

Número Especial:  
Sociedad y Volcanología (SOVOL)

## UN SOL INTERIOR: VULCANOLOGÍA LICKANANTAY EN EL SALAR DE ATACAMA

Sonia Ramos Chocobar<sup>1,2</sup> y Manuel Tironi<sup>3,4,5\*</sup>

### RESUMEN

Habiendo vivido junto al dinamismo geológico de la cuenca del Salar de Atacama (Chile) por milenios, el pueblo Lickanantay ha acumulado abundantes datos observacionales y ceremoniales acerca de la naturaleza volcánica que les rodea y la participación de volcanes en procesos más amplios de formación cosmoecológica. Sin embargo, la vulcanológica formal no ha establecido un diálogo sustantivo con estos conocimientos. A través de una colaboración intercultural, este artículo expone lo que llamamos ‘vulcanología Lickanantay’ —o el sistema Lickanantay de conocimiento sobre volcanes, relaciones volcanes-humanos e interdependencia geocósmica— con el objetivo de hacerla disponible para la comunidad vulcanológica general. Primero, describimos las características básicas de la vulcanología Lickanantay. Luego nos enfocamos en el campo geotérmico de El Tatio para ofrecer una aproximación situada. Finalmente, delineamos algunos elementos para la gestión del riesgo volcánico desde una perspectiva Lickanantay. En nuestras conclusiones sugerimos que la vulcanología Lickanantay invita a pensar lo ‘indígena’ no como un conjunto finito de conocimientos y prácticas sino como una demanda por autonomía territorial y epistemológica, y que es sólo reconociendo esa demanda que la vulcanología podrá responder al llamado de la descolonización de la ciencia.

### PALABRAS CLAVES

Volcanología indígena; Salar de Atacama; El Tatio; Conocimiento Lickanantay; Gestión de riesgo volcánico; Descolonización; Chile

AN INSIDE SUN: LICKANANTAY VOLCANOLOGY IN THE SALAR DE ATACAMA

### ABSTRACT

Having lived alongside the geological dynamism of the Salar de Atacama (Chile) basin for millennia, the Lickanantay people have accumulated abundant observational and ceremonial data about the volcanic nature that surrounds them and the participation of volcanoes in broader processes of cosmoecological formation. However, Western volcanology has not established a substantive dialogue with this knowledge. Through cross-cultural collaboration, this article exposes what we call ‘Lickanantay volcanology’—or the Lickanantay system of knowledge about volcanoes, volcano-human relationships, and geocosmic interdependence—with the aim of making it available to the general volcanological community. First, we describe the basic features of Lickanantay volcanology. We then turn to the El Tatio geothermal field to provide a situated approach. Finally, we outline some elements for volcanic risk management from a Lickanantay perspective. In our conclusions we suggest that Lickanantay volcanology invites us to think of the ‘indigenous’ not as a finite set of knowledges and practices but as a demand for territorial and epistemological autonomy, and that it is only by recognizing this demand that volcanology will be able to respond to the call for the decolonization of science.

### KEYWORDS

Indigenous volcanology; Salar de Atacama; El Tatio; Lickanantay knowledge; Volcanic risk management; Decolonization; Chile

1. Comunidad Indígena de San Pedro de Atacama, San Pedro de Atacama, Chile.
2. Fundación Ayllus Sin Fronteras, San Pedro de Atacama, Chile.
3. Instituto de Sociología, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
4. Instituto para el Desarrollo Sustentable, Pontificia Universidad Católica de Chile, Villarrica, Chile.
5. Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN), Santiago, Chile

\*Autor de correspondencia:  
metironi@uc.cl

### DOI:

<https://doi.org/10.55467/reder.v7i2.125>

### RECIBIDO

22 de octubre de 2022

### ACEPTADO

30 de mayo de 2023

### PUBLICADO

1 de julio de 2023

### Formato cita

#### Recomendada (APA):

Ramos Chocobar, S. & Tironi, M. (2023). Un Sol Interior: Vulcanología Lickanantay en el Salar de Atacama. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 7(2), 73-87. <https://doi.org/10.55467/reder.v7i2.125>

### Nota:

Este trabajo es una traducción al castellano del artículo ‘An Inside Sun: Lickanantay Volcanology in the Salar de Atacama’ publicado originalmente por Sonia Ramos Chocobar y Manuel Tironi en la revista *Frontiers in Earth Science* el 22 de julio de 2022.



Todos los artículos publicados en REDER siguen una política de Acceso Abierto y se respaldan en una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

*Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres (REDER)*

Diseño: Lupe Bezzina

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han producido cambios importantes con respecto a la validación del conocimiento vulcanológico indígena. La geociencia ha comenzado a reconocer que los fundamentos de la geología en general (Scarlett, 2022) y de la vulcanología en particular (Pease, 2021; Scarlett et al., 2022), son inseparables del colonialismo, es decir, que han sido moldeado por las agendas de la expansión imperial (Cartier, 2021). Reconociendo las consecuencias acumulativas de este legado, se han multiplicado los llamados a establecer diálogos interculturales más robustos sobre volcanes y procesos volcánicos.

La cuenca del Salar de Atacama (en adelante el Salar), hogar del pueblo Lickanantay<sup>1</sup>, es un poderoso ejemplo. El Salar (23° 30S 68°15'O/2.407 msnm) es un activo territorio volcánico dentro de la Zona Volcánica de los Andes Centrales (ZVAC) en el norte de Chile. Desde el campo geotérmico de El Tatio hasta el volcán Socompa, existen más de 19 volcanes activos que rodean un territorio que el pueblo Lickanantay ha habitado desde hace al menos 11.000 años (Núñez, 1992). Durante este período, se pueden identificar diferentes fases de ocupación, cada una caracterizada por patrones específicos de uso de recursos e interacciones humano-territorio como la caza, la pesca, la domesticación de animales, la agricultura, la cría de animales, la minería, el comercio e intercambio (Núñez et al., 2010). El denominador común de estas fases es el papel clave que han cumplido los volcanes en la articulación de la vida ecológica, económica y espiritual en el altiplano (Castro y Aldunate, 2003; Gómez, 1993; Grebe e Hidalgo, 1988; Berenguer, 2004; Valenzuela y Moyano, 2021).

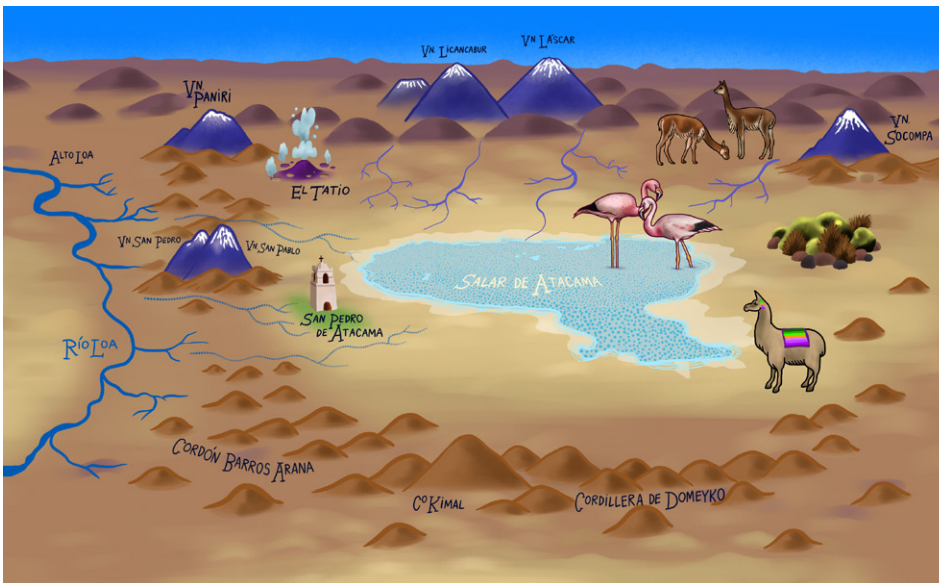


Figura 1. Esquema territorial de la Cuenca del Salar de Atacama  
Fuente: Sonia Ramos Chocobar. Diseño de Sergio Iacobelli.

La larga historia de relaciones entre volcanes y humanos en el Salar se ha materializado en un robusto sistema de conocimiento vulcanológico basado en información tanto observacional como ceremonial. Este conocimiento incluye hipótesis generales sobre formaciones volcánicas (Contreras, 1994; Barros, 1997), conocimiento acerca de las interacciones clima-volcanes (Castro y Aldunate, 2003; Sanhueza, 2004; Moyano y Uribe, 2012) y los nexos entre agua-agricultura-ganadería-volcanes (Redin, 2018). Desde donde se le mire, entonces, el pueblo Lickanantay ha articulado su propia vulcanología<sup>2</sup>.

No obstante, este conocimiento apenas ha sido reconocido y mucho menos incorporado en las investigaciones vulcanológicas y en las políticas públicas que han surgido de ellas. Esto es particularmente problemático dadas las historias paralelas de la geociencia y el colonialismo, y la consecuente configuración de las primeras como un campo que, para su despliegue, asumió como "inerte" tanto al geos como a las poblaciones indígenas encontradas en las colonias (Yusoff, 2019). Este entendimiento, necesario para establecer los territorios colonizados como una "zona de no-ser" lista para ser explotada (Ferdinand 2022), hizo imposible reconocer el conocimiento indígena como una experticia robusta y testeada en el tiempo (Liboiron, 2021).

1. Lickanantay es el etnónimo kunza de lo que en Chile se conoce como pueblo Atacameño. Está compuesto por lickan (territorio, país o tierra) y antay (pueblo), lo que se traduce como "pueblo del territorio" o "gente de la tierra". El prefijo lickan aparece frecuentemente en topónimos Atacameños, por ejemplo, Licancabur ("Montaña del pueblo").
2. Si la ciencia es "el estudio cuidadoso de la estructura y el comportamiento del mundo físico, especialmente mediante la observación, medición y realización de experimentos", como lo define el Diccionario de Cambridge, entonces el término no debería ser exclusivo del conocimiento Occidental, como argumentan varios intelectuales indígenas (Deloria et al., 2018).

Las colaboraciones sustantivas entre la vulcanología formal y la Lickanantay se vuelven cada vez más necesarias dada la intensa presión ambiental a la cual el Salar se encuentra sometido. La larga historia de extractivismo en la zona ha tenido como consecuencia la acumulación de múltiples riesgos ambientales. La minería del cobre y, más recientemente, del litio, han significado daños directos a acuíferos, salares, ríos y otras formaciones ecosistémicas y procesos biofísicos (Bolados y Babidge, 2017; Bustos-Gallardo et al., 2021). En consecuencia, los conflictos entre el estado y las corporaciones, por un lado, y las comunidades por el otro, se han multiplicado. En estos conflictos el conocimiento hidrológico atacameño ha sido escasamente considerado. Así, en el corazón de las fricciones con las comunidades indígenas descansa no solo el daño irreparable que se ha infligido a proyectos de vida y ecosistemas únicos, sino también la negación sistemática del conocimiento geológico Lickanantay, incluido el conocimiento acerca de las relaciones volcán-tierra-humano que podría ser útil en la gestión de riesgos hídricos, geológicos y volcánicos.

Este artículo es un intento por cerrar la brecha entre el conocimiento vulcanológico convencional y el Lickanantay. Lo hacemos exponiendo lo que llamamos *vulcanología Lickanantay*, o los principios ancestrales por los cuales se entiende y conoce la actividad volcánica en el Salar. Nuestro objetivo no es dar una explicación definitiva del conocimiento Lickanantay sobre los procesos vulcanológicos. Existe un importante acervo de investigación arqueológica y antropológica que ha sistematizado de mejor manera los conocimientos situados sobre montañas y volcanes en el Salar (Grebe e Hidalgo, 1988). Además, los conocimientos indígenas son siempre *en-ayllú* (de la Cadena (2015), es decir, siempre *junto* a los lugares y cuerpos que los portan y producen, y por tanto dinámicos, plurales y resistentes a cualquier intento de formalización (Acuña y Tironi 2021). Tampoco buscamos reemplazar el conocimiento vulcanológico formal sobre la ZVAC. Más bien, nuestro fin es mostrar algunos de los principios que guían la vulcanología Lickanantay y presentarlos a la comunidad vulcanológica. Argumentamos que esta comunicación es crucial para articular información más sólida y justa acerca del comportamiento volcánico y el manejo del riesgo volcánico en los territorios indígenas.

El artículo es una colaboración entre una dirigente y sanadora Lickanantay (Sonia Ramos) y un académico chileno (Manuel Tironi). Esta colaboración se basa en una relación de aprendizaje mutuo durante los 5 últimos años. En este tiempo hemos establecido protocolos situados de colaboración y coproducción intercultural, incluyendo trabajo de campo conjunto, co-redacción y participación en ceremonias. Reconocemos que un artículo científico no problematiza, sino más bien refuerza, los sistemas coloniales de producción de conocimiento. También reconocemos, sin embargo, que al presentar las características básicas de la vulcanología Lickanantay en un artículo científico estamos facilitando un primer encuentro entre conjuntos de conocimientos que, de otra forma, se mantendrían desconectados. Nuestro objetivo es, precisamente, ayudar a cultivar un diálogo intercientífico para la articulación de una estrategia epistemológicamente plural de cara al manejo del riesgo volcánico en el Salar. Nuestra descripción, por lo demás, puede ser de ayuda, más ampliamente, para la articulación de intercambios de saberes en el espacio transnacional de Los Andes.

El artículo está organizado de la siguiente manera. En la siguiente sección presentamos el territorio del Salar de Atacama, y los desafíos sociales que enfrenta, en las palabras de doña Sonia Ramos en tanto cultora Lickanantay. Además, articulamos una breve revisión de la literatura para situar la vulcanología Lickanantay en el contexto de los debates sociales, comunitarios e indígenas sobre la vulcanología y el riesgo volcánico. En la tercera sección presentamos nuestros materiales y métodos. En la cuarta y principal sección, presentamos las características básicas de la vulcanología Lickanantay, tal como es entendida y sistematizada por doña Sonia Ramos luego de décadas de observación y aprendizaje intergeneracional de y en el territorio. Finalmente, en nuestra conclusión, reflexionamos sobre el desafío de pluralizar el conocimiento vulcanológico, particularmente en torno a la gestión de riesgo volcánico, al trabajar en la ZVAC y otros territorios indígenas.

## CASO DE ESTUDIO Y REVISIÓN DE LITERATURA

### La Cuenca del Salar de Atacama: un territorio Lickanantay bajo presión

El Salar es la entidad central alrededor de la cual el pueblo Lickanantay ha prosperado por al menos 11.000 años. Es precisamente por esta condición que fue reconocido como territorio indígena a través de la Ley Indígena (19.253) y el Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales

de la Organización del Trabajo (OIT). En torno al Salar, el pueblo de Lickanantay ha desarrollado sofisticados sistemas de conocimiento y ocupación territorial. Desde su filosofía natural, el Salar es una entidad compleja e interconectada con los volcanes circundantes y las *aguadas* que fluyen desde las montañas y volcanes hacia el Salar. Es decir, el Salar es un entramado que no puede restringirse ni ecológica ni hidrológicamente a la cuenca endorreica, cuestión que ya ha sido confirmada por la investigación geológica (Corenthal et al. 2016).

El proceso de chilenización<sup>3</sup> desde fines del siglo XIX trajo consigo el desarrollo creciente de la industria minera en el desierto de Atacama (Acuña y Tironi, 2021). Al día de hoy, la mitad del cobre extraído en Chile proviene de la región de Antofagasta (Babidge y Bolados, 2018) y cuatro de las operaciones más grandes están ubicadas en los alrededores del Salar: Minera Escondida, Compañía Minera, Zaldívar y CODELCO. Esta actividad minera ha desorganizado las prácticas agroalimentarias tradicionales que sustentan tradicionalmente a las economías familiares en el Salar. En las últimas décadas, además, el Salar se ha convertido en la principal fuente mundial de litio (USGS, 2019). El litio se extrae bombeando el agua salada subterránea (o salmuera) encontrada en los primeros 2 mts del subsuelo en el núcleo halítico del Salar (Corenthal et al., 2016). Para extraer el contenido de litio disuelto, la salmuera se deja evaporar en piscinas superficiales al aire libre (Bustos-Gallardo et al., 2021). Se estima que por cada tonelada de litio se necesitan extraer alrededor de dos millones de litros de agua. Esto no sólo ha cambiado radicalmente el equilibrio hidrológico del Salar, sino que también ha alterado los frágiles ecosistemas de las quebradas y ha impactado espacios y prácticas ancestrales. Es por esto que desde la perspectiva del conocimiento Lickanantay, el extractivismo en el Salar no es únicamente un problema ecológico o hídrico, sino que afecta los imbricados sistemas relacionales que conectan a humanos, ancestros y la *pachamama*<sup>4</sup> —incluidos los volcanes, ríos y campos geotérmicos circundantes— de formas que la ciencia y las políticas occidentales aún no reconocen por completo.

#### **Cambiando de perspectivas: de la vulcanología social a la soberanía indígena**

Los orígenes coloniales de las geociencias en general y de la vulcanología en particular han sido ampliamente reconocidos (Stone, 1988; Home, 2006; Donovan et al., 2011; Atkinson, 2016; Kophamel, 2020; Pico et al., 2020; Cartier, 2021; Donovan, 2021; Scarlett, 2022). Examinar, cartografiar y, en última instancia, explotar los recursos naturales en los territorios colonizados a beneficio del imperio fue un factor crucial que dinamizó a las geociencias como campo científico en la Europa del siglo XVII (Driver, 1992; Stafford, 2017). En el siglo XVIII, y con intensificada fuerza en el XIX, los estudios geológicos surgieron junto a la cartografía como una técnica crucial para representar y evaluar el valor extractivo de los territorios en una escala vertical (Porter, 1977; Rudwick, 2016).

Hay, sin embargo, una política geológica pre-colonial construida por prácticas y conocimientos indígenas que preceden con creces al establecimiento de la geología como campo formal de estudio. (D'Avignon 2020). Las sociedades colonizadas tenían, y aún tienen, sus propios sistemas de conocimiento geológico y vulcanológico, articulados después de milenios de estrecha cohabitación y observación de los fenómenos terrestres (Pardo et al., 2021; Swanson, 2008). Estos conocimientos, sin embargo, son sistemáticamente considerado como inferiores, parciales o mágicos. Como lo sugiere Vanessa Watts (2013), las explicaciones indígenas sobre el mundo a menudo son vistas como míticas por la sociedad “moderna”, quedando reducidas a representaciones sobre modos alternativos de interpretación en lugar de eventos “reales”. Esta anulación ha sido crucial para posicionar a la ciencia formal como el único marco de referencia a la hora evaluar la realidad. La socióloga aymara Silvia Rivera Cusicanqui (1993) acuñó el término “colonialismo del saber” precisamente para indicar que el proceso de universalización de una visión del mundo a partir de los principios del proyecto ilustrado se sustentó en imposiciones y supresiones epistemológicas —y que el proceso, lejos de estar en el pasado, sigue en curso con importantes ramificaciones—.

Estas críticas no pretenden socavar la validez de la vulcanología formal. Más bien, llaman a la validación de *otros* sistemas de conocimiento en la búsqueda de diálogos más diversos dentro del campo científico. Y, al menos en el campo de la vulcanología, hay un importante avance, que comienza con la integración de perspectivas sociales y culturales sobre la producción de los desastres siconaturales (Quarantelli, 1987; Wisner et al., 2004; Hilhorst, 2006; Tierney, 2012; Bretton et al., 2018). Este giro permitió la inclusión de nociones como geopolítica, vulnerabilidad y

3. “Chilenización” es el nombre que se le da al período comprendido entre 1880 y 1930, en el cual el territorio anexado luego de la guerra contra Perú y Bolivia fue incorporado cultural, institucional y socialmente a Chile. En el territorio Lickanantay, esto incluyó la inculcación de sentimientos nacionales, la Cristianización de la población y la supresión deliberada de cualquier cultura Indígena (González, 2012).

4. La Pachamama o Madre Tierra (Maricostti, 1978) es un concepto fundamental en el sistema político y religioso andino. Concepto polisémico, refiere, por un lado, a la manifestación del Todo y su inherente multiplicidad —Universo, Cosmos, Madre— (Torres 2001). Por el otro, también refiere a la tierra y a la Tierra, con todos sus elementos biofísicos —aguadas, montañas, flora, fauna, cosechas, etc.— (Castro y Aldunate 2003). Asimismo, el concepto de Pachamama engloba el sentimiento andino de un mundo natural animado por fuerzas divinas de las que los humanos son sólo una parte (Núñez 1986).



comunidad en la comprensión de los peligros volcánicos y sus impactos (Cashman y Cronin, 2008; Chester et al., 2008; Haynes et al., 2008; Paton et al., 2008; Barclay et al., 2015; Donovan, 2019), dando origen a una subdisciplina a veces llamada “vulcanología social” (Donovan, 2010).

Estos enfoques complementan la investigación antropológica sobre la interpretación del volcanismo según las cosmovisiones indígenas y los impactos de las erupciones en las tradiciones e identidades culturales (Peraldo y Mora, 1995; Skinner, 2004; Spoon, 2007; Aedo, 2008; Juárez, 2012; Moyano y Uribe, 2012; Schwartz-Marin et al., 2020; Socha et al., 2021). Esta investigación antropológica enfatiza la existencia de una relación dual, más que dicotómica, entre lo simbólico (creencias, normas e imaginarios) y lo material (fenómenos naturales y físicos). Los volcanes son tanto entidades físicas como seres con voluntad que poseen la capacidad de intermediar en relaciones ecológicas, meteorológicas y sociales (Juárez, 2012). Por ejemplo, Moyano y Uribe (2012) muestran que el volcán Chiliques en la cuenca del Salar juega un papel central dentro de un sistema de montañas sagradas que son invocadas por la comunidad atacameña de Socaire durante la ceremonia de limpieza del canal, y en el cual el volcán funciona como intermediario y guardián de los fenómenos meteorológicos.

Nuestro intento de introducir la vulcanología Lickanantay está alineado con estos enfoques. Sin embargo, en lugar de derivar el conocimiento vulcanológico *interpretando* lo que atacameños y atacameñas dicen sobre montañas y volcanes —dejando de esta manera el trabajo de comparación a los científicos occidentales— en este artículo la tarea misma de interpretación la hacen los propios expertos Lickanantay (ver, por ejemplo, Kopenawa y Albert, 2013). Al hacer esto, tomamos la vulcanología Lickanantay como una forma de ciencia irreductible que sirve como una fuente crucial de orientación para el resurgimiento atacameño. Nuestro objetivo es construir un puente entre la vulcanología formal y la Lickanantay pero sin transformar esta última en “geomitología” (Donovan, 2010; Riede, 2015) ni moldearla para que encaje dentro de la ciencia convencional (Nadasdy 2007), sino validarla como un sistema científico con preguntas y métodos de investigación propios.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material de este artículo corresponde al conocimiento de doña Sonia Ramos y fue recopilado durante 4 años de conversaciones entre los autores. Esto incluyó entrevistas formales, pero también múltiples intercambios durante caminatas, reuniones y ceremonias en San Pedro de Atacama, El Tatio, Calama y la Cordillera de Domeyko. Los registros de estas conversaciones fueron sistematizados y discutidos iterativamente en un proceso abierto y colaborativo entre los autores.

La metodología utilizada está alineada con los principios indígenas sobre la construcción de conocimiento e investigación (Smith, 1999). Toma la conversación como el método principal para la recopilación de datos, entendiendo que, como en el *güxam* mapuche<sup>5</sup>, la conversación no es sólo una forma de intercambio verbal sino también un proceso in situ para comunicar saberes tradicionales cultivados por —y traspasados desde— los antepasados (Quilaqueo and Quintriqueo, 2017). También es un proceso en el que se comparten conocimientos que depende de las relaciones y responsabilidades entre los y las participantes, de forma similar a lo que se conoce como *yarning* (hilado) en el contexto australiano (Barlo et al., 2020). En este sentido, la metodología de este artículo —incluyendo la recolección de datos, su interpretación y redacción— es en sí misma una práctica de recuperación histórica y epistemológica. Por ejemplo, se llevaron a cabo varias conversaciones sobre las actividades volcánicas y geotérmicas *con* volcanes y géiseres, viajando a su entorno e invocando su presencia mediante ceremonias. Tanto doña Sonia Ramos como Manuel Tironi participaron en estas conversaciones, siendo guiadas por la primera y registradas por el segundo.

En línea con la metodología de la historia oral desarrollada por Rivera Cusicanqui (1987), las metodologías conversacionales y relacionales que seguimos tuvieron como objetivo hacer frente a las diferencias ontológicas que constantemente puntuaron la comunicación entre una lidereza Lickanantay y un académico blanco. También apuntaban a la creación de un proceso sistemático de retroalimentación y validación de información que no esquivara —sino por el contrario relevaba— los intereses y expectativas de doña Sonia en tanto guardiana ancestral. El proceso prestó atención a la visión de doña Sonia acerca de la historia, la sociedad y el territorio. Si algunas declaraciones suenan demasiado cargadas políticamente es porque el conocimiento indígena es siempre normativo (orientado a objetivos éticos y morales) y prescriptivo (orientado

5. *Güxam* es el arte mapuche de la conversación, en el que una persona mayor habla de su vida y de la historia de su pueblo, entrelazando relatos, recuerdos y enseñanzas.

a informar conductas) (Teillier et al., 2018). A diferencia del conocimiento occidental, no hace una división entre la observación de “lo que es” y la reflexión de “lo que debería ser” y, por lo tanto, entre lo objetivo y lo subjetivo —o, mejor dicho, entre lo objetivo y lo subjetivo tal como se demarca en la epistemología moderna-occidental (González-Gálvez, 2016). Separar lo fáctico y lo normativo en los resultados que siguen no sólo obstaculizaría una comprensión adecuada de los principios vulcanológicos Lickanantay presentados aquí, sino también la posibilidad de integrar las filosofías indígenas de la ciencia en su propia ley (Whyte, 2020). Como argumenta Rivera Cusicanqui, lo que importa en el método relacional de las historias orales que aquí seguimos no es tanto identificar “lo que sucedió”, sino *por qué* sucedió y *cómo* encaja lo sucedido en apreciaciones más amplias sobre justicia y el buen vivir<sup>6</sup>.

## RESULTADOS: HACIA UNA VULCANOLOGÍA LICKANANTAY

En línea con nuestros principios metodológicos, los siguientes resultados no serán presentados como “hallazgos”, es decir, como proposiciones inducidas analíticamente a partir de observaciones y abstraídas de su locus de enunciación. En su lugar, presentamos las propias palabras de doña Sonia. Las hemos organizado y editado para mantener la consistencia y transmitir una narración coherente de lo que es la vulcanología Lickanantay. Pero, aparte de eso, conservan su significado situado y encarnado. Como resultado, los argumentos no están ordenados de forma completamente lineal. Más bien, están articulados circularmente, apareciendo en apartados diferentes a lo largo de la narración. Además, para conservar el significado indígena de las palabras de doña Sonia, todos los comentarios o acotaciones relevantes, ya sean explicaciones contextuales o referencias a reflexiones arqueológicas, antropológicas y geológicas, se presentarán como notas al pie.

Los resultados están ordenados de la siguiente manera. Primero presentamos algunas de las principales hipótesis y definiciones que articulan lo que llamamos vulcanología Lickanantay. Luego discutimos el conocimiento vulcanológico Lickanantay dentro de su sistema filosófico más amplio sobre la naturaleza y su relación con lo humano. Finalmente, discutimos lo que este conocimiento revela acerca de la gestión del riesgo volcánico desde una perspectiva Atacameña. En conjunto, estas proposiciones deben evaluarse como materializaciones específicas del conocimiento Lickanantay sobre el nexo volcán-cosmos-humano, no como una articulación integral ni institucional de un canon definitivo Lickanantay sobre el tema.

### Tres Mundos: conocimiento vulcanológico Lickanantay

#### *El Arriba y el Abajo: un sol interior*

El universo que vemos arriba también está abajo. La ancestralidad habla de lo cósmico, pero también a que lo que está arriba, está abajo. Esta es la unidad-en-dualidad básica del conocimiento ancestral, el desdoblamiento y los pares. Los humanos estamos en esta capa intermedia. Llamaremos a este intermedio la capa *visible*, la capa que podemos ver.

Por eso hablamos de tres mundos: el mundo de arriba, el mundo humano y el mundo de abajo<sup>7</sup>. Pero los mundos de arriba y de abajo tienen muchas y grandes conexiones entre ellos, y su regalo para nosotros es que ofrecen vida al mundo humano, al mundo intermedio. Un regalo que no apreciamos ni vemos. Dividimos todo en fragmentos porque pensamos que sólo la ciencia puede ver, pero no nos atrevemos a ver estos otros mundos de manera diferente, como mundos interconectados.

Así como hay un sol arriba, hay un Sol adentro, un sol *interior* que existe debajo de la tierra y que es capaz de dar a la naturaleza la energía necesaria para desarrollar y crear todos los sistemas ecológicos. Desde una perspectiva ancestral, existe una interacción constante entre los cuatro elementos: tierra, aire, *puri*<sup>8</sup> y fuego. El elemento fuego, es un Sol interno, vivo, situado en las entrañas de la Tierra. Y este Sol interior es vital. Es este Sol interior el que impide que el desierto se convierta en tierra muerta, el que nos da una temperatura adecuada y el que crea un equilibrio entre el mundo intermedio y el sol cósmico. Hablamos mucho del sol cósmico, de sus variaciones, ondas y explosiones, pero los mismos movimientos son replicados en el interior de la Tierra, lo que nos da un dinamismo sísmico como indicador de movimientos de la Tierra y de los movimientos de *puri* en el planeta.

Es este Sol interior el que tenemos que empezar a comprender, ese Sol interior que está debajo de nosotros y cuya fuerza algunos podrían llamar “magma”. A veces se habla del inframundo —o mundo de abajo— como algo denso y malo, pero desde nuestro conocimiento ancestral

6. Buen vivir es la traducción de *sumak kawsay* (Aymara), *suma qamaña* (Quechua) o *kume mongen* (Mapuche). Representa un pilar filosófico fundamental para los pueblos Andino-Amazónicos, por el cual existe una relación indisoluble e interdependiente entre el universo, la naturaleza y la humanidad, que informa las bases éticas y prácticas del desarrollo y la sociedad (Acosta y Martínez, 2009).

7. La figura de los tres mundos es propia del mundo andino. Por ejemplo, la figura cosmogónica quechua, el *tiksimuyu*, está conformada por las tres partes fundamentales: el *Hanan Pacha* (el mundo superior, de “hana” o norte), el *Kai Pacha* (“este mundo”, de “kai” o ser, existencia, verdad, orden) y el *Uku Pacha* (el inframundo, de “uku” o dentro, entre, profundo”). Ver Tatzo y Rodríguez (1993) y Torres (2001).

8. *Puri*, agua en Kunza.

apuntamos a intentar cuidarlo y hacerlo vibrar. Es este Sol interior el que evita el estancamiento. Y es bien claro: si tenemos reverberando a este Sol interior, nada puede estancarse. Somos nosotros los que obstaculizamos el libre albedrío de la naturaleza, somos los humanos los que estancamos y detenemos la fuerza del Sol interior.

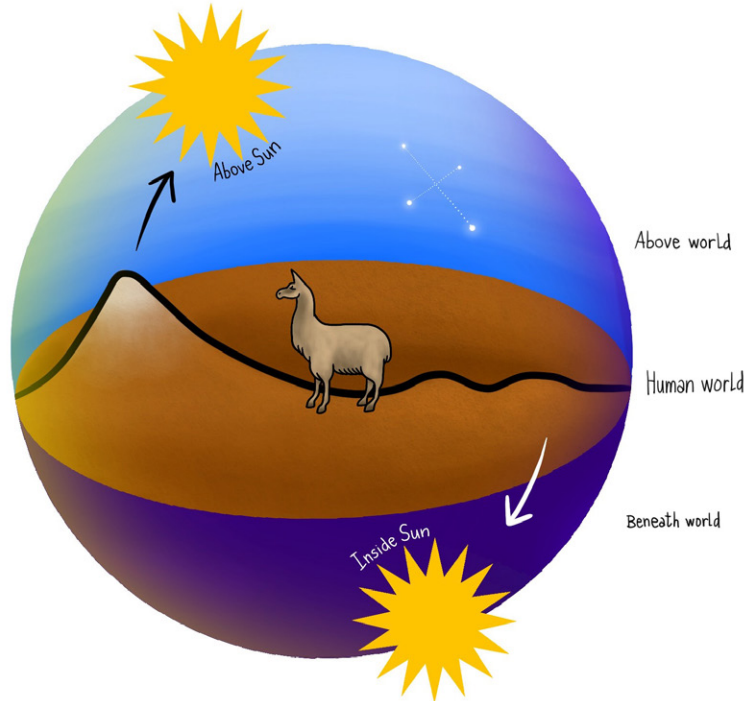


Figura 2. Organización Lickanantay del mundo  
Fuente: Sonia Ramos Chocobar. Diseño de Sergio Jacobelli.

### Circulaciones Cuerpo-Territorio

En realidad, el Sol interior se mueve a través de nosotros, es parte de nosotros. Tenemos su magma en nuestro cuerpo a través del hierro. En las prácticas curativas Lickanantay trabajamos mucho en torno a esos movimientos de los elementos, porque somos parte de esa totalidad. Entonces, cuando la naturaleza está sana, cuando el Sol interior está vibrante, estamos sanos. Esto es lo que El Tatio nos enseña<sup>9</sup>. El Tatio es un lugar sagrado porque es un encuentro de los cuatro elementos: fuego, tierra, aire y *puri*. Después de un período de cambio constante en el territorio, los *abuelos*<sup>10</sup>, los antiguos habitantes del territorio regresaron para ver si las cosas se habían calmado después de dos mil años de agitación<sup>11</sup>. Tenían que regresar por el amor a su tierra y la necesidad de equilibrio y armonía. Cuando regresaron, se dieron cuenta de que las fuerzas espirituales habían puesto los cuatro elementos en un solo lugar, en El Tatio, para dar un ejemplo de armonía a los humanos.

Entonces El Tatio nos enseña a armonizar nuestros cuerpos, porque nosotros también estamos constituidos por esos cuatro elementos. Cuando desarmonizamos un territorio también desarmonizamos nuestros cuerpos. La salud es territorio. Entonces, ¿cómo podemos convencer a las ciencias de que lo que encontramos en El Tatio es *desarrollo* y que El Tatio puede, por ejemplo, dar respuestas para los desafíos planetarios?

### Cuencas, Montañas y El Tatio

Cuando se formó este territorio era un sólo bloque. Se terraformó a través del tiempo, pero nunca perdió su armonía ni su equilibrio subterráneo. Hoy las ciencias separan el territorio en cuencas, cordilleras y acuíferos, pero están interconectados por debajo<sup>12</sup>. ¿Y por qué hablamos de un equilibrio subterráneo? Porque está el Sol interior entregando su calor, dando vida y entretejiendo el territorio.

Hemos aprendido, también, que las montañas no son sólo compuestos geológicos. Nosotros decimos que algunas montañas se comunican con el cosmos, con lo de arriba, y otras con lo

9. El Tatio es el campo de géiseres más grande del hemisferio sur y el tercero a nivel mundial, con más de 100 manantiales que erupcionan a más de 4.000 msnm en los Andes. Se ubica en la parte alta de una fosa tectónica de unos 4 km de ancho por 6 km de largo, que conforma el valle del Tatio, y está flanqueada en el sector oriente por un macizo tectónico denominado Serranía Tuco-Loma Lucero, compuesto por estratovolcanes andesíticos y que conforman el límite geográfico natural con Bolivia. Al oeste está flanqueado por el llamado grupo volcánico El Tatio, formado principalmente por domos riolíticos. La reserva de agua del Tatio se encuentra dentro de las rocas volcánicas, cubierto por capas impermeables, con fallas que conducen las aguas calientes a la superficie. Se desconoce la fuente de calor, pero podría ser magma o intrusión ígnea.

10. El concepto de abuelo es central en la cultura y sociabilidad Atacameña. Altamente ambiguo y modulado por las relaciones coloniales, refiere a los ancestros en múltiples sentidos y representa la compleja relación del pueblo Lickanantay con el pasado. Abuelos incluye tanto a los ancestros en relación directa de parentesco, como también a la referencia arqueológica a los "antiguos" o gentiles, de los que ya no se conserva memoria oral. Abuelos también refiere a fuerzas no-humanas —cercanas a la figura del "espíritu"— que al mismo tiempo animan y protegen elementos naturales como montañas y ríos (Ayala, 2008; Martínez, 2010; Villanueva et al., 2018).

11. Este episodio forma parte de los relatos cosmogónicos Lickanantay y refiere a los tiempos pre-Hispánicos.

12. La investigación hidrogeológica (Corenthal et al., 2016) muestra que las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca que recargan al Salar sólo aportan el 50% del sodio registrado. El resto tiene que venir de flujos hídricos provenientes de otras cuencas, o lo que Corenthal y sus colegas (2016) llaman "interbasin groundwater flow paths" [rutas de flujos subterráneos inter-cuencas].

infra, con lo de abajo<sup>13</sup>. Aquellas que se comunican con lo infra, con el Sol interior, es porque el Sol interior está posibilitando un clima habitable. Porque la misión del desierto es ofrecer frío al planeta, para enfriarlo, pero hoy el desierto es incapaz de cumplir esta misión porque ha sido extremadamente intervenido.



Figura 3. El Tatio  
Fuente: Manuel Tironi.

Muchos volcanes son nuestros *maikos mayores*<sup>14</sup>, como el Lickancabur que es un ser vivo, pacífico y bondadoso con su gente. Está en constante diálogo con los humanos y permite una convivencia armónica en la superficie, en el mundo intermedio. Los volcanes son seres únicos porque conectan los Soles de arriba y de abajo. Y, como El Tatio, conectan diferentes elementos. El Tatio es conocido como “*El abuelo que llora*”<sup>15</sup>, pero también como el abuelo que *canta* por los hermosos sonidos que hace cuando sopla el viento. Puedes sentir que hay algo aquí abajo, algo brillante y cálido que hace que la *puri* se asome como humo. Y eso es energía. El Tatio es un campo de energía muy poderoso. Hay otros campos similares, pero aquí se presenta de forma no violenta porque hay armonía entre los cuatro elementos, hay un equilibrio. El Tatio nos muestra, todos los días, cómo debemos trabajar con la naturaleza. Cuando llegamos aquí [para tener la conversación], vimos nuevos manantiales de agua y nuevos géiseres pequeños. Eso es la naturaleza diciéndole a los humanos que ella se puede regenerar a sí misma, que no nos necesita. La Madre Naturaleza podría estar llorando de dolor por todas las transgresiones que ha sufrido, pero no lo hace; en cambio, ella nos está dando respuestas para vivir bien en el mundo.

Esta es la razón por la que El Tatio es un lugar sagrado tan importante. Esto es lo que nos enseña El Tatio y por eso se salvó de la intervención geotérmica<sup>16</sup>. Pero no todos pueden ver eso, ni siquiera algunas comunidades indígenas. ¿Por qué? Porque hay un colonialismo instalado. El Tatio suele ser visto desde la perspectiva del turismo como un paisaje, y no como una conciencia.

#### Buen vivir: Relaciones Humano-Naturaleza

Es crucial, para comprender la vulcanología Lickanantay y crear colaboraciones significativas, establecer una nueva relación con el conocimiento ancestral. La ancestralidad no es como la ve occidente, como algo pagano o folclórico. Es un conocimiento real de la naturaleza. Tenemos que hablar desde ese punto de vista. La espiritualidad es una ciencia, una labor propiamente científica basada en métodos sistemáticos, evidencia, contraste de datos y propósito. Pero la gente lo ve como algo más bien mágico.

Desde la perspectiva Lickanantay consideramos, para empezar, que somos espíritus disfrazados de humanos, y cuando nos desvinculamos de ese espíritu nos desvinculamos de lo que somos, de nuestra naturaleza. Hay mucho trabajo que hacer para crear un nuevo camino, porque el camino que tomamos los humanos está errado; la industrialización y el “crecimiento” han sido caminos equivocados porque no sostienen a la naturaleza. Al contrario, la destruyen. Y esa

13. En el mundo atacameño se considera que los volcanes regulan el funcionamiento climático y biofísico de la Tierra, toda vez que tienen la capacidad de gestionar el fuego (el Lickancabur según Castro y Martínez, 1996), el agua (el San Pedro) y el viento (Castro y Martínez, 1996).

14. Maiko o mallku es el nombre que reciben las montañas sagradas, que a su vez están asociadas a espíritus y abuelos o ancestros. El maiko mayor o Tata-maiko refiere a una montaña sagrada ceremonial o tutelar especialmente importante (Grebe e Hidalgo, 1988; Valenzuela y Moyano, 2021). En este caso, el Lickancabur (Montaña del Pueblo) es una figura espiritual crucial que protagoniza las narrativas ontogenéticas Atacameñas. La Fertilización de la Tierra, la principal explicación cosmológica en el Salar de Atacama, se produjo por la cópula entre el macho Lickancabur y su pareja hembra, Kimal, la montaña más grande de la Cordillera Domeyko, paralela a los Andes (Contreras, 1994; Barros, 1997).

15. Tata-iu en Kunza.

16. El Tatio ha sido objeto de interés para la explotación geotérmica desde comienzos del siglo XX. La primera exploración geotérmica en El Tatio se realizó en 1908 y en 1931 se perforaron dos pozos. En 1968, la Corporación de Fomento (CORFO) instaló las primeras infraestructuras para su prospección sistemática. En el año 2007 el consorcio Geotérmica del Norte, compuesto por la empresa italiana Enel Green Power y la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP) inicia un proyecto de extracción. Sin embargo, después de múltiples resistencias locales y la explosión de un pozo el 2008, el proyecto es paralizado indefinidamente el 2009.



destrucción del planeta es nuestra destrucción, ponemos en peligro nuestra propia supervivencia. Y la ciencia occidental no ofrece ninguna respuesta. Si hemos sobrevivido en el desierto es gracias a este conocimiento ancestral, a este trabajo de integralidad, a esta capacidad de entender el equilibrio entre los cuatro elementos y que somos parte de ellos. Si no nos damos cuenta de esta conexión y de lo que somos, estamos destinados a desaparecer.

Sin embargo, es posible crear un buen vivir, crear buenas relaciones entre los humanos y la naturaleza. Y esa es la relevancia de comprender el Sol interior. ¿Cómo podemos empezar a transformar la investigación sobre el Sol de abajo en una indagación sobre lo que debemos ser y hacer correctamente? Esta es la pregunta fundamental. Al comprender las conexiones agua-Sol, lo interno, el submundo y lo de abajo, podemos tener grandes respuestas para este tiempo, pero la ciencia no está *apapachando*.

El Tatio es, nuevamente, de gran importancia como lugar sagrado en el que el Sol interior se hace visible en sus interacciones con *puri*, la Tierra y la atmósfera. Si El Tatio hubiera sido destruido, no tendríamos la oportunidad de presenciar esas conexiones<sup>17</sup>. El Tatio es de suma importancia para pensar y encontrar respuesta a los cambios que está viviendo el planeta: la importancia de entender la naturaleza, y cómo ella nos protege y nos brinda un buen vivir.

Cuando se intervino El Tatio sólo se veían las fumarolas, nada más, yermo. Ahora puedes encontrar agua, nuevamente brotando. Entonces la naturaleza tiene la capacidad y sabe regenerarse y crear, da vida, y por tanto no puede ser una entidad muerta. Los termófilos que abundan en El Tatio, por ejemplo. Son capaces de absorber el arsénico de *puri* y ofrecernos agua potable, *puri* buena para los humanos. Esto demuestra que *puri* es algo vivo, inteligente, autocreador, que busca los medios para la supervivencia humana. Esto es crucial: desde una perspectiva Lickanantay, la naturaleza —ya sea la *puri*, los volcanes, las plantas, los animales y todas sus relaciones— está viva, es sensible y generosa, creando y dando vida en abundancia. Pero no podemos sentirlo ni verlo. Es como si los humanos fuéramos ciegos.

#### El agradecimiento como gestión del riesgo volcánico

Los volcanes están muy relacionados con el clima, las temperaturas y las aguas<sup>18</sup>. Eso hay que agradecerlo al Sol interior. Los volcanes no son algo negativo, todo lo contrario, es gracias a ellos que tenemos buen tiempo. Los volcanes son los encargados de calentar el frío desierto, proporcionando así el calor necesario para el crecimiento y la conservación ecológica. Asimismo, algunos volcanes pueden atraer la lluvia —el volcán Sairecabur significa Montaña de la Lluvia en *kunza*<sup>19</sup> facilitando la vida en el desierto más árido del mundo. Quizá nunca hemos mostrado nuestro agradecimiento al Sol interior y a los volcanes, como lo merecen, y deberíamos hacerlo. Y esa gratitud y cuidado es el elemento más crucial para establecer un canal de comunicación con ellos.

Una anécdota. Cuando el Sol interior calienta el volcán Putana<sup>20</sup> y se manifiesta, tiembla en Calama. Hace un tiempo atrás temblaba todos los días en Calama. Entonces la gente me llamaba, “Doña Sonia, el Putana está tirando mucha fumarola y está temblando mucho así que *comuníquese*”. Ok, dije, hablaré con el volcán, trataré de preguntarle qué está pasando. Entonces, fui con una prima y mi hija. Yo le hice la ofrenda, le hablé, y lo que dijo es que nosotros, los humanos, estábamos siendo demasiado irrespetuosos con su misión, en relación al calor que nos da. Así que le ofrecí mis disculpas en nombre de Calama. Cuando íbamos de regreso a Calama el Putana comenzó a calmarse, las fumarolas comenzaron a disminuir y el clima cambió. Mi prima y mi hija estaban en shock; decían que no lo podían creer, que si no hubieran venido no lo creerían.

Es esta comunicación la que los pueblos ancestrales siempre han manejado. En realidad, no estoy segura de llamar “comunicación” ya que es demasiado agresivo: esta *integralidad*. Aquí, en el desierto, hay que aprender la integralidad, abrazar la integralidad, sino estás perdido, la naturaleza *te hace pebre*. Tomemos, por ejemplo, el volcán Lickancabur. Él es amoroso y pacífico, y es un volcán de agua porque atrae y crea agua<sup>21</sup>. Así que tenemos que agradecerle, le debemos mucha gratitud y debemos devolverle, desde la gratitud. No tenemos que subir al Lickancabur a pedir dinero o para esto o aquello, no. No tenemos que “pagarle” como si tuviéramos una deuda con él<sup>22</sup>. Necesitamos agradecerle.

17. La resistencia de las comunidades Lickanantay al proyecto de geotermia en El tatio incluyó una caminata realizada por doña Sonia Ramos y Amelia Mamani desde San Pedro de Atacama hasta Santiago para protestar contra la intervención.

18. Las comunidades de Lickanantay han producido conocimientos sólidos y probados en el tiempo, sobre los vínculos entre los volcanes y el clima y las aguas (Castro y Aldunate 2001). Por ejemplo, el volcán Chiliques juega un papel crucial como facilitador de los fenómenos meteorológicos (Moyano y Uribe, 2012), mientras que la disponibilidad de agua ha estado siempre relacionada, ecológica y ceremonialmente, a los mallkus (Grebe e Hidalgo, 1988; Valenzuela y Moyano, 2021).

19. Saire, lluvia; caur/cabur, montaña.

20. También conocido como el Volcán Jorgencal o Volcán Machuca, es un estratovolcán ubicado en el límite sur entre Bolivia y Chile (22°33'S 67°51'W), con una elevación de 5.890 msnm e intensa actividad fumarólica en su cumbre.

21. Hay diferencias con respecto a los elementos que protegen y coordinan los volcanes. Por ejemplo, según la investigación de Castro y Martínez (1996), el Lickancabur no sería un volcán de agua sino de fuego. Lo importante es el rol de los volcanes en la gestión climatológica.

22. Esto es en relación con el pago a la Tierra, o hacer una ofrenda, un ritual guiado por una lógica de reciprocidad entre los humanos y las deidades. El pago es un tributo a cambio de los beneficios recibidos de la Pachamama y una ofrenda propiciatoria para los nuevos beneficios solicitados (fertilidad de la tierra, bienestar del ganado y disponibilidad de agua). Es una especie de acuerdo o acuerdo para mantenerse en buenas relaciones con la Pachamama (Carrasco, 2016; Grebe e Hidalgo, 1988; Ulmer, 2020).



Figura 4. Volcanes Hécar (Iticunza) y Laguna Verde (Iticuna)  
Fuente: Manuel Tironi.

Así, la gestión del riesgo volcánico, desde una perspectiva ancestral, no se trata sólo de monitorear y evacuar. Se trata también de establecer *buenas relaciones* con los volcanes. Se trata de cultivar una conexión más integral con ellos como parientes, como seres que tienen sentimientos y sin los cuales nuestra vida en el desierto sería imposible. En realidad, la noción de “riesgo volcánico” es engañosa, porque asume que el riesgo es el volcán mismo. Lo peligroso es cortar nuestros canales de comunicación con él, interrumpir el calor y los ciclos del Sol interior, por ejemplo, interviniéndolo para extraer energía y minerales de sus entrañas. Cuando el Sol interior se trastoque, veremos el colapso de la Tierra por el movimiento de nuestros volcanes. Además, una erupción volcánica no tiene por qué ser peligrosa. Lo que llamamos “destrucción” a menudo es sólo la naturaleza regenerándose a sí misma. Lo verdaderamente destructivo es la abrumadora intervención de ríos, bofedales y aguadas, desconectando los tres mundos y dejando tras de sí una tierra estéril incapaz de contener y absorber lo que, de otro modo, son expresiones naturales de los volcanes. Necesitamos preocuparnos más por el extractivismo que por los volcanes, que son criaturas hermosas.

#### DISCUSIÓN: DE LA INCLUSIÓN A LA AUTONOMÍA EN LA GESTIÓN DE RIESGO VOLCÁNICO

Si la vulcanología quiere establecer una relación respetuosa y atenta con otros conocimientos en la ZVAC, debe tener en cuenta las lecciones que nos deja la vulcanología Lickanantay. De partida, la vulcanología Lickanantay nos enseña que los volcanes deben entenderse desde una perspectiva disciplinar más amplia, problematizando las separaciones entre vulcanología e hidrogeología, conservación ecológica, limnología y climatología. La vulcanología Lickanantay también sugiere que los componentes geológicos usuales (cuencas, acuíferos, calderas y cordilleras) podrían necesitar una revisión con el fin de explorar conexiones subterráneas que la observación ancestral —y ahora la hidrogeológica— ha identificado más allá de las demarcaciones geológicas convencionales. El conocimiento Lickanantay muestra, asimismo, que la vulcanología necesita integrar el extractivismo como un estresor geológico determinante en sus análisis y líneas base, particularmente para el manejo del riesgo volcánico. La vulcanología Lickanantay sugiere, como lo hacen otros pueblos indígenas y campesinos alrededor del mundo (Bankoff 2021; Niroa y Nakumura 2022; Pardo et al. 2021), que los peligros no son las erupciones o lahares, sino el colonialismo y el efecto de extensas operaciones extractivas en suelos, aguas y relaciones sociales con la Tierra.

¿Cuáles son las implicancias concretas de estas lecciones? Al cierre de este artículo, nos gustaría reflexionar, aunque sea superficialmente, sobre las implicaciones que la vulcanología Lickanantay trae para un ámbito particular de la vulcanología en la cuenca del Salar, y uno que, como lo muestra este artículo, tiene una particular relevancia para las poblaciones que habitan un territorio volcánico: la práctica de la gestión de riesgo volcánico.

La cuestión no es nueva. La importancia de los conocimientos indígenas en la gestión de riesgo volcánico está bien documentada. Se ha relevado, por ejemplo, que el conocimiento ancestral —que muchas veces viene bajo la forma de relatos, canciones o historias (Proctor 2010)— tiene una posición privilegiada para proveer información sobre eventos históricos, así como para comprender los procesos de amenazas y, potencialmente, para entregar métodos de mitigación (Campbell 2009; Cashman y Cronin 2008, Cashman y Giordano 2008, King et al. 2007).

La vulcanología Lickanantay que hemos presentado acá, sin embargo, hacen visible una serie de tensiones en torno qué significa exactamente lo “indígena” a la hora de diseñar una gestión *indígena* del riesgo volcánico. Las propuestas de integración intercultural en la gestión de riesgo volcánico a menudo entienden “conocimiento indígena” como una forma de conocimiento fundamentalmente “tradicional” (Cameron 2012), por lo tanto incapaz de formular propuestas sobre cuestiones contemporáneas o modernas (Nadasdy 1999). En la práctica, entonces, aunque el conocimiento indígena se reconoce e incorpora en las estrategias de reducción de riesgo, se hace en términos cualitativamente diferentes en comparación con los conocimientos científicos (Wenzel 1999). Usando los términos de Kyle Powys Whyte (2017), el conocimiento indígena se incorpora generalmente como un valor *complementario*, es decir, utilizado como datos para enriquecer y contextualizar las propuestas hechas por la ciencia occidental, y no como un valor de *gobernanza*, esto es, como parte de las capacidades inherentes de los pueblos para su autodeterminación y continuidad colectiva. Podríamos decir que la integración del conocimiento indígena a la gestión de riesgo volcánico, en lugar de crear las condiciones para una soberanía indígena, acomoda a los pueblos en las estructuras existentes de producción de conocimiento (Dhillon 2020, Nadasdy 2005).

Lo que nos enseña la vulcanología Lickanantay, al proponer una forma dialogante pero propia de hacer y entender la vulcanología, no es tanto un conjunto de enunciaciones, observaciones, técnicas o metodologías que se han conservado por milenios y que ahora pueden movilizarse para enriquecer la gestión de riesgo volcánico. Más bien, nos muestra la posibilidad de una *autonomía*. Lo importante de lo “indígena” para una gestión indígena del riesgo volcánico es que la operación tenga como horizonte la autodeterminación, y que sea desde ahí —y sólo desde ahí— que entre en diálogo con otros saberes. Es decir, del mismo modo en que la vulcanología Lickanantay sólo será una herramienta de apertura epistemológica si se le reconoce como una ciencia de suyo propio, una gestión indígena del riesgo volcánico sólo será indígena si ayuda a la soberanía de los pueblos, sustentando la perseverancia espiritual, económica, legal, ecológica y científica de la comunidad *más allá* del tipo de conocimiento que utilice —moderno o tradicional, occidental o indígena, tecnológico o espiritual—. La incorporación de observaciones milenarias, la ceremonia como metodología de conocimiento y la introducción de saberes ecológicos tradicionales en la gestión de riesgo volcánico son bienvenidos. Pero el gesto será siempre incompleto y políticamente frágil si no se les entrega a las comunidades que han convivido hace 11 mil años con volcanes en la cuenca del Salar la gestión administrativa y conceptual de la operación, dejando que sean ellas la que definan qué conocimientos, metodologías y alianzas son las que requieren para el buen vivir en y del territorio.

### AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría expresar nuestro agradecimiento a la *Pacha* por su sustento, y en especial al *tata* El Tatio por ser fuente constante de guía y conocimiento. También queremos agradecer a Natalia Toledo Ramos, Valentina Acuña, Gabriela Ramírez y Juan Francisco Salazar por su apoyo durante el proceso de investigación y redacción de este manuscrito, y a Francisca Vergara-Pinto por su ayuda en la preparación de la revisión bibliográfica.

### FINANCIAMIENTO

Este artículo fue financiado por FONDECYT 1190528, FONDECYT 1201373 y CIGIDEN (Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres) ANID/FONDAP/ 15110017, Chile.

## REFERENCIAS

- Acosta A., & Martínez E. (Eds.) (2009). *El buen vivir. Una vía para el desarrollo*. Editorial Universidad Bolivariana.
- Acuña, V., & Tironi, M. (2021). Extractivist Droughts: Indigenous Hydrosocial Endurance in Quillagua, Chile. *Extr. Industries Soc.* 9, 101027. <http://doi.org/10.1016/j.exis.2021.101027>
- Aedo, J. (2008). Percepción del espacio y apropiación del territorio entre los Aymara de Isluga. *Estud. Atacameños*, 36, 117–137. <http://doi.org/10.4067/S0718-10432008000200007>
- Atkinson, D. (2016). Geographical Knowledge and Scientific Survey in the Construction of Italian Libya. *Mod. Italy*, 8(1), 9–29. <http://doi.org/10.1080/1353294032000074052>
- Ayala, P. (2008). *Políticas del pasado: indígenas arqueólogos y Estado en Atacama*. Universidad Católica del Norte.
- Babidge, S., & Bolados, P. (2018). Neoextractivism and Indigenous Water Ritual in Salar de Atacama, Chile. *Lat. Am. Perspect.* 45(5), 170–185. <http://doi.org/10.1177/0094582x18782673>
- Bankoff, G. (2022). Talking about volcanoes: institutional narratives, the nature of risk, and Mount Mayon in the Philippines. *Disasters*, 46, 879–902.
- Barclay, J., Haynes, K., Houghton, B.F., & Johnston, D. (2015). Social Processes and Volcanic Risk Reduction. En H. Sigurdsson, B.F. Houghton, H. Rymer, J. Stix, & S.R. McNutt (Eds.), *Encyclopedia of Volcanoes* (pp.1203–1214). Academic Press. <http://doi.org/10.1016/b978-0-12-385938-9.00069-9>
- Barlo, S., Boyd W., E., Pelizzon, A., & Wilson, S. (2020). Yarning as Protected Space: Principles and Protocols. *AlterNative: An International Journal of Indigenous Peoples*, 16(2), 90–98. <http://doi.org/10.1177/1177180120917480>
- Barros, A. (1997). Pachamama y desarrollo: paisajes conflictivos en el Desierto de Atacama. *Estud. Atacameños*, 13, 75–94. <http://doi.org/10.22199/s07181043.1997.0013.00006>
- Berenguer, J. (2004). *Caravanas, Interacción Y Cambio En El Desierto De Atacama*. Ediciones Sirawi/ LOM Editores
- Bolados, P., & Babidge, S. (2017). Ritualidad y extractivismo: la limpia de canales y las disputas por el agua en el Salar de Atacama, norte de Chile. *Estud. Atacameños*, 201–216.
- Bretton, R.J., Gottsman, J., & Christie, R. (2018). Hazard Communication by Volcanologists: Part 1 - Framing the Case for Contextualisation and Related Quality Standards in Volcanic Hazard Assessments. *J. Appl. Volcanol.*, 7, 9. <http://doi.org/10.1186/s13617-018-0077-x>
- Bustos-Gallardo, B., Bridge, G., & Prieto, M. (2021). Harvesting Lithium: water, brine and the industrial dynamics of production in the Salar de Atacama. *Geoforum*, 119, 177–189. <http://doi.org/10.1016/j.geoforum.2021.01.001>
- Carrasco, A. (2016). A Biography of Water in Atacama, Chile: Two Indigenous Community Responses to the Extractive Encroachments of Mining. *J. Lat. Am. Caribb. Anthropol.*, 21, 130–150. <http://doi.org/10.1111/jlca.12175>
- Cartier, K.M.S. (2021). Teaching Geoscience History in Context (Online). <https://eos.org/articles/teaching-geoscience-history-in-context>
- Cashman, K.V., & Cronin, S.J. (2008). Welcoming a Monster to the World: Myths, Oral Tradition, and Modern Societal Response to Volcanic Disasters. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 176(3), 407e418. <http://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2008.01.040>
- Castro, V. & Martínez, J.L. (1996). Poblaciones indígenas de Atacama. Culturas de Chile. En Hidalgo, J. et al. (Eds.), *Etnografía. Sociedades indígenas contemporáneas y su ideología* (pp. 69–109). Editorial Andrés Bello.
- Castro, V. & Aldunate, C. (2003) Sacred Mountains in the Highlands of the South-Central Andes. *Mountain Research and Development*, 23(1), 73–79.
- Chester, D.K., Duncan, A.M., & Dibben, C.J.L. (2008). The Importance of Religion in Shaping Volcanic Risk Perception in Italy, with Special Reference to Vesuvius and Etna. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 172(3e4), 216e228. <http://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2007.12.009>
- Contreras, E. (1994). Cultura y naturaleza en la cuenca del Salar de Atacama. *Estud. Atacameños*, 11, 179–185. <http://doi.org/10.22199/s07181043.1994.0011.00011>



- Corenthal, L.G., Boutt, D.F., Hynek, S.A., & Munk, L.A. (2016). Regional groundwater flow and accumulation of a massive evaporite deposit at the margin of the Chilean Altiplano. *Geophysical Research Letters*, 43(15), 8017-8025.
- d'Avignon, R. (2020). Spirited Geobodies: Producing Subterranean Property in Nineteenth-Century Bambuk, West Africa. *Technology and Culture*, 61(2), 20-48.
- De la Cadena, M. (2015). *Earth Beings: Ecologies of Practice Across Andean Worlds*. Duke University Press.
- Deloria, P.J., Lomawaima, K.T., Brayboy, B.M.J., Trahan, M.N., Ghiglione, L., & Blackhawk, D.N. (2018). Unfolding Futures: Indigenous Ways of Knowing for the Twenty-First Century. *Daedalus*, 147(2), 6-16. [http://doi.org/10.1162/daed\\_a\\_00485](http://doi.org/10.1162/daed_a_00485)
- Donovan, A. (2019). Critical Volcanology? Thinking Holistically about Risk and Uncertainty. *Bull. Volcanol.*, 81, 20. <http://doi.org/10.1007/s00445-019-1279-8>
- Donovan, A. (2021). Colonising Geology: Volcanic Politics and Geopower. *Polit. Geogr.*, 86, 102347. <http://doi.org/10.1016/j.polgeo.2021.102347>
- Donovan, A., Oppenheimer, C., & Bravo, M. (2011). Rationalising a Volcanic Crisis through Literature: Montserratian Verse and the Descriptive Reconstruction of an Island. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 203, 87-101. <http://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2011.03.010>
- Donovan, K. (2010). Doing Social Volcanology: Exploring Volcanic Culture in Indonesia. *Area*, 42(1), 117-126. <http://doi.org/10.1111/j.1475-4762.2009.00899.x>
- Driver, F. (1992). Geography's Empire: Histories of Geographical Knowledge. *Environ. Plan. D.*, 10(1), 23-40. <http://doi.org/10.1068/d100023>
- Ferdinand, M. (2021). *Decolonial Ecology Thinking from the Caribbean World*. Polity.
- Gómez, D. (1993). *Así Hablan las Montañas (Caurcota Icks Yoconama): Leyendas Andinas de la Segunda Región*. Universidad de Antofagasta, Instituto de Investigaciones Antropológicas.
- González, J. (2012). El Vicario Luis Silva Lezaeta y el proceso de "chilenización" en el Norte Grande: Las Experiencias de Antofagasta y Tarapacá. 1882-1897. *Tiempo Histórico*, 5, 55-69.
- González-Gálvez, M. (2016). *Los Mapuche y sus Otros: Persona, Alteridad y Sociedad en el Sur de Chile*. Editorial universitaria.
- Grebe, M.E., & Hidalgo, B. (1988). Simbolismo atacameño: un aporte etnológico a la comprensión de significados culturales. *Rev. Chil. Antropol.* 7, 75-97.
- Haynes, K., Barclay, J., & Pidgeon, N. (2008). Whose Reality Counts? Factors Affecting the Perception of Volcanic Risk. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 172(3e4), 259e272. <http://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2007.12.012>
- Hilhorst, D. (2006). Complexity and Diversity: Unlocking Social Domains of Disaster Response. En G. Bankoff, G. Frerks, & D. Hilhorst (Eds.), *Mapping Vulnerability: Disasters, Development, and People*. Earthscan.
- Home, R. (2006). Scientific Survey and Land Settlement in British Colonialism, with Particular Reference to Land Tenure Reform in the Middle East 1920-50. *Plan. Perspect.*, 21(1), 1-22. <http://doi.org/10.1080/02665430500397048>
- Juárez, A. (2012). Las montañas humanizadas: Los volcanes del altiplano central. *KinKaban*, 1, 64-70.
- Kopenawa, D., & Albert, B. (2013). *The Falling Sky*. Words of Yanomami Shaman. Harvard University Press.
- Kophamel, W. (2020). Race and Soil. Geography, Ethnology, and Nazism. *Métode Sci. Stud. J.* 10. <http://doi.org/10.7203/metode.10.13560>
- Liboiron, M. (2021). Decolonizing Geoscience Requires More Than Equity and Inclusion. *Nat. Geosci.*, 14, 876-877. <http://doi.org/10.1038/s41561-021-00861-7>
- Mariscotti, A.M. (1978). Pachamama Santa Tierra. *Indiana*, Suplemento 8.
- Martínez, J.L. (2010). "Somos resto de gentiles": El manejo del tiempo y la construcción de diferencias entre comunidades andinas. *Estud. Atacam.* 39, 57-70. <http://doi.org/10.4067/s0718-10432010000100005>
- Moyano, R., & Uribe, C. (2012). El Volcán Chilikues y el "Morar-En-El-Mundo" de una Comunidad Atacameña del Norte de Chile. *Estud. Atacam.*, (43), 187-208. <http://doi.org/10.4067/s0718-10432012000100010>

- Nadasdy, P. (2007). The Gift in the Animal: The Ontology of Hunting and Human-animal Sociality. *American Ethnologist*, 34(1), 25-43.
- Niroa, J. & Nakamura, N. (2022). Volcanic disaster risk reduction in indigenous communities on Tanna Island, Vanuatu. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 74, 102937.
- Núñez L. (1986). *El patrimonio arqueológico chileno: Reflexiones sobre el futuro del pasado*. Academia Chilena de Ciencias Sociales, Actas del Instituto de Chile.
- Núñez, L. (1992). Ocupación Arcaica en la Puna de Atacama: Secuencia, Movilidad y Cambio. En B. Meggers (Ed.), *Prehistoria sudamericana: Nuevas perspectivas* (pp.283-307). Taraxacum.
- Núñez, L., Grosjean, M., & Cartajena, I. (2010). Sequential Analysis of Human Occupation Patterns and Resource Use in the Atacama Desert. *Chungará (Arica)*, 42(2), 363-391. <http://doi.org/10.4067/S0717-73562010000200003>
- Paton, D., Smith, L., Daly, M., & Johnston, D. (2008). Risk Perception and Volcanic Hazard Mitigation: Individual and Social Perspectives. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 172(3e4), 179e188. <http://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2007.12.026>
- Pardo, N., Espinosa, M.L., González-Arango, C. et al. (2021). Worlding resilience in the Doña Juana Volcano-Páramo, Northern Andes (Colombia): A transdisciplinary view. *Natural Hazards*, 107, 1845-1880.
- Pease, R. (2021). Accusations of Colonial Science Fly after Eruption. *Science*, 372(6548), 1248-1249. <http://doi.org/10.1126/science.372.6548.1248>
- Peraldo, G., & Mora, M. (1995). Las erupciones volcánicas como condicionantes sociales: casos específicos de América central. *Anu. Estud. Centroam.*, 21(1-2), 83-110.
- Pico, T., Chen, C., Lau, H.C.P., Olinger, S., Wiggins, J.W., Austermann, J., et al. (2020). Geocontext: a Social and Political Context for Geoscience Education [online]. [https://figshare.com/articles/online\\_resource/GeoContext\\_A\\_social\\_and\\_political\\_context\\_for\\_geoscience\\_education/14158457/1?file=26686871](https://figshare.com/articles/online_resource/GeoContext_A_social_and_political_context_for_geoscience_education/14158457/1?file=26686871). <http://doi.org/10.6084/m9.figshare.14158457>
- Quarantelli, E.L. (1987). What Should We Study? Questions and Suggestions for Researchers about the Concept of Disasters. *Int. J. Mass Emergencies Disasters*, 5, 7-32.
- Quilaqueo, D., & Quintriqueo, S. (2017). *Métodos educativos mapuches: retos de la doble racionalidad educativa*. Universidad Católica de Temuco.
- Porter, R. (1977). *The Making of Geology: Earth Science in Britain, 1660-1815*. Cambridge University Press
- Redin, G. (2018). Movimientos y continuidades de habitar y conocer ambientes vibrantes: Talabre en la puna atacameña. Master's Thesis. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Riede, F. (2015). *Volcanic Eruptions and Human Vulnerability in Traditional Societies Past and Present*. Aarhus University Press.
- Rivera Cusicanqui, S. (1987). El Potencial Epistemológico y Teórico de la Historia Oral: De la Lógica Instrumental a la Descolonización de la Historia. *Temas Sociales*, 14, 49-75.
- Rivera Cusicanqui, S. (1993). Anthropology and Society in the Andes. *Critique Anthropol.*, 13(1), 77-96. <http://doi.org/10.1177/0308275x9301300104>.
- Rudwick, M. (2016). *Earth's Deep History: How it Was Discovered and Why it Matters*. University of Chicago Press.
- Sanhueza, C.T. (2004). Medir, Amojonar, Repartir: Territorialidades Y Prácticas Demarcatorias En El Camino Incaico De Atacama (Ii Región, Chile). *Chungará*, 36(2), 483-494. <http://doi.org/10.4067/S0717-73562004000200018>
- Scarlett, J., Naismith, A., & Rushton, A. (2022). Defining Disaster in Volcanology. En M. Aronsson-Storrier, & R. Dahlberg (Eds.), *Defining Disaster: Disciplines and Domains*. Edward Elgar Publishing.
- Scarlett, J. (2022). Researching Natural Hazards: the Harmful Legacy of Colonialism in Geoscience. <https://eartharxiv.org/repository/view/3334/>. *EarthArXiv*, preprint <http://doi.org/10.31223/X5B33P>
- Schwartz-Marin, E., Merli, C., Rachmawati, L., Horwell, C.J., & Nugroho, F. (2020). Merapi Multiple: Protection Around Yogyakarta's Celebrity Volcano through Masks, Dreams, and Seismographs. *Hist. Anthropol.*, 33(5), 1-23. <http://doi.org/10.1080/02757206.2020.1799788>
- Skinner, J. (2004). *Before the Volcano: Reverberations of Identity on Montserrat*. Arawak Publishers.
- Smith, L.T. (1999). *Decolonizing Methodologies: Research and Indigenous Peoples*. Zed Books.

- Socha, D.M., Reinhard, J., & Perea, R.C. (2021). Inca Human Sacrifices from the Ampato and Pichu Pichu Volcanoes, Peru: New Results from a Bio-Anthropological Analysis. *Archaeol. Anthropol. Sci.*, 13(94). <http://doi.org/10.1007/s12520-021-01332-1>
- Spoon, J. (2007). The 'Visions of Pele' Competition and Exhibit at Hawai'i Volcanoes National Park. *CRM J. Herit. Steward.*, 4(1), 72-74.
- Stafford, R.A. (2017). Annexing the Landscapes of the Past. En J. M. MacKenzie (Ed.), *Imperialism and the Natural World*. Manchester University Press). <http://doi.org/10.7765/9781526123671.00008>
- Stone, J.C. (1988). Imperialism, Colonialism and Cartography. *Trans. Inst. Br. Geogr.*, 13, 57-64. <http://doi.org/10.2307/622775>
- Swanson, D.A. (2008). Hawaiian Oral Tradition Describes 400 Years of Volcanic Activity at Kilauea. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 176(3), 427-431. <http://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2008.01.033>
- Tatzo, A. & Rodríguez, G. (1993). *La Visión Cósmica de los Andes*. Editorial Abya-Yala.
- Teillier, F., Llanquinao, G., & Salamanca, G. (2018). Epistemología de la lengua mapunzugun: definición conceptual de küpalme, rakizuam y güxam. *Papeles de Trabajo. Cent. Estud. Interdiscip. Etnolingüística Antropol. Socio-Cultural*, 36, 100-122. <http://doi.org/10.35305/voi36.16>
- Tierney, K. (2012). Disaster Governance: Social, Political, and Economic Dimensions. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 37(1), 341-363. <http://doi.org/10.1146/annurev-environ-020911-095618>
- Torre, W. (2001). *Cochas: hidrogonías andinas*. Boletín Museo del Oro.
- Ulmer, G. (2020). The Earth Is Hungry: Amerindian Worlds and the Perils of Gold Mining in the Peruvian Amazon. *J. Lat. Am. Caribb. Anthropol.*, 25, 324-339. <http://doi.org/10.1111/jlca.12495>
- USGS. (2019). *Lithium. Mineral Commodity Summaries*. US Geological Survey.
- Valenzuela, A., & Moyano, R. (2021). Ethnicity and Ritual in the Atacameños Andes: Water, Mountains, and Irrigation Channels in Socaire (Atacama, Chile). En J.E. Staller (Ed.), *Andean Foodways*. Springer.
- Villanueva, J., Alonso, P., & Ayala, P. (2018). Arqueología de la ruptura colonial: mouros, chullpas, gentiles y abuelos en España, Bolivia y Chile en perspectiva comparada. *Estud. Atacameños*, 60, 9-30. <http://doi.org/10.4067/S0718-10432018005001402>
- Watts, V. (2013). Indigenous Place-Thought and Agency Amongst Humans and Non Humans (First Woman and Sky Woman Go on a European World Tour!). *Decolonization Indig. Educ. Soc.*, 2(1), 20-34.
- Whyte, K. (2020). Sciences of Consent: Indigenous Knowledge, Governance Value, and Responsibility. En K. Intemannand, & S. Crasnow (Eds.), *Routledge Handbook of Feminist Philosophy of Science* (pp.117-130). Routledge. <http://doi.org/10.4324/9780429507731-12>
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2004). *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*. 2nd ed. Routledge.
- Yusoff, K. (2019). *A Billion Black Anthropocenes or None*. University of Minnesota Press.