación de las diferentes actividades que se desarrollaron a lo largo del tiempo, desde lxs primerxs habitantes hasta la actualidad. Las mismas las podrán inferir a partir de múltiples fuentes:

- Registro arqueológico;
- Documentos (diarios, revistas, libros, fotografías, audiovisuales);
- Testimonios orales
- Instalaciones contemporáneas

El objetivo de esta actividad es que los estudiantes, previo a una eventual la salida de campo a un volcán, sepan que la zona a recorrer fue habitada desde la antigüedad hasta hoy en día por distintas poblaciones humanas, las cuales se relacionaron y se relacionan de diversas maneras con el volcán y su entorno.

Tiempo Estimado: 1 hora

Materiales:

Cámaras, grabadores, internet, material de archivo (fotos, documentos, etc.), anexo con imágenes de la zona

Desarrollo paso a paso de la actividad

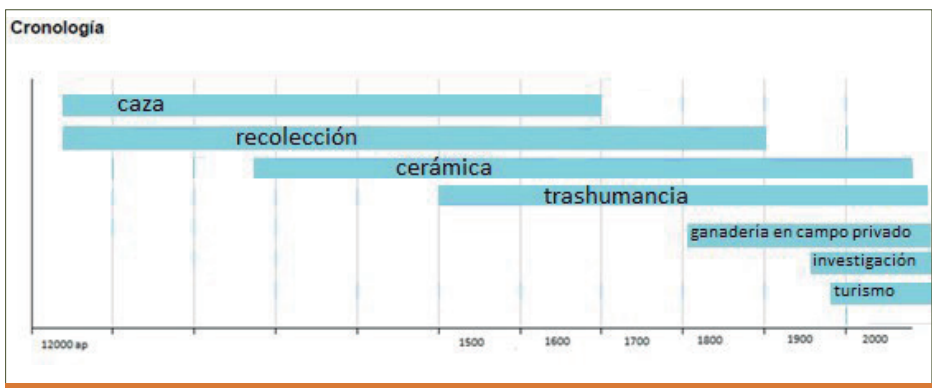
(duración aproximada: dos clases)

1 | Presentación de la actividad a cargo del docente. Planteo del tema y objetivos.

La semana previa a la actividad lxs docentxs solicitarán a lxs alumnx la recopilación de material vinculado a la historia de las personas en torno al volcán (para este el caso en cuestión el volcán Tromen), desde sus orígenes a la actualidad. (internet, biografía, fuentes orales, visita a algún archivo).

2 | El día de la actividad, lxs estudiantes se dividirán en grupos para trabajar con el material recopilado, sumado al disponible en la guía de actividades. Lxs docentes solicitarán clasificar el material según el tipo de fuente, y luego identificar con éste, actividades humanas en la región a lo largo del tiempo.

3 | Con la información elaborada se solicitará a lxs alumnx realizar una "cronología" donde figuren en el eje vertical las actividades (o presencia de elementos que hagan referencia a alguna actividad) y en el horizontal el tiempo. (Se adjunta modelo)



Fuente: Imagen elaborada por el equipo.

4 | Se realizará una puesta en común y comparación de las líneas. Luego de la misma se reflexionará acerca del impacto que pueden o pudieron haber generado estas actividades, así como las huellas que perduran y que hoy podemos identificar para el área. Se deliberará también acerca de los posibles conflictos generados por la coexistencia

de las diversas actividades, así como de distintos actores que se relacionaron a lo largo del tiempo a partir de las diferentes actividades que se desarrollaron en la zona. Por otro lado, también se discutirá acerca de la importancia sobre la conservación de parte de las huellas que perduran como parte del patrimonio cultural de la zona ("Este patrimonio basa su importancia en ser el conducto para vincular a la gente con su historia. Encarna el valor simbólico de identidades culturales y es la clave para entender a los otros pueblos". UNESCO 1972, <http://www.cinu.org.mx/eventos/cultura2002/importa.htm>).

Actividad 8

Medidas de contingencia vinculadas durante las erupciones volcánicas

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

- Analizar y comprender el impacto social del volcanismo y la relación de la política, la ciencia y la sociedad en la resolución de una problemática compleja como lo son las crisis desarrolladas durante las erupciones volcánicas.
- Reconocer la función de cada actor social (vecinxs, científicxs, autoridades, etc.) dentro de una situación de conflicto determinada;
- Estimular la lectura crítica de artículos periodísticos;
- Desarrollar la capacidad de argumentación.

Tiempo Estimado: 1 hora

Materiales

<https://drive.google.com/drive/folders/1II2VuWeacNrID25eNfFxYeXHdow5grs?usp=sharing>

- Tarjetones con un actor determinado. (VIII-1)
- Recortes de diario con artículos periodísticos

Presentación del problema

- Anexo_VIII- 2 - La erupción en Chile del volcán Chaitén obliga a evacuar a casi 4000 personas

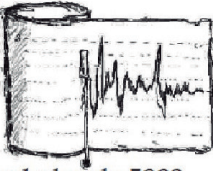
Material periodístico para la discusión:

- Anexo_VIII-3 – Los pobladores de Chaitén han protestado por...
- Anexo_VIII- 4 - Chaiteninos critican protesta de pobladores por reubicación de la ciudad
- Una nueva propuesta Anexo_VIII-5-
- Anexo_VIII-6- Sernageomin por reubicación de Chaitén: 'La erupción del volcán no ha terminado'
- Anexo_VIII-7-Aumenta actividad sísmica del volcán Chaitén
- Anexo_VIII-8-Alcalde "preocupado" tras no ser consultado por anuncios del gobierno para Chaitén.

- Figura 8

Vulcanólogos

- **Cumplen un rol de asesoramiento técnico a las autoridades.**
- **Determinaron que el volcán Chaitén tuvo 3 erupciones en los últimos 500 años.**
- **Una antigua erupción de hace alrededor de 5000 años fue de tipo explosivo, con grado de explosividad medio-alto. Arrojó grandes cantidades de material piroclástico sobre un área que cubre por completo al pueblo de Chaitén.**



Fuente: Imagen elaborada por el equipo (Augusto Graieb).

Desarrollo paso a paso de la actividad

1 | Se forman grupos de 3 ó 4 alumnxs. Cada uno recibe una reseña (en forma de tarjetón) del rol que ocupa en una hipotética ciudad cercana a un volcán. Los roles propuestos son: agencia de turismo, científicxs, empresarix minerx, intendente, ingeniery de la central geotérmica, hotelery, defensa civil o bomberx, comerciante.

2 | Cada grupo discute y elabora los rasgos propios de su rol. En esta etapa el o la docente transita por los grupos para dar apoyo y enriquecer la tarea. Acordar el tiempo que tienen para esta etapa.

3 | Se plantea la situación problemática, para eso se les entrega un artículo periodístico real, que presenta la situación de la erupción en Chaitén (Archivo VIII_2, primera noticia de la erupción, correspondiente a Mayo de 2008). Luego de la lectura el o la docente pregunta qué saben o recuerdan del caso.

-Dialogan.

4 | Se entrega a todos los grupos nuevos recortes de diarios donde se difunde que el gobierno ha decidido evacuar y luego mover el pueblo. Entre los materiales, algunxs fundamentan la conveniencia de mover el pueblo y otrxs argumentan que esto no es necesario. (Archivos VIII_3, 4, 5 ,6 y 7).

5 | Lxs pobladores de Chaitén decidirán en una asamblea a la que concurre todo el pueblo qué actitud tomar, si abandonar el pueblo o resistir la decisión del gobierno central. Los grupos -que representan distintos actores- tienen ahora un tiempo para decidir qué postura tomar y producir un discurso asambleario para convencer a los demás actores.

6 | Finalizado el tiempo otorgado para la producción de discursos se pasa a simular la asamblea, donde se genera un debate que deriva en una votación para decidir si se quedan o si se van del pueblo.

7 | El o la docente con participación de lxs alumnxs relata cómo continuó el caso de Chaitén: el corte de servicios, vecinxs que se quedaron y resistieron, elección de un nuevo emplazamiento para la localidad, que luego fue desechada y finalmente restitución de servicios públicos y vuelta a Chaitén de muchxs de sus pobladores. Se destaca que, como se pretendió reproducir en la actividad realizada, en los debates por Chaitén intervinieron diversos sectores cada uno con sus intereses. Se dedica un período considerable (puede ser en una segunda hora de clase) al análisis y evaluación de la dramatización para asegurarnos que han comprendido la diversidad de variables que entran en juego cuando una comunidad se enfrenta a una problemática compleja como lo es el riesgo volcánico.

CONOCIENDO LOS VOLCANES

Guía didáctica para la enseñanza
y aprendizaje del volcanismo,
su relación con el ecosistema
y el ser humano

DIRIGIDA A LXS ESTUDIANTES

Actividad 1

Conociendo los volcanes

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

El objetivo de esta actividad es que lxs estudiantes tomen conciencia acerca de sus representaciones y conocimientos sobre el objeto de estudio y desarrollen la curiosidad y deseo de ampliar y profundizar. Se pretende poner al descubierto la idea cotidiana que los medios de comunicación generan sobre un caso y los aspectos que dejan de lado, los cuales funcionan de forma contraproducente para enseñar y aprender sobre los volcanes y la relación que éstos presentan con el medio y el ser humano.

Materiales

- Videos (I-1 y I-2)
- Artículos periodísticos (I-3).

Desarrollo de la actividad

1 | Formar cuatro grupos para discutir una serie de preguntas. Es importante permitir que todxs puedan expresar libremente lo que piensan, no se trata de ponerse de acuerdo, ni tampoco de ver quién sabe más sobre el tema. Resulta interesante que cada participante manifieste sus ideas, intercambie conocimientos, opiniones y experiencias que serán útiles a la hora de desarrollar la actividad. Uno de lxs alumnx puede hacer de secretario y llevar un registro de todo lo que se diga, para ponerlo en común después con los otros grupos.

Cuestionario:

- ¿Para ustedes qué es un volcán?
- ¿Vieron alguna vez un volcán? ¿Qué sintieron la primera vez que lo vieron?
- ¿Hay flora y fauna en las laderas de los volcanes?,
- ¿Vivir cerca de un volcán es peligroso?, ¿por qué?



Imágenes capturadas de los videos I-1_ y I-2_ en donde se pretende empezar a discutir sobre los volcanes a partir de la imagen vulgarizada que generan los medios.

2 | Los secretarios leen las respuestas, se comentan entre todos.

3 | Reunidos en grupos lxs alumnx mirar y leer las notas periodísticas.

4 | Responder el siguiente cuestionario:

- Y ahora, ¿cómo describirían los volcanes a alguien que no los conoce?
- ¿Piensan que los videos y artículos dan una idea completa y correcta sobre los volcanes?
- ¿Piensan que dejan algún aspecto de lado, o la información es pobre, parcial o errónea? ¿cuál?

5 | Finalmente, ¿qué más les interesaría saber sobre los volcanes?

6 | Anoten las preguntas consensuadas para seguir trabajando sobre los aspectos que les interesa.

Actividad 2

Productos volcánicos, procesos y estilos eruptivos

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

El objetivo de esta actividad es lograr que puedan reconocer los diferentes productos de las erupciones volcánicas y sus características. Para poder comprender que procesos dan origen a estos productos y a que estilos eruptivos están asociados.

Materiales

- Video II-1. Duración 2:56 minutos
- Imágenes de productos volcánicos. II-1, II-2 y II-3.
- Muestras de ceniza volcánica y lava. (Opcional)

Desarrollo de la actividad

1 | Mirar el video “VIDEO II-1”.

2 | Dividirse en grupos y responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué emiten los volcanes? Nota: Antes de observar el video, prestar atención a los productos que salen del Volcán.
- Realizar una descripción breve de los productos anteriormente reconocidos, utilizando las siguientes imágenes (Fig. II-1, II-2 y II-3). ¿Cómo se caracterizan?
- De acuerdo a lo observado en el video, ¿De qué manera se transportan los productos eruptivos?
- ¿Todas las erupciones son iguales? ¿Cómo describirías a las erupciones?

Actividad 3

Las partes de un volcán y su construcción

Versión sin conexión a internet

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

El objetivo es que logren reconocer las partes que constituyen un volcán. Identificar diferentes flujos de lavas de un volcán. Generar una representación en un perfil simplificado el interior de un volcán y sus partes.

Materiales

- Imagen con vista en planta del Volcán Tuzgle y la imagen de detalle del recuadro rojo (fig. III-2).
- Guía de la actividad
- Material bibliográfico complementario.

Desarrollo de la actividad

1 | Observen la imagen III-2. En ella se reconoce el Volcán Tuzgle, ubicado en la provincia de Jujuy. Se presenta además una imagen de detalle y en perfil de la zona representada por el recuadro rojo.

2 | Reconocer las diferentes partes del volcán

3 | Observar y reconocer los diferentes flujos de lava y el lugar desde donde son emitidos.

4 | Observar en detalle los diferentes productos volcánicos dentro del recuadro rojo. ¿Qué relación espacial existe entre estos? ¿A qué piensan que se debe esta relación? ¿Encuentran formas similares por fuera del rectángulo rojo?

5 | A partir del reconocimiento en planta de las diferentes partes de un volcán, los distintos productos emitidos y su relación espacial (que unos flujos están apoyados sobre otros), realizar un dibujo esquemático del perfil del volcán.

Versión Google Earth

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

El objetivo es que logren reconocer las partes que constituyen un volcán. Identificar diferentes flujos de lavas de un volcán. Generar una representación en un perfil simplificado el interior de un volcán y sus partes.

Materiales

- Conexión a Internet
- Software Google Earth y 1 archivo con extensión kmz (para ejecutar con Google Earth), III-1. Kmz - Volcán Tuzgle.
- Material bibliográfico complementario.

Desarrollo de la actividad

1 | Abrir el archivos III-1. Kmz. Al hacer doble click se abrirá el programa Google Earth. Explorar su contenido. En este archivo se indica la posición Volcán Tuzgle ubicado en la Provincia de Jujuy.

2 | Recorrer la zona del volcán, desplazarse, rotar las vistas y los ángulos de visión. Observar y reconocer los diferentes productos volcánicos asociados a cada volcán y el lugar desde donde son emitidos.

3 | Reconocer las diferentes partes del cada volcán

4 | En el III-1. Kmz observar en detalle los diferentes productos volcánicos dentro del recuadro rojo. ¿Qué relación espacial existe entre estos? ¿A qué creen que se debe esta relación? ¿Encuentran formas similares por fuera del rectángulo rojo?

5 | A partir del reconocimiento en planta de las diferentes partes de un volcán, los distintos productos emitidos y su relación espacial (que unos flujos están apoyados sobre otros), realizar un dibujo esquemático del perfil del volcán.

Actividad 4

Frecuencia. Área de influencia.

Relación con la tectónica de placas

Versión sin conexión a internet

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

Identificar los controles de la distribución en el planeta de los volcanes. Incorporar conceptos acerca de los diferentes bordes de placas tectónicas, haciendo hincapié en el borde sudamericano.

Familiarizarse con el concepto de escala a través del trabajo con distintos mapas.

Materiales

- Mapa de América.
- Mapas con ejemplos de erupciones volcánicas de diferentes estilos eruptivos (IV-2; IV-3; IV-4).
- Tarjeta de descripción de frecuencia y otros datos (ubicación, año de la erupción, productos generados, etc).

Desarrollo de la actividad

Primera parte: Tectónica y volcanismo

1 | Armar grupos de tantos integrantes como el o la docente crea conveniente y analicen detenidamente el Mapa IV-1 que se les otorgará. ¿Los volcanes se disponen al azar o siguen algún patrón? ¿A qué piensan que se debe esa distribución?

2 | En el Mapa IV-1 ubiquen aproximadamente los volcanes dados en los mapas IV-2; IV-3; IV-4. ¿A qué tipo de borde de placa se encuentran relacionados?

Segunda parte: Frecuencia y área de influencia de las erupciones. Escalas

1 | Observen los mapas IV-2; IV-3; IV-4 donde se encuentran ejemplos de volcanes y sus áreas de influencias. Teniendo en cuenta la escala de cada mapa, calculen el área de influencia de cada volcán. El área de influencia está definida por la distribución de los productos en el terreno.

2 | A partir de la tarjeta informativa del ejemplo que les fue asignado, discutan en su grupo qué frecuencia eruptiva tiene ese volcán (IV-5, IV-6 y IV-7).

3 | Elijan un compañerx que pasará al frente para marcar la zona de influencia del volcán asignado en el mapa grande de América. Discutan los resultados con sus otros compañeros.

4 | Durante el cierre de la actividad se trasladaron las representaciones de las áreas de influencia de los mapas IV-2; IV-3; IV-4 a un mapa de América. En dicho traslado:

¿Cambió el área de influencia de las erupciones? ¿Por qué las representaciones en el nuevo mapa difieren tanto de las áreas que trabajamos en cada tarjeta? ¿Qué cambió?

5 | ¿Qué estilo eruptivo tiene mayor área de influencia?

Observaciones y comentarios:

La determinación del área de influencia no es sencilla y de acuerdo al grado de precisión que se necesite, se utilizaran diferentes metodologías. Una forma sencilla es medir el eje mayor y menor del área de influencia y multiplicarlos, asumiendo que el área es un rectángulo. A pesar de ser un valor aproximado, la actividad puede desarrollarse a partir de este dato.

Versión Google Earth

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

- Observar la distribución de los volcanes a lo largo del continente americano, reconocer las placas tectónicas mayores e identificar estas y su tipo de borde (convergente, divergente o transformante) haciendo hincapié en el margen sudamericano.
- Reflexionar sobre la recurrencia de los eventos eruptivos y el área de influencia de las erupciones dadas como ejemplos.
- Relacionar frecuencia y área de influencia de las erupciones con el estilo eruptivo.
- Familiarizarse con el concepto de escala a partir del uso del programa Google Earth.

Materiales

- Computadora y conexión a internet.
- Software de Google Earth (gratis) y 3 archivos con extensión kmz (para ejecutar con Google Earth: IV-1.kmz volcanes del mundo, IV-2.kmz-tectónica de placas y IV-3 Frecuencia).

Desarrollo de la actividad

1 | Abran el archivo IV-1.kmz volcanes del mundo (doble click y se abrirá el programa Google Earth) en el que se indica la posición de los volcanes considerados activos. Explore su contenido.

2 | Observen si la distribución de los volcanes en la superficie terrestre sigue algún patrón. en caso afirmativo, traten de inferir que tipo de patrón.

3 | Abrir el archivo IV-2.kmz- tectónica de placas (doble click y se abrirá el programa Google Earth). Explore su contenido. Luego, abrir el archivo IV-3 Frecuencia y explorar los 4 volcanes dados como ejemplo. Al hacer click sobre el ícono que representa a cada uno de ellos se desplegará una ficha con su registro de erupciones, área de influencia y fotografía/modelo de su última erupción

4 | Respondan individualmente el siguiente cuestionario:

- ¿A qué tipo de borde de placa se encuentran relacionados?
- Establecer que frecuencia eruptiva y área de influencia tienen.
- ¿Qué estilo eruptivo tiene mayor área de influencia?

5 | Al final realizaremos un plenario donde cada grupo expondrá sus respuestas y discutiremos sobre las mismas.

Observaciones

La determinación del área de influencia no es sencilla y de acuerdo al grado de precisión que se necesite, se utilizaran diferentes metodologías. Una forma sencilla es medir el eje mayor y menor del área de influencia y multiplicarlos, asumiendo que el área es un rectángulo. A pesar de ser un valor aproximado, la actividad puede desarrollarse a partir de este dato.

Actividad 5

Los ecosistemas y los volcanes

Recuerden:

“Los ambientes naturales en donde conviven una asociación de especies animales y vegetales se desarrollan en equilibrio con el medio físico. Las principales características que definen al medio físico son climáticas, geológicas y geográficas”

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

Nos proponemos que lxs estudiantes identifiquen y valoren los distintos ambientes naturales asociados a los volcanes del área de estudio seleccionada, como un modo de incentivarlos a que participen activamente en la conservación de la región.

Materiales

- Resumen informativo
- Artículos periodísticos (V-1, V-2, V-3 y V-4).

Desarrollo de la actividad

Primera Parte

- 1 | Leer atentamente el texto de “Volcanismo y medio ambiente” y subrayar las oraciones o párrafos que les resulten de mayor interés.
- 2 | Discutir en grupo de qué se trata el texto.
- 3 | Analizar entre los grupos las distintas respuestas.

Segunda parte

- 4 | En grupos, analizar diferentes artículos periodísticos sobre las amenazas que sufren los ambientes estudiados, por factores naturales y antrópicos; y la importancia de la conservación de los mismos.

5 | Exponer un resumen por grupo del artículo leído.

6 | Discutir entre todxs, la importancia de los ambientes estudiados y su conservación.

La interacción entre actividad volcánica, clima e hidrografía tiene una implicancia fundamental en la formación de suelos y en la modificación y creación de nuevos ambientes. En relación al primero, luego de las erupciones, los productos volcánicos estabilizados (como flujos de lava solidificados o capas originadas por lluvia de cenizas), forman el material parental de suelos, el cual es meteorizado por acción del clima y las aguas subterráneas, disgregando estos productos y favoreciendo la colonización del terreno por parte de los seres vivos, cuya presencia induce nuevas transformaciones.

En lo que atañe a la creación de nuevos ambientes, podemos observar que muchos de los volcanes de la estepa patagónica, modifican el relieve y las redes de drenaje. Así, dependiendo del clima, podemos encontrar asociados a la construcción de formas volcánicas distintos tipos de humedales, entre los que podemos nombrar a los mallines o vegas y a los sistemas lacustres. Un ejemplo de ello pasa en el norte de la provincia de Neuquén, donde las erupciones de hace aproximadamente 10.000 años, de los volcanes Tromen y Wayle, modificaron la red de drenaje y endicaron los antiguos cursos de agua, dando origen a los diversos humedales de la zona.

Los mallines o vegas son hábitats húmedos, ubicados en zonas bajas de depósitos aluviales, con drenaje deficiente y con aportes de agua proveniente de precipitaciones o napas freáticas. Estos ambientes se caracterizan por tener poca infiltración del agua a causa de un estrato arcilloso en profundidad, que hace que el escurrimiento sea preferentemente de tipo horizontal. Son áreas de reserva y purificación de agua y amortiguan el impacto de las inundaciones, ya que retienen volúmenes enormes de agua que de otra forma incrementarían el

caudal río abajo en momentos de creciente. En general los suelos tienen buena aptitud ganadera por sus pasturas, con buen contenido de materia orgánica y muy sensibles a los fenómenos erosivos. La flora característica de este tipo de ambiente, está representada por las "totoras" (*Schoenoplectus* sp) y "juncales" (*Juncus balticus*).

Entre los animales podemos encontrar la rana esteparia, el gavián ceniciento, el tero, cauquenes, entre otros. Por otro lado, los sistemas lacustres, como lagos y lagunas, son cuerpos de agua dulce generados en depresiones continentales de diferentes dimensiones. Las aguas son aportadas por ríos, aguas subterráneas y precipitaciones.

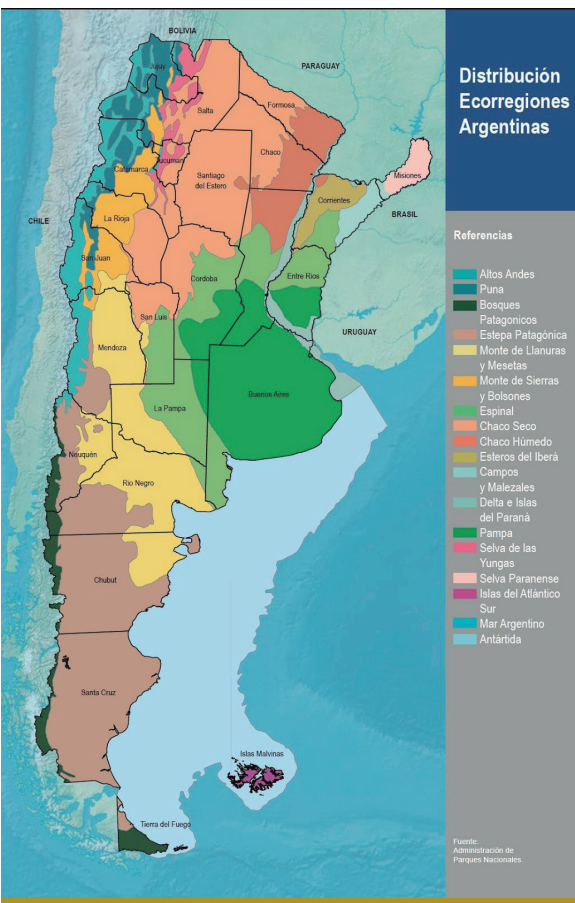
Una planta representativa de los ambientes lacustres de montaña, es la "vinagrilla" (*Myriophyllum quitense*). La biodiversidad de fauna asociada a los lagos es numerosa, entre ellas podemos encontrar el cisne cuello negro, el flamenco, el cauquén común, pato barcino, gallareta, gaviota capucha café y el macá común.

¿Qué es la Biogeografía?

La Biogeografía, es una disciplina, que se encarga del estudio de la distribución de los seres vivos sobre la Tierra. La presencia de los mismos en las distintas partes del mundo no es aleatoria, ya que las posibilidades de supervivencia de cada especie dependen de su adaptación a las características de cada región. Dentro de la Biogeografía, el concepto de ecorregiones o región ecológica, se define como un territorio geográficamente definido en el que dominan determinadas condiciones geomorfológicas y climáticas relativamente uniformes o recurrentes, caracterizado por una fisonomía vegetal de comunidades naturales y seminaturales que comparten un grupo considerable de especies dominantes, una dinámica y condiciones ecológicas generales y cuyas interacciones son indispensables para su persistencia a largo plazo. En la figura que se presenta a continuación, pueden observar las dieciocho Ecorregiones que se encuentran en Argentina.

Biología de la Conservación

La Biología de la Conservación se consolidó en la década de 1980 como respuesta a la pérdida de biodiversidad. Es una reciente disciplina científica de síntesis, que se ocupa de estudiar las causas de la pérdida de diversidad biológica en todos sus niveles (genética, individual, específica, ecosistémica) y de cómo minimizar la misma. Para ello, toma conceptos y herramientas de disciplinas muy diferentes, tales como la ecología, la genética, la biogeografía, la etología o biología del comportamiento, las ciencias políticas, la sociología, la antropología, etc..



Ecorregiones de la República Argentina.

Fuente: Administración de Parques Nacionales.

La Convención sobre los Humedales es un tratado intergubernamental aprobado en el año 1971 en la ciudad iraní de Ramsar. A pesar de que el nombre oficial de la Convención se refiere a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, se la conoce como Convención sobre los Humedales o Convención de Ramsar. En la actualidad 168 países de todo el mundo han adherido a la Convención. El objetivo de la misma es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, nacionales e internacionales”.

En la Argentina se encuentran veinte sitios RAMSAR (ver mapa). Entre ellos podemos encontrar algunos humedales originados por la actividad volcánica; por ejemplo, Laguna Tromen y Laguna Blanca, ambos en la provincia de Neuquén



Ecorregiones y sitios RAMSAR de la República Argentina.
Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Administración de Parques Nacionales.

Primera parte

- ¿A qué se refiere el texto cuando habla de Ecorregión? En base a la distribución de los volcanes observados en la Actividad N° 4, ¿en cuáles ecorregiones esperarías encontrar volcanes?

- ¿Qué relación se pueden establecer entre la formación de humedales en estas regiones y el volcanismo?
- Observando el mapa de Sitios Ramsar ¿Qué humedales crees que se podrían haber originado por la interacción entre actividad volcánica, clima e hidrografía?
- En un ambiente natural los organismos viven en equilibrio con el ecosistema. Respondan las siguientes preguntas:
 - ¿Qué procesos volcánicos puede romper con el equilibrio de este ambiente natural?
 - ¿De qué va a depender el impacto?

Segunda parte

- Hacer grupos 4 personas y leer las notas de los diarios. Buscar en el diccionario las palabras que no conozcan.
 - ¿Qué importancia ecológica tienen los ambientes estudiados ?
 - ¿Qué factores naturales y antrópicos son responsables de su degradación?
 - ¿Por qué es importante conservarlos?
 - ¿Cómo están siendo afectados?

Actividad 6

Los antiguos pobladores... Vivir cerca del volcán

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

El objetivo de esta actividad conocer que una zona aledaña a un volcán, puede haber sido fue habitada desde la antigüedad y hasta hoy por distintas poblaciones humanas, las cuales se relacionaban y se relacionan de distintas formas con el volcán. Vamos a aprender a interpreten el valor histórico, cultural y científico que tiene el área.

Materiales

- Computadora y cañón para proyectar
- Video introductorio de 03:45 minutos (VI-1)
- Cuestionario
- Mapa arqueológico de la zona con referencias (VI-2)
- Imágenes de material arqueológico, del registro arqueológico, y de materias primas (VI-3 a VI-14).

Desarrollo de la actividad

1 | Después de ver el video respondan el siguiente cuestionario:

- ¿Aproximadamente desde cuándo fue habitado el norte neuquino? ¿Quiénes lo habitaban antiguamente?
- ¿Con quiénes se encontraron los primeros colonizadores?

- ¿Cómo se relacionaban estos grupos con su ambiente y sus recursos?
- ¿Qué utilidad pudo haber representado una zona volcánica como la del volcán Tromen para los antiguos pobladores?

2 | Ahora trabajaran en grupo y a partir de las imágenes observadas y el "Mapa arqueológico" (VI-2) con sus referencias resolverán las siguientes preguntas.

- ¿Qué se puede inferir a partir de los artefactos, del arte y de la distribución de los sitios que aparecen en el mapa?
- ¿Qué utilidad pueden haber tenido para los pobladores?
- ¿A qué se podría deber la distribución de los sitios dentro del volcán Tromen? ¿Por qué piensan que las distintas poblaciones elegirían la zona del ANP El Tromen, tanto en el pasado como en la actualidad?
- ¿Qué importancia tiene el contexto en el que se encuentra tanto el arte rupestre como los distintos artefactos líticos en las interpretaciones?
- ¿Sabiendo que las representaciones varían en técnica, motivo y colores empleados, ¿por qué cree que surgen estas diferencias?
- ¿El soporte donde se realizaron las pinturas puede indicar algo? ¿Por qué habrían elegido los antiguos pobladores una ladera del volcán Tromen para realizar sus pinturas? ¿Significaría lo mismo que estén hechas sobre la ladera de un cerro que nunca tuvo actividad volcánica, como por ejemplo alguno de los tantos que hay en la zona norte (por ej. Cerro de la Cruz en Chos Malal)?



Imagen satelital Digital Globe del volcán Tromen y sus alrededores, en donde se marcan diferentes sitios. Fuente: imagen extraída de internet (Google Earth).

3 | A partir de las fotos “Fotos: Restos Arqueológicos” responder las siguientes preguntas.

- ¿Qué elementos identifican como causantes de la alteración de los restos arqueológicos?
- Teniendo en cuenta las imágenes de arte rupestre del Volcán Tro-men, ¿cómo afecta a su interpretación la alteración actual de las pinturas rupestres?
- ¿Creen que es importante la preservación del patrimonio? ¿Por qué?

Actividad 7

Relación ser humano / ambiente-conflicto

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

Vamos a trabajar sobre la relación del ser humano con el ambiente vinculado un área volcánica. Tomaremos como ejemplo el Área Natural Protegida El Tromen, en donde se localiza el volcán Tromen, localizada en el norte de la provincia del Neuquén. Trabajaremos sobre las diversas transformaciones y sus posibles conflictos a partir de la identificación de las diferentes actividades que se desarrollaron a lo largo del tiempo, desde lxs primerxs habitantes hasta la actualidad.

Las mismas las podrán inferir a partir de múltiples fuentes:

- Registro arqueológico;
- Documentos (diarios, revistas, libros, fotografías, audiovisuales);
- Testimonios orales
- Instalaciones contemporáneas

Materiales:

Cámaras, grabadores, internet, material de archivo (fotos, documentos, etc.) anexo con imágenes de la zona

Desarrollo de la actividad

1 | Recopilar material vinculado a la historia de las personas en torno al volcán Tromen, desde sus orígenes a la actualidad. (Internet, biografía, fuentes orales, visita a algún archivo)

2 | Dividirse en grupos. Clasificar el material según el tipo de fuentes; a partir de ellas, identificar las actividades que se realizaron en la región a lo largo del tiempo.

3 | Con la información elaborada, realizar una "cronología" donde

figuren en el eje vertical las actividades (o presencia de elementos que hagan referencia a alguna actividad) y en el horizontal el tiempo.

4 | Puesta en común y comparación de las líneas. Luego de la puesta en común, reflexionar acerca del impacto que pueden o pudieron haber generado estas actividades, así como las huellas que perduran y hoy podemos identificar en el ANP El Tromen. Deliberar acerca de: los posibles conflictos generados por la coexistencia de las diversas actividades, así como de distintos actores que se relacionaron a lo largo del tiempo a partir de las diferentes actividades que se desarrollaron en la zona. Incluir en la reflexión la importancia sobre la conservación de parte de las huellas que perduran como parte del patrimonio cultural de la zona ("Este patrimonio basa su importancia en ser el conducto para vincular a la gente con su historia. Encarna el valor simbólico de identidades culturales y es la clave para entender a los otros pueblos". UNESCO 1972, <http://www.cinu.org.mx/eventos/cultura2002/importa.htm>).

Actividad 8

Medidas de contingencia vinculadas durante las erupciones volcánicas

¿Qué nos proponemos con esta actividad?

Vamos a analizar y comprender el impacto social del volcanismo y la relación de la política, la ciencia y la sociedad vinculada al riesgo volcánico. Identificar los actores, instituciones e intereses que pueden intervenir en torno a la problemática volcánica: funcionarios, científicos, agentes de turismo, prensa, vecinos.

Materiales (véase ANEXO MATERIALES)

- Tarjetones con un actor determinado (Anexo_VIII_1_)
- Recortes de diario con artículos periodísticos

Presentación del problema:

La erupción en Chile del volcán Chaitén obliga a evacuar a casi 4.000 personas. Anexo_VIII-2.

Material periodístico para la discusión:

- Los pobladores de Chaitén han protestado por...Anexo_VIII-3.
- Chaiteninos critican protesta de pobladores por reubicación de la ciudad. Anexo_VIII-4.
- Una nueva propuesta. Anexo_VIII-5.
- SERNAGEOMIN por reubicación de Chaitén: 'La erupción del volcán no ha terminado'. Anexo_VIII-6.
- Aumenta actividad sísmica del volcán Chaitén. Anexo_VIII-7.
- Alcalde "preocupado" tras no ser consultado por anuncios del gobierno para Chaitén. Anexo_VIII-8.

Desarrollo de la actividad

1 | Dividirse en pequeños grupos, realizaremos una actividad de juego de roles en la que simularemos ser actores de una situación real relacionada con el impacto social de una erupción volcánica. Cada grupo recibirá un tarjetón con su rol específico. Es importante el comprometimiento de todos los grupos en el problema, asumiendo el rol determinado

1 | Presentación del problema

2 | Discusión del problema sobre la base de la información aportada

3 | ¿Qué decisión tomaremos?

4 | Veamos ahora cual fue la suerte de este caso en la vida real.

GLOSARIO

Actividad fumarólica (fumarola): Proceso caracterizado por la emanación, pasiva o intensa, de gases a temperatura relativamente elevada, por lo general superior a 100°C. Los gases se componen principalmente de vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂), ácido sulfhídrico (H₂S), ácido clorhídrico (HCl) y ácido fluorhídrico (HF). Dependiendo de su concentración, algunos de estos gases pueden alcanzar niveles perjudiciales para la salud humana.

Actividades de subsistencia: conjunto de actividades realizadas por los pueblos para satisfacer y garantizar los medios necesarios para vivir.

Altimetría: parte de la topografía que se ocupa de la medición de alturas.

Altiplano: una meseta intermontana elevada, que se encuentra generalmente localizada entre dos o más cadenas montañosas recientes, pero cuyo levantamiento no ocurrió al mismo tiempo.

Amplitud térmica: diferencia numérica entre los valores máximos y mínimos de temperatura observados en un punto dado durante un período de tiempo (p. ej.: durante un día, un mes, un año o un siglo).

Antropología: Disciplina científica que estudia al ser humano en su dimensión biológica y cultural en un momento y un espacio determinado.

Aptitud: capacidad de una persona o una cosa para realizar adecuadamente cierta actividad, función o servicio.

Arbusto: planta cuyo tallo principal (leñoso) se ramifica a poca altura sobre el suelo en varios troncos delgados y aproximadamente iguales.

Área de influencia (adaptación de los términos **Dispersión, para erupciones explosivas y **Alcance**, para erupciones efusivas):** área afectada por los productos volcánicos de una erupción desde las zonas proximales del volcán hasta las zonas distales.

Árida/o: falta de agua en el suelo y de humedad en el aire.

Arqueología: disciplina científica que estudia las sociedades del pasado a partir del registro material que perdura como evidencia.

Arte rupestre: expresión artística realizada sobre un soporte rocoso efectuada por personas en el pasado.

Artefactos: materiales u objetos que fueron modificados por la acción humana.

Astenósfera: (del griego a *ασθενός*, 'sin fuerza' + *σφαίρα*, 'esfera') es la zona superior del manto terrestre que está debajo de la litosfera, aproximadamente entre 30 y 130 kilómetros de profundidad hasta los 670 km.¹ La astenosfera está compuesta por materiales silicatados dúctiles, en estado sólido y semifundidos parcial o totalmente (según su profundidad y/o proximidad a bolsas de magma), que permiten la deriva continental y la isostasia. Sobre ella se mueven las placas tectónicas.

Avalancha volcánica: flujo formado por el colapso parcial o total de los flancos de un edificio volcánico, el que se puede desplazar a velocidades de hasta 300 km/h y emplazarse hasta decenas de kilómetros del volcán. Arrastra una gran cantidad de bloques de diversos tamaños.

Biodiversidad: diversidad de seres vivos que viven en un espacio determinado.

Biota: conjunto de la flora y la fauna de un lugar determinado.

Bloque: son fragmentos de rocas procedentes del sustrato del volcán o diferentes partes del volcán, arrancados durante las erupciones.

Bomba: las bombas volcánicas son glóbulos de roca fundida (piroclastos) cuyo tamaño iguala o supera los 64 mm de diámetro. Se forman cuando un volcán expulsa fragmentos de lava durante una erupción. Las bombas volcánicas pueden ser lanzadas a kilómetros de distancia de la caldera del volcán.

Caída/lluvia de ceniza: Acumulación superficial de material proveniente desde columnas eruptivas típicamente compuesto piroclastos de tamaño ceniza (< 2mm). El depósito resultante puede provocar caída de techos y daños severos a la flora y fauna en localidades cercanas, así como efectos nocivos para la agricultura.

Cartografía: ciencia que se encarga de reunir y analizar medidas y datos de regiones de la Tierra, para representarlas gráficamente a diferentes dimensiones lineales.

Caudal: cantidad de agua que lleva una corriente en un tiempo determinado. Para ríos se expresa en m³/s.

Centro adventicio, centro parásito: centro de emisión de piroclastos y/o lava, ubicado en el flanco de un volcán. Suele compartir la misma fuente alimentadora de magma que el volcán principal.

Columna eruptiva: mezcla de piroclastos y gases de alta temperatura, formada durante erupciones explosivas, que asciende verticalmente sobre el cráter hasta alcanzar un nivel de equilibrio con respecto a la atmósfera. Es común que sea dispersada lateralmente cientos o miles de kilómetros desde la fuente según la dirección de vientos predominante, constituyendo en dicho caso un penacho volcánico.

Composición magmática: Es la composición química de un magma. Una escala ampliamente utilizada se basa en aumentos en el contenido de sílice (SiO₂), definiéndose las composiciones de los productos volcánicos como basaltos, andesitas, dacitas y riolitas.

Cono volcánico o cono de piroclastos: volcán construido durante un único evento eruptivo. Suelen tener dimensiones entre decenas a centenas de metros, una sección circular en planta, pendientes fuertes (entre 30 y 40°) y un cráter central.

Conservación: esfuerzo activo para evitar la degradación de los ecosistemas naturales o antropizados.

Consolidar: dar firmeza y solidez a algo. Convertir algo en definitivo y estable.

Contexto arqueológico: conjunto de materiales relacionados en un rango temporal y espacial determinados, producto de una actividad concreta y que se encuentra en un estado de abandono, es decir su utilización se encuentra en suspendida o en desuso.

Contexto: conjunto de elementos y relaciones entre los mismos que definen una situación o momento en un espacio y un tiempo determinado.

Convención: conjunto de estándares, reglas, normas o criterios que son de aceptación general para un determinado grupo social. Frecuentemente toman el nombre de criterios.

Cosmovisión: forma de ver o interpretar el mundo.

Cráter: Depresión o abertura, usualmente circular en planta, por donde son emitidos los piroclastos, gases y/o lava durante una erupción volcánica.

Culturas prehispánicas: pueblos que habitaban el continente americano antes del contacto con los españoles.

Deductivo: argumento donde la conclusión se infiere necesariamente de las premisas.

Disgregación: reducción de una roca a sus componentes por acción de agentes externos. Empíricas: que está basado en la experiencia y en la observación de los hechos.

Diversidad cultural: pluralidad de culturas expresadas en un espacio determinado.

Domo volcánico: Estructura volcánica originada a partir de la emisión a superficie de un magma muy viscoso que prácticamente no fluye cuando alcanza la superficie. Puede alcanzar varios cientos de metros de altura y algunos kilómetros de diámetro basal. Durante su

emplazamiento frecuentemente sufren colapsos parciales que dan origen a flujos de bloques y ceniza.

Endémicas: distribución de un taxón limitada a un ámbito geográfico reducido y que no se encuentra de forma natural en ninguna otra parte del mundo.

Erosión o fenómenos erosivos: desgaste y modelación de la corteza terrestre causados por la acción de agentes físicos (ej. viento), químicos (ej. disolución de sales en agua) y biológicos.

Erupción efusiva: actividad volcánica de baja explosividad, dominada por la emisión de lavas o domos.

Erupción explosiva: actividad volcánica de alta explosividad, dominada por la expulsión violenta de material piroclástico y gases.

Erupción volcánica: Emisión de material volcánico (lava, piroclastos) por un cráter o fisura eruptiva. La emisión puede ser tranquila (efusiva) o violenta (explosiva), dependiendo de una serie de factores tales como la composición magmática, el contenido de gases, la tasa de emisión y de la interacción con cuerpos de agua.

Escoria: Piroclasto usualmente de color oscuro, que se forma durante erupciones explosivas de un magma de composición basáltica a andesítica.

Esguerramiento: agua superficial que no se infiltra y desagua siguiendo una pendiente.

Especie emblemática: son aquellas que por su valor biológico, ecológico, cultural o antrópico, pasan a formar parte del patrimonio ambiental común a todos los habitantes de un determinado territorio. Ej.: Cóndor andino, Choique, Guanaco, entre otros.

Estepa: territorio llano de vegetación herbácea y matorrales asociados al clima árido.

Estilo eruptivo: comportamiento predominante (explosivo o efusivo) de una erupción volcánica determinado por la combinación de procesos de fragmentación y grado de explosividad. Los extremos van desde magmas que no fragmentan (erupciones efusivas) hasta magmas cuya fragmentación es explosiva y total. Los estilos explosivos se pueden agrupar dentro de diferentes tipos de erupciones: hawaiano, estromboliano, vulcaniano, pliniano y surtseyano. Un estilo adicional corresponde a las erupciones freatomagmáticas o hidromagmáticas, que se producen en las áreas continentales por el contacto del magma con agua meteórica. Consisten en erupciones de una violencia extrema, catastróficas, de muy corta duración, de apenas minutos. Dan origen a columnas eruptivas efímeras y si las explosiones son laterales a oleadas piroclásticas.

Estival: relativo al verano

Estratovolcán: cono volcánico construido por erupciones sucesivas de lavas y depósitos piroclásticos.

Fechados: determinación de rangos temporales específicos para ubicar un suceso o evento en el tiempo pasado.

Fisonomía: aspecto externo y característico que muestra o se da en una cosa.

Fisura volcánica (fisura eruptiva): centro de emisión alargado, formado por la intersección de un conducto alimentador elongado con la superficie terrestre.

Flujo de barro: consiste en una masa de agua con elevada concentración de materiales sedimentarios, que se mueve valle abajo con velocidades que pueden alcanzar en algunos casos los 10 m/s. El material transportado tiene una granulometría muy variable.

Flujo de lava: material incandescente, de alta temperatura (700 – 1200°C), formado cuando el magma alcanza la superficie de forma no explosiva y fluye por gravedad a velocidades entre 1 km/día a 10 km/h.

Flujos de cenizas (flujo piroclástico): corriente densa formada por piroclastos (desde algunos milímetros a varios metros) y gases, que se desplaza por gravedad por las laderas de un volcán y principalmente a lo largo de depresiones topográficas. Se caracteriza por su alta temperatura (hasta 700°C) y alta velocidad (hasta 500 km/h), siendo altamente destructivo. La mayoría de los flujos piroclásticos se generan por el colapso de una columna eruptiva o por colapsos parciales de un domo en construcción.

Fragmentación: proceso volcánico por el cual un magma se rompe durante la erupción para dar origen al material piroclástico.

Frecuencia eruptiva: periodicidad con la que un volcán entra en erupción determinada por el análisis del registro de las erupciones. Puede ser desde años a decenas de miles de años.

Geomorfología: rama de la geografía física y de la geología que tiene como objeto de estudio las formas de la superficie terrestre enfocado a describir, entender su génesis y su actual comportamiento.

Gramíneas: familia de plantas de tallo cilíndrico, nudoso y generalmente hueco, hojas alternas que abrazan el tallo, flores agrupadas en espigas o en panojas y grano seco cubierto por las escamas de la flor (ejemplo maíz, cereales).

Hidrografía: conjunto de los mares, los ríos, los lagos y otras corrientes de agua de un país o una zona.

Holístico: que integra en su totalidad y aborda de forma global a un concepto, fenómeno, problema o situación.

Identidad: Conjunto de expresiones, pautas, valores y costumbres construidas a partir de procesos sociales e históricos, que nos identifican respecto a quienes las comparten como a quienes no.

Imperio Inkaico: estado que dominó parte del territorio que en la actualidad comprenden Ecuador, Perú, Colombia, Bolivia, Chile y Argentina, entre los años 1438 y 1533.

Infiltración: Introducción o penetración paulatina de un líquido entre los poros de un sólido (ej. pasaje de agua a través de las partículas sólidas del suelo por acción de la gravedad)

Lahar: aluvión volcánico formado por una gran descarga de fragmentos volcánicos frescos, cuyo agente de transporte es el agua. Se puede formar por fusión repentina de hielo y/o nieve durante una erupción volcánica o por el arrastre de material no consolidado en las laderas de un volcán durante lluvias torrenciales. Los lahares se desplazan por cauces que descienden de un edificio volcánico, a velocidades que pueden alcanzar los 100 km/h y, dependiendo de su magnitud, son capaces de inundar zonas aledañas a lechos de los cauces por donde descienden.

Lapilli: el lapilli (singular lapillus, del latín: «pequeñas piedras») es un término de clasificación de la tefra según su tamaño y está constituido por fragmentos piroclásticos, expulsados por un volcán durante una erupción y con un diámetro variable de 2 a 64 mm.

Leñosas xerófilas: vegetación y asociaciones vegetales específicamente equipadas para la vida en un ambiente seco. Es decir, plantas adaptadas a la escasez de agua en la zona en la que habitan, como la estepa o el desierto.

Límite de placa: las zonas de contacto entre placas tectónicas es lo denominamos límites o bordes de placa. El movimiento de las placas crea tres tipos de límites tectónicos: límites convergentes, donde las

placas se acercan unas a otras, límites divergentes, donde se separan, y límites transformantes, donde las placas se mueven de lado en relación unas con otras.

Litósfera: Capa externa y rígida de la Tierra, de profundidad variable entre los 10 y los 150 km, constituida básicamente por silicatos e integrada por la corteza y parte del manto.

Llanura: terreno extenso sin grandes desniveles.

Magma: mezcla de roca fundida, gases y sólidos en suspensión generada al interior de la corteza terrestre y que aún no ha alcanzado la superficie.

Mapuche: nación pre existente a la formación de los estados, que habitaron y habitan el actual territorio del centro sur chileno y argentino.

Mata: arbusto perenne, de poco porte, que no suele pasar del medio metro de altura, de estructura ramificada y de tacto leñoso.

Matorral achaparrado: campo caracterizado por una vegetación dominada por arbustos y matas de poca altura.

Meseta: llanura elevada respecto al nivel del mar.

Meteorización: conjunto de procesos externos que provocan la alteración y disgregación de las rocas en contacto con la atmósfera.

Napa freática (acuífero freático): agua subterránea que se encuentra almacenada en sedimentos porosos a una profundidad relativamente pequeña bajo la superficie.

Observación: es una técnica para la obtención de datos en la cual el investigador describe una determinada actividad, situación, problemática, objeto, etc.

Ofrenda: objetos que se ofrecen como muestra de reconocimiento, sacrificio o veneración a una divinidad.

Patrimonio: el conjunto de bienes de tipo natural, material o simbólico, el cual forma parte de la herencia de los pueblos.

Patrón arquitectónico: conjunto de rasgos que caracterizan una estructura en relación a su forma y a su modo de construcción.

Peligro volcánico: probabilidad de ocurrencia de un fenómeno volcánico de una intensidad dada en un sector determinado para un periodo de tiempo definido.

Piroclasto: el origen de la palabra piroclasto es el griego “piro”, que significa fuego; y “clasto”, que significa fragmento. Esto se debe a que los griegos asumían que los volcanes arrojaban “fragmentos de fuego”.

Pómez: piroclasto usualmente de color claro, que se forma durante erupciones explosivas de un magma de composición andesítica a riolítica. Exhiben un amplio rango de porosidad, en general superior a las de escorias.

Red de drenaje: red natural de transporte gravitacional de agua, sedimento o contaminantes, formada por ríos, lagos y flujos subterráneos, alimentados por la lluvia o la nieve fundida.

Registro geológico: sucesión de cuerpos o depósitos compuestos por diferentes tipos de rocas o fósiles que permiten ordenar y comprender los procesos naturales ocurridos en el planeta Tierra.

Relieve: término que determina las formas de la corteza terrestre o litosfera en la superficie, tanto en relación con las tierras emergidas como al fondo del mar.

Riesgo: valor de las pérdidas asociadas a un proceso natural determinado.

Roedores cavícolas: roedores adaptados a la excavación y vida subterránea.

Santuario de altura: construcciones arqueológicas que se encuentran en laderas y cumbres de picos andinos, entre 5000 y 7000 metros de altura.

Sismos volcánicos: tipo de sismo asociado al movimiento de fluidos al interior de un edificio volcánico, a la dinámica de fluidos (gases o líquidos) de origen magmático o al proceso de fracturamiento de material sólido (rocas) al interior de un edificio volcánico. Estos diferentes tipo de sismos volcánicos se utilizan para monitorear a los volcanes. Algunos son frecuentes y otros solo característicos de los momentos previos a la erupción volcánica (tremor volcánico).

Taxón: grupo de organismos emparentados, que han sido agrupados en niveles de organización jerárquicos, siguiendo leyes estrictas para su clasificación y nombramiento.

Tefra: término genérico empleado para englobar todos los tipos de piroclastos, o bien, como el término particular que describe los depósitos de caída de piroclastos no consolidados.

Textura: Característica que ayuda a describir la relación entre las componentes que constituyen las rocas o el suelo.

Tiempo geológico: división en intervalos de tiempo caracterizados por acontecimientos importantes de la historia de la Tierra y de la vida. Como la edad de la Tierra es de aproximadamente 4600 millones de años, cuando se habla de tiempo geológico suele expresarse casi siempre en millones de años y siempre referidos a «antes del presente». Las unidades usadas para dividir el tiempo geológico son de

dos tipos: las referidas a tiempo relativo (unidades geocronológicas), que ordenan cronológicamente los acontecimientos geológicos, y las referidas a tiempo absoluto (unidades geocronométricas), expresadas en valores absolutos, en millones de años (Ma).

Trabajo de campo: una de las etapas de investigación que se realiza directamente sobre el terreno. Su fin es obtener datos e información de primera mano por parte del investigador.

Tratado Intergubernamental/ Internacional: mecanismo jurídico mediante el cual una organización integrada por varios países se comprometen a realizar acciones para un propósito específico.

Uso Racional: concepto incluido en la política general de gestión de los recursos naturales renovables y asociado a un desarrollo sostenible que debe permitir el aprovechamiento de los recursos de manera eficiente garantizando su calidad, evitando su degradación con el objeto de no comprometer ni poner en riesgo su disponibilidad futura.

Vidrio volcánico: Material de origen volcánico, que se origina por un rápido enfriamiento de lavas. Presenta una típica estructura vítrea, y carece totalmente de elementos cristalizados.

Volcán activo: corresponde a un centro volcánico capaz de entrar en erupción en el futuro. Desde el punto de vista geológico, un volcán se considera activo cuando ha tenido al menos una erupción en los recientes 10 mil años, o bien cuando, sin certeza de esto último, presenta signos cuantificables de actividad, como por ejemplo desgasificación, sismicidad o deformación de la superficie.

Vulnerabilidad: condición de padecer algún efecto negativo respecto algún evento determinado.

BIBLIOGRAFIA

Bachelard, G. (2000). La formación del espíritu científico. Siglo XXI: México.

Brousseau, G. (2007). Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas. Buenos Aires: Editorial Zorzal

Brusi i Belmonte, D. (2001). Los volcanes: un enfoque sistémico de un tema clásico. Revista Alambique 27.

Caselli, A.T.; Vélez, M.L., Agosto, M.R. (2011). Manual de procedimientos ante caída de cenizas volcánicas. Grupo de Estudio y Seguimiento de

Volcanes Activos Proyecto, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, p.106.

Chevallard, Y. (1997). La transposición didáctica. Buenos Aires: Aique.

D'Elia, I.; Paez, G.N.; Hernando, I.; Petrinovic, I.; Villarosa, G.; Bilmes, A.; Bodano, M.; Guzman, S.; Borzi, G.; Serra Varela, S.; Manzoni, C.; Outes, V.; Delmenico, A.; Balbis, C. (2014). Erupciones históricas del Volcán Tromen: Análisis Geomorfológico y Geocronológico en su sector Noroeste. Revista de la Asociación Geológica Argentina 71, pp. 444 – 448.

D'Ercole, R., (2008). Percepción del riesgo y vulnerabilidad. Aplicación al riesgo volcánico. En H. Tavera (ed.). La geofísica y su aporte en la reducción de riesgos de desastres naturales (121-124). Lima: Ediciones Nova Print SAC.

Douglas, M. y Wildavsky, A. (1982). Risk and Culture. An Essay on the Selection of Technological and Environmental Dangers. Los Ángeles: University of California Press.

Douglas, M. (1987). Les études de perception du risque: un état de l'art. En J. L. Fabiani y J. Thies (Éds.) La Société vulnérable. Évaluer et maîtriser les risques (pp. 55-60). París: École Normale Supérieure.

Driver, R., Guesne, E., y Tiberghien, A. (1999). Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid. Ediciones Morata.

García, R. (2000). El conocimiento en construcción. Barcelona. Gedisa.

Hajduk, A. (1999). Informe en relación al "plan general de manejo del parque provincial Tromen" temática específica: valores histórico culturales. Neuquén: Áreas Naturales Protegidas.

Johsua, S. (2005). Introducción a la didáctica de las ciencias y la matemática. Buenos Aires. Ediciones Colihue SRL.

Lator, C.A.; Arias C.I.; Gorrochategui, M.C.; Manoukian, D.E. (2006). Chos Malal entre el olvido y la pasión. Neuquén: Centro de Estudios Regionales Chos Malal.

L'Heureux, G.L. y Barberena, R. (2008). Evidencias bioarqueológicas en patagonia meridional: el sitio Orejas de Burro 1 (Pali Aike, provincia de Santa Cruz). Intersecciones antropológicas n° 9, pp. 11-24

LLambías, E.J., (2008). Geología de los cuerpos ígneos. Buenos Aires: Instituto Superior de Correlación Geológica y Asociación Geológica Argentina.

LLambías, E.J. (2009). Volcanes: nacimiento, estructura, dinámica. Buenos Aires: Vazquez Mazzini

LLinares, M. A, Ortiz, R. y Marrero J.M. (2004). Riesgo Volcanico. Guia didáctica para profesores. Madrid: Dirección General de Protección Civil y Emergencias. Ministerio del Interior.

Martí J., A. Pujadas, Ferrés Lopez D. y Mallarach Carrera J.M. (2012). El Volcanismo. Guía de Campo de la Zona Volcánica de la Garrotxca. Barcelona: Biblioteca de Catalunya Dades CIP.

Massarini, A., y Schnek, A. (2015). Ciencia entre todxs: tecnociencia en contexto social. Una propuesta de enseñanza. Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación, 12: pp. 189-192.

Petrinovic, I.A.; Villarosa, G.; D'Elia, L.; Guzmán, S.; Páez, G.N.; Outes, V.; Manzoni, C.; Delménico, A.; Balbis, C.; Carniel, R.; Hernando, I.R. (2014). La erupción del 22 de diciembre de 2012 del volcán Copahue, Neuquén, Argentina: caracterización del ciclo eruptivo y sus productos. Revista de la Asociación Geológica Argentina 71, pp.161-173.

Petrinovic, I. y D'Elia, L. (2018). Rocas Volcanoclásticas. Depósitos, procesos y modelos de facies. Publicación especial. Asociación Argentina de Sedimentología. La Plata.

Schmincke, H.U. (2004). Volcanism. Berlin: Springer.

Shulman, L. S. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. Revista de currículum y formación del profesorado, 9, 2.

Sruoga, P. (2002). El volcanismo reciente y riesgo asociado en la provincia de Mendoza. Ianigla, pp. 255-260.

Unesco. Convención sobre la protección del patrimonio mundial,

cultural y natural <http://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf>

Vitry, C. (1997). Arqueología de Alta Montaña. Yachayruna, N° 1.

Vitry, C. (2007). Caminos rituales y montañas sagradas. Estudio de la vialidad inka en el nevado de Chañi, Argentina . Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino. vol. 12, núm. 2, pp. 69-84

Vitry, C. (2008). Los espacios rituales en las montañas donde los inkas practicaron sacrificios humanos. En C. Terra y R. Andrade (eds). Paisagens Culturais. Contrastes sul-americanos (pp 47 – 65). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola de Belas Artes. Carlos Terra y Rubens Andrade editores.

A | **Materiales**

Desde la perspectiva de la extensión universitaria esta guía didáctica para la enseñanza y aprendizaje del volcanismo, su relación con el ecosistema y el ser humano, muestra el resultado de cuatro años de trabajo interdisciplinario junto a actorxs de la educación formal y no formal del norte neuquino que viven al pie de volcanes. Desde una perspectiva constructivista de la ciencia y de la enseñanza-aprendizaje; y desde una mirada de la pedagogía crítica; se desarrollan una síntesis conceptual, una propuesta didáctica dirigidas a lxs docentes y actividades preparadas para lxs alumnxs. Se despliegan una serie de herramientas que a nuestro entender facilitan la enseñanza y la motivación de lxs alumnxs hacia el aprendizaje de un sistema complejo, definido como el volcanismo y su relación con el medio. Se encontrarán aquí una serie de respuestas que hemos encontrado tras años de preguntas y repreguntas desarrolladas junto con todxs lxs actorxs involucradxs. Sin duda, el carácter finito de las cosas, hace que hoy presentemos ciertas respuestas, aunque esperamos que lxs lectorxs de este texto continúen y mejoren esta eterna tarea.