



UNIVERSIDAD DE CHILE



Facultad de Comunicación e Imagen

Escuela de Periodismo

CAÍDOS DEL CIELO:

METEORITOS DEL DESIERTO DE ATACAMA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE PERIODISTA

Crónica

DANISA BELÉN ABARCA SILVA

FERNANDA BELÉN MEDEL ARAYA

Profesor guía: Patricio Jara Álvarez

Santiago de Chile

2023

*Para quienes sienten curiosidad
por lo desconocido.*

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a las personas que nos dieron una aproximación a la meteorítica y recolección de bólidos en el norte del país: la comunidad de cazadores y científicos parte del Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias de la Sociedad Geológica de Chile. Sin sus conocimientos este escrito no habría sido posible.

A la Facultad de Comunicación e Imagen por formarme como profesional. Durante cinco años conocí a diferentes compañeros, compañeras y docentes con los que compartí vivencias que atesoraré por siempre. Asimismo, a Patricio Jara por las correcciones y disposición como profesor guía durante el desarrollo de este trabajo.

A mi familia y seres queridos. Especialmente a mi madre Danisa, mi padre Rodrigo y mi hermano Ignacio. Por ayudarme a concretar mis sueños y nunca dudar de mis capacidades, siendo un pilar fundamental en este proceso. También a Matías, quien se convirtió en un apoyo absoluto en los últimos meses de realización de la memoria.

Por último, le doy las gracias a mis amigas por su incondicionalidad y cariño. Están presentes en cada etapa de mi vida y contribuyen a que sea la mujer que soy hoy.

Danisa Abarca S.

En primer lugar, agradezco a mi familia y seres queridos. A mis padres, Néstor e Ingrid, por impulsarme a perseguir mi sueño de estudiar Periodismo en la Universidad de Chile, a cientos de kilómetros de nuestro hogar. También por su incondicionalidad y por los valores que me han entregado. A mis hermanos, Alonso y Monserrat, por su cariño, preocupación y compañía. A mis abuelas, Gladys y Ester, por su afecto y atención. Igualmente, a mi pareja Ignacio y a nuestro perro Luke por su amor y complicidad en este proyecto.

A la Facultad de Comunicación e Imagen por mi formación profesional. Por educarme en un espacio crítico nutrido por la diversidad, en el que conocí a grandes amigas, amigos y docentes. Hago un especial reconocimiento a los profesores Fidel Del Villar y Patricio Jara por su paciencia,

labor pedagógica y voluntad. Asimismo, a Danisa Abarca por ser una gran amiga y compañera de trabajo.

Finalmente doy gracias a todas las personas involucradas de forma directa en esta investigación. A los cazameteoritos y geólogos de la comunidad científica de Chile, por su transparencia y disposición. Espero que este escrito sea de su agrado y logre ser un aporte para el futuro.

Fernanda Medel A.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
TREINTA COSAS QUE DEBES SABER SOBRE METEORITOS	7
DESIERTO ESPACIAL	13
A TRES MIL METROS DE ALTURA	20
CAZADORES DEL DESIERTO MÁS ARIDO	23
MUSEO DEL METEORITO	33
PATRIMONIO POSTERGADO	43
GUARDIANA DE METEORITOS	50
CAZAMETEORITOS POR UN DÍA	58
LA NUEVA GENERACIÓN.....	60
HISTORIAS DE CACERÍA	66
PORVENIR.....	73
BIBLIOGRAFÍA.....	77

INTRODUCCIÓN

El Desierto de Atacama posee condiciones óptimas para la acumulación de meteoritos. Por ello, existe una comunidad que se dedica a su búsqueda y se hacen llamar *cazadores*. Asimismo, hay un grupo de individuos pertenecientes a la Sociedad Geológica de Chile (SGCH) especializados en su estudio. El presente trabajo tiene como objetivo exponer este panorama y evidenciar la falta de normativas sobre la extracción de material cósmico dentro del país. La lucha inició bajo la amenaza de perder grandes cuotas de piezas galácticas en manos extranjeras y en el último tiempo ha sufrido una diversificación en su número de actores y posturas. Se trata de un acercamiento a la meteorítica nacional, una ciencia poco conocida por la ciudadanía y el Estado. Complejizada por la falta de recursos públicos y potenciada principalmente por iniciativas privadas.

Esta investigación se elaboró con información obtenida de entrevistas, salidas a terreno y diversos materiales de archivo. Dentro de los hallazgos se encuentra el esclarecimiento y la unificación de perspectivas sobre la conservación del geopatrimonio. De igual forma, la descripción detallada de procedimientos de búsqueda y análisis junto a las motivaciones de cada persona involucrada. Por otro lado, el reconocimiento de investigadores jóvenes emergentes y un alto compromiso de mujeres en la meteorítica.

La recopilación de información no se vio exenta de adversidades. En circunstancias las entrevistas se obstaculizaron por la falta de conocimientos digitales de las y los protagonistas. También por la escasa disponibilidad de algunos de ellos. Otra complicación tiene relación con las visitas a geositorios, puesto que muchos no cuentan con caminos habilitados y se tuvo que planificar cada travesía para evitar peligros. Pese a todo, divulgar una nueva riqueza natural de Chile y a quienes involucra, por medio de una escritura minuciosa y clara, es la mayor gratificación de esta investigación.

TREINTA COSAS QUE DEBES SABER SOBRE METEORITOS

1. “Fragmento de un cuerpo celeste que cae sobre la tierra, o sobre un astro cualquiera”. Esta es la definición de meteorito según la Real Academia Española (RAE). La palabra proviene del término francés *metheorolite*, que tiene origen en el concepto griego *meteoro*. Este último aludía exclusivamente a los fenómenos que ocurrían en el cielo, por lo que se añade *lithos* para referirse a los vinculados a piezas extraterrestres. En la actualidad, han sido identificados más de cincuenta tipos. Aun así, estos son clasificados en tres grupos básicos: pétreos (rocosos), metálicos (como el acero), y mixtos.
2. No todo lo que cae desde el espacio a la Tierra es un meteorito. Se denominan *meteoroides* a las rocas espaciales compuestas por piedra y/o metal que se encuentran en el cosmos como residuos del paso de un cometa o restos de la formación del Sistema Solar. En el momento en que uno de estos cuerpos atraviesa la atmósfera, produce un fenómeno que, dependiendo de su brillo, puede ser llamado *meteoro*, *bólide* o *bola de fuego*. Por último, se utiliza el término *meteorito* para nombrar a los meteoroides que aterrizan en la superficie terrestre (cuando no se desintegran por completo en el aire) y, por añadidura, a los que caen sobre otros cuerpos celestes, como la Luna.
3. Todas las personas piden un deseo al ver una estrella fugaz. No obstante, ningún término astronómico se emplea peor. En efecto, las personas ven meteoros, es decir, destellos de luz producidos cuando un objeto sólido y pequeño (no artificial) entra a la atmósfera desde el espacio. Estos, al ser muy brillantes, pueden ser visibles para el ser humano.
4. Hace 66 millones de años un asteroide se precipitó sobre la zona que hoy se conoce como Yucatán, México. Este tenía un diámetro de diez kilómetros y causó la extinción de la mayoría de los dinosaurios, además de un 75% de otras especies. Llovió fuego, hubo tsunamis y la temperatura ascendió a ochocientos grados Celsius. No obstante, este escenario apocalíptico favoreció el desarrollo de los mamíferos, transformándonos en descendientes de una roca espacial.

5. El acto de mirar el cielo es tan antiguo como la humanidad. Hace millones de años, nuestros antepasados lo observaban con la misma devoción que astrónomos, astrofísicos y aficionados lo hacen hoy. Las primeras civilizaciones no comprendían el origen de las rocas que caían desde el espacio, sin embargo, eran veneradas debido a que sus creencias religiosas estaban asociadas al Sol, la Luna y las estrellas. Existe la certeza de que culturas antiguas, como la china o egipcia, utilizaron este material para la manufactura de distintos artefactos. Por ejemplo, en una tumba de Guiza, Egipto, se descubrieron cuentas de un collar forjadas en hierro meteórico elaboradas antes de que se implementara el fundido de metales.
6. Aristóteles creía que los meteoritos eran rocas terrestres que al ser levantadas por aire, tormentas o producto de actividad volcánica caían de vuelta a la Tierra. Recién en el siglo XIX, gracias a la ciencia, se acepta que son bólidos extraterrestres. Piezas que logran atravesar la atmósfera sin destruirse por completo y aterrizan en la superficie.
7. En la Edad Media la gente pensaba que la caída de rocas desde el cielo era un castigo divino que anunciaba tiempos adversos. Entregaban los fragmentos a la Iglesia pensando que allí se neutralizarían los males. Por esta razón, una de las colecciones más grandes de meteoritos está en el Vaticano. Asimismo, se dice que durante ese periodo armas importantes, como la espada Excalibur, se forjaron con aquel material cósmico.
8. Los primeros registros de caídas de meteoritos en América se remontan al México prehispánico. Los astrónomos de la época ocupaban un lugar privilegiado en la sociedad y su función, además de vigilar los calendarios agrícolas, era establecer vínculos con los dioses a partir de observaciones al cielo. Por toda el área maya, el avistamiento de cometas era considerado augurio de una catástrofe, como muertes, guerras o enfermedades.
9. No es algo de todos los días ver caer una piedra del cielo, menos una acompañada por fenómenos acústicos y luminosos dignos de una película de ciencia ficción. Las caídas de meteoritos generan espanto y confusión en las personas, dando como resultado expresivos relatos publicados en la prensa de cada época. Sin embargo, pocos diarios chilenos de la antigüedad expusieron este tipo de sucesos. *¡Viva el Rey! La Gaceta del Gobierno de Chile*, periódico afín a las ideas monárquicas durante la Independencia, registró de manera singular los hechos ocurridos el 19 de enero de 1815. “Era indubitable que se había hecho

- muy cerca la explosión. En efecto, a una legua del poblado, cayó sobre la hermosa casa de campo de don Nicolás de la Cerda no un rayo, que es menos visible por su recta dirección, sino una centella de tan irregulares movimientos que cayendo sobre el mirador lo destrozó”.
10. Los bólidos han sido objeto de admiración para culturas en todo el mundo. En 1930 se descubrió en África el meteorito Mbosi, uno de los más populares hasta la fecha. Esta roca, de una masa cercana a las 16 toneladas, habría caído hace miles de años en Tanzania y fue venerada por las tribus de la zona.
 11. El análisis de los bólidos ha contribuido a descifrar parte del eslabón perdido de la humanidad. Estos objetos foráneos traen en su interior minerales en estado puro que ya no existen en la Tierra, pero que fueron fundamentales en su proceso de formación y en el de los seres vivos que la habitan.
 12. El 28 de septiembre de 1969 se vio en Victoria, Australia, una gran bola de fuego en el cielo que se dividió en tres antes de desaparecer y escucharse un gran estruendo. Era el meteorito de Murchison, desde el cual el doctor Cyril Ponnaperuma descubrió las cinco bases químicas que se encuentran en los genes humanos. Este hallazgo reafirmó la teoría de que los compuestos esenciales para la vida surgieron en el espacio. Durante el 2020, un grupo de científicos de Chicago demostró que gran parte de esas muestras son trescientos millones de años más antiguas que el Sistema Solar, que se formó hace unos 4.600 millones de años atrás.
 13. Pese al vínculo entre los meteoritos y el espacio, estas rocas son estudiadas por geólogos y no por astrónomos. Aun así, su análisis ha sido útil para comprobar e incluso sustentar hipótesis astronómicas. Por esto se plantea una relación de trabajo paralela y de asistencia recíproca entre la ciencia meteórica y la planetaria.
 14. La mayoría de la gente vincula a los meteoritos con la ciencia o, peor, con la ciencia ficción. Marcan el fin de una era. Cuando se especula sobre el fin del mundo aparecen como la guinda de la torta del escenario apocalíptico. Una connotación negativa tiende a ser anexada al sustantivo y esta ha sido reforzada por la literatura y la industria cinematográfica.
 15. Gran parte de la literatura meteorítica está fundada en la amenaza de que un bólido de gran tamaño colisione con la Tierra. Títulos como *El color que cayó del cielo* de Howard Phillips

Lovecraft, relato de horror cósmico sobre cómo la caída de un meteorito cerca de una granja estadounidense arrasó con todo lo que tenía vida, es un ejemplo de ello. A partir de esto, el imaginario colectivo respecto a las rocas estelares ha tomado forma.

16. La rivalidad astronómica descrita entre Sydney Hudelson y Dean Forsyth en el libro *La caza del meteorito* de Julio Verne, no deja de ser perturbadora en tiempos actuales. Reclamar el derecho del descubrimiento de una roca estelar es algo complejo, extravagante, en especial si expediciones extranjeras informales las sacan en grandes cantidades fuera del país de origen para estudiarlas en otros.
17. Cuando los cuerpos celestes mueren liberan componentes básicos que forman a todos los seres vivos de la Tierra. *Somos polvo de estrellas*, frase icónica del científico Carl Sagan y título del libro del astrónomo José Maza, hace referencia a que los átomos que constituyen nuestros cuerpos se generaron al interior de las estrellas durante el principio del universo, es decir, en el Big Bang.
18. Según un estudio de investigadores de la Universidad Británica de Manchester, cada año caen alrededor de 17 mil meteoritos sobre la Tierra. Acorde al astrónomo estadounidense Michael Reynolds, la posibilidad de recibir el impacto de una roca estelar es de uno en un millón seiscientos mil. Una probabilidad ínfima, pero aun así ocurre. El primer caso renombrado fue el de Ann Hodges, que el 30 de noviembre de 1954 fue golpeada por una roca espacial mientras descansaba en el sofá de su casa en un pueblo de Alabama, Estados Unidos.
19. La mayoría de las piezas extraterrestres descienden en océanos o zonas remotas. Algunas de ellas aterrizan en la Antártida y pueden ser encontradas con mayor facilidad debido al contraste entre su color negro y la superficie blanca.
20. El 15 de octubre del 2021, Ruth Hamilton se salvó de ser lesionada por un meteorito que atravesó el techo de su casa y cayó en su almohada mientras dormía. El hecho tuvo lugar en la ciudad de Golden, Canadá. La mujer despertó por el estruendo y llamó al 911.
21. Debido a una característica particular que pocos parajes comparten, Chile tiene uno de los escenarios más privilegiados para la preservación de bólidos, pues la hiperaridez del Desierto de Atacama mantiene a las piezas en buen estado. El país también cuenta con

investigadores que son referentes en el estudio de este tema. Destaca la geóloga Millarca Valenzuela, quien ha dedicado su carrera a la divulgación científica y la preservación de meteoritos como patrimonio nacional. Por esto, creó el Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias dentro de la Sociedad Geológica de Chile (SGCH).

22. Parece poco probable que un ciudadano cualquiera pueda tomar un meteorito en sus manos. Pero gracias a iniciativas privadas se han gestado exposiciones en donde los espectadores pueden interactuar con estas rocas. Espacios como el Museo del Meteorito en San Pedro de Atacama han acercado y educado a la población en este sentido.
23. En Chile existen zonas concurridas para la búsqueda de meteoritos. Una de ellas son los cráteres de Vaca Muerta, localizados en la provincia de Taltal y descritos por primera vez en los Anales de la Universidad de Chile de 1865 por Ignacio Domeyko. Asimismo, el cráter Monturaqui, ubicado en San Pedro de Atacama y descubierto por Joaquín Sánchez en 1962.
24. Hay personas dispuestas a caminar por el desierto más árido del mundo en busca de estos tesoros. Se hacen llamar *cazadores* porque la experiencia asemeja a la captura de un animal. Pero en este caso no se sabe qué hallarán. Hay expertos y aficionados; nacionales y extranjeros; quienes lo hacen con conciencia y motivados por la curiosidad; y quienes buscan, como los piratas, hacer negocios.
25. La caída de un meteorito y su posterior descubrimiento es un acto de fe para los cazadores. La mayoría de las expediciones se hacen caminando con escasa tecnología, donde sus ojos y un nivel de enfoque óptimo les permiten realizar búsquedas sistemáticas de material extraterrestre.
26. Los meteoritos son objetos atractivos no solo para la ciencia, sino también para coleccionistas. Algunas piezas son de colores hermosos y únicas en su tipo. Por esto, existe un mercado dedicado a estas rocas. Por ejemplo, el de Fukang es un palasito formado por níquel y hierro, con cristales olivinos verdes en su interior. Un tipo muy particular que tiene un valor de más de un millón y medio de euros.

27. El material meteorítico se vende como gemas. Hay orfebres que fabrican joyas con estas rocas, lo que es repudiado por parte de la comunidad científica más conservadora. Desde su perspectiva las piezas deberían ser para la ciencia y no un bien de consumo.
28. Si una persona encuentra un meteorito en Chile puede quedarse con la pieza. Pero si desea aportar a la ciencia deberá entregar la muestra para su análisis y posterior registro en la *Meteoritical Bulletin*, base de datos mundial sobre bólidos.
29. No hay pena sin ley. Así es como la falta de regulación patrimonial permite que expediciones extranjeras se lleven gran parte del material rocoso sideral fuera de Chile. Según estadísticas publicadas en el 2021 por el geólogo Gabriel Pinto, la extracción de piezas del territorio chileno ha incrementado en los últimos años. Del total de meteoritos encontrados desde el 2006 solo el 25% han permanecido en el país, mientras que un 18% se encuentra en Rusia, 17% en Francia y 15% en Estados Unidos. La porción restante está repartida en diferentes países.
30. Hoy el desierto más árido del mundo es saqueado constantemente. La explotación minera y su impacto medioambiental es la punta más conocida del iceberg. Mientras, la cacería internacional de meteoritos dentro de la zona pasa inadvertida ante los ojos de la sociedad y el Estado de Chile.

DESIERTO ESPACIAL

El Desierto de Atacama es único. Posee altísimos niveles de radiación ultravioleta y un clima seco que hace pensar que la existencia para los seres vivos es difícil. Pese a las extremas condiciones, este hábitat es un verdadero tesoro.

Desde tiempos prehispánicos se consideró un lugar inhóspito e incapaz de entregar los recursos necesarios para albergar vida humana, a pesar de que había sido y continúa siendo habitado por pueblos andinos originarios. Sin embargo, la noción de potenciales riquezas minerales llamó la atención de mandatarios nacionales. Ante esto, el país permitió el ingreso de científicos foráneos para explorar territorios poco conocidos tras la Independencia. En 1853, la administración de Manuel Montt financió la primera expedición científica en el desierto chileno. Rudolph Amandus Philippi, naturalista alemán y director del Museo Nacional de Historia Natural en aquel momento, fue contratado para realizar la travesía. Recorrió desde el río Copiapó (lugar que había sido previamente investigado por los europeos Claudio Gay e Ignacio Domeyko) hasta la caleta pesquera Cobija, de mar a cordillera.

El científico retrató al “despoblado” en su libro *Viaje al desierto de Atacama*. Detalló inmensos arenales, cadenas de cerros y valles longitudinales, además de sus formaciones geológicas junto con la flora y fauna nativa. Fue un trabajo inédito para la época. También se involucró emocionalmente con el objeto de estudio y lo describió como una “triste región, estéril y desoladora”.

La pampa abarca una superficie de más de cien kilómetros cuadrados y se extiende por el Norte Grande y Chico del país. Recorre las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y el norte de Coquimbo. Es conocida por sus imponentes formaciones rocosas y su cielo limpio, que permite una claridad sorprendente para la contemplación de cuerpos celestes. Motivo por el cual en las últimas décadas diversos observatorios, como el Atacama Large Millimeter Array (ALMA), se han asentado en la zona. Asimismo, el páramo se caracteriza por la extracción de

minerales y metales preciosos. Hoy, contemplar un paisaje árido es la mejor certeza de que estás en él. Sin embargo, la cantidad exacta de precipitaciones despierta el fenómeno del desierto florido.

Para muchos esta meseta desértica aún es un lugar difícil. Aun así, hay quienes creen que posee una “magia especial”. Este vasto territorio es un laboratorio natural que ha impulsado el trabajo de científicos y científicas, además de autodidactas interesados en material extraterrestre.

“Los bólidos son trozos de cuerpos celestes que caen sobre la Tierra”, explica Jimmy Pizarro, cazameteoritos y coleccionista privado. Por su parte, Alejandro Izquierdo, licenciado en física y trabajador del Museo del Meteorito en San Pedro de Atacama, plantea que “estas rocas de origen cósmico tienen que ser detectadas por alguien para ser meteoritos”.

En el 2016, la geóloga especialista en meteórica Millarca Valenzuela presentó los resultados obtenidos durante diez años de búsquedas sistemáticas en el Desierto de Atacama. Dio a conocer la existencia de superficies muy antiguas y estables, capaces de conservar meteoritos durante mucho tiempo, siendo posible por la hiperaridez que el yermo sostiene desde que dejó de ser parte del lecho marino en la prehistoria. “Podemos encontrar ejemplares que cayeron recientemente o hace millones de años, lo que lo hace único en el mundo”, aseguró en una entrevista para la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt) el 25 de julio de 2017.

Gran parte de estas rocas siderales provienen del Cinturón de Asteroides, un anillo discontinuo ubicado entre Marte y Júpiter. Allí fragmentos pétreos y polvo estelar giran alrededor del Sol desde hace aproximadamente 4.500 millones de años. Algunos bólidos ingresan a la Tierra debido al cruce entre órbitas. “Los meteoritos son fragmentos provenientes de diferentes cuerpos del Sistema Solar, ya sea la superficie de planetas o cuerpos de asteroides”, comenta Gabriel Pinto, especialista y directivo del Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias de la Sociedad Geológica de Chile (SGCH).

Sobre su proceso de caída, se informa a los visitantes del Museo del Meteorito el siguiente dato: “En promedio ingresan a velocidades cósmicas de 137 mil kilómetros por hora, lo que provoca un fenómeno lumínico que se comienza a observar a una altitud de cien kilómetros. La atmósfera es lo suficientemente densa para iniciar la fricción entre el meteorito y las partículas de aire que lo golpean, generando temperaturas que sobrepasan los dos mil grados Celsius”.

Debido a su naturaleza, el Desierto de Atacama es un reservorio único para la preservación de material sideral. Conserva en excelentes condiciones tanto a meteoritos como a micrometeoritos, además de estructuras geológicas generadas por asteroides que impactaron la superficie terrestre. “La condición de casi nula humedad logra que las rocas espaciales no se destruyan y se genere una acumulación extraordinaria. También, a diferencia de otros desiertos como el Sahara, el nuestro es mucho más viejo”, destaca Valenzuela. Al respecto, Rodrigo Martínez, coleccionista y fundador del Museo del Meteorito, sentencia: “Es importante dejar en claro que Atacama es rico en bólidos no por la cantidad que cae, sino porque se conservan mejor debido al bajo relente”.

Esta extrema sequedad se debe a que el desierto chileno se encuentra en una zona geográfica denominada “sombra de lluvia”, ya que la cordillera de los Andes bloquea el aire húmedo proveniente del Amazonas y la cordillera de la Costa obstaculiza la llegada de corrientes del océano Pacífico. Por otro lado, la circulación de Walker desplaza las nubes, mientras que la corriente de Humboldt genera una inversión térmica que impide el rocío en el área. Esto genera una ausencia de precipitaciones y un alto nivel de evaporación. Pareciera que el desierto sudara sal.

Varios factores hacen que el páramo chileno sea increíblemente árido. Incluso existen sectores en los que nunca ha caído agua. Para tener una idea, es unas cincuenta veces más seco que el Valle de la Muerte en California, Estados Unidos. En este sentido, en el cañón homónimo en San Pedro de Atacama no crece ningún tipo de vegetación.

“No solamente los meteoritos son conservados en superficies cálidas, sino también en frías, como la Antártida. Este es otro lugar perfecto para encontrar material sideral, ya que las rocas negras contrastan con el paisaje cubierto de hielo”, explica Gabriel Pinto.

El estudio de estas piezas revela información sobre el origen de la vida y el desarrollo planetario. Pinto declara: “La mayoría conserva sus características primitivas del proceso de condensación y cristalización en la creación de nuestro Sistema Solar”. Millarca Valenzuela añade que “su mineralogía, composición química y texturas petrológicas nos entregan datos que permiten deducir las condiciones de presión y temperatura de su formación. Conocemos los cuerpos parentales de los que fueron parte y su historia de impacto con otros asteroides. A partir de componentes de menor tamaño, como nanodiamantes, se entregan antecedentes sobre explosiones de supernova anteriores al nacimiento del Sol”.

En esta línea, la vida podría haber llegado a la Tierra desde el espacio exterior. Elementos esenciales de la estructura del ADN y el ARN han sido encontrados al interior de meteoritos. “Cuando el planeta tuvo las condiciones para que la vida evolucionara, los de tipo condrito carbonáceo, que contienen guanina y adenina, habrían logrado que la materia inerte y bases nitrogenadas adquirieran facultades para alimentarse, reproducirse y defenderse”, explica Alejandro Izquierdo. En tanto, el cazameteoritos Alfonso Viera destaca: “Las rocas extraterrestres nos han entregado mucha información. Algunas tienen aminoácidos esenciales para la vida. Son las estructuras básicas del universo”.

De todo el material que cae diariamente, que pueden ser decenas o toneladas, solo el 1% es recuperado. La mayoría de los impactos de meteoritos no generan cráteres. Sin embargo, algunas colisiones de asteroides con la superficie terrestre han provocado profundas transformaciones. Los especialistas del Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias de la SGCH explican lo importante que es concientizar sobre el rol que cumplen los bólidos y los efectos devastadores que pueden tener en la civilización, contemplando que un asteroide causó la extinción de la mayoría de los dinosaurios hace más de sesenta millones de años.

En Chile, el cráter de Monturaqui se ubica a doscientos kilómetros al sureste de Antofagasta y a tres mil metros de altitud en la precordillera del Salar de Atacama. Fue descubierto en 1962 por Joaquín Sánchez, científico chileno del Instituto de Investigaciones Geológicas. Asimismo, tiene un diámetro de 370 metros y una profundidad de 34 metros. “Es el único cráter de impacto por explosión que existe en Chile”, afirma Millarca Valenzuela. Se trata de una de las pocas estructuras de este tipo reconocidas en Sudamérica. Las dataciones radiométricas¹ más recientes precisan que el hecho ocurrió hace aproximadamente 560 mil años atrás. Esto lo convierte en el cráter mejor preservado del continente. Sin embargo, no posee vías de acceso habilitadas.

“Se formó un material meteorítico que se conoce como impactita”, detalla Alejandro Izquierdo. “El asteroide no habría sido tan grande, pero sí muy denso, con una amplitud aproximada de catorce metros. El impacto liberó energía equivalente a dos bombas nucleares de Hiroshima. La onda expansiva llegó a más de 150 kilómetros y en un radio cercano todo se pulverizó”. Al interior

¹ La datación radiométrica, datación radioactiva o datación por radioisótopos es una técnica utilizada para fechar materiales como rocas minerales o restos orgánicos.

del museo explican que la temperatura de la explosión superó los 1.400 grados Celsius, lo que generó la creación de rocas metamórficas. Al cortar las impactitas, se encuentran pequeñas y escasas virutas metálicas del meteorito, insertas en una matriz de roca terrestre fundida.

“Cada 30 de junio realizamos actividades en todo Chile para conmemorar el Día del Asteroide”, cuenta Valenzuela. “Muchos años he pasado esa fecha con la comunidad atacameña de Peine, que es el pueblo más cercano al cráter de Monturaqui. Por primera vez, el 2016, fuimos en conjunto a conocer el sitio. También hicimos un pago a la tierra con los chamanes del pueblo y su gente, lo que fue muy significativo”.

Según especialistas, este geosítio se asemeja extraordinariamente a un cráter de Marte. “Es un recordatorio del violento proceso de formación planetaria de nuestro Sistema Solar. Una advertencia de una futura aniquilación global”, agregan desde el Museo del Meteorito. En Chile, existen otros cráteres más pequeños asociados a dos grandes impactos: Imilac y Vaca Muerta. Ambos ubicados en la región de Antofagasta.

Sobre el hallazgo del cráter de Imilac en 1822 Philippi escribió: “Dos indios del pequeño lugarcito de Peine, José María Chaile y el finado Matías Mariano Ramos, cazando guanacos descubrieron este hierro meteorítico hace treinta o cuarenta años”. El material cósmico que se recuperó de la aguada son palasitas. Los cristales de olivino de estos meteoritos, por donde se filtra la luz, son silicatos² muy densos formados en el manto de los planetoides. En este caso particular, la capa intermedia se introdujo en el núcleo metálico, dándole una particular belleza.

Por otro lado, la primera descripción de la masiva caída de Vaca Muerta la realizó el naturalista polaco Ignacio Domeyko en los Anales de la Universidad de Chile de 1865. El cráter fue descubierto por mineros catadores en 1861, quienes montaron faenas de explotación al pensar que se trataba de un yacimiento de plata. Al corroborar que contenían hierro abandonaron el lugar. Las piezas encontradas en esta quebrada contienen una mezcla de fragmentos de asteroides en su interior.

² Sal de ácido silícico. Grupo de minerales de mayor abundancia, pues constituyen más del 75% de la corteza terrestre.

Según diarios del siglo XIX, el aumento de exploradores en el territorio incrementó los hallazgos extraterrestres. Así, el despoblado de Atacama quedó al acecho internacional, museos de Estados Unidos y Europa competían por adquirir ejemplares para sus colecciones.

El Desierto de Atacama es un lugar de misterios siderales. No obstante, los cráteres de impacto no poseen ningún tipo de resguardo. Diversas personas entran con vehículos a estos sitios geológicos, aceleran sus procesos de erosión y desperdician material científico de gran valor.

Actualmente el país tiene 2.366 meteoritos reconocidos por la revista *Meteoritical Bulletin*³. Sin embargo, hace más de veinte años el escenario chileno era comparable con el de cualquier país de América del Sur. El número de ejemplares encontrados en el territorio era reducido. Ante esto, el Desierto de Atacama fue considerado un lugar de bajo potencial para encontrar material extraterrestre, comparado con los desiertos del Sahara o Nullarbor. Un estudio del investigador de la NASA Michael Zolensky en 1995, reconocía a la pampa de Mejillones como la única área densa dentro del territorio. De los cerca de sesenta especímenes declarados hasta 2005, gran parte había sido encontrado por casualidad al estar buscando minerales preciosos.

Producto de diversas publicaciones sobre las cualidades de la meseta desértica y su alta concentración de rocas extraterrestres, distintas expediciones extranjeras comenzaron a llegar sin ningún tipo de regulación estatal. Esto provocó un salto en el número de muestras chilenas a nivel mundial. “De todos los desiertos en el mundo, el que tiene las mejores condiciones para buscar meteoritos es el de Atacama”, asegura Izquierdo. Sin embargo, no se puede dejar de lado lo intervenido que se encuentra producto del avance industrial. Los que se han adentrado a esta zona lo saben. Alfonso Viera, coleccionista privado, cuenta que “quedan muy pocos lugares para encontrar bólidos”. Añade: “Como recolectores hemos realizado búsquedas en áreas que posteriormente fueron devastadas por parques eólicos o sistemas fotovoltaicos. Este material se hubiera perdido de no ser por nosotros”.

En el listado de proyectos sometidos a revisión durante el primer semestre de 2022 por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), destaca la presencia de aerogeneradores y paneles

³ Cifra recuperada de la base de datos en diciembre de 2022.

solares. Asimismo, según el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), estas iniciativas se sitúan principalmente dentro de la segunda región de Antofagasta.

Especialistas del Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias de la SGCH explican que estas construcciones se levantan en superficies geológicamente estables, lugar donde también se acumulan meteoritos. “Nuestra idea es hacer la misma gestión que arqueólogos y paleontólogos. Poder limpiar la superficie, ejecutar levantamientos de material, proteger zonas si es necesario, entre otras cosas”, agrega Camila Cavieres, geóloga parte de la directiva.

Hoy el Desierto de Atacama es un atractivo connotado a nivel mundial. Por otro lado, es una región que históricamente ha sido valorada por el extractivismo minero y la industrialización, debido al sustento económico que estas actividades brindan al país. Lamentablemente, la depredación del territorio ha perjudicado el avance de la ciencia nacional.

A TRES MIL METROS DE ALTURA

Sábado 2 de agosto de 2022. El despertador suena cerca de las cinco de la mañana. Nos levantamos antes del amanecer para capear el calor más brutal del día. El viaje que nos espera dura aproximadamente cinco horas y solo nos detenemos a cargar petróleo en una estación cercana a La Negra, una zona industrial ubicada a veinte kilómetros de Antofagasta. Allí nos encontramos con las dos personas que nos guiarán en camioneta durante esta aventura.

La carretera está cada vez más concurrida. Un camión tan largo como un edificio pasa en dirección contraria por este rincón de la Tierra similar a Marte y logra desviar nuestra mirada del vehículo guía. Casi lo perdemos. El reloj marca las 6.45 horas y la neblina impide visibilizar lo que se encuentra a un par de metros más allá en la ruta. Pasan dos minutos y el sol comienza a salir por el horizonte. El cielo es un degradé perfecto desde el azul al amarillo, marcado por tonalidades rojizas que destacan las siluetas de los cerros que nos rodean. El destino es el cráter de Monturaqui.

Hemos andado por más de una hora. Somos tres personas en el vehículo y solo una va despierta. En un momento nos desviamos del asfalto y giramos al este por una vía de ripio para adentrarnos al corazón del páramo. Ahora todos vamos alertas por las condiciones del camino. Según los científicos, se trata de una región de cuatro millones de años que ha soportado glaciaciones y periodos secos. Con un tamaño similar al de Cuba, el Desierto de Atacama es tan versátil como hostil.

Durante algunos tramos, la superficie tiene pequeños montículos y costras de sal. Aunque la camioneta cuenta con buena suspensión salta frecuentemente al pasar sobre las calaminas. Luego de más de diez minutos de balanceo damos con un camino de tierra en mejores condiciones, nos adentramos un par de kilómetros y tomamos el primer desvío. Equivocadamente llegamos a la entrada de la Sociedad Química y Minera de Chile (SQM). No somos los únicos viajeros en esta situación y luego de pedir indicaciones rectificamos el curso.

El salar de Atacama alberga diversos minerales y metales valiosos. Cuando el salitre perdió su atractivo en el siglo XX se pensó que era el fin de la actividad extractivista en el norte. Sin embargo, hoy el país es el principal exportador de cobre y contiene una de las mayores reservas de litio, conocido como el nuevo “oro blanco”. Lamentablemente, la minería ha dejado su huella en el paisaje.

Quedan pocos kilómetros cuando pasamos por la localidad atacameña de Peine. El último tramo en que tenemos señal en los celulares. Antes de que esto sucediera, nos detenemos a un costado del camino para intercambiar walkie-talkies y cargar diésel desde bidones que trae la camioneta que seguimos.

El acceso al cráter es complejo, solo se puede hacer con vehículos 4x4 y siempre acompañados por una persona capacitada para actuar en caso de emergencia. Los guías son dos hombres de más de cincuenta años que conocen bien el desierto, toda su vida han trabajado en él. Depositamos nuestra confianza a ciegas esperando que no ocurra ningún percance, ya que realizar un operativo de rescate con un solo vehículo es casi imposible.

La fauna característica de los Andes la componen vicuñas, guanacos y llamas. Sin embargo, divisamos a lo lejos un suri, conocido comúnmente como ñandú, corriendo a grandes velocidades por el territorio desértico.

Estacionamos los autos a unos pocos kilómetros del cráter de explosión. La recomendación es caminar el resto del trayecto porque las huellas de los autos aceleran su proceso de erosión. Luego de andar bajo un sol violento por veinte minutos llegamos al destino con indicaciones de un GPS. Desafortunadamente, la altitud hace efecto.

Tenemos una vista inigualable desde este punto alto en el desierto. A pesar de conocer el diámetro del cráter parece ser más grande en persona. Nos imaginamos que había en el lugar al momento del impacto. Hoy el paisaje consta exclusivamente de tierra y rocas, en uno de sus costados hay vestigios de una pequeña cantera y marcas del paso de motocicletas.

El sol pega fuerte y la temperatura es de 32 grados Celsius. Sin embargo, el viento produce que la sensación térmica sea menor. Comenzamos el descenso al fondo del cráter, nos toma algunos minutos. El camino es rocoso por lo que debemos posicionar los pies de manera estratégica.

Al mediodía estamos en el centro de Monturaqui. La arenilla es bastante fina y de un color muy claro. Lamentablemente, encontramos vestigios de una fogata. Sabemos que se trata de un geosítio que debería estar delimitado y protegido. No encontramos ningún meteorito. A pesar de todo, disfrutamos conocer el lugar. Es un cráter muy bien preservado debido a la sequedad de la zona. Tomamos fotografías y videos con un dron.

El próximo destino es San Pedro de Atacama, un lugar que atrae a visitantes de todo el mundo. Nos dirigimos a esta localidad para visitar el Museo del Meteorito. Logramos ver un zorro culpeo en el camino. Este avistamiento poco usual nos causa gracia. Creemos que es un buen augurio para el resto del viaje.

CAZADORES DEL DESIERTO MÁS ARIDO

La caza y recolección ha permitido la evolución de la especie humana. Desde el Paleolítico se menciona que el primer oficio del hombre fue proveer a su tribu mediante la captura de animales. Asimismo, pese al aún bajo coeficiente intelectual del ser primitivo, este desarrolló métodos de cacería para incrementar sus posibilidades de éxito. Miles de años después los humanos continúan desempeñándose como cazadores, pero de un elemento inimaginable para los primeros pobladores de la Tierra: las rocas extraterrestres.

No solo la cacería es un legado histórico y universal, también lo es la fascinación por lo desconocido, en especial por lo ajeno a nuestro planeta. Sorprende pensar que somos millones de pequeños puntos coexistiendo y se genera un quiebre al imaginar qué hay más allá de la atmósfera terrestre.

Existe un grupo de individuos que se dedica a localizar fragmentos de rocas cósmicas. Se autodenominan “cazadores de meteoritos” aludiendo a que el proceso de rastreo cuenta con una metodología similar a la empleada para atrapar a un animal. El concepto surge de la traducción del inglés al español de *Meteor Hunter*, de origen desconocido, que señala a quienes se desempeñan en la búsqueda y recolección de bólidos extraterrestres. En Chile, algunos de los participantes de esta comunidad han manifestado un grado de descontento vinculado al término. Sobre esto, el recolector Juan Pablo Pizarro comenta: “No me gusta mucho que me llamen así. No quiero que me vean como una especie de pirata del desierto, tampoco estoy saqueando nada”. Aun así, la mayoría se encuentra a favor de ser identificados como cazameteoritos. Al respecto, Alfonso Viera opina que “el problema es que la palabra no viene del castellano. *Hunter* en inglés es cazador, pero no es mal visto ya que no es un depredador”.

Encontrar piezas de un meteorito puede ser como buscar una aguja en un pajar. Por lo que esta actividad requiere de conocimientos geológicos y habilidades visuales. El cazador debe estar nutrido en materia de bólidos y zonas geográficas al momento de realizar una expedición. También tiene que contar con un ojo entrenado para diferenciar las rocas cósmicas de las comunes o

volcánicas. “¡La cacería de meteoritos es descubrir tesoros, joyas de origen sideral!”, remarca Alejandro Izquierdo.

No cualquiera puede dedicarse al hallazgo de rocas siderales. Es una tarea para personas herméticas. En el caso de Chile, un trabajo para quienes gustan pasar tiempo sumergidos en el silencio del Desierto de Atacama soportando días secos con un sol sofocante, fuertes vientos por las tardes y noches gélidas. Si bien es una actividad poco usual, a la fecha contamos con destacados exponentes en el país. Algunas personas comunes que llegaron al mundo de los meteoritos por obra del destino y otras que se vinculan al ámbito académico.

A nivel nacional hay una vasta comunidad interesada por las rocas espaciales. Esta se reúne en el grupo de Facebook Meteoritos en Chile. Una comunidad privada con más de 1.900 miembros. En este espacio se congregan e intercambian conocimientos los cazadores amateurs junto con prestigiosos científicos, como Millarca Valenzuela y Gabriel Pinto. “Hay comunidades en redes sociales de cazameteoritos en donde se arman debates sobre si una roca es o no extraterrestre. Reconocer esto es bastante difícil por medio de fotografías”, precisa Alejandro Izquierdo.

Seis miembros y todos hombres es la composición del colectivo de aficionados que encabeza la búsqueda privada de meteoritos en Chile. El conjunto encabezado por Jorge Monsalve (más conocido como “Cazameteoritos Cherufe”) junto con Rodrigo Romero, también cuenta con la presencia de Juan Pablo Pizarro, Alfonso Viera, Darío Ruíz y Jimmy Pizarro. Sin embargo, a la fecha el principal exponente nacional de esta disciplina es Rodrigo Martínez, el fundador y dueño del Museo del Meteorito en San Pedro de Atacama.

Jorge Monsalve (51) primero estudió técnico jurídico y después derecho, pero no terminó ninguna de las carreras. Actualmente administra The Big Bang Park en La Serena, una exposición sobre dinosaurios que creó con el afán de acercar a la comunidad de la cuarta región a la ciencia. Allí igual expone su colección de meteoritos. Comenzó a interesarse por los bólidos desde niño, impulsado por un artículo sobre cazadores en Estados Unidos. “Cuando encontré uno por primera vez, para cerciorarme de mi hallazgo comencé a buscar orientación en internet. Había poca gente, pero conocí a mi mentor Darío Ruiz”, recuerda. Hoy es el cazameteoritos con más aparición en medios de comunicación en Chile y cuenta con prestigio internacional. Si bien muchos lo mencionan como el más *farandulero* del grupo, desarrolla una labor importante ya que es el encargado de representar a esta comunidad en el ámbito científico, mediante la difusión y entrega

de nuevos hallazgos. “Soy un aficionado. Me considero por debajo del conocimiento que tiene la mayoría, pero el más entusiasta”, comenta Cherufe. “Algunos dicen que soy el más conocido, porque he estado en varios matinales y programas de televisión. Sin quererlo me he transformado en un referente. Al caer un meteorito al que llaman es a mí. El 2020 me reconocieron en la revista *National Geographic Traveler Latinoamérica* e invitaron a hacer un programa televisivo sobre la materia en Estados Unidos”.

Rodrigo Romero (56) es de profesión ingeniero eléctrico y se introdujo en el mundo de los meteoritos mientras residía en España. Pasó de la fascinación por la astronomía al encanto por los hallazgos siderales en la Tierra, pero recién se inició en las cacerías cuando retornó a Chile el año 2016. Romero hace hincapié en lo adictivo que puede llegar a ser dedicarse a esta actividad. Incluso comenta que su primer matrimonio terminó producto de su vicio. Pese a esto, su rol es similar al de una enciclopedia: ha estudiado tanto sobre rocas siderales que tiene una alta capacidad para diferenciarlas. Gran parte de la comunidad de cazameteoritos chilenos acude a su criterio ante nuevos descubrimientos.

Juan Pablo Pizarro (37) es el único integrante que se desarrolla laboralmente dentro del Desierto de Atacama. Gracias a su trabajo el antofagastino se mantiene activo y realiza constantemente búsquedas. Este apasionado por el motocross asegura que cuenta con la segunda colección más grande y diversa de meteoritos en Chile.

Alfonso Viera (48) es odontólogo y reside en Calama. Se caracteriza por su hermetismo y calidad humana. Siempre está muy preocupado por sus pacientes y su mundo gira en torno a su hijo de nueve años. Por esto, afirma que en el último tiempo no ha podido dedicarse mucho a las cacerías. Aun así, el Doc (como le llaman algunos de los miembros del grupo) llegó al mundo de los bólidos por mera casualidad. En 2008 se compró un Honda CRV e iba seguido a recorrer el desierto. Un día se detuvo para comer un sándwich y un fragmento pétreo llamó su atención. “Siempre recogía rocas para adornar la casa. Vi una bien negra, la tomé y me la llevé”, comenta. Asimismo, narra que años después, durante un *carrete* en su casa el 2015, se le acercó un geólogo que vio la muestra y le dijo: “Oye, qué bonita, es muy densa. No vaya a ser un meteorito”. Esta sospecha despertó en él una nueva fascinación.

Darío Ruíz (68) es el cazador más viejo del grupo. Nació y creció en Argentina, emigró a Canadá durante su adultez y se radicó en Chile hace unos años, luego de retirarse del mundo de

la minería en el hemisferio norte. El prospector minero⁴ desde 1984 (su licencia aún se encuentra vigente) fue empresario en este rubro y se considera un geólogo amateur. Es destacado por ser el cazador más solitario. Según sus compañeros, Ruíz puede estar varios días internado en el desierto sin complicaciones. Al igual que Juan Pablo Pizarro, es un apasionado por las motos por lo que en cada salida carga una en su camioneta.

El más joven del grupo es el técnico en electricidad y DJ, Jimmy Pizarro (33). Este santiaguino recolectaba minerales en la zona centro de Chile y posteriormente los comercializaba en galerías ubicadas en el núcleo de la capital. El 2016 se enteró sobre el mercado de meteoritos y comenzó a investigar al respecto. Al tiempo después se inició en la cacería. En la actualidad es uno de los cazameteoritos que más realiza salidas con aprendices.

Los seis cazadores se mantienen comunicados por medio de mensajes. “Tenemos un grupo de WhatsApp y cosa que hallamos la mandamos por fotografía. Estamos siempre en contacto. Nos contamos *tallas* y de repente aparecen algunos *scammers*⁵ de internet y comentamos las mentiras de los tipos para vender alguna pieza que no es meteorito”, confiesa Viera.

Por otro lado, Rodrigo Martínez (52), el cazador más prestigioso de Chile, se inició joven en la disciplina. “Mis búsquedas comenzaron en 1983. Mi hermano se encontraba haciendo su tesis en geología sobre meteoritos. Yo tenía 13 años y empecé a acompañarlo en sus expediciones. Él fue mi profesor y me entusiasmó con una temática que desarrollo hasta hoy. Si bien estudié biología marina, las rocas extraterrestres siempre me han acompañado. En mi tiempo libre voy a las zonas de Antofagasta, las mejores para recolectar”, detalla.

Actualmente, existe una dualidad respecto a la metodología adecuada para hallar meteoritos. Parte de los cazadores utilizan una serie de equipos imantados, mientras que los más especializados y la comunidad científica rastrea solo de forma visual. Esto ha significado una pequeña pugna entre ambos grupos, debido a que ciertos valores de análisis se ven alterados por estos implementos. Pero ¿por qué les es útil un detector de metales? La respuesta es simple: la mayoría de las piezas contienen hierro en sus estructuras. El problema es que muchas rocas

⁴ Persona que explora terrenos buscando minas y minerales explotables.

⁵ Estafadores.

terrestres presentes en el Desierto de Atacama tienen características ferrosas, por lo que solo fiarse por esta cualidad es poco preciso para determinar un hallazgo extraterrestre.

Sobre los métodos de los cazadores aficionados, existen tres consejos claves de búsqueda y reconocimiento. En primer lugar, se rastrea dentro de una zona lejana a volcanes, idealmente con tierra de color claro, debido a que las piedras volcánicas suelen ser confundidas con meteoritos por su aspecto oscuro. Asimismo, se desea que la muestra contraste con el suelo para amenizar la búsqueda visual. Al identificar una pieza con características extraterrestres debe ser fotografiada *in situ* y georreferenciada. Después se levanta y coloca, en lo posible, dentro de un recipiente hermético. Esto último varía según el tamaño del fragmento.

“Cuando encuentras uno tienes un pedacito de espacio en tus manos. Es interesante porque todos estamos formados de lo mismo, de polvo de estrellas”, sentencia Viera. En tanto, Jimmy Pizarro menciona que no fue fácil aprender a cazar meteoritos. “El primero lo encontré en Mejillones y lo tuve por un año hasta que supe que era uno. Tenía dudas y en ese tiempo no había una comunidad. Nadie te podía ayudar”, menciona.

Muchos cazadores comentan que aprendieron a identificar meteoritos por medio de fotografías en libros o internet. Si bien el proceso de capacitación de cada uno es diferente, todos apuntan a un mismo objetivo: realizar el hallazgo de una roca extraterrestre. “Por imágenes conocí cuáles son de verdad. Supe que había una persona en Santiago muy metida en el tema y la llamé por teléfono. Era Millarca Valenzuela. Me recomendó que fuera al Museo del Meteorito en San Pedro”, dice Viera. “Yo me había puesto a buscar algunas rocas por aquí y por allá. Viajé donde Rodrigo Martínez y él me clavó el bichito de la cacería”.

Alejandro Izquierdo comenta que “ante un posible hallazgo se debe verificar si la muestra posee una cáscara oscura que la recubre”. El especialista Gabriel Pinto, hace hincapié en la importancia de esta evidencia: “La manera más simple de identificar a uno es a través de la costra de fusión. Esta es como un timbre que te ponen en el pasaporte. Se produce cuando el cruce atmosférico funde la capa superficial de la roca negra”.

Sobre los aspectos técnicos de las cacerías, Rodrigo Martínez expone que la búsqueda que realiza es visual y tiene experiencia para diferenciar un meteorito de una roca terrestre en el

Desierto de Atacama. En oposición, Jimmy Pizarro explica que “la metodología varía según la zona. En Imilac o Vaca Muerta se usan detectores de metales porque están enterrados”.

Algunos cazadores realizan búsquedas dentro de zonas de alta acumulación. “En este caso los rastreos no son sistemáticos, sino que al azar. Partes en un lugar que te parece bien y luego sigues con otro que se vea interesante. Son cerca de sesenta kilómetros recorridos por jornada y normalmente puedes llegar a encontrar entre tres o cuatro a diario”, enfatiza Martínez. Por otro lado, hay quienes se aventuran a buscar nuevos sectores en el desierto. Al respecto, el fundador del Museo del Meteorito narra: “El 2010 hallé la elipse de Los Vientos. Hasta la fecha encuentro piezas en el lugar. Una zona importante para el registro nacional debido a que corresponde a la caída más grande de Chile en función de la elipse de dispersión⁶”.

Buscar meteoritos también significa gastar recursos. Toda cacería tiene costos asociados. Desde pasajes de avión, arriendo de vehículos e implementos. Varios cazadores chilenos se trasladan desde la zona centro y sur hacia la segunda y tercera región para realizar búsquedas. El costo monetario de cada salida tiende a ser alto y es financiado de forma particular. Una expedición en el Desierto de Atacama por un día cuesta cerca de cien mil pesos chilenos. Monto que desmenuzado corresponde a un tanque de ochenta litros de diésel junto con gastos de hidratación y comida. No se contempla el valor de artículos de seguridad, como la vestimenta y protector solar, ya que son elementos con los comúnmente cuenta un cazameteoritos. “Tengo muchas horas de terreno. Si sumamos las expediciones desde mis inicios deben ser fácil unas 120 o 150. Es mucha plata y tiempo invertido”, expone Juan Pablo Pizarro. En los últimos años, algunas salidas han sido financiadas con la venta de partes de colecciones privadas. Incluso se ofrecen las excursiones como un servicio turístico.

Una expedición puede durar horas, días o semanas. El tiempo es un factor clave al momento de definir la zona que será escrutada. Aun así, el periodo de la búsqueda no es proporcional al número de hallazgos. Esto último, se ve mayormente vinculado al nivel de indagación y la suerte de cada cazador. Hay quienes pasan largas jornadas en el desierto sin encontrar nada, y otros que con solo bajarse del vehículo han hallado grandes muestras. Ante esto, Darío Ruíz advierte: “Quizá

⁶ Fragmentos que se distribuyen cuando una lluvia de meteoritos choca con el suelo.

el *tip* más importante para quienes se inician en la cacería es no permitir que las frustraciones de un día o varios sin resultados tiren tu moral al suelo ¡Jamás!”.

Existe otro costo asociado a la cacería d, el desgaste humano. Con esto nos referimos al agotamiento físico y/o mental. Cada salida conlleva caminar largas distancias, soportar ventiscas con un clima caluroso y seco de día, junto con uno frío y oscuro de noche. Asimismo, mantener la atención en el suelo es fundamental. “Nunca sabes con qué te vas a encontrar. Es muy necesaria la capacidad de distinguir en el minuto exacto, esto nos mueve por el desierto. Si no estás atento, se te van a pasar los meteoritos”, declara Juan Pablo Pizarro. Aunque a ciertas personas el páramo les parece una zona hostil para la mayoría de los cazameteoritos es un lugar ameno, un cofre del tesoro.

Los cazadores nacionales disfrutan caminar por el desierto, contar con la posibilidad de meditar y desconectarse. Son un poco místicos en este sentido. Viera comenta: “Me gusta la soledad. El contacto que tienes con la nada. Eso de irse como para dentro”. Si bien es recomendable realizar expediciones en compañía, gran parte de prefiere ejecutar búsquedas individuales. Aun así, se han presentado ocasiones en donde integrantes han salido juntos. En 2016 Jorge Monsalve se reunió con Darío Ruiz para cazar en zonas de la tercera región. Igualmente, Rodrigo Romero y Jimmy Pizarro viajaron en camioneta desde Santiago hasta la zona de Vaca Muerta en 2021.

El hallazgo de un nuevo fragmento espacial genera no solo felicidad en los cazadores. Todo descubrimiento viene acompañado de un elemento sorpresa que corresponde al tipo de material encontrado. “Siempre he dicho que buscar meteoritos es igual que ir a pescar, con esa sensación adrenalínica de no saber qué vas a detectar. Te puedes encontrar hasta con un *empampado*⁷. Es apasionante caminar por el desierto. Yo digo que quienes lo hacemos estamos medio locos”, remarca Alfonso Viera. En la misma línea, Cherufe comenta que “la cacería es una pasión que te atrapa”.

Rodrigo Martínez asegura que el rastreo es todo un juego mental. “Cada mañana despiertas con expectativas de encontrar la cosa más rara. Los paisajes, el campismo en general me agrada desde chico”, confiesa. “Hay mucha gente que se espanta con estar en el desierto en carpa por esos vientos que dificultan desde prender la cocinilla para hacer un café, pero es parte del trabajo y me

⁷ Persona que se extravía en la pampa, muere en ella y su cuerpo se preserva por las condiciones climáticas.

gusta”. Por su parte, Jimmy Pizarro enfatiza que “lo mejor de encontrar uno, es tocar algo proveniente del espacio”.

Si bien cazar meteoritos es una actividad poco usual, es el pasatiempo favorito de un grupo considerable de personas. Estos elementos para los cazadores son verdaderos tesoros y en algunos casos monetariamente pueden ser considerados como tales. Si una pieza es única o existe poco registro de esta, su valor comercial y científico asciende. Referente a esto, Jimmy Pizarro comenta: “Mi hallazgo más importante no fue tan grande, pero se trató de una pieza muy rara encontrada en Calama. Una condrita carbonácea, las rocas más primitivas del Sistema Solar. Recuerdo que ese día solo había ubicado un meteorito. Al regresar vi un fragmento oscuro, no estaba seguro, pero lo recogí igual”. Según Viera están destinados para que uno los encuentre.

Para quienes se dedican a la recolección de meteoritos no solo es necesario salir a terreno y juntar rocas. Existe toda una fase de análisis de las piezas encontradas en cada sesión. En primer lugar, se le quita el polvo a la pieza sin usar agua y se realiza un corte para observar su interior. Seguidamente, quienes cuentan con la infraestructura necesaria hacen filos más delgados para enviarlos a análisis.

Aunque ninguno de los cazadores mencionados previamente es de profesión especialista en rocas extraterrestres todos han realizado aportes a la ciencia. Existe un alto compromiso de parte de este grupo con el desarrollo de la meteorítica. Muchos ceden un porcentaje de sus hallazgos a científicos destacados y a instituciones internacionales como la Universidad de Marsella. También, realizan donaciones privadas a establecimientos nacionales como la Universidad Católica del Norte (UCN) y la Universidad de Chile (UCH). Con relación a esto, Alfonso Viera le entregó veinte piezas en total a Millarca Valenzuela durante los últimos dos años. Aun así, desde la comunidad se afirma que existe un grado de rechazo de parte de la sociedad científica. “La conexión que tenemos hoy en día con expertos o geólogos en Chile es baja. Creo que no valoran nuestro trabajo”, remarca Juan Pablo Pizarro. “Nosotros siempre hablamos de que estamos dispuestos a compartir el material apegándonos a la normativa internacional”. Esta dice que si la muestra pesa más de cien gramos corresponde dar una porción de veinte gramos de roca para los análisis. Si pesa menos se cede el 20%.

Si un cazador entrega una pieza para su análisis científico podrá conocer su composición geológica, además esta quedará registrada como propia. Los análisis más detallados de meteoritos chilenos se realizan en el extranjero, en países como Francia y Rusia. “Hay varios investigadores. Ellos envían los resultados al *Meteoritical Bulletin*, que le da un nombre y número al cuerpo según donde se encontró. Es la única entidad clasificadora”, plantea Rodrigo Romero. En la misma línea, Martínez añade que esta es la revista oficial que muestra, categoriza y certifica los descubrimientos meteóricos. En adición, puntualiza que “en el registro más del 80% de los hallazgos son privados”.

Catalogar un meteorito no es gratis. Las organizaciones o científicos que analizan las muestras cobran por el servicio. Asimismo, la porción entregada no regresa a las manos de su descubridor, sino que queda en las colecciones de cada entidad o persona que realizó el respectivo escrutinio. Juan Pablo Pizarro asegura: “Me llegan ofertas desde el extranjero. Tengo dos o tres rocas que están a punto de salir a la clasificación. Si le entregara todo mi material a un científico le daría trabajo por un año”.

Al igual que las cacerías, el análisis de meteoritos se vio enlentecido en los últimos dos años por el inicio y avance de la crisis sanitaria por Covid-19. Hoy gran parte de la comunidad de recolectores se encuentra a la espera de clasificaciones de material.

En Chile hay pocas personas capacitadas para examinar y categorizar meteoritos. Contamos con las especialistas Millarca Valenzuela y Samanta Aravena, pero no dan abasto. Los cazadores prefieren enviar su material a otros países porque el tiempo de espera es menor. De igual manera, existe una carencia de infraestructura para facilitar y mejorar la precisión de datos obtenidos. “Lamentablemente tenemos cerebros importantes, pero carecemos de instrumentos de análisis. Sería bonito tener laboratorios acordes a la abundancia de cuerpos”, declara Rodrigo Martínez.

Muchos cazadores realizan difusión científica al compartir sus descubrimientos. Pero existe un dato que pocos están dispuestos a entregar: las coordenadas de una nueva zona de hallazgo. El encuentro y ubicación de una caída desconocida es información valiosa para cada cazameteoritos. El resquemor por compartir la ubicación de esta zona es atribuido por muchos a una pequeña pugna de egos. Juan Pablo Pizarro revela: “Comparto fotografías de mis hallazgos, pero no su localización. Soy bien consciente del tema. No digo el lugar porque sé que puede ser un sitio de futura entretención”. Pese a esto, si las rocas son clasificadas, las coordenadas de su levantamiento quedarán a disposición del dominio público.

Encontrar nuevos hallazgos no es una labor fácil para los recolectores chilenos. Debido a la falta de regulación legislativa y la alta acumulación de piezas por kilómetro cuadrado, el Desierto de Atacama es uno de los territorios predilectos para el retiro de rocas cósmicas. El turismo extractivista ha sido desmedido y parte de la comunidad local de cazameteoritos se opone a la presencia de buscadores foráneos. Jimmy Pizarro comenta que “en el país la gente no tiene mucha conciencia al respecto”.

Otro elemento que dificulta el trabajo de los cazameteoritos es la industrialización de la zona. Si bien las construcciones en el territorio cuentan con medidas para prevenir la pérdida de patrimonio, el material espacial no está contemplado en estos sondeos. Ante esto, Juan Pablo Pizarro opina: “Así como hay personas que pelan áreas en busca de restos arqueológicos, también deberían recoger las muestras que podrían ser meteoritos antes que se instalen las grandes empresas”.

Aunque la búsqueda y recolección de muestras siderales se ha complejizado para los cazadores chilenos, los integrantes de esta comunidad no se han cruzado de brazos y han prevalecido en el desarrollo de la disciplina que les apasiona. Aportan, muchas veces de forma invisible, en el avance de la ciencia y suman nuevos hallazgos extraterrestres dentro del territorio nacional.

MUSEO DEL METEORITO

San Pedro de Atacama es un pueblo andino conocido por su atractivo turístico, misticismo y por el Observatorio ALMA. A sus alrededores se encuentra una serie de maravillas naturales, como cascadas escondidas entre cerros rocosos y los parajes más similares a Marte que existen en la Tierra. Asimismo, por las noches el poblado es cubierto por un manto de estrellas, nítido e infinito. No obstante, entre sus calles de tierra y casas de adobe sobresalen dos enormes domos blancos cubiertos por una película de polvo rojizo. En su entrada hay un cartel sostenido por palos de madera, en el que se lee “Museo del Meteorito” sobre una imagen del cráter Monturaqui con una bola de fuego que cae hacia él. La estructura, que se encuentra rodeada por arena, es como una versión moderna del hogar de Luke Skywalker en *Star Wars*, pero en vez de albergar a un joven *jedi* contiene la colección de rocas extraterrestres más importante de Chile.

A cuatrocientos metros de la plaza, en la calle Tocopilla #201 se encuentra la exposición de objetos siderales recopilados desde 1983. En ese entonces el estudiante de Geología en la Universidad Católica del Norte (UCN) Edmundo Martínez decidió hacer su tesis sobre el “hierro de Atacama”, hoy conocido como meteoritos de Imilac. Para esto realizó una serie de excursiones guiándose por el libro *Viaje al desierto de Atacama* de 1860, escrito por Rudolph Amandus Philippi. En sus primeras búsquedas Edmundo iba junto con Rodrigo, su hermano menor, a quien enseñó todo lo necesario para distinguir materia espacial sobre la superficie terrestre. Al cabo de un par de días de rastreo dieron con la caída que buscaban. Desenterraron una historia perdida en el desierto por más de 130 años y recopilaron bastantes muestras para el análisis de Edmundo. Su investigación se aprobó con distinciones.

Los hermanos Martínez transformaron un pasatiempo con fines académicos en su pasión. Ambos son distinguidos por la comunidad meteórica como los precursores en la materia, quienes desinteresadamente sentaron las bases de la recolección y ciencias de los bólidos en el territorio. “Rodrigo y su hermano Edmundo son los coleccionistas más serios y profesionales en Chile, aparte de ser los pioneros en la búsqueda de meteoritos en el Desierto de Atacama”, reconoce Millarca Valenzuela, la principal especialista en rocas extraterrestres a nivel nacional.

Uno de los grandes hitos de los Martínez fue el redescubrimiento del cráter de Vaca Muerta en el Desierto de Atacama. El 25 de febrero de 1985, acompañados por su madre, lograron dar con el lugar guiándose por las descripciones realizadas por Ignacio Domeyko en el siglo XIX y por los textos de la expedición Sundt de 1883. Al momento de encontrar el agujero del impacto, revisaron su interior y se sorprendieron al percatarse de que contenía un meteorito completo, sin fragmentaciones, de 312 kilogramos.

“Todos los hallazgos chilenos anteriores a los nuestros fueron fortuitos y realizados por mineros, que en sus travesías en busca de nuevos yacimientos se encontraban con estas rocas curiosas y las recogían. Felizmente algunas de ellas llegaron a manos de científicos que las estudiaron”, expone Rodrigo Martínez.

El cazador Alfonso Viera enfatiza que la labor de ambos hermanos es sumamente relevante para la comunidad meteórica, ya que han encontrado piezas de importancia científica mundial. Cabe destacar que los primeros hallazgos en territorio nacional fueron clasificados por la NASA, ya que a mediados de los años ochenta Chile no tenía equipamiento y profesionales en la materia. En 1986 Edmundo entregó por primera vez una pieza a esta institución con el fin de conocer su composición y procedencia. La muestra de 380 gramos, que había sido encontrada en el desierto entre Antofagasta y Mejillones, fue estudiada por el geólogo planetario Mike Zolensky en el Centro Espacial Johnson en Houston, Texas. Un año después su clasificación fue publicada en la base de datos de la *Meteoritical Bulletin*, donde fue bautizada como Pampa (a) y se determinó que correspondía a una condrita de tipo olivino, una clase muy peculiar de meteorito.

Con el avance del tiempo los caminos de los hermanos Martínez se separaron. Por un lado, Edmundo se alejó de los meteoritos y en la actualidad trabaja en el rubro minero, mientras que Rodrigo estudió Biología Marina en la UCN en Coquimbo y hoy se enfoca por completo a la cacería y análisis de bólidos.

Rodrigo Martínez es cazador de meteoritos hace 39 años y no piensa detenerse. De hecho, motivado por la cantidad de fragmentos de su colección decidió armar una exposición el 2012. Así nació el Museo del Meteorito en San Pedro de Atacama. Una muestra que acerca a la comunidad atacameña y a los turistas a conocer la importancia de estas rocas. Hasta la fecha la colección tiene identificados 902 cuerpos rocosos alienígenas. Aproximadamente, más de seis mil fragmentos recopilados en distintas zonas del Desierto de Atacama. No obstante, en exhibición se encuentran

77 piezas, catalogadas como las más relevantes según su fundador. “Tal como se menciona en nuestro eslogan, nosotros mostramos la memoria del Sistema Solar”, comenta Rodrigo Martínez.

“Cualquier persona podría haber recolectado meteoritos y no hacer nada con ellos por la comunidad, pero Rodrigo decidió generar este proyecto”, dice el geólogo planetario Gabriel Pinto.

Luego de atravesar el umbral del terreno en donde se ubica una casona de adobe junto al museo, los visitantes caminan por menos de tres minutos hasta el ingreso de los domos. Adentro se topan con la primera sección de la estructura, una especie de recepción con dos sillones, un mesón que sirve como punto de venta de tickets y frente a este un escaparate con “joyas de origen sideral”. En la pared hay una serie de cuadros con distinciones de TripAdvisor y un pequeño cartel con el eslogan “Exhibimos la memoria del Sistema Solar”. La entrada tiene un valor de tres mil pesos para niños o estudiantes y de cuatro mil para adultos. El lugar funciona sagradamente de martes a domingo desde las 18.00 a las 21.00 horas, siempre que las condiciones climáticas lo permitan. Durante la pandemia se exigía una reservación previa para el tour, ahora volvió a ser por orden de llegada. El piso es de tierra y en algunas de las juntas de la edificación crecen pequeñas malezas, resguardándose del clima extremo propio de la zona. Antes de ingresar a la segunda habitación se hace entrega de una audioguía, un pequeño equipo mp3 portátil, que tiene una pintura plateada desgastada por el uso, con sus respectivos audífonos. El relato está disponible en danés, español, francés, inglés y portugués.

En el segundo espacio está la exposición, una serie de vitrinas transparentes que por medio de pendones y con el apoyo de la narración digital cuenta al visitante la historia de cada una de las piezas que observa. El recorrido es en forma de medialuna y se realiza de izquierda a derecha. Al finalizar el paso por cada módulo, se acerca un guía y te dirige a unos mostradores posicionados en la mitad de la habitación. Ahí, destacadas con luces verdes y azules están las rocas para interactuar. En ese momento se realiza un pequeño ejercicio de magnetismo con material rocoso común, ferroso y alienígena. Estos dos últimos reaccionan al imán. La segunda interacción es la que demuestra la verdadera diferencia. Luego de testear la reacción polar de cada muestra, se permite tocarlas y tomarlas, es ahí en donde los dos cuerpos del mismo tamaño se diferencian por su peso. El meteorito es mucho más denso que la roca terrestre. Así concluye el recorrido.

Al volver a la primera sala es inevitable no acercarse a la vitrina que está frente al mesón. Con el excedente de cada hallazgo, una vez que este ya está clasificado, se confeccionan joyas para su venta como recuerdos. Artículos con valores sobre los cincuenta mil pesos, elaborados con meteoritos pulidos y plata. En el mesón también hay un pequeño escaparate que no se aprecia desde la entrada. Allí se venden cortes de rocas espaciales empaquetadas con una tarjeta con su información de categorización (nombre, tipo y coordenadas).

Gran parte de la comunidad meteorítica nacional ha frecuentado este museo. “Lo he visitado numerosas veces ¡Es excepcional!”, comenta Millarca Valenzuela. Alfonso Viera añade: “Está súper bien ubicado, San Pedro es un centro turístico formidable. Aunque es un lugar pequeñito, siempre hay alguien que te quiere enseñar”.

El cazador Jorge Monsalve ha estado en la muestra museográfica. Recuerda con cariño su primera vez en la exposición, porque la visita fue un regalo de cumpleaños que le dio su hija. “Fue una experiencia increíble, no queríamos irnos. Por esto, siempre recomiendo visitarlo”, dice. Pero hay quienes tienen un apego mucho más profundo por la institución como los investigadores Gabriel Pinto y Camila Caviedes, y el licenciado en física Alejandro Izquierdo, quienes por distintas circunstancias llegaron a trabajar al lugar y en él encontraron su vocación por las ciencias planetarias o rocas extraterrestres. Al respecto, Pinto comenta: “Para mí el museo es *serendipia*, un hallazgo afortunado sin buscar nada. Yo estaba terminando mi carrera, tenía muchas dudas y cuando llegué a él fue todo tan claro e increíble. Gracias a ellos estoy en Francia junto a profesionales con reconocida trayectoria internacional en el estudio de meteoritos”. Por otra parte, Caviedes declara que trabajar allí fue un verdadero reto, pero que está completamente agradecida de todo lo aprendido.

Alejandro Izquierdo aún se desempeña en la entidad. Inició como guía de la exhibición y hoy es administrador del observatorio. Ante esto, asegura que el museo le permitió encontrar su rumbo. “Llegué hace diez años a trabajar y me inicié en la divulgación científica. Estar relacionado íntimamente con rocas siderales es algo maravilloso”, revela.

Respecto a la venta de meteoritos, en todo el mundo existen numerosas tiendas especializadas en su comercio, entre las que se encuentra la del Museo del Meteorito. Son comercios establecidos que venden piezas que ya han sido clasificadas en la *Meteoritical Bulletin*. Según Rodrigo Martínez, estos comercios “son una fuente confiable para adquirir un ejemplar, ya

sea para coleccionistas o para estudio de instituciones científicas. Son de gran utilidad debido a que es mucho más económico en tiempo y dinero comprar un corte para su escrutinio que financiar una campaña de búsqueda sin tener certeza de que esta termine con éxito. Además, la venta de los cortes pulidos o joyas no afecta en lo absoluto a la colección ni a la investigación. Por el contrario, aporta fondos para futuras exploraciones”.

Existen dos tipos de clasificación para los bólidos, una de carácter tradicional y otra más moderna. La primera discrimina según la composición de cada muestra en tres categorías: sideritos (metálicos); litosideritos (metálicos rocosos); y lititos (rocosos). La segunda es una clasificación más completa que considera la composición, procedencia y evolución del cuerpo de origen de la roca. En esta existen dos grandes grupos, los no diferenciados o primitivos y los diferenciados. Los meteoritos no diferenciados son aquellos que provienen de cuerpos que experimentaron pocas transformaciones desde su formación hace 4.500 millones de años. Dentro de estos encontramos los de tipo condrito, caracterizados por la presencia de cóndrulos o pequeñas esferas de minerales en su interior. Hay condritos ordinarios y carbonáceos. Los primeros se dividen en tres grupos (H, L, LL) según las concentraciones de hierro en su interior. Por otra parte, los carbonáceos han sido mencionados por la comunidad científica como los posibles precursores de la vida al contener compuestos orgánicos como aminoácidos y bases nitrogenadas, componentes del ADN. Por el contrario, los que pertenecen al grupo diferenciado provienen de cuerpos que atravesaron transformaciones, como etapas de fusión y solidificación. Aquí encontramos tres tipos: acondritas; metálicas y mixtas. Una clasificación similar a la tradicional, pero con mayor lujo de detalles. Por ejemplo, dentro de las acondritas se incluyen a las rocas marcianas y lunares; las metálicas están compuestas por más de un 90% de aleaciones de hierro y níquel y se dividen en tres grupos según su tipo de estructuras (hexaedritas, octaedritas y ataxitas); por último, en los meteoritos mixtos distinguimos dos categorías según la distribución de metales y silicatos: palasitas y mesosideritas.

Según Rodrigo Martínez, las rocas alienígenas ayudan a descifrar la historia de formación planetaria. Asimismo, Alejandro Izquierdo agrega que “son claves para conocer nuestros orígenes y comprobar que sí somos polvo de estrellas”.

En la exhibición hay alrededor de ocho tipos de meteoritos y todas las muestras han sido recopiladas exclusivamente en el Desierto de Atacama. Desde condritos ordinarios y carbonáceos,

hasta palasitas como la de Imilac. No deja de ser impresionante que parte de las respuestas que tanto ha buscado la humanidad sean entregadas por material extraterrestre y que hoy, gracias a iniciativas como el Museo del Meteorito, estas piezas valiosas estén al alcance de la gente. “Durante el tiempo que trabajé en la exposición muchas personas se sorprendían por la cantidad de muestras que se encuentran en este desierto. La mayoría eran chilenos que no sabían sobre la importancia de estas rocas. Para ellos era impactante asimilar su cercanía, mucho más tocarlas e interactuar con ellas”, expresa Gabriel Pinto.

El museo cuenta con guías especializados, quienes incluso pueden sustituir la narración del audio. Pero si los visitantes tienen suerte, puede que el mismo dueño de la exposición los lleve por el recorrido. Aunque Rodrigo Martínez no reside en San Pedro de Atacama, viaja con frecuencia para visitar a sus dos hijos y verificar el curso de su proyecto. Cuando está, realiza personalmente los tours porque disfruta conversar con los turistas sobre la temática que le apasiona.

Sobre la conservación del material espacial, Camila Caviedes opina que el museo ha hecho un trabajo impresionante. Afirma que la preservación de meteoritos en otros establecimientos no es ideal, pues muchas veces las piezas se deterioran por la falta de cuidado.

Si bien, visitar la exhibición es la principal actividad ofrecida por el museo, también cuentan con otros servicios, como tours de astronomía y cacerías privadas. Desde inicios del 2022 tienen en funcionamiento un complejo astronómico ubicado en la aldea de Cúcuter, a las afueras del pueblo. Es ahí donde por medio de telescopios especializados ofrecen observar cuerpos celestes de forma privilegiada, luego de haber visitado la muestra en San Pedro de Atacama. Esta prestación tiene un costo de 25 mil pesos por pasajero, una opción económica considerando que un tour similar ofrecido por otras agencias se eleva a 35 o 45 mil por persona y no contempla la visita al museo.

La cacería de meteoritos tiene como guía a Rodrigo Martínez. Pretende que los pasajeros vivan la experiencia de buscar rocas extraterrestres en el paraje más seco del planeta. Pero no es una actividad simple, ya que antes de emprender rumbo a la aventura los viajeros son capacitados durante un día entero, en donde se les enseña lo básico para la distinción de bólidos. Al día siguiente, a las 8.30 horas inicia la travesía de sesenta minutos hacia la zona de trabajo, en donde se busca dentro de una caída previamente determinada con el fin de que los participantes logren un hallazgo. Al medio día se retorna al pueblo, almuerzan y el museo se convierte en el laboratorio de análisis del material encontrado. Se realizan cortes, pulidos y pruebas químicas. Todos los

asistentes pueden llevarse una parte de lo que estudiaron y luego de ocho meses conocerán su clasificación oficial en la *Meteoritical Bulletin*. Cabe mencionar que la masa principal de cada nuevo descubrimiento queda en posesión del Museo del Meteorito y que el costo del servicio por persona es de 392 mil pesos.

Otra de las actividades es el tour guiado a Monturaqui, el cráter de impacto más grande de Chile. Esta consiste en que los participantes busquen y observen el material que se encuentra en la zona de la colisión, conocido como impactitas. Para esto, al igual que para la cacería de bólidos, se les capacita previo a la expedición. Al día siguiente, a las 11.00 horas los pasajeros son retirados en sus alojamientos. Una vez en el cráter se realiza una charla sobre su formación y se repasan los conocimientos para identificar las rocas del impacto, se busca hasta las una de la tarde. Luego, se detienen al borde del geositio para almorzar sándwiches. Una hora después, retornan al pueblo para analizar lo recogido. Cada participante puede llevarse un corte. La experiencia finaliza cerca de las 18.00 horas y tiene un precio de 348 mil pesos por individuo.

El proyecto museográfico está comprometido con la educación por medio de la divulgación científica. Por esto realiza visitas guiadas sin fines de lucro para escuelas municipales de su comuna. La entidad cuenta con el patrocinio del Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio. Pero la vocación por enseñar del Museo del Meteorito en San Pedro de Atacama no se limita a los estudios primarios y secundarios, también a los universitarios. Ha donado piezas a distintos estudiantes de geología para el desarrollo de investigaciones de pre y postgrado. Actuales figuras ilustres del mundo de la meteorítica como Millarca Valenzuela y Gabriel Pinto fueron beneficiados por la colección privada de Martínez, con quien permanecen en contacto. “La misión fundamental del museo es despertar el interés en las ciencias. Es probable que en este momento la persona que buscamos, ese genio al nivel de Stephen Hawkins, Albert Einstein, Isaac Newton o Galileo Galilei camine por las calles de San Pedro, vea los domos y se dé cuenta que ahí está su pasión”, reflexiona Alejandro Izquierdo.

Sobre las donaciones, Martínez asegura que “el museo está dispuesto a facilitar material para su examinación, siempre que la entidad científica que realizará la investigación formalice el estudio con un proyecto. Hay instituciones que solicitaron muestras, nunca se trabajó con ellas y seguramente están guardadas en algún cajón”. No obstante, los donativos de la entidad son numerosos y no solo han sido destinados a establecimientos educacionales, sino también a

laboratorios prestigiosos de carácter internacional. De hecho, existe un trabajo continuo entre el museo y tres instituciones extranjeras que analizan y clasifican sus hallazgos: la NASA, la Universidad de California (UCLA) y el Centro Europeo de Investigación y Educación de Geociencias Ambientales (Cerege).

Es importante exponer que en las relaciones internacionales que entabla la entidad se encuentra una de sus funciones menos conocida: la repatriación de piezas de meteoritos chilenos. Gracias a esto y a la recopilación realizada por Martínez la institución es el principal y más grande repositorio de bólidos a nivel nacional y cuenta con un alto prestigio. Adicionalmente, ha colaborado con 17 publicaciones científicas.

Uno de los hechos más comentados durante los últimos diez años en la comunidad científica es el hallazgo de un bólido marciano en Chile, una historia en la que fortuitamente participó el museo y su fundador. En 2016 un grupo de turistas franceses que había visitado la exposición regresó con una pieza con características peculiares. Lalie Guenard, Céleste Guenard, Sandra Lebosse y Julien Marsallon al recorrer el Desierto de Atacama levantaron una roca con los criterios aprendidos al visitar la exhibición, pero jamás imaginaron encontrar el primer meteorito *marciano chileno*. Al retornar al pueblo se la entregaron a Rodrigo Martínez, quien se encargó de enviarla a analizar al Cerege. De esta forma, en 2018 fue publicada su clasificación y se confirmó la procedencia del cuerpo de 474 gramos, nombrado Caleta el Cobre 002.

La contribución favorita del fundador del museo es el artículo “El flujo de meteoritos registrado en el desierto de Atacama en los últimos dos millones de años”, de la revista *Geology* de 2019. “Gracias a este trabajo sabemos que la oleada de meteoritos que ha golpeado al territorio de Atacama es de aproximadamente 222 muestras por kilómetro cuadrado por cada millón de años y que la edad media de estas caídas es de 710 mil años. Se deduce que nuestro desierto es el lugar del planeta con la colección de rocas cósmicas más antigua y con la mayor densidad por cuadrante sobre la superficie de la Tierra, debido a la condición de hiperaridez. Se concentran de forma extraordinaria por una mayor sobrevivencia”, comenta Martínez.

Hoy la iniciativa museográfica tiene más de una locación. En San Pedro de Atacama y sus alrededores se ubican el Museo del Meteorito y su observatorio, mientras que, en Coquimbo, específicamente en la calle Alonso de Ercilla #1250, se encuentra el espacio de indagación en el que trabaja su creador la mayor parte del tiempo. “Es una extensión del que inició mi hermano en

Antofagasta en 1983. Aún tengo de esa época una máquina de corte que funciona perfectamente y el frasco de dimetilglioxima⁸, para realizar los testeos de níquel. Ahora hay más equipos que nos facilitan el trabajo, aunque aún es un laboratorio precario solo para pruebas preliminares”, expresa Rodrigo Martínez. Añade que por lo general analiza en solitario, excepto cuando recibe la visita de su hermano, y que su trabajo es principalmente preparar cortes para enviarlos a examinar al extranjero. “El proceso de preparación para análisis consiste en hacer un corte mayor a veinte gramos si el meteorito pesa más de cien. Si el peso del ejemplar es inferior la muestra debe representar al menos el 20% de su masa. Los filos se realizan con una sierra de disco diamantada. Luego hago un segundo tajo y lo pulo finamente para observar sus detalles por medio de una lupa. Así, formulo una clasificación tentativa. Es como un juego de aprendizaje ya que espero los resultados del laboratorio internacional para ver qué tan cerca estuve”.

Aunque la probabilidad de recibir una amenaza extraterrestre no es un tema que le quite el sueño a gran parte de la humanidad, diversos científicos e instituciones trabajan a diario con el fin de prevenir catástrofes como la que dio fin a los dinosaurios hace miles de millones de años. Hoy la Tierra no cuenta con un sistema de protección como los vistos en películas de ciencia ficción, no existe un escudo invisible que rodee el planeta y lo resguarde de invasiones extraterrestres o de asteroides de grandes proporciones. Ante esto, un dato curioso sobre la labor del observatorio del Museo del Meteorito es su aporte en el desarrollo de los sistemas de protección planetaria. Por medio de la observación constante en sus telescopios la institución entrega informes al Instituto SETI⁹, los que señalan las características del cielo con el fin de detectar amenazas de colisión contra nuestro planeta. Esta tarea no es fácil. Un cuerpo rocoso puede ser por mucho tiempo un inminente peligro y pasar desapercibido. La posible situación de riesgo se veía agudizada hasta hace algunos años cuando solo se esbozaban métodos de defensa. Luego la NASA demostraría que el sistema más adecuado corresponde a la desviación de peligros por medio del choque con naves espaciales. Así fue como en septiembre del 2022 la nave Dart fue la primera que modificó el trayecto de un asteroide. El hito fue observado en tiempo real en todo el mundo y es considerado un alivio para

⁸ Compuesto químico más utilizado en los testeos para la identificación cualitativa de níquel.

⁹ Organización de investigación sin fines de lucro cuya misión es explorar, comprender y explicar el origen y la naturaleza de la vida en el universo. SETI significa «search for extra terrestrial intelligence» (búsqueda de inteligencia extraterrestre).

gran parte de la comunidad científica, dado que las soluciones previas incluso contemplaban la explosión de bombas atómicas en el espacio. No obstante, el 1 de noviembre, por medio de un telescopio chileno, el astrónomo Scott Sheppard del Instituto Carnegie descubrió un cuerpo celeste que corresponde a un posible riesgo. Fue nombrado 2022 AP 7 y tiene 1.500 kilómetros de ancho. Las alertas no han tardado en aparecer.

En la actualidad, Rodrigo Martínez desarrolla un nuevo proyecto, la construcción de otra exposición de material alienígena en La Herradura, Coquimbo. La futura estructura será más grande que la edificación inicial y tendrá una peculiar forma inspirada en un cráter de impacto. La propuesta ya cuenta con planos y el terreno para su desarrollo. Aun así, no existe fecha para la puesta en marcha del proyecto, menos una para su inauguración.

Pese a que el museo de Martínez es la exhibición más importante de rocas siderales a nivel nacional, no es la única. Existen muestras de menor magnitud, como la de la Viña Santa Cruz en la región del Libertador Bernardo O'Higgins; o la del cazador Jorge Monsalve dentro de The Big Bang Park en La Serena. Millarca Valenzuela también ha hecho exposiciones transitorias de residuos cósmicos por medio de la UCN. Asimismo, el Programa Explora de Conicyt realizó talleres sobre bólidos en comunidades de la cuarta región durante los últimos diez años. Estas son solo algunas de las acciones que demuestran que las oportunidades para acercarlos a la comunidad chilena han aumentado. Aunque algunas son con fines lucrativos, la mayoría busca democratizar las ciencias meteoríticas de forma altruista. “Con los meteoritos nunca dejas de aprender, siempre hay algo nuevo”, precisa Alejandro Izquierdo.

El Museo del Meteorito en San Pedro de Atacama ha sido la piedra angular de la meteórica nacional, el lugar donde se congrega la ciencia y la pasión por cazar rocas alienígenas. Un espacio que planea dejar un legado: educar a cada visitante que atraviese sus puertas.

PATRIMONIO POSTERGADO

La caída de bólidos en nuestro planeta es aleatoria, por lo que varios países han tenido que enfrentar alguna vez la situación de ver descender y/o reportar el hallazgo de material extraterrestre. Sin embargo, pocos poseen consideraciones legales al respecto. Uno de ellos es Argentina. En el país se ubica la connotada provincia del Chaco. Una extensa llanura alterada por la enorme dispersión del meteorito Campo del Cielo, el segundo más grande del mundo. Este aterrizó hace más de cuatro mil años y para impedir su tráfico, la república trasandina declaró el 2007 como “bienes y objetos culturales nacionales” a las rocas espaciales y demás cuerpos celestes que se encuentren en el territorio. En palabras sencillas, se prohibió su comercialización. Sin embargo, las normativas poseen más de una cara y los problemas han continuado. Mario Vesconi, presidente de la Asociación Chaqueña de Astronomía, comentó a la revista *Scientific American* en 2015: “Es tierra de nadie. La gente todavía no termina de valorar el sitio”. No es desconocido que muchos de sus fragmentos se encuentran hoy en repositorios privados o museos e instituciones científicas del mundo. Incluso, que son comercializados por internet. Son los favoritos de los coleccionistas. “Es el que más se vende”, afirma Alfonso Viera.

Debido a la falta de protección de material cósmico, en múltiples naciones se ha desarrollado un mercado de compraventa. Este negocio cuenta con vendedores suscritos a la Asociación Internacional de Coleccionistas de Meteoritos, un grupo de aficionados y profesionales de 45 países, entre los cuales se encuentra Chile. Comúnmente sus miembros se adhieren a los estándares de identificación y etiquetado entregados por la Sociedad Meteorítica, lo cual permite preservar parte de las muestras en entidades autorizadas. Darío Ruíz pertenece a esta organización desde hace diez años. “Fui recomendado por socios activos en 2012 y luego de una votación en base a mis conocimientos entré, siendo el primer miembro de Chile”. No obstante, existen muchos otros comerciantes que no operan bajo un código ético y cobran un precio elevado por cada roca. Los valores son altísimos, desde los cien dólares por kilogramo de meteoritos comunes, hasta los cien mil dólares por el gramo de algún material espacial escaso, como las de tipo lunar. De esta

manera, el tráfico y robo de especímenes han sido parte de las consecuencias que acarrea su comercialización.

Integrantes del círculo de recolectores chilenos comentan el riesgo de cazar en ciertos países, ya que se trata de una actividad ilegal. Ruíz comenta que “Robert Ward, reconocido coleccionista canadiense, estuvo dos meses en la cárcel por participar en una expedición en Omán”. Este rol no se encuentra libre de peligros.

Si bien la venta de bólidos es un negocio poco usual se extiende a pasos agigantados. Hoy hay una gran cantidad de personas que se dedican a este rubro, las cuales venden principalmente al extranjero. Muchos coleccionistas se encuentran en España, Francia, Rusia y Polonia, aunque el mercado fuera de Europa es cada vez más próspero, como es el caso de China y Japón. Cabe destacar que en Estados Unidos no es algo nuevo, debido a su gran base de vendedores y cazameteoritos reconocidos.

En Chile toda persona puede extraer meteoritos desde el territorio y venderlos. Al no estar incluidos en la Ley de Monumentos Nacionales, son sacados por foráneos sin complicaciones. Existe un vacío legal que alberga diferentes puntos de vista.

“Gringos avispados venden meteoritos en internet”, tituló *Las Últimas Noticias* el 27 de agosto de 2012. En ese entonces, era una de las primeras luces sobre la llegada de expediciones extranjeras al país. La nota mencionaba a los cazadores estadounidenses Geoff Notkin y Steve Arnold (conocidos por su serie documental de reality *Meteorite Men*), quienes habían visitado San Pedro de Atacama y el cráter de Monturaqui. Se habían llevado bólidos “como Pedro por su casa” y su intención era subastar por eBay todo lo extraído. La científica Millarca Valenzuela declaró al medio: “Mientras no exista legislación al respecto, o al menos una posición más clara acerca de su tráfico en Chile, las personas seguirán entrando y extrayendo muestras para comercializarlas”.

Pese a estas advertencias, la entrada al país de personas con intención de recolectar material espacial aumentó con el paso de los años. Hoy, el desierto más seco del mundo es una zona predilecta para los cazadores forasteros. “Una explicación de porqué llegan son las importantes publicaciones científicas”, dice Rodrigo Romero. Referente a esto, Camila Caviedes agrega que “en 2016 Millarca Valenzuela demostró que el páramo chileno es un lugar óptimo para hallar

bólidos”. Ambos hacen referencia a un estudio que la chilena publicó junto a la investigadora francesa Aurore Hutzler, el que actuó como un imán para los cazameteoritos de todo el mundo al revelar que el Desierto de Atacama posee sectores que concentran 168 piezas por kilómetro cuadrado. Una de las mayores densidades, ya que el promedio para desiertos calientes es de un cuerpo por kilómetro cuadrado. “Este artículo fue portada de la revista más prestigiosa de la temática, *Meteoritics and Planetary Science*”, dice Valenzuela. Incluso, al interior del Museo del Meteorito informan que una investigación realizada por la Universidad de Marsella expone una acumulación de 220 rocas cósmicas por kilómetro cuadrado. Fue así como un territorio con fantásticas condiciones para realizar actividades astronómicas y meteoríticas comenzó a ser arrasado a diestra y siniestra por grupos con los recursos necesarios para una estadía prolongada.

Viera comenta: “Comúnmente los extranjeros vienen apoyados por universidades. Llegan con muchas *lucas* y logística. Por ejemplo, hay unos polacos con los que conversé por internet y cazaban desde las seis de la mañana hasta las seis de la tarde. En el fondo, depredan el sector donde están”. Un ejemplo de aquello es la expedición científica de la Universidad Federal de Kazán al Desierto de Atacama en 2019. En aquel entonces, la casa de estudios declaró en un comunicado que “los científicos lograron recoger varias muestras de meteoritos”. Ciertamente, el peso total de fragmentos encontrados alcanzaba los siete kilos. Si bien los investigadores rusos entregaron una parte del hallazgo al Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (Sernageomin) antes de volver a su país, esta acción se trata de un caso aislado.

“Las expediciones internacionales llevan muestras a sus países de origen para venderlas, guardarlas o con diferentes motivos. Al final no se mantienen en Chile. No queda nada para la comunidad o la investigación”, detalla Gabriel Pinto. En efecto, un estudio realizado por el científico en marzo de 2021 expuso que de todo el material recolectado en el país solo el 25% se encuentra en territorio nacional. Su principal ubicación es el Museo del Meteorito. El resto está repartido en diferentes naciones. “Debería legislarse con inteligencia, normar la recolección, pero no prohibir”.

El Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias de la SGCH fomenta la protección de bólidos encontrados o caídos en el país, además de reconocerlos como un bien geológico de la humanidad. En este sentido, una de sus líneas de acción es la normativa patrimonial. La geóloga y miembro del directorio Samanta Aravena afirma que “todo lo que se ha hecho es trabajo heredado de Millarca

Valenzuela”. Por otra parte, Caviedes plantea: “Investigamos legislaciones de distintos países y definimos que los meteoritos no deben ser regulados como en Argentina, ya que no queremos que el tráfico aumente. Se propone un trabajo colaborativo con toda comunidad meteorítica, donde se eduque a la población interesada en levantar rocas extraterrestres”. La entidad especializada se apega a la normativa global y considera que todos los hallazgos nacionales deben depositarse en instituciones con repositorios en buen estado y compromiso de larga data con dicha conservación.

No obstante, se ha sembrado duda dentro del círculo de cazameteoritos de nuestro país. “Se vela por la búsqueda de parte de las instituciones. Creo que una ley restringirá no solo a extranjeros, también a nosotros. Es un tema que me causa contradicciones. Por un lado, me gusta, por otro creo que tendrá falencias”, dice Rodrigo Martínez. La agrupación de cazadores chilenos avanza en paralelo en un proyecto legislativo que contemple su rol dentro del territorio nacional. Viera expresa: “Nuestro ideal es controlar el ingreso de operativos internacionales que sacan material como locos”. Jorge Monsalve es el encargado del boceto. Comenta que se encuentra en una etapa inicial y que no entregará adelantos hasta que sea presentado.

Pese a todo, llegar a un equilibrio no es fácil. “¿Van a colocar un carabinero por kilómetro cuadrado en el desierto para resguardar el material? ¿Va a ser tan especializada la gente de aduanas que podrá diferenciar un meteorito de una magnetita?”, se cuestiona Martínez. Dentro de este escenario, existe la posibilidad de que una persona natural extraiga una roca sideral sin saberlo. Aun así, los protocolos para resguardar bólidos en el Desierto de Atacama hoy son inexistentes.

El planeta Tierra se encuentra bajo un constante bombardeo espacial que deja a su paso pequeños fragmentos pétreos a la espera de ser encontrados. Cada año, miles de objetos celestes traspasan la atmósfera y caen en el Desierto de Atacama. Se trata de un fenómeno que habitualmente no es percibido por la población. Asimismo, su importancia es inadvertida para el Estado de Chile. “No existe una normativa que regule la cacería de meteoritos en el país”, comenta Gabriel Pinto. La Ley 17.288 de Monumentos Nacionales no considera directamente a los cuerpos provenientes del espacio dentro de su categoría patrimonial. Sin embargo, denomina monumentos a “los lugares, ruinas, construcciones u objetos de carácter histórico o artístico; que existan bajo o sobre la superficie del territorio nacional o en la plataforma submarina de sus aguas jurisdiccionales

y cuya conservación interesa a la historia, al arte o a la ciencia”. De este modo, se esperaría que los meteoritos chilenos sean parte de este espectro.

Pero la iniciativa para querer hacerlo no ha hecho falta. En el 2009, Millarca Valenzuela fue parte del primer Simposio de Geopatrimonio en el marco de la realización del 12.º Congreso Geológico Chileno. Durante el encuentro, presentó antecedentes que permitieron discutir el carácter patrimonial de los meteoritos nacionales, además de la urgente necesidad de protegerlos y preservarlos. El panorama era bastante claro, como establecen sus estimaciones finales: “La forma de esta normativa debe considerar diferentes aspectos de esta problemática patrimonial, como por ejemplo: la realidad actual de las instituciones y los profesionales que pueden hacerse cargo de la conservación de las muestras y de su posterior estudio, dado que no es consistente tener una legislación que haga acopio de estos materiales si no van a poder ser curados y preservados de forma óptima; la realidad con respecto a su búsqueda a través de expediciones científicas que tienen altos costos de ejecución; la prohibición total o autorización condicionada al respeto de los acuerdos éticos de la Asociación Internacional de Coleccionistas de Meteoritos para la venta de este tipo de rocas, entre otros”.

Uno de los primeros hechos concretos para legislar los bólidos nacionales fue una propuesta de ley presentada por el exsenador Alejandro Navarro (Independiente) en 2013. El proyecto buscaba modificar la Ley 17.288 con el objetivo de atribuir a las rocas alienígenas y cráteres “determinadas disposiciones referentes a los monumentos arqueológicos”¹⁰. De esta manera, el bosquejo incluía una cláusula única al respecto: “Los artículos 21, 22, 23 de este título serán aplicables también a los meteoritos y los impactos meteóricos, los cuales tampoco podrán ser intervenidos, alterados o manipulados bajo las mismas condiciones y sanciones que estas normas establecen”. Si bien era un comienzo en la materia, la iniciativa fue archivada el 22 de marzo de 2018 a solicitud de la Secretaría de la Comisión de Educación y Cultura del Senado.

La cara más visible en la discusión sobre protección de material galáctico chileno ha sido Millarca Valenzuela. “Por muchos años he actuado de consultora *ad honorem* en estos temas, en los diferentes intentos realizados desde nuestra inquietud por la pérdida de patrimonio al no estar protegidos”. Estar de este lado de la trinchera no es nada fácil.

¹⁰ Boletín N° 9.194-04.

Otro de los intentos fue entregado el 14 de junio de 2017 por el exsenador Guido Girardi (PPD), en ese entonces presidente de la Comisión de Desafíos del Futuro. El político anunció un proyecto legislativo que protegería el patrimonio geológico nacional, apuntando particularmente a los meteoritos y cráteres de impacto. Así, la propuesta se basó en la bandera de lucha de Valenzuela. “Fue el primer borrador de ley de protección solamente de bólidos”, precisó la científica durante una charla online de 2021. La iniciativa buscaba entregar la calidad de “patrimonio cultural y geológico” a estas rocas, es decir, que fueran protegidas de la misma manera que los bienes arqueológicos, paleontológicos e históricos. Se proponía al Sernageomin como la institución a cargo del resguardo del material, lo que hubiera obligado a cazameteoritos a pedir su autorización para realizar expediciones. Además, prohibía la presencia de vehículos o maquinaria pesada en áreas de dispersión. También establecía la posibilidad de extracción solo para uso científico, por lo que la comercialización sería ilegal. En esta línea, habría coleccionistas certificados (tanto extranjeros como nacionales) que deberían entregar el 20% de su hallazgo al Estado.

Sin lugar a duda, la propuesta generó diversas opiniones. Sobre todo, provenientes del lado de los cazadores de nuestro país. Hasta hoy, Jorge Monsalve considera que los meteoritos deben ser protegidos por el Gobierno y acercados a la ciudadanía. Explica que no quiere que las muestras sean usadas solamente con fines científicos, ya que quedarían guardadas para siempre.

Aunque la proposición implicó una difusión masiva en medios de comunicación escritos y televisivos no llegó a ningún puerto. Actualmente en Chile no existe una ley sobre patrimonio. Esto provoca que tanto los bienes materiales como inmateriales no posean una protección adecuada. Solo existe el compromiso con la “Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural” de la Unesco en 1972, ratificada y promulgada por el país en 1980. Pero la batalla aún no terminaba. El 17 de junio de 2019, durante el segundo mandato de Sebastián Piñera, se ingresó un proyecto que buscó establecer una nueva institucionalidad y perfeccionar los mecanismos de la Ley 17.288. Si bien resultó ser un periodo de largo aliento, en marzo de 2021 se presentó una indicación sustitutiva del Ejecutivo, una posibilidad para hacer cambios aprobada dos meses después en la Comisión de Cultura. Esto dio paso a obtener el respaldo de la Comisión de Hacienda un año más tarde. Millarca Valenzuela participó en la elaboración del borrador, en él se estipuló que “en atención a su importancia científica y/o educativa, se entenderán protegidos por

el solo ministerio de la ley los meteoritos que se encuentren y caigan en el territorio nacional”¹¹. Asimismo, el escrito incluye en la categoría de zonas patrimoniales a los cráteres.

A pesar del avance, no cualquier novedad es buena. La propuesta poseía múltiples carencias técnicas. Los mecanismos de protección patrimonial daban paso a sanciones muy discutibles. Esto motivó el rechazo de variados sectores. Finalmente, el 9 de marzo de 2022 el proyecto fue desestimado y quedó en espera de un segundo trámite. Valenzuela comenta: “Esperamos que el trabajo realizado se conserve en las nuevas versiones que surjan”.

¹¹ Boletín 12.712-24.

GUARDIANA DE METEORITOS

Millarca Valenzuela se presenta ante la audiencia virtual del Simposio Actualización de la Geología de Chile (SAGChi) en su versión 2021. Al igual que en oportunidades anteriores está convocada a exponer sobre meteoritos y ley de patrimonio. Desde el comienzo demuestra no solo su habilidad en la materia, también una pasión desbordante.

Edith Millarca Valenzuela Picón (45) nació en Antofagasta el 9 de enero de 1977. Es la hija mayor de Blanca Azucena Picón Cortés y Jorge Luis Valenzuela Thompson. Cursó educación básica y media en su ciudad natal. Desde joven presentó curiosidad por las ciencias. A sus 16 años ganó el primer lugar de un concurso internacional realizado por el Observatorio Europeo Austral (ESO) con el ensayo titulado “Cómo detectar la materia oscura”. Esta iniciativa se realizó para celebrar el primer espejo del Very Large Telescope Project ubicado en el cerro Paranal. El premio fue una visita a la central de la organización en Alemania.

En 1999, Valenzuela ingresó a estudiar Plan Común en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile (UCH). Después de aprobar su primer año se tomó un tiempo sabático e hizo trabajos voluntarios en diversos ámbitos científicos. De esta forma, llegó a participar como fotógrafa en la primera expedición de búsqueda de meteoritos organizada por el Instituto de Astronomía de la Universidad Católica del Norte (UCN). Este fue su primer acercamiento tangible con las rocas del espacio, un momento clave que la impulsó a especializarse en geología. Comenta que antes de los inicios de su carrera profesional desconocía que los bólidos eran estudiados por geólogos. Más bien pensaba que al tratarse de fragmentos ajenos a la Tierra, eran parte del campo de análisis de astrónomos. El 2002 obtuvo la Licenciatura en Ciencias mención Geología. Seguidamente, en 2003 su grado profesional con la memoria de título “Petrología y geoquímica del meteorito Paposó”. Su tesis fue guiada por los destacados docentes Diego Morata y Carlos Roeschamn. Rodrigo Martínez, el cazador más prestigioso del país, le facilitó las piezas para su investigación de grado. El fundador del Museo del Meteorito comenta: “La conocí porque se contactó conmigo para pedirme muestras para su trabajo. Le pasé varios cortes para que iniciara su análisis”.

Gabriel Pinto comenta que en el pregrado no hay mucho énfasis en el estudio de bólidos. En este sentido, Millarca Valenzuela expone que en ninguna escuela de geología se imparte un curso sobre meteoritos. “Se pasan como otro tipo de roca en el momento en que los estudiantes aprenden a reconocer diferentes muestras. Es una especialización”, destaca.

Valenzuela ha tenido conexión con el desierto desde su infancia. En una entrevista publicada en *La Tercera* el 22 de octubre de 2018, detalla que sus primeros recuerdos se remontan a cuando tenía ocho años y acompañaba a su padre por el Desierto de Atacama. Él salía en busca de amigos desaparecidos por la dictadura de Pinochet. Según la geóloga, en su niñez desconocía el verdadero motivo de estos viajes y pensaba que su papá recolectaba rocas que caían del cielo.

La importancia de la investigación de los bólidos radica en que han sido fundamentales para entender los procesos de formación planetaria. Dado que poseen compuestos químicos en sus estados más primitivos que ya no se encuentran en la Tierra y habrían participado en la explosión del Big Bang. Este hecho es el factor que gatilló el interés de Valenzuela por especializarse en la materia. La geóloga especialista Serena Álvarez detalla que “cada uno de los meteoritos encontrados funcionan como testigos. Por medio de distintos métodos de análisis, proporcionan información acerca de fenómenos ocurridos en el Sistema Solar hace diez mil millones de años”.

Una forma alternativa para acceder a este tipo de datos son las sondas espaciales, pero estas expediciones han sido escasas en la historia de la humanidad. Entonces, el estudio de los meteoritos es la vía más accesible a esta información tan lejana. “Gracias a ellos logramos tener un mapeo composicional de diversos lugares presentes en nuestra galaxia”, añade Álvarez.

Desde 2007 Valenzuela es parte de la Sociedad Meteorítica, una organización internacional dedicada a la promoción de la investigación y educación en ciencias planetarias, con énfasis en el estudio de meteoritos. Luego de su egreso de pregrado, la investigadora obtuvo becas de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt). Asimismo, en 2008 ganó el Premio Internacional L’Oréal-UNESCO “La mujer y la ciencia”. En 2011 recibió el grado de doctora en Ciencias con mención en Geología en la UCH. Su investigación se tituló “Procesos de meteorización en condritas ordinarias equilibradas del Desierto de Atacama, Chile”.

Hoy es la principal investigadora de meteoritos en Chile, experta en la clasificación y curación de estas piezas. También ha desempeñado un rol clave en ámbitos como el geopatrimonio y la geoconservación. “Ha sido un honor ser una de las primeras científicas en desempeñarse en la meteorítica a nivel nacional”, comenta. Es reconocida como la mejor. Cabe añadir que es la encargada del repositorio chileno de bólidos del Centro de Astroingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC). Es la guardiana de estas rocas valiosas y desconocidas por el común de las personas.

A la fecha Chile no cuenta con una legislación que resguarde a los meteoritos. Por esto, durante los últimos diez años Valenzuela ha trabajado como consultora en una serie de propuestas al respecto. El rol que ha desempeñado promoviendo una legislación en torno a estas rocas extraterrestres ha sido muy importante para la comunidad meteórica, tanto para científicos como cazadores. Según Rodrigo Martínez, una “labor titánica” que busca prevenir la extracción masiva del material fuera del país. En la misma línea, Gabriel Pinto expresa: “Millarca se ha enfocado en la protección de los bólidos para evitar su saqueo”. En tanto, Samanta Aravena enfatiza que hasta la fecha todo avance ha sido gracias a ella.

Pese a los esfuerzos de la especialista y la comunidad científica, en el escenario actual los bólidos no son reconocidos como patrimonio. Sin embargo, el trabajo de Valenzuela no se limita a su participación como consultora en proyectos de ley o análisis en laboratorio. Desde el 2005 la geóloga ha realizado constantes expediciones dentro del Desierto de Atacama en busca de nuevos hallazgos.

No solo se mueve entre cerros del desierto más árido del mundo. Durante el verano de 2009 participó en la primera expedición de recolección de meteoritos en la península antártica. Esta iniciativa fue parte del proyecto “Geologic connections between Occidental Antártica and Patagonia” de Teresa Torres, doctora de la UCH. Asimismo, en 2013 realizó trabajos de campo en el Glaciar Unión en la Antártica Continental, con el fin de determinar un lugar para un observatorio astronómico y definir potenciales zonas para futuras pesquisas.

En las expediciones a cargo de Valenzuela se hace uso de un sistema de recolección específico conocido como búsquedas sistemáticas. Sobre esto, Serena Álvarez detalla que “es

importante el número de personas que asista. Lo ideal es que sean más de quince o veinte. Con más ojos aumenta la probabilidad de encontrar algo”. El total de participantes es dividido equitativamente en cuadrillas y se determina una superficie de contraste como zona a escrutar. Al igual que en una partida de atletismo los individuos se posicionan en una hilera con una distancia de diez metros entre cada uno. En todo grupo debe haber un líder con conocimientos para monitorear, reconocer hallazgos y resolver dudas.

Para iniciar la travesía se define una dirección para cada equipo. Todos avanzan al mismo ritmo de forma ordenada. No es una competencia por quién encuentra más meteoritos, es un trabajo metódico en donde mientras se camina se realiza un paneo visual por toda la superficie. En caso de encontrar *algo*, la cuadrilla se detiene y se muestra la pieza al cabecilla. Este realiza una examinación macroscópica, es decir, discrimina por color, textura y peso. Si la roca no cumple con los criterios pasa a descarte. Pero de lo contrario, se realiza una medición de susceptibilidad magnética con un instrumento llamado SM30 para verificar el potencial hallazgo. Si se confirma se registran sus coordenadas GPS y el nombre de la persona que lo encontró. La muestra se rescata del lugar para su posterior análisis en laboratorio. “Allí la primera fase de clasificación se realiza con microscopía óptica tradicional y electrónica”, explica Valenzuela. No obstante, menciona que son múltiples los tipos de estudio que se pueden realizar para obtener composiciones químicas y mineralógicas.

Es importante precisar que el sistema de búsqueda de la geóloga difiere del método de operación de los cazameteoritos. En primer lugar, por la cantidad de personas involucradas por expedición; luego, por las herramientas y modos de desplazamiento empleados. Pese a esto, Valenzuela cuenta con un nexo importante con gran parte de la comunidad de recolectores y coleccionistas de Chile. Es así como ha recibido donaciones de fragmentos estelares de parte de este sector. La definen de forma unánime como la figura más notable de la meteorítica nacional. “Es la mayor referente que tenemos. La admiro porque ha hecho un trabajo tremendo”, enfatiza Jorge Monsalve. Por otra parte, Gabriel Pinto dice que “no solo se ha dedicado al estudio de los meteoritos, también a motivar a investigadores a colaborar con ella”.

A lo largo de su carrera Valenzuela ha publicado más de diez artículos. En la misma línea, realizó investigaciones con figuras internacionales como Jerome Gattacceca y Aurore Hutzler del

Cerege. “En el último tiempo gracias a los trabajos con colaboradores extranjeros sabemos que el Desierto de Atacama tiene condiciones únicas para la preservación del material meteorítico por largos periodos de tiempo”, precisa la geóloga.

Un hito en su trayecto profesional es la publicación de “Descripción de un área de recolección de meteoritos al oeste de Atacama: información sobre la composición a lo largo del flujo de meteoritos hacia la Tierra” en el volumen 51 de la revista *Meteoritics & Planetary Science* de 2016. Este escrito, del cual es coautora, hoy es uno de los más populares dentro de la comunidad meteórica mundial. En este se evidencia la alta acumulación de material en las zonas El Médano y Caleta El Cobre dentro del Desierto de Atacama. Al respecto, Valenzuela declara: “Es mi mejor hallazgo. El promedio mundial es de menos de un bólido por kilómetro cuadrado y nosotros descubrimos áreas con densidades de hasta 150 por kilómetro cuadrado”.

Otro gran acontecimiento en su carrera fue liderar la elaboración del Proyecto Chacana (Chilean All Sky Camera Network for Astro geosciences) en 2017. Una red de cámaras dedicadas a detectar el ingreso de meteoros a la Tierra, para calcular el lugar de su caída y ejecutar una pronta recopilación de sus fragmentos. La iniciativa se encuentra en desarrollo y desde el 2020 cuenta con la instalación de su primer prototipo.

La publicación de “Meteoritos y cráteres encontrados en Chile: Un puente para introducir el primer intento de protección legal del geopatrimonio en el país” dentro del libro *Geoethics in Latin America* también es un episodio importante. En este se realiza el primer acercamiento a la incorporación de conceptos patrimoniales en la potencial regulación del escenario meteorítico chileno. El capítulo fue publicado mientras Valenzuela se desempeñaba como jefa de la Unidad de Geopatrimonio del Sernageomin.

Pero las ciencias no son solo para los entendidos de la academia y la geóloga nortina es fiel a este principio. Su divulgación científica busca democratizar la información. Al respecto, la doctora ha participado en diversas instancias multimediales. Por ejemplo, fue parte del proyecto visual *Igualmente Sabias* durante el 2021. Asimismo, realizó una aparición en un capítulo sobre meteoritos del documental *Tráfico Ilícito* de Glacier Films. Entre otras actividades, como festivales y congresos.

Uno de los acercamientos favoritos de la científica son las actividades por el Día Internacional del Asteroide, fijado para el 30 de junio de cada año. En esta data se conmemora el evento Tunguska, cuando en 1908 un bólido ingresó a la Tierra y explotó sobre un bosque boreal en Rusia. Por muchos años, ha celebrado esta fecha junto a la comunidad de Peine cercana al cráter de Monturaqui. En 2016, mismo año en que falleció su padre, logró gestionar una visita con los habitantes del pueblo al lugar del impacto, en donde se llevó a cabo una ceremonia de agradecimiento.

El protagonismo de Valenzuela en la Sociedad Geológica de Chile (SGCH), de la cual es miembro activo desde el 2000, demuestra sus aptitudes de motivación y liderazgo. En el 2010 fue nombrada secretaria, en 2015 vicepresidenta y fundó el Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias. Cuatro años después creó una sección enfocada en la geoética. El 2021 fue electa presidenta, cargo que desempeña hasta la fecha. “Ha formado una comunidad abierta e inclusiva en la que se puede aportar desde distintos puntos de vista”, reconoce Serena Álvarez.

El escenario de las ciencias meteóricas presenta un déficit en el número de profesionales dedicados a esta materia. En esta línea, Millarca Valenzuela enfatiza: “En Chile hay pocas personas que desarrollan estudios sobre meteoritos porque el país cuenta con escasos investigadores en general”.

No cualquier científico puede decir que un asteroide lleva su nombre y es que esta es solo una de las múltiples distinciones que ha recibido Valenzuela durante su carrera. Su labor ha sido galardonada desde sus inicios. Cuenta con numerosos reconocimientos entre los que destacan el nombramiento al asteroide 11819 como Millarca por la Unión Astronómica Internacional en 2017; el premio “Mujeres que dejan huella” entregado por la Comunidad Mujer de Cencosud en 2018; y haber sido nombrada como una de las líderes del norte por *El Mercurio de Antofagasta* en 2021.

El estudio de los meteoritos no es el único tópico que la doctora busca exponer. También trabaja por el fomento de la igualdad de género, especialmente por niñas y jóvenes en las ciencias. Participa en la organización Comunidad Mujer y en la fundación Hay Mujeres desde 2016, visibilizando el rol de la población femenina en la sociedad. “En Chile todavía hay una brecha muy grande entre científicos y científicas. Desde corta edad, niños y niñas son sometidos a estereotipos que crean una realidad mutilada sobre sus cualidades, habilidades y dones. Por eso es importante

derribar esos mitos de género y dejar a las infancias en libertad de desarrollar sus talentos, que aporten desde lo que los hace vibrar más bonito”, comenta Millarca Valenzuela.

Acorde a la segunda Radiografía de Género realizada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación solo un 7% de mujeres son tituladas de STEM¹². Asimismo, del total de investigadores a nivel país contamos con un 35% de representación femenina. Una brecha que según el Global Gender Gap Report 2022 tardará 132 años en cerrarse. La especialista opina que “se hace mejor ciencia en equipos donde hay equilibrio, incluido el de género”.

Si existe algo que indudablemente caracteriza a Millarca Valenzuela es su vocación por compartir conocimientos. Educar para impulsar el avance. Es cosa de recorrer los años, iniciando por el 2001 mientras aún era estudiante de pregrado y a la vez asistente en distintas cátedras en la UCN. En 2009, dio su primera clase como docente a cargo de un curso de geología general en la Universidad San Sebastián en Santiago. Luego, en años siguientes realizó seminarios para la PUC y la UCH. La lista se queda corta.

Desde julio de 2018 se desempeña como investigadora adjunta del Instituto Milenio de Astrofísica MAS, una institución que se dedica a preparar a las futuras generaciones de científicos para hacer frente a la masividad de datos. Al año siguiente, fue contratada como jefa de carrera y profesora de Geología en la UCN, donde imparte cursos sobre geoquímica mientras supervisa tesis profesionales y doctorales.

Hoy, gracias a Millarca Valenzuela existen más profesionales en el ámbito de la meteorítica en Chile. Ha incentivado a más de quince estudiantes a realizar tesis en la materia. Dice estar “contenta de poder motivar a las nuevas generaciones a interesarse en estas rocas del espacio”.

Según Samanta Aravena, el hecho de que la docente sea mujer y una figura importante para la ciencia deja una marca especial en sus alumnas. Es un referente, un modelo a seguir. En adición, Camila Caviedes comenta que Valenzuela cumple un rol más allá de enseñar, también inspira y potencia. “Más que una profesora, es mentora. Yo le digo que es mi mami de las ciencias, porque si ella no existiera yo no sería científica”, expone. Cabe destacar que gran parte de sus estudiantes

¹² Acrónimo de los términos en inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics. Agrupa los cuatro grandes áreas de conocimiento en las que trabajan científicos e ingenieros.

que se perfeccionaron en el estudio de meteoritos son mujeres. De un total de dieciséis tesis, diez lo son.

En los últimos años, el escenario de las ciencias de los meteoritos se ha visto marcado por la presencia femenina. Sobre esto, Álvarez comenta que “la mayoría de especialistas que ha conocido son mujeres, tanto en Chile como a nivel latinoamericano”.

Otro factor importante en el desarrollo de las ciencias de bólidos fue el inicio y avance de la crisis sanitaria por SARS-CoV-2 a nivel mundial. La pandemia provocó un estancamiento para la investigación en general. Según Valenzuela retrasó el estudio de meteoritos al imposibilitar expediciones, preparaciones de muestras y el funcionamiento de los laboratorios.

Luego de ser nombrada presidenta de la SGCH, Millarca Valenzuela entregó la administración y el desarrollo de labores del Grupo Meteoritos y Ciencias Planetarias a un conjunto de jóvenes geólogos expertos en la materia, entre los que se encuentran sus exalumnos Kevin Soto, Samanta Aravena y Camila Caviedes junto a Gabriel Pinto, a quienes nombra la futura generación de investigadores de meteoritos en Chile.

CAZAMETEORITOS POR UN DÍA

Sábado 30 de junio de 2022. El teléfono se alumbra y aparecen cuatro números blancos, son las 14.45 horas. Vamos en una camioneta azul y suena a todo volumen Ojitos Lindos de Bad Bunny. En algunos tramos perdemos señal y las canciones se escuchan cortadas. Viajamos desde Antofagasta a Mejillones. Pasamos por un peaje y cuando el conductor paga 1.300 pesos, desde la ventana trasera emerge el perro que nos acompaña y asusta a la persona en la gaveta. Todos reímos. Desde este punto nos demoramos cerca de veinte minutos en llegar a la Copec del centro de la ciudad. Lugar en el que nos reunimos con los geólogos Serena Álvarez y Fernando Contreras.

El encuentro fue ameno. Bajamos a comprar algunas cosas en el pequeño almacén del servicentro y emprendimos marcha hacía la zona donde buscaremos meteoritos. Ahora la camioneta sigue a una Ford Bronco por la carretera hacía la salida sur de Mejillones. En la mitad del camino nos desviamos hacia la derecha por una vía de tierra. Los vehículos brincan y levantan una estela de polvo.

En el auto delantero los especialistas siguen las coordenadas de un GPS. Nosotros chequeamos la zona con un mapa. Pasamos un cartel con la inscripción “Estación Los Vientos” cubierta de tierra. En este punto las condiciones de la vía son deplorables. El vehículo vibra y se sacude. Luego de unos minutos el automóvil guía se detiene y nos estacionamos en la mitad del páramo pegados a un montículo que en su cima tiene rieles de tren.

Estamos cerca de la zona de búsqueda, un punto específico de hallazgo inscrito en la Meteoritical Bulletin. Tenemos la esperanza intacta de encontrar meteoritos. Bajamos de los autos y nos cubrimos de bloqueador. Tomamos algo de ropa de abrigo y caminamos hacia el suroeste. Andamos a campo traviesa por el desierto unos veinte minutos sin detenernos hasta que Serena dice que ya estamos en terreno con buenas condiciones para indagar.

Nos formamos uno al lado del otro, separados por cinco metros calculados al ojo y comenzamos la travesía lenta y recta por la pampa. El paisaje es cautivador. La superficie

amarilla contrasta con el cielo celeste intenso, donde solo se posan un par de nubes que cubren el sol con sutileza dejando que algunos rayos atraviesen y mantengan la atmósfera agradable.

Al observar el suelo en busca de meteoritos perdemos la noción del espacio y tiempo. De un momento a otro pasa más de una hora y estamos tan lejos de los vehículos que ya no se ven. Pero motivados por potenciales hallazgos continuamos adentrándonos en dirección a la posición exacta de la caída registrada.

Cerca de las seis de la tarde el clima varía. La temperatura desciende abruptamente, el cielo se llena de nubes grises y el viento ya no es una brisa agradable. Queda poco tramo para llegar a nuestro objetivo, así que agilizamos el paso. Una vez en el lugar, encontramos vestigios de una fogata y un par de piezas interesantes que resultaron no ser nada en particular.

Regresamos a los vehículos exhaustos con las manos frías y los bolsillos llenos de rocas. Ahí los geólogos hacen una revisión de nuestro material. Ninguno cumplía con las características de los meteoritos. Aun así, Serena tuvo más suerte y encontró una muestra con más potencial. Increíblemente nos la da.

Aunque no tenemos certeza de que es una roca cósmica, para nosotros es un tesoro único. La materialización de horas de estudio. Como si hubiéramos decretado el hallazgo por tanto leer y escuchar sobre bólidos, aunque ni siquiera fuera de nuestra autoría.

La roca es envuelta en un pañuelo para prevenir que le pase algo malo y la llevo en mis manos para asegurarme de que no se pierda en la camioneta. Hasta hoy, está posada en el velador. Cada vez que la veo recuerdo el día que fue hallada y el motivo que impulsó su rastreo: una investigación universitaria sobre meteoritos en el Desierto de Atacama que nos hizo atravesar el país para vivir la experiencia de la búsqueda sistemática. Aún no tenemos certeza sobre su procedencia, pero hemos decidido que es mejor que sea así. La incógnita la hace aún más valiosa.

LA NUEVA GENERACIÓN

Los estudiantes de geología poseen conocimientos para explorar y detectar recursos minerales, hídricos y energéticos. También están capacitados para dar soluciones a sismos o erupciones volcánicas, además de otros riesgos ambientales y de obras civiles. Ante esto, la carrera le da prioridad al estudio de rocas terrestres, dejando a un lado a los fragmentos pétreos que caen desde el espacio.

Samanta Aravena (31), geóloga planetaria de la Universidad de Chile (UCH), reconoce que su inclinación por la filosofía fue la característica que guio su interés por los meteoritos. Ingresó al Plan Común de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) con la idea de estudiar astronomía, sin embargo, su rumbo universitario cambió. “Tomé un ramo de geología y me encantó. Fue muy inspirador, ya que empiezas a entender el lenguaje detrás de los paisajes. Me gustó tanto ese mundo que mi corazón se dividió”, relata. Antes de elegir una especialidad, trabajaba en investigación con el científico y docente del Departamento de Astronomía de la FCFM, Patricio Rojo. Debido a su orientación académica, la antigua alumna de pregrado conoció la astrogeología, una rama interdisciplinaria que estudia los cuerpos celestes con una visión geológica. Agrega: “Rojo me dijo que conocía a una investigadora que realizaba su doctorado en la materia. Me puso en contacto con Millarca Valenzuela”.

El acercamiento dio frutos y Aravena realizó la primera memoria de pregrado sobre meteoritos carbonáceos, siendo Valenzuela su profesora de tesis. Pero esta aproximación comenzó antes de que obtuviera su título de geóloga. Al respecto, expone que “cuando Millarca residía en Santiago, nuestra comunicación era mucho más continua. Cada vez que había un evento o exhibición de meteorítica ella contaba conmigo. Era un trabajo a la par, pero siempre fue mi mentora. También realizamos expediciones juntas en el Desierto de Atacama, donde aprendí a reconocer muestras *in situ*”. Trabajó codo a codo con la reconocida científica en la búsqueda de estudiantes interesados en la investigación de rocas siderales. “Estuve con ella en el momento en que fundó el Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias en el 2016”, expresa. Sin embargo, en el momento en que Valenzuela comenzó a adquirir más obligaciones en la Sociedad Geológica de

Chile (SGCH), la necesidad de nuevos integrantes en la agrupación fue evidente. “Me pidió que asumiera la responsabilidad. No me gusta mucho la jerarquía, por lo que propuse una mesa directiva. Me hizo más sentido para el propósito del grupo y en la actualidad me desempeño como coordinadora general”. En este momento es tesista del magíster en Ciencias mención Geología de la FCFM. Estudia los volátiles y nuevos minerales detectados en condritas del Desierto de Atacama.

En el 2021, durante pleno apogeo de la pandemia por Covid-19, el Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias de la SGCH conformó un nuevo consejo directivo mediante una reunión de Zoom. Además de Samanta Aravena, también se unieron Gabriel Pinto, Camila Caviedes y Kevin Soto por medio de una votación a mano alzada.

Una carrera profesional en ciencias meteoríticas requiere de estudios de postgrado. Luego de recibir una formación sólida durante la licenciatura se prosigue con una maestría. Después, con un doctorado que dura entre cuatro y cinco años. “La motivación para seguir más allá de una tesis de pregrado es baja. Son pocos los que continúan, porque saben que el campo laboral es difícil”, expresa Gabriel Pinto. “Si vemos otras especialidades, como la vulcanología, el alcance es increíble”.

Pinto (30) estudió geología en la Universidad Católica del Norte (UCN). Es tesista del doctorado en Astronomía y Ciencias Planetarias de la Universidad de Atacama (UDA) en colaboración con la Universidad de Lorraine, Francia. Sin embargo, su acercamiento a esta disciplina fue por pura casualidad. Durante su último año de carrera viajó a San Pedro de Atacama y visitó el Museo del Meteorito. Rodrigo Martínez, le ofreció trabajar como guía de la exhibición. Además, lo motivó a realizar su tesis sobre bólidos. “Se convirtió en mi primer maestro. Me enseñó lo básico sobre el estudio de rocas siderales. Hasta hoy estamos en contacto y me facilita muestras. Somos muy amigos”, comenta. Ejerce como coordinador de formación del Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias de la SGCH. Por otro lado, añade que conoció a Millarca Valenzuela después de su titulación y su relación no es cercana.

El geólogo expone: “La meteorítica en Chile tiene una carencia de instrumental asociado al análisis de muestras. Asimismo, una falta de técnicos. Se puede invertir mucho dinero en un

microscopio, pero si falla se debe llamar a expertos de Europa o Estados Unidos para repararlo”. En la nación no se cuenta con los recursos necesarios para crear un laboratorio de primer nivel. Por ejemplo, saber el momento en que nació un meteorito solo puede hacerse fuera del país. Esto conlleva a que algunas piezas no sean reconocidas por la Sociedad Meteorítica.

En la década de los dos mil la investigación de meteoritos era un campo inexplorado. Hace casi veinte años, esta realidad comenzó a cambiar por los aportes de Millarca Valenzuela. Era considerada la única científica del país en esta área. Pinto opina que “tener una sola profesional en la materia era un sesgo”. No obstante, el avance en el estudio permitió que científicos y científicas realicen importantes aportes a la ciencia mundial.

Camila Caviedes (31) también es geóloga de la UCN. Su primera aproximación a las rocas siderales ocurrió en enero de 2015, cuando Martínez le propuso ser expositora durante la temporada de verano. Su nexa con Valenzuela se concretó unos meses después. Aunque el propietario del Museo del Meteorito le comentó sobre el rol de la científica, no la conoció hasta que un académico de su facultad la comunicó con ella. Sobre esta serie de eventos inesperados, menciona que el universo “la arrastró hacia Millarca y los meteoritos”. Actualmente, cursa un postgrado en el Instituto de Investigación en Astronomía y Ciencias Planetarias de la UDA. Sobre su tesis doctoral, dice: “Pretendo cuantificar el material meteorítico existente en la zona sur del desierto, además de conocer las composiciones químicas de los cuerpos celestes cercanos. De esta forma, saber en qué asteroides es factible extraer elementos de interés económico”. La minería espacial es un campo prometedor para los próximos años. Cabe destacar que era compañera de pregrado con Pinto y conoció a Aravena durante una de sus prácticas profesionales, mientras trabajaron simultáneamente con Valenzuela. Hoy, es coordinadora de financiamiento de la agrupación de la SGCH. “Estoy a cargo de buscar fondos. Realicé un curso de redes sociales para generar mayor impacto y una buena recepción de las personas interesadas en la meteorítica”.

Kevin Soto (26) se formó como geólogo en la Universidad Austral de Chile. Entró a la carrera con la intención de dedicarse al estudio de terremotos, pero terminó investigando rocas extraterrestres. Reflexiona: “Mi sentimiento por los meteoritos nació con mi proyecto de memoria de pregrado. Comencé a estudiar el tema y cómo estos pueden ser un gran potencial de investigación en el país. Es prácticamente un nicho, por lo que llamó mi atención ser parte de un grupo selecto que los analiza de forma especializada”. Indudablemente se trató de un reto. La malla

curricular de la carrera solo le brindó una introducción a las rocas estelares y requirió de mucho trabajo autónomo. Soto comenta que recibió apoyo de Alexandre Corgne, su profesor de tesis. Al respecto, comenta que “no es especialista en la materia, pero los dos aprendimos sobre la marcha”. De igual modo, contó con el soporte de Millarca Valenzuela y Gabriel Pinto, quien se desempeñó como su informante. “Ellos me asistieron sobre meteorítica y ciencias planetarias. Me involucré sin saber si me gustaría, pero durante el proceso me cautivó”. Obtuvo una beca estatal para ser alumno del doctorado en Ciencias mención Geología de la UCN. Sobre los requisitos de postulación, cuenta: “Cuando volvió la normalidad después de la crisis sanitaria, tuve que robustecer mi currículum científico. Participé en artículos y terrenos, además de ser ayudante universitario. También, impartí un taller sobre bólidos para la comunidad estudiantil”. Comenzó el programa en marzo y su tutora es Valenzuela. De momento, es el coordinador de redes sociales de la institución. “En mi primera interacción con el Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias me ofrecí para ser parte del directorio. Veía la falta de divulgación en sus plataformas, ya que no se actualizaban desde el 2019. Siempre han existido páginas de astronomía o volcanes, pero no de meteoritos. Sentía que era una deuda tanto con la comunidad científica como con la ciudadanía”.

La Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) es una de las principales instituciones en financiar proyectos científicos de postgrado en suelo nacional o extranjero. La ayuda consiste en el pago total o parcial del arancel, y puede incluir un aporte de manutención. Soto afirma: “Considero que es muy difícil hacer investigación en Chile. No solo entras a competir con otras ramas de tu carrera, sino que también con otros campos de estudio. El presupuesto destinado es bajo”. La creencia de que la actividad científica no produce algo rentable es una idea que se repite en el país. Según la Encuesta sobre gasto y personal en Investigación y Desarrollo de 2022, el Estado invierte únicamente el 0,34% del PIB en el área, cifra que se ha mantenido por una década. Por su parte, Pinto expresa que “se esperaban más aportes con la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación el 2018”.

Un intenso destello de luz que se desintegró en el cielo nocturno y despejado de la madrugada del jueves 7 de julio de 2022 sorprendió a parte de los chilenos. Videos desde diferentes ángulos comenzaron a ser rápidamente difundidos por plataformas sociales. La explicación de un posible meteorito era la que tenía más fuerza, sin embargo, se trataba de un fenómeno similar. “El

evento que ocurrió a las 5.43 horas, registrado por diferentes cámaras desde la región Metropolitana hasta la región del Biobío, correspondió a la entrada de un meteoróide de un tamaño mayor a diez centímetros”, explicó Millarca Valenzuela en un video compartido por los canales oficiales del Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias. Asimismo, no descartó que el objeto haya alcanzado la superficie terrestre. La agrupación debía realizar una triangulación para confirmar la existencia de rocas meteoríticas, por lo que solicitó los registros y coordenadas de las diversas capturas por medio de una publicación. Con esto podrían calcular la dirección de caída y recuperar posibles fragmentos de material extraterrestre.

El Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias de la SGCH tiene como objetivo seguir con la cruzada por resguardar el patrimonio espacial. Sobre la preservación de este material, Samanta Aravena dice: “Millarca nos transmitió su legado. Su lucha principal sigue siendo la protección de los meteoritos y cráteres de impacto, lo cual da paso a muchas otras cosas”. Hoy en día, Valenzuela es parte de la comisión patrimonial presidida por su exesista. “La integra desde otro rol”, aclara la coordinadora general. Al respecto, Pinto añade que “hay hartito en qué trabajar. Podemos tomar lo avanzado en el tema y expandirlo con nuevas ideas”. De esta manera, una de las principales motivaciones de la organización es que la población les otorgue un valor científico a los bólidos. “Para todos significa algo. Tanto para el comerciante que lo transforma en joyería, como para un grupo de personas que lo percibe dentro de su historia. Nosotros atribuimos desde la vereda de la investigación”, expresa Aravena.

Consolidar una nueva área científica en el país no es una tarea fácil. Tampoco lo fue para Millarca Valenzuela, quien aumentó en gran medida el número de especialistas de meteoritos en el país. Sobre esto, Kevin Soto opina: “Sería óptimo tener conocimientos de meteorítica desde los primeros años de la carrera. Es un área que puede aportar mucho a nivel nacional”. Por su parte, Gabriel Pinto plantea que “los científicos *seniors* deben apoyar las investigaciones de estudiantes, ya que se necesita de cierta experiencia para reconocer hallazgos interesantes”.

Fortalecer la relación con cazadores y coleccionistas privados es un pendiente del Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias. “Queremos convocar a más integrantes. Estoy un poco sesgado por mi experiencia, ya que la persona que más me ayudó fue Rodrigo Martínez. El día de mañana van a cumplir un rol importante en el desarrollo de la meteorítica en Chile”, confiesa Pinto. Por su parte, Soto reflexiona: “Cada vez uno valora más el trabajo que hacen. Son los más experimentados

en la búsqueda de bólidos, además de la profesora Millarca. Nosotros aportamos desde el lado metodológico para clasificar muestras”. De este modo, como organización han generado encuentros online para intercambiar experiencias e ideas. No obstante, el equipo de geólogos no se ha salvado de controversias. “Ellos creen que no los tomamos en cuenta cuando nos envían material. Nos toma al menos un año clasificarlo. Seleccionar la muestra, hacer el análisis, escribir un artículo científico, esperar su revisión para la publicación, entre otras cosas. Uno también está con otros pendientes”, declara Pinto.

Por otro lado, la agrupación ha puesto en el centro de su quehacer la generación de espacios para el intercambio de saberes y la motivación de las personas a involucrarse en esta ciencia. Aravena afirma: “Queremos acercar los meteoritos a la sociedad. Que no quede entre nosotros lo que hacemos”. Desde hace un tiempo realizan charlas abiertas al público por medio de sus redes sociales. “Tenemos conversaciones con diferentes especialistas del área, quienes nos muestran sus investigaciones. Asimismo, implementamos espacios de discusión con un lenguaje más claro”, explica Camila Caviedes. “Trabajamos y articulamos acciones para lograr nuestro objetivo: visibilizar a nivel nacional lo geniales que son las rocas estelares”.

HISTORIAS DE CACERÍA

ALFONSO VIERA: En una oportunidad, cuando comencé a buscar bólidos, salí camino a Chiu Chiu. Me metí a pie por el desierto. De repente apareció una camioneta RAM gigantesca y me empezó a seguir. Me dio susto y pensé: “No regreso a casa o me roban el auto”. Era la Policía de Investigaciones de Chile (PDI) y me preguntaron qué hacía ahí. Es que claro, en el norte hay mucho *coyote* que trae droga desde Bolivia, entonces creyeron que yo andaba en busca de algún escondite de sustancias ilícitas. Me pescaron y preguntaron un montón de cosas. Les conté que andaba cazando meteoritos y se rieron. Al final fue una conversación sobre algo de lo que no tenían idea.

MILLARCA VALENZUELA: En mi primera expedición con colegas franceses del Cerege, en el tiempo en que era estudiante de doctorado, encontramos tres meteoritos y me los quedé para analizarlos. Pero yendo al aeropuerto de Antofagasta rumbo a tomar el avión de regreso a Santiago paré a comprar en un almacén junto a mi papá, nos abrieron la camioneta y se llevaron mi mochila. Fue la experiencia más terrible que me tocó vivir. Debí suspender el viaje; ir a Carabineros y a la PDI; y poner un anuncio en la radio para ofrecer una recompensa. Al paso de los días un hombre me llamó y comentó que había visto a alguien subir a una micro con mi mochila y sacar todo su contenido. Me entregó un montón de papeles de mis libretas destruidas, junto con los mapas de la expedición. Llorando le expuse que me iban a despedir del trabajo, que esa maldad no haría rico a nadie. Jamás mencioné que las rocas eran extraterrestres. El hombre conmovido me dijo que trataría de recuperarlas para que no me echaran. Lo llamé decenas de veces desde Santiago con la esperanza de que me diera buenas noticias. Pasaron dos meses y nunca me contestó. Afligida, angustiada y avergonzada porque toda la primera expedición haya quedado en nada, mis colegas me animaron a continuar, olvidar el incidente y no seguir con la ansiedad de poder recuperarlas. Finalmente decidí borrar el teléfono del hombre de Antofagasta, pero un ínfimo anhelo me animó a contactarlo por última vez. Alguien contestó. Nerviosa le recordé quien era y si había dado con mis muestras, y me dice: “Claro mi reina, estaba que botaba a la basura estas rocas feas que tengo”. No creyéndolo le pedí que me leyera las etiquetas con los nombres que les había puesto ¡Sí

correspondían a mis muestras! Fue una sensación increíble saberlo. Mi hermano Fernando las recuperó en Antofagasta, llevó la recompensa y después de algunas semanas me las hizo llegar a Santiago. Fue una historia que muchos colegas de todo el mundo conocieron en su tiempo.

RODRIGO MARTÍNEZ: En los inicios con Edmundo en el año 83 teníamos un jeep Willys del 65. Era súper viejo, pero tenía la cualidad de ser fácil de reparar. Si te *piteabas* el motor no era tan complicado arreglarlo. Con ese auto partimos guiándonos con un libro de Philippi desde la Aguada hasta la zona del cráter de Imilac. No tuvimos el atrevimiento de hacer la ruta en el vehículo. Prácticamente no había caminos en esa época, entonces lo subimos a un tren que va de Antofagasta a Salta y pasa por el Portezuelo de Socompa. Cargamos el auto, pedimos los permisos necesarios en el Ferrocarril de Antofagasta a Bolivia (FCAB) y así llegamos. En la ciudad había buena infraestructura para subirlo, pero después en Imilac solo éramos nosotros junto a dos viejitos, que eran como los guardianes de la estación, juntando palos para poder bajarlo. Ellos bien comprometidos y buena onda nos ayudaron a descender el auto de casi una tonelada por una rampa artesanal y después cargarlo con los equipos para partir en busca del impacto. Nos demoramos como un día, de las siete de la mañana a las seis de la tarde. Acampamos y seguimos las instrucciones del libro. Gran parte del trayecto lo hicimos a pie, el jeep no lo podíamos meter al terreno por ser una zona llena de salares en donde te hundes y no hay quien te saque. Al día siguiente encontramos el geosítio. Desenterramos una historia de 130 años perdida desde que pasó Philippi en 1854, por suerte él era un naturalista científico y dejó todo muy bien detallado.

ALEJANDRO IZQUIERDO: Rodrigo es el *crack* recolectado meteoritos, tiene una gran cantidad de anécdotas que no dejan de ser impresionantes. Participó en caravanas que se hicieron hace más de treinta años en Chile cruzando la frontera. Ha sido invitado a muchos lugares del mundo para clasificar piezas. Por ejemplo, hace algunos años hubo una caída en Cuba y él viajó para hacer una observación en el sitio. Yo conozco sus historias *grosso modo*, pero recuerdo que una vez contó que viajó montado en una mula por el sur de Bolivia.

RODRIGO MARTÍNEZ: Eran burros jajajá... Fui a Bolivia a buscar meteoritos con Edmundo cerca de Mecoya o Mecoyita, una buena aventura. Tuvimos que dejar el jeep cerca de unos sesenta kilómetros de la zona, nos unimos a una caravana y llegamos a un lugar donde pudimos descansar un poco. Ahí arrendamos unos asnos para que llevaran el equipo. Llegamos al pueblo y la gente fue muy amable, nos prestaron una choza para acampar y al otro día caballos.

Fuimos con un guía al cerro Asperal, subimos por senderos hasta llegar a la cima. Le pedimos al hombre que nos fuera a buscar en una semana más y le dije: “Tráigase unos diez burros por sí encontramos mucho material”. Fue muy puntual, regresó a los siete días con el número exacto de animales, pero no habíamos hallado nada. Al final fue una linda aventura con muy buenas fotografías.

DARÍO RUÍZ: En el 2017 cayó un meteorito en Aiquile, al sur de Cochabamba, Bolivia. Un pueblito de aldeas donde la comunidad es aimara. El hecho sucedió un domingo soleado. Los lugareños me contaron que ese día estaba precioso, sintieron una especie de silbido, vieron una cosa negra que venía del cielo muy rápido y empezaron a caer rocas. La gente estaba asustada y comenzó a correr. La misma jornada supieron del suceso unos cazadores de Brasil. Ellos llegaron la mañana siguiente a la zona y empezaron a decirles a los pobladores que el gramo costaba entre diez y quince dólares, una barbaridad. Entonces los campesinos escondieron todos los pedazos y por eso se produjo un altercado entre ellos, la policía y el municipio. Yo, que llegué muy rápido a la zona, hablé con el alcalde. Le comenté: “Mira, se va a llenar de personas en busca de fragmentos, porque son un tipo muy caro”. En esos días logré recuperar algo y hoy tengo esas muestras en mi colección. Una experiencia muy interesante porque fue la primera vez que cacé bólidos frescos, recién caídos. Además, para llegar a la zona hice dedo y me llevó un abuelo junto con su nieto en una camioneta blanca pequeña, el típico modelo chino. Me subieron al *pick up* y advirtieron que tuviera cuidado porque también llevaban un toro atado. Me fui a los saltos con el fin de esquivar al animal, terminé con mi pierna toda raspada, pero llegué al lugar de los hechos.

JORGE MONSALVE: Un día salí a cazar con la idea de llegar a un cerro en específico, pero hallé piezas en el trayecto. Encontré alrededor de 105 fragmentos. Eran las once de la mañana y hacía mucho calor, andaba con una chaqueta de lana y la llevaba colgando mientras llenaba sus bolsillos con las rocas que encontraba. En un rato me detengo a mirar la camioneta y a mi amigo Darío Ruiz que estaba esperándome en ella. Estaban muy lejos, parecían un puntito, así que empecé a regresar. Al caminar de vuelta tuve una sensación extraña, sentí frío y percibí que alguien me miraba. Me empezó a dar un poco de miedo, empecé a *apurar el tranco*. En un hombro llevaba mi chaqueta con tres kilos de meteoritos y en el otro un combo de minería que me había encontrado. En ese momento algo tiró de la chaqueta y morí de terror. Era absurdo porque miraba para todos lados y no había nadie, incluso empecé a hablar solo, a preguntar quién estaba ahí y cosas así.

Finalmente dije: “Me tengo que ir, pero te prometo que voy a regresar, vendré con flores y velas”. Entonces seguí hacia el vehículo, pero vi una cosa que brillaba y me acerqué a ella. Con el mismo combo escarbé y encontré una espuela gallo de plata, la agarré y corrí donde mi compadre. Llegué con una cara de infarto, me preguntó cómo me fue y le respondí que bien, que encontré muchas piezas, entonces me abraza y me dice: “Buena cabro, pero ¿por qué no estás contento?”. Le cuento todo lo que pasó y me contesta: “Qué raro”. De ahí nos demoramos una eternidad en volver a la ciudad. Se trabó el volante, la batería hizo corte, nos quedamos sin fusibles, entre otras cosas. Tardamos como tres horas en poder echar a andar la camioneta. Fue una experiencia aterradora.

DARÍO RUÍZ: Cada vez que salgo a terreno llevo en mi camioneta un equipo de herramientas. Jorge en esa oportunidad no tenía ni una sola y se le trabó la llave de contacto. No había manera de destrabar el manubrio, aun así, logramos salir con suerte. Fue bastante tenso y él se notaba asustado.

ALFONSO VIERA: Una vez en la zona de Yalquincha me metí por unas quebradas. Había algunas piedras interesantes, pero me encontré con un auto que se notaba que estaba en proceso de desarme. Entonces, se me ocurrió pescar el teléfono y llamar a Carabineros. En eso llegaron, pidieron mis datos y me tuvieron como por dos o tres horas declarando. Justamente era un auto robado. Acá en Calama hurtan muchísimos vehículos. Entonces los agentes empezaron con ¿cómo lo había encontrado?, ¿por qué?, ¿qué busca? Casi que era yo el delincuente. Les extrañaba mucho que anduviera un *gallo*, más encima cirujano dentista, lleno de tierra a pie por el desierto.

RODRIGO MARTÍNEZ: Un día de invierno llegué al atardecer al campo de atacamitas, las tectitas del Desierto de Atacama. Unos vidrios provocados por el impacto de meteoritos. Luego de armar la carpa y comer me puse a buscarlas con una linterna alrededor del campamento. Son pequeñas, para hallarlas te concentras mucho en el área que alumbras del suelo, por lo que el tiempo y espacio desaparecen con el entusiasmo. Todo iba de maravilla, ya llevaba un buen puñado, de pronto las pilas de la linterna comenzaron a agotarse y me percaté de que había perdido completamente la ubicación de mi tienda. A los pocos minutos ya estaba en oscuridad total y con un frío que se dejaba sentir, típico de esas pampas. Allí la temperatura baja normalmente hasta los menos cinco grados Celsius y no llevaba ropa adecuada, ya que planeaba cazar por un ratito. En ese momento empecé a sentir un gran miedo por el peligro inminente de sufrir hipotermia si debía esperar hasta el amanecer para hallar mi refugio. Estimaba que este no debía estar a más de cien

metros, pero con tantas vueltas no tenía idea hacia donde ir, tampoco tenía sentido dejar una marca de referencia en el lugar en el que estaba parado ya que la oscuridad era absoluta. Caminé prácticamente a ciegas y me encomendé a todos los *empampados* del Atacama para que guiaran mis pasos al abrigo del campamento y así fue. Después de hora y media de frío y temor tropecé con la carpa.

SAMANTA ARAVENA: Mi primera vez en busca de meteoritos fue dentro de una expedición francesa con investigadores del Cerege que trabajan con Millarca en el doctorado. En la zona de rastreo había tectitas. Así que luego de montar el campamento nos pusimos de acuerdo para salir a buscarlas. Íbamos caminando, mientras conversábamos y recogíamos piezas. En un momento me detengo y pregunto: “Oigan ¿alguien sabe dónde están las carpas?”. Nos perdimos al igual que Rodrigo Martínez. Estábamos en la mitad del desierto y había que regresar a toda costa, así que avanzamos por donde nos parecía correcto. En un punto del trayecto no sabíamos por dónde ir, algunos decían que hacía la izquierda y otros a la derecha. Así que lo sometimos a sufragio. Ganó la opción por la que no voté, pero logramos llegar al campamento.

CAMILA CAVIEDES: Durante marzo del 2021 fui a una expedición con un grupo de geólogos. El primer día por la noche se contaron algunas anécdotas sobre Jerome, un científico francés conocido por encontrar fragmentos yendo al baño. Estas historias siempre se narran en las salidas y, hasta ese momento, cada vez que las oía pensaba: “Que bacán encontrar uno en esas circunstancias”. Al día siguiente en la mañana, voy al baño y de repente digo: “Mentira que eso es un meteorito”. Lo tomé y sí era uno. Lo intenté llevar conmigo, pero estaba muy pesado, así que lo dejé sobre una roca más vistosa para pasar por él a la vuelta. Hace cinco años que no se encontraba uno tan grande. Lamentablemente, como recién me había levantado, salí desastrosa en la foto del hallazgo.

RODRIGO ROMERO: En noviembre del 2021 para realizar una salida junto a Jimmy y que fuera más barata publiqué en el grupo de meteoritos de Facebook: “Si alguien quiere ir a cazar tiene que ponerse con la camioneta desde Santiago a cambio de enseñanzas”. Había varios interesados, pero no servían porque era casi pura gente del norte. De repente, sale Miguelito y dice: “Hola, soy de la quinta región y puedo ir a buscarlos”. Listo, acordamos los tres una fecha para realizar el viaje. En el intertanto le di consejos de logística a Miguelito y respondió: “No te preocupes, si me la paso en el desierto”. Él trabajaba en las zonas costeras del norte construyendo

muelles para empresas mineras y llevaba tres meses retirado, era la persona ideal para acompañarnos. Miguelito nos comentó que antes de recogerlos pasaría a dejar a su esposa a Curicó, donde vive su hija. El día del viaje fue súper puntual. Yo le había dicho que teníamos un problema, que faltaba madera para hacer fogatas en el campamento pero que por el camino podíamos recoger. En el momento en que pasó a buscarnos llegó con la camioneta cargada con leña seca de eucalipto. Fabuloso pensé, sin saber los problemas que vendrían después. Subimos a la camioneta y partimos nuestra ruta. Nos dio el atardecer, paramos a comer e hidratarnos. En el momento en que estábamos dispuestos a volver a la carretera le pregunté si manejaba yo. “No te preocupes, yo le voy a dar”, me dijo. El ideal era llegar hasta la garita de los *pacos* en San Juan, por el kilómetro mil más o menos. Llegó la noche y empiezan los autos desde el otro sentido a hacernos cambio de luces. Le hablé al conductor: “*Chucha*, ¿qué pasa compadre?”. Miguelito al principio les hacía cambio de vuelta pensando en que nos anunciaban algún peligro de más adelante. Pasaban buses y camiones, incluso a veces nos dejaban puestas las luces altas y todo por culpa de la leña. La camioneta iba parada. Las luces bajas eran como las altas, así que dejábamos encandilada a toda la gente. “Ya dele no más, sí qué más le vamos a hacer”, dije. Menos mal que esa noche no hubo tantos vehículos. Fue peligroso, pero después las fogatas fueron maravillosas y el chofer llevó una parrilla súper buena así que hicimos unos ricos asados. Otra complicación del viaje fue que Miguelito tiene un problema en la próstata y debíamos parar a cada rato. El hombre tenía que hacer sus cosas y se demoraba. En una de esas Jimmy le grita desde la camioneta: “Oiga y ¿por qué se demora tanto?” y le digo que se quede callado, que está con tratamiento y le cuesta que salga. “Con eso puede estar fácil diez minutos ahí, mientras que tú te demoras treinta segundos. No le digas nada más *hueón*”. Era un viaje tedioso por la distancia. Por su trabajo Miguelito conocía todos los pueblos. Pasábamos por fuera y decía: “Mira aquí construimos un embarcadero hace tantos años” y seguía. Hasta que llegamos a la zona donde ubicamos nuestro campamento. Ahí le pregunté cómo estaba, me comentó que bien pero que no habían podido ir al baño. Estuvo así por varios días, ya nos tenía preocupados. Hasta que una mañana nos dijo: “Por fin, chiquillos ¡Por fin!”. Los primeros días de búsqueda no fueron muy buenos, con Jimmy encontramos pocas rocas y Miguelito, que caminaba muy lento, nada. Como no queríamos que fuera una mala experiencia para él, nos cambiamos de lugar y fuimos a una *picadita*. Allí el caballero realizó sus primeros hallazgos. La búsqueda fue fructífera y volvimos a la capital. Miguelito ahora está en Francia, nos manda fotos y videos por

WhatsApp. Tiene familia allá y pasa todos los días yendo a la playa. Creo que los recuerdos y las historias son el valor agregado de la experiencia de búsqueda.

PORVENIR

La Tierra recibe polvo espacial constantemente. El material meteorítico cae sobre nuestro planeta desde hace miles de millones de años y a menudo pasa desapercibido. El fenómeno más llamativo son los pedazos de roca que adoptan la apariencia de bolas de fuego durante su paso por la atmósfera, que erróneamente son denominadas estrellas fugaces. “Si bien ya sabemos que son meteoros, eso de los deseos es un cuento aparte”, comenta Alejandro Izquierdo, trabajador del Museo del Meteorito.

Gran parte del material sideral que aterriza en la superficie terrestre es bastante pequeño, son micrometeoritos de un milímetro. Algunos trozos llegan al océano y se pierden para siempre, pero una porción cae en el Desierto de Atacama. La geografía del norte proporciona una atmósfera estable y seca que logra que los bólidos se conserven ajenos al tiempo. Así, la sistematización de campañas de búsqueda y extracción en áreas de alta densidad han potenciado el número de hallazgos extraterrestres en Chile.

La ciencia afirma que en los meteoritos se encuentran moléculas precursoras de la vida. De esta manera, las rocas siderales son una valiosa fuente de información. En el último tiempo, piezas encontradas en el desierto chileno han contribuido al campo de estudio de la meteorítica. Se han realizado múltiples investigaciones y descubrimientos dentro del territorio nacional que han repercutido en el mundo entero.

La geóloga planetaria Samanta Aravena es especialista en los meteoritos más antiguos, los condritos carbonáceos. Estas rocas primitivas son analizadas para comprender cómo se formó el Sistema Solar. Una de las pocas formas de llevar la astronomía al laboratorio. El lugar de trabajo de Aravena es una oficina compartida de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile (UCH). Un espacio amplio con las herramientas necesarias para cotejar datos, controlar observaciones y comparar modelos geológicos. La científica se desenvuelve como investigadora académica de la casa de estudios que la formó. Ha recorrido un vasto camino con 31 años y parece mucho más joven.

En el Laboratorio de Inclusiones Fluidas y Vítreas del Departamento de Geología de la FCFM se encuentra el microscopio óptico Olympus BX41. La investigadora transmite una sensación de calma mientras explica cómo funciona. “Tiene la capacidad de mover la platina en dos ejes, algo poco común”, dice. Una inclusión es cualquier tipo de materia atrapada dentro de una roca o mineral durante su formación y crecimiento. Para ser observadas en condritos, la muestra tiene un grosor de setenta micrones¹³. Aravena menciona que “es una técnica más bien nueva para analizar meteoritos”, sin embargo, abrió una ventana al conocimiento de las condiciones fisicoquímicas existentes durante el origen de la nebulosa solar. Pese a que el país no cuenta con numerosos equipos de análisis, la investigación meteorítica emerge y apunta a la modernización de los métodos de estudio.

El artículo “Restricciones en la acreción planetesimal inferidas de la distribución del tamaño de partículas en condritas CO” aportó nuevas evidencias sobre la formación de asteroides y sus procesos de ensamblaje en el disco protoplanetario. El estudio realizado por Gabriel Pinto, geólogo y candidato a doctor en Astronomía y Ciencias Planetarias, junto a un equipo de científicos y estudiantes de Argentina, Chile y Francia, fue publicado en la prestigiosa revista *The Astrophysical Journal Letters*. Lo más interesante es que Pinto centró la investigación en bólidos encontrados en territorio nacional. En una entrevista para el medio *El Mostrador* de octubre de 2021, comentó: “Es asombroso que gracias al análisis de meteoritos encontrados en el Desierto de Atacama interpretemos cómo fue la formación de planetesimales hace 4.565 millones de años. Además, se aprovecha de exponer su valor patrimonial para los chilenos y chilenas que no saben de la existencia de estas muestras del espacio interplanetario”.

Aunque en los últimos años se instalaron comunidades de ciencias meteoríticas y de cazadores, todavía son pequeñas para aprovechar al máximo los recursos extraterrestres que alberga el páramo chileno. Rodrigo Martínez, pionero en la cacería de rocas cósmicas en Chile, encontró una de sus piezas más relevantes en las inmediaciones del Observatorio Paranal, ubicado en la comuna de Taltal. “Caleta El Cobre 050 es una acondrita desagrupada. El Cerege realizó las analíticas principales y llegó a la conclusión de que no pertenece a un cuerpo conocido”, explica.

¹³ Unidad de longitud equivalente a una milésima parte de un milímetro.

“Es una pieza que entregará información significativa. El sondeo con isótopos de oxígeno apunta a que podría ser nuestro primer meteorito proveniente de Mercurio”.

Uno de los desafíos es acercar este tipo de hallazgos a la población. “En Chile se habla poco y nada de meteoritos”, afirma Pinto. El país no cuenta con una identidad cultural y legislativa sobre rocas siderales. Por otro lado, el currículo de ciencias en los establecimientos educacionales no ha cambiado sustancialmente sus contenidos en el último tiempo. Sobre esto, expresa que el Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias organiza charlas en colegios como método de divulgación. En este sentido, la postura de los cazameteoritos es similar. Darío Ruiz, recolector, narra: “La científica Millarca Valenzuela me ha invitado en dos oportunidades a explicar mis métodos de cacería a alumnos de último año de geología. No tengo ningún problema en enseñar a personas que quieran aprender. Es una ciencia nacional nueva que debe ser conocida por las generaciones más jóvenes ¿De qué sirve guardarse el conocimiento?”.

Estrechar la relación entre la academia y el colectivo de cazadores aficionados es una tarea pendiente. De este modo, la agrupación de especialistas comenzó a generar nuevamente instancias para compartir saberes y opiniones. El 15 de noviembre de 2022, en la localidad de San Francisco de Chiu Chiu, se reunieron diversas figuras científicas de Francia, Rusia y Chile con coleccionistas de bólidos del país para intercambiar muestras. Las fotos publicadas en el grupo de Facebook Meteoritos en Chile muestran sonrientes a Gabriel Pinto, Kevin Soto y Millarca Valenzuela junto a Juan Pablo Pizarro, Rodrigo Romero y Alfonso Viera. Romero expresa que “fue un momento único y que será recordado por todos”.

Una legislación que fomente la protección de meteoritos en Chile debe ser una tarea conjunta. Asimismo, unificar una postura frente a las expediciones extranjeras que llegan al desierto más seco del mundo a extraer de manera desmedida material sideral. “Sabemos que los especialistas no nos van a dejar de lado. Tenemos experiencia, muestras y la disposición de colaborar”, dice Juan Pablo Pizarro.

Se espera que un futuro no muy lejano, el escenario nacional de la meteórica progrese fomentado por el trabajo, idealmente bilateral, entre la comunidad científica y privada. Que estos esfuerzos den frutos en materia legislativa y patrimonial, de modo que se reconozca el valor de los meteoritos del Desierto de Atacama. De igual manera, que se aprecie el trabajo de las personas que se dedican a su recopilación y/o estudio.

No deja de cautivar que se pueda obtener información clave sobre el universo y la vida en la Tierra desde rocas provenientes del espacio, muchos menos que Chile cuente con un territorio donde los meteoritos se conservan de manera privilegiada. Pese a la riqueza natural, la falta de apoyo económico e institucional a la meteórica es un obstáculo para el desarrollo de este campo de estudio. Valenzuela finaliza: “La ciencia, como cualquier otro aspecto de la vida, es un asunto que nos concierne a todos”.

BIBLIOGRAFÍA

ABRAHAMS, I., EVATT, G., GERRISH, L., HUNTER, L., JOY, K., SMEDLEY, A., TEY, W. (2020). El flujo espacial de las caídas de meteoritos de la Tierra encontradas a través de datos antárticos. *Geología* 2020; 48 (7): 683–687. Doi: <https://doi.org/10.1130/G46733.1>.

ACEVEDO, R., MARTÍNEZ, J. (2018). *Geoética en América Latina*. Springer. ISBN: 978-3-319-75373-7.

AFP., MEGANOTICIAS. (2022, 5 de noviembre). Se escondía en el brillo del Sol: Desde Chile descubren nuevo asteroide “potencialmente peligroso para la Tierra”. *Meganoticias*.

ALONSO, N. (2018, 22 de octubre). La memoria de los meteoritos. *La Tercera*.

ARAVENA, S., CAVIEDES, C., PINTO, G., SOTO, K. [s.a.]. Meteoritos y Ciencias Planetarias SGCH. Facebook. <https://web.facebook.com/meteoritos.sgch/>.

ASTER TEAM., BRAUCHER, R., BOURLÈS, D., DEBAILLE, V., DROUARD, A., GATTACCECA, J., GOUNELLE, M., HUTZLER, A., MARTÍNEZ, R., MORBIDELLI, A., QUESNEL, Y., ROCHETTE, P., VALENZUELA, M., VAN GINNEKEN, M. (2019). El flujo de meteoritos de los últimos 2 más registrado en el desierto de Atacama. *Geología* 2019; 47 (7): 673–676. <https://doi.org/10.1130/G45831.1>.

BRAUCHER, R., BOURLÈS, D.L., FAESTERMANN, T., FINKEL, R.C., GATTACCECA, J., KORSCHINEK, G., MERCHEL, S., MORATA, D., POUTIVTSEV, M., ROCHETTE, P., RUGEL, G., SUAVET, C., VALENZUELA, M. (2009). La edad del cráter de impacto Monturaqui. *Meteoritics & Planetary Science*. ISSN: 1086-9379.

BRAUCHER, R., BOURLES, D., CARRO, B., CHRISTENSEN, E.J., COURNEDE, C., GATTACCECA, J., GOUNELLE, M., HUTZLER, A., LARIDHI, MARTÍNEZ, R., ROCHETTE, P., VALENZUELA, M., WARNER, M. (2016). Descripción de un área de recolección de meteoritos muy densa en el oeste de Atacama: información sobre la composición a largo plazo del flujo de meteoritos hacia la Tierra. *Meteoritics and Planetary Science* 2016, vol.51. <https://doi.org/10.1111/maps.12607>.

CÁMARA DE DIPUTADAS Y DIPUTADOS DE CHILE. (2013). Boletín N° 9.194-04. Recuperado del sitio web de la Cámara de diputadas y diputados.

CÁMARA DE DIPUTADAS Y DIPUTADOS DE CHILE. (2019). Boletín N° 12.712-24. Recuperado del sitio web de la Cámara de diputadas y diputados.

CÁRDENAS, L. (2022, 30 de junio). Número de proyectos ingresados a evaluación ambiental cae a su nivel más bajo desde 1998, pero aumenta monto de inversión en 33%. *La Tercera*.

CHARNOZ, S., MAROCCHI, Y., MARTÍNEZ, R., MORBIDELLI, A., OLIVARES., F., PINTO, G., SOTO, K., VARELA, M.A. (2021). Restricciones en la acreción planetesimal inferidas de la distribución del tamaño de partículas en condritas CO. *The Astrophysical Journal Letters*. DOI [10.3847/2041-8213/ac17f2](https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac17f2).

CONICYT. (2017, 25 de julio). Millarca Valenzuela, geóloga experta en meteoritos: “estas rocas son el puente entre la tierra y el cielo”. *Conicyt*.

CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES DE CHILE. (2019). Ley N° 17.288 de monumentos nacionales y normas relacionadas. Gobierno de Chile.

DOMÍNGUEZ, Ñ. (2020, 14 de enero). Hallado un material más antiguo que la Tierra dentro de un meteorito. *El País*.

DOMÍNGUEZ, Ñ. (2022, 27 de septiembre). La sonda DART choca contra el asteroide Dimorfo para desviarlo. *El país*.

EL MOSTRADOR CULTURA. (2021, 15 de octubre). Meteoritos del desierto de Atacama permiten a científicos conocer los orígenes del Sistema Solar. *El Mostrador*.

FLORES, J. (2022, 12 de octubre). La Nasa confirma que la misión DART cambió el movimiento del asteroide en el espacio. *National Geographic España*.

FORO ECONÓMICO MUNDIAL. (2022). Global Gender Gap Report. Foro Económico Mundial. ISBN-13: 978-2-940631-36-0.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. (2022). Encuesta sobre gasto y personal en Investigación y Desarrollo en los sectores Estado, Educación Superior, Instituciones Privadas sin Fines de Lucro (IPSFL) y empresas. Gobierno de Chile.

ISAI, V., YOON, J. (2021, 14 de octubre). Un meteorito atraviesa el techo y cae en la cama de una mujer en Canadá. *The New York Times*.

JEREZ, S. (2022, 20 de septiembre). Aproximadamente 17 mil meteoritos caen a la Tierra por año y el 1% podrían ser de origen interestelar. *Radio Bío Bío*.

LARA, O. (2015). Meteoritos a la mexicana. *Cienciorama*.

LAS ÚLTIMAS NOTICIAS. (2012, 27 de agosto). Gringos avispados venden meteoritos en internet. *Las Últimas Noticias*.

LOVECRAFT, H.P. (1927). *El color que cayó del cielo*. Amazing Stories.

MARTÍNEZ, R., MARTÍNEZ, E., ZOLENSKY, M. (1995). New L chondrites from the Atacama Desert, Chile. *Meteoritics* 30, 785-787.

MARTÍNEZ, E. (2020, 8 de diciembre). La historia del meteorito perdido en Mejillones. *Diario Electrónico de Mejillones*.

METEORITICAL SOCIETY. (2022). Base de datos del sitio web Meteoritical Bulletin de la Meteoritical Society. <https://www.lpi.usra.edu/meteor/metbull.php>.

MILKEREIT, B., UGALDE, H., VALENZUELA, M. (2007). Un estudio geofísico y geológico integrado del cráter de impacto Monturaqui, Chile. *Meteoritics & Planetary Science*, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1945-5100.2007.tb01015.x>.

MUSEO DEL METEORITO. [s.a.]. *Cacería de meteoritos*. <https://www.museodelmeteorito.cl/index.php/tour/caceria-de-meteoritos>.

MUSEO DEL METEORITO. [s.a.]. *Cráter de Monturaqui*. <https://www.museodelmeteorito.cl/index.php/tour/crater-de-monturaqui>.

MUSEO DEL METEORITO. [s.a.] *Historia.*
[https://www.museodelmeteorito.cl/index.php/nosotros/historia.](https://www.museodelmeteorito.cl/index.php/nosotros/historia)

OFICINA DE ESTUDIOS Y ESTADÍSTICAS DIVISIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS. (2022). *Segunda Radiografía de Género, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.* Gobierno de Chile.

OSPINA, J., ROMERO, R., VIERA, A. [s.a.]. *Meteoritos en Chile.* Facebook.
[https://web.facebook.com/groups/132152917407941/.](https://web.facebook.com/groups/132152917407941/)

PHILIPPI, R. A. (1860). *Viaje al desierto de Atacama.* Gobierno de Chile.

PHILIPPI, R. A. (1865). Botánica. *Anales de la Universidad de Chile.* Universidad de Chile. ISSN: 0717-8883.

PINEDO, E. (2020, 27 de abril). Exploradores Astrales. *National Geographic Traveler.*

PINTO, G. (2021). Estadísticas sobre material meteórico chileno. Rescatado del Facebook personal del investigador.

PLANETARIO GALILEO GALILEI. (2020). *Meteoritos.* Planetario Galileo Galilei.

REDENCUENTROS. (2017, 14 de julio). Meteoritos chilenos serán protegidos por ley. *RedEncuentros.*

RIVERA, A. (2013, 19 de agosto). Hierro de meteoritos en joyas egipcias de hace 5.000 años. *El País.*

SENADO Y CÁMARA DE DIPUTADOS DE LA NACIÓN ARGENTINA. (2007). Ley 2636. *Constitución Argentina.*

SOCIEDAD GEOLÓGICA DE CHILE. [s.a.]. *Directorio actual.*
[https://sociedadgeologica.cl/sgch-en-los-medios/.](https://sociedadgeologica.cl/sgch-en-los-medios/)

SOY ANTOFAGASTA. (2019, 21 de noviembre). Científicos recolectan 7 kilos de meteoritos en el Desierto de Atacama y los trasladan a Rusia. *El Mercurio de Antofagasta*.

VALENZUELA, M. (2003) *Petrología y Geoquímica del meteorito Paposo. Memoria de Título de Geólogo*. Universidad de Chile, Departamento de Geología, 114 p.

VALENZUELA, M. (2009). *Meteoritos chilenos y su necesidad de protección y preservación como un nuevo tipo de geopatrimonio*. Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

VALENZUELA, M. (2011). *Procesos de meteorización en condritas ordinarias equilibradas del Desierto de Atacama, Chile*. Universidad de Chile.

VALENZUELA, M. (2017). *Millarca Valenzuela Picón*.
<https://millarca.wixsite.com/meteoritoschile>.

VALENZUELA, M., & BENADO, J. (2018). Meteoritos y cráteres encontrados en Chile: un puente para introducir el primer intento de protección legal del geopatrimonio en el país. *Geoética en América Latina* (pp.103-115). Springer.

VERNE, J. (1908). *La caza del meteoro*. Hetzel.

VIANO, L. (2015, 19 de junio). Los robos de meteoritos plantean un problema en el antiguo campo de impacto. *Scientific American*.