

Sumario



EL HIDRÓGENO Y EL FUTURO DE LOS COMBUSTIBLES

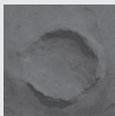
por A. Baruj y G. Meyer

2

RESEÑA DE LIBRO: ENTRE ARITMÉTICA Y ÁLGEBRA: un camino que atraviesa los niveles primarios y secundario. Investigación y aportes.

por Virginia Montoro

9



METEORITOS Y ASTROBLEMAS DE LA PATAGONIA ARGENTINA

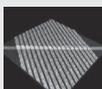
por Rogelio D. Acevedo, Maximiliano Rocca, Juan F. Ponce, Jorge Rabassa y Hugo Corbella

10

SEMINARIO ARGENTINO BRASILEIRO DE ETNOBIOLOGÍA

por Juan Ochoa

20



MEMORIAS DE PRÓXIMA GENERACIÓN: EL PODER DE LOS ÓXIDOS

por María José Sánchez

22

ETNOBOTÁNICA APLICADA Y PEQUEÑOS HORTICULTORES

por Ana H. Ladio

28



RESEÑA DE LIBRO: APRENDER A DIBUJAR Y A ESCRIBIR. LA PERSPECTIVA DE LOS NIÑOS, SUS FAMILIAS Y MAESTROS.

por Marina Barbabella

35

CIENCIA Y ARTE: EDUARDO RAPOPORT

por Diego Añón Suárez y Mónica de Torres Curth

36



DESDE LA PATAGONIA: EL VOLCÁN PUYEHUE-CORDÓN CAULLE

Charla de Gustavo Villarosa

40

por Margarita Ruda

48



FLORACIÓN MASIVA DE LA CAÑA COLIHUE

por Cecilia I. Núñez, Soledad Caracotche y Anahí Perez

52

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

59



REPORTAJE AL INGENIERO CLAUDIO GASPAR

60

ARTE: DIANA ROSS

66



EN LAS LIBRERÍAS

68

EL HIDRÓGENO Y EL FUTURO DE LOS COMBUSTIBLES

Mucho se habla sobre el advenimiento de las energías limpias. ¿Estamos realmente cerca de conseguirlo? ¿Cuáles son las alternativas actuales y los desafíos pendientes?

Alberto Baruj y Gabriel Meyer

☉ ¿Por qué hidrógeno?

En algún momento todos hemos escuchado que los combustibles fósiles están a punto de agotarse y que el hidrógeno es la fuente de energía del futuro. Este es un comentario que viene acompañado de otro que dice que, además, los combustibles fósiles contaminan mientras que el hidrógeno produce energía limpia. Pues bien, la verdad es que estas cosas no son tan así. El hidrógeno no es una fuente de energía, sino un posible vector energético. Es decir, puede ser una forma de transportar energía, pero no se lo encuentra libre, ni se lo utiliza para producir energía generando una ganancia neta de ella en el balance. Y el grado de limpieza o de contaminación asociado al uso de hidrógeno depende de muchos factores intermedios, desde los que están presentes en su producción hasta los involucrados en su utilización. Entonces, ¿por qué se habla tanto del hidrógeno? ¿Qué lo hace tan necesario? ¿Por qué tanto acuerdo en señalarlo como la posible solución?

☉ Los combustibles fósiles

Para dar una respuesta a la pregunta anterior, tenemos que ir un pasito para atrás y preguntarnos qué es lo que nos ha llevado a usar combustibles fósiles

hasta el grado de depender fundamentalmente de ellos. La clave de los combustibles fósiles es que sí son una fuente de energía, dado que durante su combustión en un motor, por ejemplo, entregan mucha más energía de la que fue necesaria para extraerlos y refinarlos. Además, poseen una alta densidad de energía por unidad de volumen y por unidad de masa, es decir, son portátiles. Por eso usamos derivados del petróleo o del gas natural para producir energía tanto en plantas estacionarias, por ejemplo en centrales térmicas o de ciclo combinado, como en vehículos. Ahora bien, ¿de dónde vino toda esa energía que estamos usando? Si pensamos en los miles de millones de organismos cuya descomposición dio origen a los depósitos subterráneos de estos combustibles, la respuesta es que vino del Sol. La energía solar fue capturada durante varios cientos de millones de años en vegetales y, a través de ellos, en otros organismos vivos. Los organismos acumulan esta energía formando compuestos de carbono e hidrógeno. Cuando esos organismos murieron y se descompusieron, parte de la energía quedó acumulada en los compuestos que llamamos hidrocarburos. Esos hidrocarburos son los que hoy estamos quemando cada vez que encendemos el motor del auto o la hornalla de la cocina. Por eso decimos que estas fuentes de energía son *no renovables*. Estamos consumiendo en un tiempo del orden de los cientos de años lo que a la naturaleza le ha llevado millones de años producir. En este sentido, parte de lo que se escucha por ahí es cierto: los combustibles fósiles, tarde o temprano, serán relativamente escasos. Esto no quiere decir, sin embargo, que vayan a acabarse de un día para otro. Lo más probable es que se vayan tornando cada vez más caros hasta llegar a un punto en que no será económicamente viable utilizarlos como lo hacemos hoy en día.

Palabras clave: hidrógeno, almacenamiento, producción, celdas de combustible.

Alberto Baruj

Doctor en Física (Instituto Balseiro)
Investigador de CONICET en el Grupo Físicoquímica de Materiales del Centro Atómico Bariloche (CNEA)
Jefe de Trabajos Prácticos en el Instituto Balseiro
e-mail: baruj@cab.cnea.gov.ar

Gabriel Meyer

Doctor en Física (Instituto Balseiro)
Investigador de CNEA y CONICET, Jefe del Grupo Físicoquímica de Materiales del Centro Atómico Bariloche (CNEA)
Profesor en el Instituto Balseiro
e-mail: gmeyer@cab.cnea.gov.ar

Recibido: 28/1/2011 Aceptado: 26/5/2011

Fuentes de energía renovables

☉ A este problema en ciernes, se agrega que la forma en que usamos los combustibles fósiles prioriza su efectividad económica directa, soslayando el impacto sobre el medio ambiente. Cada vez tenemos más conciencia sobre los daños que causa este comportamiento y los riesgos que conlleva. Y es así que hemos empezado a pensar en fuentes alternativas de

energía que sean más limpias y *renovables*. Quienes estudian el tema del reemplazo de los combustibles fósiles por otras fuentes de energía van llegando a la conclusión de que no habrá una única fuente de energía futura, sino que será necesario apelar a todas las posibilidades que se presenten. Las más promisorias a corto y mediano plazo son la energía eólica, la hidroeléctrica, la energía nuclear y la de origen solar. Estas fuentes alternativas tienen en común que, para ser eficientes, necesitan instalarse en forma estacionaria. A modo de ejemplo, podemos pensar en el tamaño de una central nuclear, o en el de los molinos eólicos modernos como los que hay en la Patagonia cerca de las ciudades de Comodoro Rivadavia y Pico Truncado. Esas instalaciones pueden producir grandes cantidades de energía. El problema es cómo almacenar esa energía, o cómo llevarla al tanque de combustible de un automóvil.

En este punto es donde entra el hidrógeno. El hidrógeno es liviano y posee una densidad de energía en relación a su masa relativamente alta. Para la misma cantidad de masa, el hidrógeno puede entregar el doble de energía en comparación al gas natural y tres veces más que la nafta. Su combustión sólo produce agua y calor. Sin embargo, a diferencia de lo que pasa con los hidrocarburos, no hay en la Tierra depósitos de hidrógeno gaseoso. Es necesario producirlo, y en su producción se gasta más energía que la que ese mismo hidrógeno entregará al ser consumido. Por eso no es una fuente de energía, pero sí un medio eficiente para transportarla y utilizarla.

Para ver las posibilidades del hidrógeno como futuro combustible tenemos que pensar en cómo producirlo en forma limpia, cómo almacenarlo y transportarlo de manera segura, y cómo utilizarlo eficientemente.

Produciendo hidrógeno: el viejo truco de la energía limpia

Fuentes de hidrógeno

El hidrógeno a temperatura ambiente y presión atmosférica normal es un gas compuesto por moléculas. Cada molécula posee dos átomos de hidrógeno. No hay hidrógeno en estado libre en la Tierra. Si no es confinado de alguna manera, el hidrógeno gaseoso escapa de la atmósfera hacia el espacio. Sin embargo, podemos obtener hidrógeno a partir de distintas sustancias que lo contienen. La más abundante es el agua, en cuyas moléculas también hay dos átomos de hidrógeno, pero en este caso unidos a un átomo de oxígeno. Otros compuestos, como el gas metano o los hidrocarburos, poseen más átomos de hidrógeno en sus moléculas, generalmente unidos a átomos de carbono. Si queremos usar

Una vez que nos resignamos a aceptar que no encontraremos hidrógeno gaseoso, empezamos a pensar de dónde podríamos obtenerlo. Por suerte, el hidrógeno es muy abundante. De hecho, no hay país del globo que no tenga este elemento químico. Como se muestra en la Figura 1 del apartado *Fuentes de hidrógeno*, está en el agua (dos átomos de hidrógeno en cada molécula), en el gas metano (cuatro átomos de hidrógeno por cada molécula), en los hidrocarburos y, en general, en la materia orgánica. Existen métodos para extraerlo a partir de cada una de estas posibilidades. El más utilizado en la actualidad se basa en el reformado de gas natural. En la Figura 2 del apartado *Producción de hidrógeno* se esquematiza su proceso de producción. Dicho proceso se realiza a alta temperatura, primero mezclando gas metano con vapor de agua. De allí resulta hidrógeno y monóxido de carbono. El monóxido reacciona con vapor de agua adicional para formar más hidrógeno y dióxido de carbono. Pero, ¡eipa! ¿Qué hace ahí ese dióxido de carbono? ¿No estábamos hablando de energía limpia? Bueno, quienes defienden este método dicen que el dióxido de carbono que produce puede ser capturado sin emitirlo a la atmósfera. Pero, en ese sentido, también podría capturarse el dióxido de carbono que emiten las centrales térmicas actuales y no se hace porque no es económicamente viable.

Hidrógeno a partir de agua

El método que viene entonces a la mente es el que los vimos en la escuela, la electrólisis del agua. Haciendo pasar una corriente eléctrica a través del agua, se consigue disociarla en moléculas de hidrógeno y oxígeno. Para lograrlo se podría usar la electricidad generada por una fuente renovable, como una central hidroeléctrica o un generador eólico, por ejemplo. El

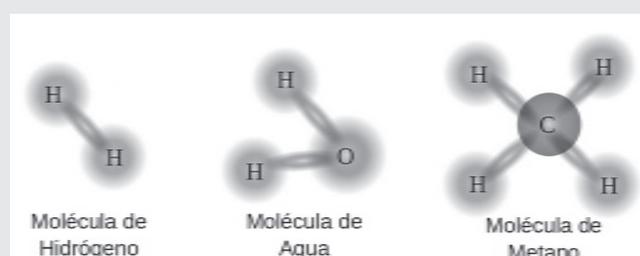


Figura 1: Algunas moléculas que contienen hidrógeno pueden ser encontradas en la naturaleza.

hidrógeno como vector energético, es necesario primero extraerlo de las moléculas que lo contienen, y eso cuesta energía.

EL HIDRÓGENO Y EL FUTURO DE LOS COMBUSTIBLES

agua es también un recurso renovable, y el hidrógeno que se obtiene es de muy alta pureza. El problema del método es que por el equipamiento necesario y por problemas propios del proceso, resulta ser una de las formas más caras (e ineficientes) de producción de hidrógeno. Para que sea viable, es necesario conseguir mejoras sustanciales en esta tecnología. Una de las posibilidades que se analiza es usar en el proceso de electrólisis el calor generado por una central nuclear para elevar la temperatura del agua, reduciendo así la electricidad necesaria para separar los elementos.

Algunos métodos de desarrollo más reciente buscan separar agua en hidrógeno y oxígeno utilizando reacciones termoquímicas. Para ello se utilizan productos químicos que aceleran la disociación de las moléculas de agua a muy alta temperatura. Las altas temperaturas necesarias se pueden conseguir con dispositivos de concentración de radiación solar o con reactores nucleares. Una ventaja de esta idea es que los productos químicos necesarios son completamente recuperables y reutilizables.

La biomasa

Otros métodos se orientan a conseguir hidrógeno a partir de carbón o de biomasa. El proceso consiste en gasificar estas materias primas a alta temperatura y alta presión en presencia de vapor de agua. Una serie de reacciones químicas dan lugar a un gas, llamado gas de síntesis, cuya reacción con vapor de agua resulta en hidrógeno y... sí, dióxido de carbono. La ventaja de este método es que si se usa biomasa, puede establecerse un equilibrio entre el dióxido de carbono que se genera y el que la nueva biomasa captura durante su crecimiento. Es decir, si bien se libera dióxido de carbono, ese gas es luego recapturado por la nueva vegetación, con

lo cual el balance neto de emisiones sería nulo. Otra ventaja es que, pasando por el hidrógeno, se produce energía en forma mucho más eficiente que por la simple combustión del carbón o la biomasa.

Algunos desarrollos muy recientes involucran el uso de microorganismos (algas microscópicas y cianobacterias) que consumen agua en presencia de luz solar y producen hidrógeno como parte de su ciclo metabólico. Si bien este hidrógeno puede captarse, es necesario someterlo a un complejo proceso de purificación para poder utilizarlo.

En definitiva, existen alternativas viables para producir hidrógeno. Los mayores desafíos que enfrentamos son el tratamiento de emisiones en los procesos más usuales, el aumento en la eficiencia en los métodos más novedosos, y la reducción de costos en todos ellos.

Aquí está su hidrógeno. ¿Cómo lo lleva?

Tal como sucede con cualquier combustible, el transporte y el almacenamiento de hidrógeno presentan problemas muy específicos. En ambos casos, es necesario tomar en cuenta las características propias del hidrógeno para realizar las tareas en forma conveniente y segura. El hidrógeno es el gas más liviano y el de menor tamaño molecular. Es realmente un gas muy escurridizo, al punto tal que es capaz de permear con relativa facilidad a través de materiales sólidos. Con el agravante adicional de que muchos materiales comunes se vuelven frágiles una vez que el hidrógeno los penetra. Por ejemplo, estamos acostumbrados a pensar en el transporte de gas natural a través de largos gasoductos que van desde los centros de captación hasta los de refinamiento y compresión, y en redes de distribución que llegan a los hogares e industrias. Uno podría

Producción de hidrógeno

Aquí se muestra, en forma muy esquemática, el proceso actual de producción de hidrógeno a partir de metano y vapor de agua. En un primer paso, por cada molécula de agua y metano, se obtienen tres moléculas de hidrógeno y una de monóxido de carbono. En un segundo paso, el monóxido se combina con vapor de agua para obtener otra molécula de hidrógeno y dióxido de carbono. Para lograr la reacción en cada paso es necesario entregar energía. El resultado del proceso es hidrógeno y dióxido de carbono. Si bien con el hidrógeno puede producirse "energía limpia", es necesario retener el dióxido de carbono pues es el principal factor causante del efecto invernadero. Algunas posibilidades menos contaminantes parten directamente del agua para separar hidrógeno, pero resultan menos eficientes.

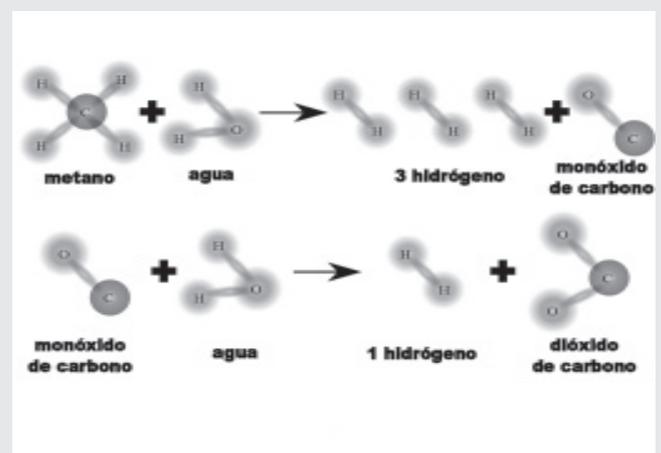
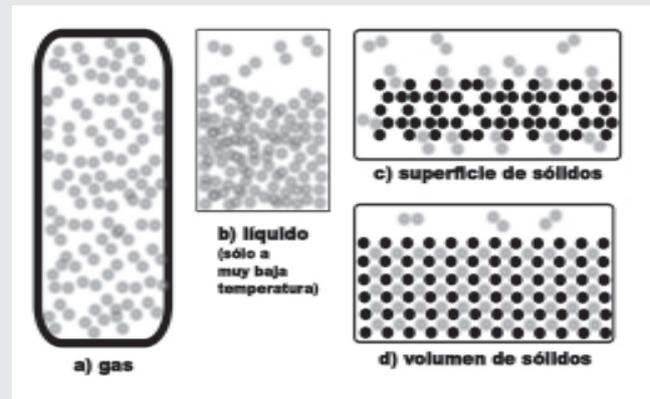


Figura 2: Esquema del proceso de producción de hidrógeno a partir de gas metano y vapor de agua.

Almacenamiento

El hidrógeno puede ser almacenado en varias formas: a) como gas a alta presión, b) como líquido a muy baja temperatura, c) en la superficie de estructuras sólidas, d) formando parte de sólidos o compuestos. Este último método es el que permite alcanzar mayor densidad de hidrógeno. Para ser efectivo, el material que contiene el hidrógeno (o *formador de hidruros*) debe ser liviano y de bajo costo. Los materiales basados en magnesio, entre otros, poseen las características buscadas.

Figura 3: Distintas alternativas para almacenar hidrógeno.



pensar en aprovechar esas redes para transportar y distribuir hidrógeno. Sin embargo, eso no es posible. El acero con el que están construidos la mayoría de los gasoductos en nuestro país y en el mundo es susceptible a la fragilización por hidrógeno. Por ese motivo, se analiza actualmente si los caños se tornarían inútiles al poco tiempo de ser usados, ya que reemplazar esos gasoductos por otros de acero resistente al hidrógeno demandaría una inversión enorme. Actualmente, la mayor parte del hidrógeno se transporta como gas en tubos, o en forma líquida a una temperatura muy baja (¡ -253°C bajo cero!). Ambos métodos son relativamente caros, en el primer caso porque el peso de los tubos en sí es muy grande respecto a la masa de hidrógeno que contienen, y en el segundo porque es necesario gastar una cantidad considerable de energía para licuar el hidrógeno e invertir en un aislamiento especial para mantenerlo líquido en el trayecto. Es necesario pensar el problema de forma diferente. El gas natural debe ser transportado porque no podemos elegir el lugar de donde extraerlo. Los yacimientos están en determinados lugares y no queda más remedio que llevarlo a los centros de consumo. El hidrógeno, en cambio, debe ser producido. Probablemente la alternativa más conveniente entonces sea la de producirlo cerca del sitio donde será utilizado o fraccionado. La idea se conoce como *producción distribuida*, e implica el desarrollo de plantas de producción con una escala que sea adaptable a las necesidades del punto de consumo, minimizando la inversión en la instalación de gasoductos y en su mantenimiento.

¿Cómo se almacena? ¡Es un gas!

El almacenamiento de hidrógeno resulta crucial al pensar en su uso como combustible en vehículos. En el apartado *Almacenamiento* ofrecemos un resumen de [otras](#) alternativas que detallaremos a continuación. Si bien el hidrógeno posee una densidad de energía muy alta en relación a su masa (mencionamos que es tres veces la de la nafta), su densidad de energía en

función del volumen es relativamente baja. Claro que al ser un gas, es posible comprimirlo para mejorar esta propiedad. El inconveniente es que al aumentar el grado de compresión es necesario utilizar recipientes resistentes a altas presiones, es decir, más pesados. Los recipientes más modernos permiten almacenar unos 7 kg de hidrógeno a una presión de 70 MPa (setecientas veces la presión atmosférica normal), lo cual permite que un vehículo recorra unos 600 km. Si bien el dispositivo pesa en total unos 100 kg, lo cual es aceptable, su volumen es de 220 litros, unas 4 veces más voluminoso que un tanque de combustible de un auto moderno. Además, estos recipientes son de forma cilíndrica, lo cual no permite moldearlos para adaptarlos al espacio disponible en la estructura del vehículo. En otras palabras, sería necesario ocupar todo el baúl del auto con el tanque de hidrógeno.

¿Y si lo licuamos?

Una alternativa al almacenamiento en forma gaseosa es el almacenamiento líquido. El hidrógeno líquido posee una capacidad volumétrica alta en comparación al gas comprimido. Por ejemplo, 1 litro de [hidrógeno](#) líquido contiene 70 g de hidrógeno, frente a los 30 g de hidrógeno que hay en 1 litro de gas a 70 MPa. Un tanque de 100 litros de hidrógeno líquido contendría los 7 kg de hidrógeno necesarios para recorrer 600 km. El problema aquí, tal como lo vimos al hablar del transporte de hidrógeno, es la necesidad de gastar energía para enfriar hasta -253°C y la necesidad adicional de mantener esa temperatura en el tanque de combustible, aún con el motor del auto detenido. Si bien el uso de hidrógeno líquido puede sonar poco factible, el fabricante alemán BMW ha optado por este camino en el desarrollo de vehículos a hidrógeno.

¿Podría haber hidrógeno sólido?

Otra posibilidad es almacenar el hidrógeno en materiales. Los materiales candidatos son aquellos

Celda de combustible

Una celda de combustible funciona a la inversa que un electrolizador. En contacto con un electrodo se pone hidrógeno gaseoso, y en el otro oxígeno. Cada electrodo separa los átomos individuales de las moléculas. En las celdas de combustible de baja temperatura, los protones individuales (es decir, los núcleos de hidrógeno) viajan por un electrolito sólido hacia el cátodo. Allí, en contacto con los átomos de oxígeno, forman moléculas de agua. El circuito se cierra con una corriente de electrones, que es la que permite extraer energía útil del proceso.

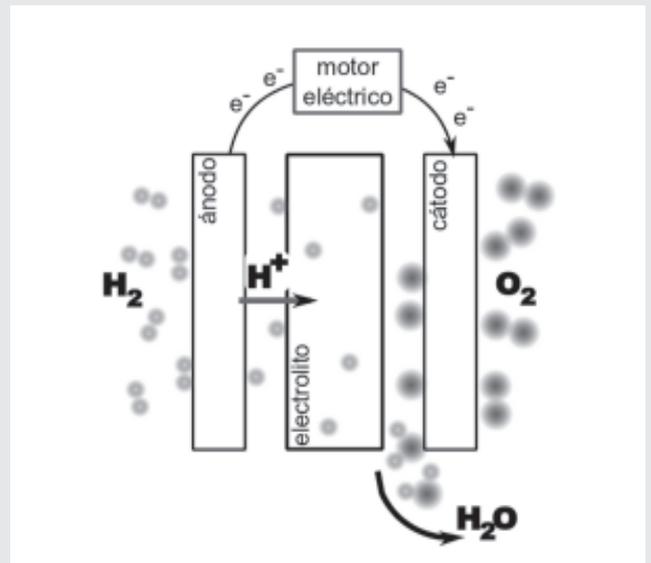


Figura 4: Esquema de una celda de combustible.

capaces de tener una reacción reversible con el hidrógeno formando otro compuesto químico (hidruro). Se buscan aquellos que lo puedan absorber a presiones moderadas y temperaturas próximas a la ambiente, incorporarlo a la estructura del material y mantenerlo allí en dichas condiciones. Para recuperar el hidrógeno es posible desorberlo (es decir, liberarlo del material) bajando la presión o aumentando la temperatura. Existen varias familias de materiales capaces de cumplir este rol. Un parámetro que caracteriza la posibilidad de uso de estos materiales es su capacidad de almacenamiento. Es decir, cuál es la proporción máxima de hidrógeno que pueden albergar por unidad de masa. Por ejemplo, si un material almacena 1% en peso de hidrógeno, serán necesarios 700 kg de ese material para almacenar 7 kg de hidrógeno. Otros parámetros importantes son las presiones de formación y de disociación del hidruro, la temperatura de trabajo y la vida útil medida en ciclos de carga y descarga. El objetivo es conseguir materiales con una capacidad de 10% en peso, capaces de trabajar a presiones moderadas a temperaturas cercanas a la ambiente, que soporten 1000 ciclos de carga/descarga sin degradación. Al presente se han obtenido materiales basados en compuestos químicos llamados alanatos (formados por un metal alcalino, aluminio e hidrógeno) que son capaces de almacenar 4% en peso o más de hidrógeno en forma reversible. Otros compuestos, basados en amidas de litio (formados por litio, nitrógeno e hidrógeno), pueden llegar a almacenar 10% en peso pero a presiones y temperaturas elevadas. Si bien el panorama de almacenamiento de hidrógeno en materiales es muy prometedor, está en una etapa de investigación de laboratorio donde se busca no sólo el material con la capacidad adecuada, sino también

dar respuesta a problemas de velocidad de carga y descarga, disipación de calor, y estabilidad ante ciclado.

Hidrógeno oxidado

Al producir la combustión de hidrógeno lo que hacemos es oxidarlo. Es decir, le agregamos oxígeno que tomamos del aire. En el proceso se forma óxido de hidrógeno, también conocido como agua, y se libera calor. En un motor de combustión interna, parte de ese calor se usa para expandir los gases que mueven los pistones. La idea de usar hidrógeno de esa forma, lejos de ser original, fue presentada en 1807. Sin embargo, ésta no es la manera más eficiente de utilizar el hidrógeno como combustible.

Pensemos una vez más en la electrólisis del agua. Aplicando una corriente, obtenemos hidrógeno y oxígeno a partir de ella. Si pudiéramos invertir el proceso, es decir, volver a mezclar dos átomos de hidrógeno por cada uno de oxígeno, podríamos recuperar la corriente que aplicamos para separarlos. El dispositivo que hace ese trabajo existe y se conoce como *celda de combustible*.

La celda de combustible

Una celda de combustible funciona como un electrolizador puesto al revés. Es decir, se alimenta con oxígeno e hidrógeno y uno a cambio obtiene agua, calor y lo más interesante, corriente eléctrica. En el apartado *Celda de combustible* se detalla el funcionamiento de una celda. ¿Qué diferencia un electrolizador de una celda de combustible? En un electrolizador estándar tenemos dos electrodos puestos en recipientes separados y un electrolito líquido, usualmente agua con un agregado químico para aumentar su conductividad eléctrica. Al aplicar tensión eléctrica entre los electrodos, se genera una corriente a

través del electrolito que separa los iones individuales que forman las moléculas de agua. En una celda de combustible los electrodos y el electrolito son sólidos. Para empezar, esto tiene sus bemoles. Por ejemplo, los electrodos son sólidos porosos bastante complejos, que usualmente tienen sobre la superficie una dispersión fina de partículas de platino que ayudan a producir la disociación de las moléculas de gas (recordemos que tanto el hidrógeno como el oxígeno gaseosos vienen en moléculas con dos átomos cada una, H_2 y O_2). Por su parte, el electrolito de una celda de baja temperatura, como la que se usaría en un vehículo, no es un líquido sino una membrana muy particular. Se trata de un polímero conductor, pero sólo para los protones. Es decir, los electrones lo ven como un aislante, mientras que los iones de H^+ viajan a través del material hacia el electrodo donde se disocia el oxígeno. No hay muchos materiales con estas propiedades. Un ejemplo es un material llamado Nafion, registrado por la empresa Dupont.

Ventajas y desventajas de las celdas de combustible

Las ventajas de utilizar celdas de combustible son varias. En primer lugar, convierten el hidrógeno en energía utilizable en forma mucho más eficiente que la combustión. Mientras que quemando hidrógeno puede esperarse una eficiencia de alrededor del 20%, con una celda de combustible pueden alcanzarse eficiencias  40% al 60%. Además son silenciosas. Un auto que utiliza celdas de combustible es, en esencia, un auto eléctrico dado que el movimiento mecánico producido por la expansión de gases de un motor de explosión se reemplaza por la producción de corriente que mueve un motor eléctrico. Además, el proceso es muy limpio dado que el producto de escape es agua.

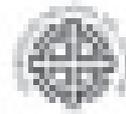
Sin embargo, existen varios problemas por resolver que han dificultado la difusión de esta tecnología. Uno de los principales es que el costo de fabricación resulta muy elevado. Para dar una idea, la mayor parte de los fabricantes de autos que desarrollan celdas de combustible especulan que una celda de 50kW para impulsar un automóvil costaría hoy entre 15.000 y 20.000 dólares, agregando que el costo se reduciría con su fabricación masiva hasta alcanzar los 3.000 a 5.000 dólares. Lo cierto es que actualmente estamos



Ciencia y Tecnología desde la Patagonia para el país



INIBIOMA



Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente

Convenios de Asistencia Técnica-Comisión de Desarrollo Estudios de Impacto Ambiental
Parques y Polos Tecnológicos-Servicios Tecnológicos de Alto Nivel-Investigadores y Becarios en Empresas

Quintal 1258 - 8400 San Carlos de Bariloche - Tel. 02944 435640
www.inibioa-conicet.gov.ar



muy lejos de estos valores, y una celda de combustible de 50 kW puede valer hasta 100.000 dólares. Otro problema es que las celdas de combustible actuales son muy frágiles. Los materiales que se usan para los electrodos no son muy resistentes a golpes y vibraciones, por lo cual es necesario mejorar este aspecto para que puedan ser utilizados en las condiciones normales de circulación de vehículos.

Aportes desde la Patagonia

En nuestro país, el Centro Atómico Bariloche (CAB) es pionero en el desarrollo del hidrógeno como combustible. Allí comenzaron a mediados de los '80 los primeros estudios de materiales para almacenamiento de hidrógeno, e incluso se desarrolló un prototipo de motor de combustión interna que utilizaba hidrógeno como combustible. Con el correr del tiempo fueron estableciéndose distintas líneas de estudio que hoy ocupan a más de 40 personas, entre investigadores y estudiantes de posgrado, de 3 grupos de investigación.

A nivel nacional, la principal iniciativa de investigación en el tema es el Proyecto de Área Estratégica PAE 36985 sobre "Producción, purificación y aplicaciones del hidrógeno como combustible y vector de energía" de la Agencia Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Este proyecto comenzó en 2008 y coordina las actividades de más de 70 investigadores y 80 estudiantes que trabajan en institutos del CONICET, en centros de CNEA y en las Universidades Nacionales de Buenos Aires, de La Plata, del Litoral, del Sur y de San Luis. Dentro del proyecto se estudian aspectos de cada uno de los pasos de la cadena de uso de hidrógeno como combustible, desde su producción y purificación hasta el desarrollo de celdas de combustible, pasando por materiales para almacenamiento y compresión. Los tres grupos de investigación que trabajan en hidrógeno en el CAB participan en ese proyecto. Uno de ellos está desarrollando componentes de celdas de combustible de alta temperatura para sistemas generadores estacionarios. Los otros dos trabajan en el desarrollo de distintos tipos de materiales para almacenamiento y compresión de hidrógeno. Los más característicos son aleaciones metálicas tipo lantano-níquel, compuestos de magnesio y compuestos químicos como borohidruros y alantatos. Algunos de estos materiales se estudian en función de su capacidad para purificar hidrógeno, gracias a que realizan procesos de absorción o desorción selectivas de este gas. En el CAB también se está llevando adelante un proyecto para desarrollar equipos de medición de absorción y desorción de hidrógeno en materiales, y de medición de vida útil de un material en ciclos de carga y descarga de hidrógeno. El objetivo es llevar el desarrollo de estos equipos, hoy en escala de prototipos, al nivel de productos comerciales.

También debe destacarse la iniciativa para producir hidrógeno a partir de energía eólica que se está

desarrollando en la localidad de Pico Truncado, provincia de Santa Cruz.

Una mirada al futuro

Realizar predicciones sobre el futuro de la tecnología basados en el conocimiento científico actual es siempre riesgoso. Si las predicciones de 20 años atrás hubiesen sido acertadas, miles de automóviles impulsados por hidrógeno circularían hoy por las rutas de distintos países. Sin embargo, esto no ha sucedido porque, por una parte la provisión de combustibles fósiles no decayó como se preveía y, por otra, la tecnología del hidrógeno no alcanzó el grado de madurez esperado. Hoy, si bien los principales fabricantes de automóviles a nivel mundial han desarrollado prototipos alimentados por hidrógeno e impulsados por celdas de combustible, ninguno de ellos planea llevarlos a escala comercial en el corto plazo. Si bien se pueden barajar distintos escenarios para la introducción del hidrógeno como vector de energía, es probable que la transición se vaya produciendo en forma paulatina a medida que el precio de los combustibles fósiles vaya incrementándose, con un tiempo de convivencia de ambas tecnologías. Decisiones gubernamentales pueden acelerar este proceso, en particular si se penalizaran las emisiones dañinas para el medio ambiente. Pero aun en ese caso, es necesario optimizar métodos de producción de hidrógeno alternativos a los empleados en la actualidad para lograr mejores rendimientos en aquellos que realmente reducen el impacto ambiental. Estos tiempos involucrados en la transición de uno a otro sistema nos dan una ventana de oportunidad para mejorar métodos y desarrollar materiales adecuados de forma tal de partir desde una posición competitiva en la nueva economía en ciernes.

Lecturas sugeridas

Rifkin, J. (2007). *La economía del hidrógeno*. Barcelona: Paidós.

Publicaciones del sitio de la Red Iberoamericana de Hidrógeno. En URL: <http://redhidrogenocyted.com.ar>

RESEÑA DE LIBRO

Entre aritmética y álgebra: un camino que atraviesa los niveles primario y secundario. Investigaciones y aportes.

Ethel Barrio, Liliana Lalanne y Analía Petich. 2010.

Ediciones Novedades Educativas. Buenos Aires, Argentina. 238 pp.

Reseña realizada por Virginia Montoro

virginia.montoro@crub.uncoma.edu.ar

Este libro ha recibido el primer premio en obra práctica del concurso «Libro de educación 2010» de la Fundación el libro, responsable de la organización de la Feria del Libro, que anualmente se realiza en Buenos Aires.

Las autoras de este libro son docentes y formadoras de docentes. Presentan en él investigaciones cualitativas, que involucran tanto aspectos teóricos como estudios de aula, realizadas como trabajos finales de la especialización en Enseñanza de las Ciencias que realizaron las autoras, bajo la dirección de reconocidos investigadores en didáctica de la Matemática, como son Mabel Panizza y Jean-Philippe Drouhard.

El libro muestra cómo el álgebra puede estar presente en las clases de matemática incluso en los primeros grados de primaria, presentando *las ecuaciones diofánticas lineales* como un contenido adecuado para que emerjan tempranamente las nociones de incógnita, variables y generalización.

Una *ecuación diofántica lineal* es una ecuación de dos variables, con coeficientes enteros y de la cual se buscan soluciones enteras (Ej: $6x + 8y = 90$). Estas ecuaciones pueden ser tales que su conjunto solución está formado por infinitos pares ordenados de números enteros. En este libro se las propone como un posible eslabón entre la aritmética y el álgebra. Las autoras aclaran que «quizás llame la atención hablar de este tipo de ecuaciones para niños que comienzan la escuela primaria; no estamos pensando en niños planteando ecuaciones, pero hemos comprobado que pueden resolver problemas modelizables mediante estas ecuaciones».

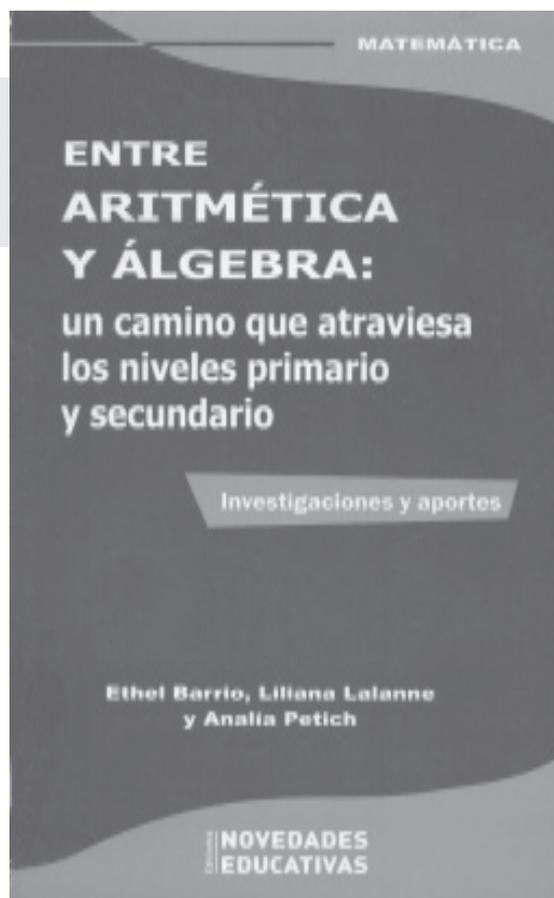
El libro presenta un sustancioso prólogo de Mabel Panizza y Jean-Philippe Drouhard y una breve introducción de las autoras. El cuerpo de la obra está compuesto por tres partes bien diferenciadas. La Parte I: *Una Mirada a las Ecuaciones Diofánticas Lineales desde la Epistemología*; la Parte II: *Una Mirada a las Ecuaciones Diofánticas Lineales desde la Teoría de los Campos Conceptuales* y la Parte III: *Una Mirada a las Ecuaciones Diofánticas Lineales desde las producciones de los Alumnos*. Estas tres partes presentan miradas diferentes y complementarias de las ecuaciones diofánticas lineales y muestran como éstas pueden constituirse en un ámbito propicio para la transición de la aritmética al álgebra, en distintos niveles de enseñanza. Las autoras presentan además reflexiones generales de los tres estudios y explicitan las relaciones entre ellos, dando así un amplio y completo panorama del objeto de estudio.

En la Parte I, Analía Petich reseña aspectos teóricos de la Didáctica de la Matemática, que le servirán de medios para analizar el contenido matemático *ecuaciones diofánticas lineales*. Realiza un análisis histórico del mismo e identifica obstáculos históricos y plantea la posibilidad de que algunos

de ellos constituyan obstáculos epistemológicos. En la parte II, Liliana Lalanne presenta diferentes problemas que pueden modelizarse a través de las ecuaciones diofánticas lineales, según su estructura. Estudia esta problemática desde la perspectiva de los campos conceptuales y presenta un interesante estudio realizado con alumnos de séptimo grado, analizando las producciones de estos alumnos en cuanto a qué nociones han construido respecto al concepto de variable y propone una jerarquización de los problemas según su dificultad cognitiva. Por último, en la Parte III, de autoría de Ethel Barrio, se informa sobre un estudio de campo realizado en primero, tercero y séptimo grado de primaria y en tercero y cuarto año de secundaria. Se analizan las representaciones y comprensiones de estos estudiantes cuando resuelven problemas que pueden modelizarse con ecuaciones diofánticas lineales. El estudio muestra que los alumnos disponen de medios para resolver este tipo de problemas, y describe los modelos, representaciones y procedimientos que los alumnos utilizan en cada nivel.

El libro reporta los resultados de trabajos sistemáticos de investigación cualitativa con un fuerte fundamento teórico, que aportan un nuevo conocimiento y que además han sido cuidadosamente comunicados. Este libro constituye una gran oportunidad para la comunidad educativa al difundir trabajos de investigación que la mayoría de las veces quedan restringidos al ámbito académico.

Sin duda este libro es de lectura productiva para docentes de primaria, de secundaria y para interesados en educación matemática, ya que además de aportar al tratamiento del álgebra temprana a través de las ecuaciones diofánticas lineales, difunde aspectos teóricos de la didáctica de la matemática y traza un puente entre las investigaciones y el aula.



METEORITOS Y ASTROBLEMAS DE LA PATAGONIA ARGENTINA

Un recorrido por los posibles cráteres de impacto meteorítico y una guía de los meteoritos hallados en su territorio

Rogelio D. Acevedo, Maximiliano Rocca, Juan F. Ponce, Jorge Rabassa y Hugo Corbella

Meteoritos y cráteres de impacto

Todos hemos escuchado hablar de meteoritos, o visto sus devastadores impactos en películas de ficción. Pero, ¿qué son, cómo se producen y de dónde provienen? ¿Con qué frecuencia llegan a nuestro planeta? ¿Impactan o han impactado alguna vez en nuestra región?

Los meteoritos son trozos de asteroides que vagan por el espacio recorriendo órbitas propias. Buena parte de ellos proviene del cinturón de asteroides que hay entre Marte y Júpiter. Son sensibles a la atracción gravitacional de los planetas y muchos de ellos acaban estrellándose contra el colosal Júpiter, que actúa como la "aspiradora" de nuestro Sistema Solar. Otros, no pocos, llegan también frecuentemente a la Tierra. Algunos son avistados como bólidos y muchas veces pueden ser recuperados al seguir sus trayectorias y verse caer. Raras veces provocan daños pero si tuviesen un tamaño considerable podrían originar cráteres unas veinte veces más grandes que sus diámetros. Si buscamos en los tiempos históricos, los antecedentes de catástrofes causadas por su colisión contra la superficie terrestre no son importantes, porque afortunadamente han acontecido en lugares deshabitados. Pero si lo miramos desde la perspectiva del tiempo geológico,

debemos considerarlos como uno de los principales modeladores exógenos del paisaje terrestre.

Los asteroides, al igual que la Tierra, tienen una corteza pétreo y un núcleo metálico. Del producto de sus colisiones se desprenden fragmentos que son los meteoritos.

Una antigua clasificación los agrupa en tres categorías: metálicos, pétreos y mixtos.

Los metálicos (sideritos) están constituidos principalmente por una masa de hierro y níquel, y de acuerdo a sus características composicionales y texturales, pertenecen a uno de estos tres grupos: hexaedritos, octaedritos o ataxitos.

Los pétreos están compuestos principalmente de silicatos, que son los minerales más comunes, ricos en estos casos de hierro y magnesio, y pueden contener cóndrulos (que son esferas pequeñas) o no. Los primeros se denominan condritos y los segundos, acondritos.

Los mixtos (metálico-pétreos, también llamados mesosideritos) son una mezcla entre los pétreos y los metálicos y están formados por la variedad gema del olivino, el peridoto, engarzado en una masa de hierro-níquel. Entre ellos se destaca una variedad muy bella como es el pallasito.

Palabras clave: meteoritos, astroblemas, Patagonia.

Rogelio Daniel Acevedo ^(1, 2)

Dr. en Cs. Geológicas, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
acevedo@cadic-conicet.gob.ar

Maximiliano Rocca

Analista de Sistemas en el Instituto Superior Mariano Moreno (ISMM), Argentina.
The Planetary Society, Pasadena, California, Estados Unidos de Norteamérica.
maxrocca2010@gmail.com

Juan Federico Ponce ^(1, 2)

Dr. en Cs. Geológicas, Universidad Nacional del Sur, Argentina.
jfpnce@cadic-conicet.gob.ar

Jorge Rabassa ^(1, 2, 3)

Dr. en Cs. Naturales, Universidad Nacional de La Plata.
jrabassa@gmail.com

Hugo Corbella ^(2, 4, 5)

Doctorat d'Espécialité, Universidad de París, Francia.
hcorbel@yahoo.com.ar

⁽¹⁾ Centro Austral de Investigaciones Científicas, CADIC-CONICET, Argentina.

⁽²⁾ Cjo. Nac. de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.

⁽³⁾ Universidad Nacional de la Patagonia "San Juan Bosco", Sede Ushuaia, Argentina.

⁽⁴⁾ Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Argentina.

⁽⁵⁾ Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Argentina.

Recibido: 13/12/2010. Aceptado: 15/06/2011.

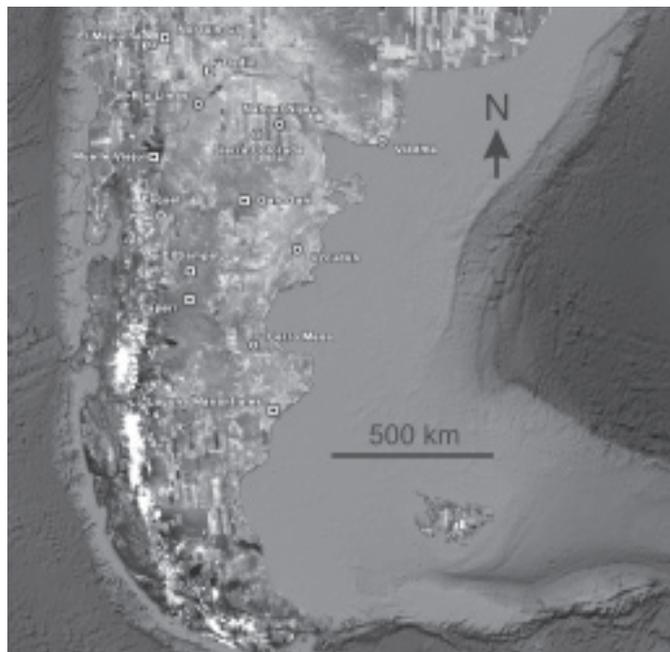


Figura 1. Mapa de ubicación de los meteoritos encontrados en la Patagonia.

Al precipitarse a tierra y estrellarse contra su superficie, los meteoritos producen en algunas ocasiones un cráter de impacto, proporcionalmente a su tamaño, constitución, velocidad, y de acuerdo al tipo de suelo.

Los meteoritos de la Patagonia

Ejemplos de todos los tipos de meteoritos citados más arriba, menos los acondritos, han sido hallados en el territorio patagónico, con la curiosa particularidad de que en esta vasta región en una única oportunidad ha sido recuperado uno al tiempo de verlo caer: el meteorito Uzcudún. Los acondritos son muy parecidos a las rocas terrestres y es por esa causa que si no se sigue su trayectoria mientras está precipitándose a tierra, hasta recuperarlo una vez caído, luego será muy difícil identificarlo en el campo.

Los meteoritos llevan el nombre de los sitios donde fueron encontrados. Hay casos, como el del pseudo-meteorito Colonia Suiza, que hasta dicen las crónicas de la época haberlo visto caer en 1924 y rescatado de las aguas del lago Moreno, cerca de Bariloche, el cual sin embargo no está documentado por la *Meteoritical Society*, que lleva los registros de los especímenes clasificados en el mundo. Otros meteoritos también tienen su historia. El meteorito metálico Laguna Manantiales, por ejemplo, fue hallado casualmente en 1938 por un arriero que hundió su facón en el suelo para limpiarlo y chocó con una piedra que resultó ser un pequeño tesoro.

En el siguiente listado se indican nombre, coordenadas del hallazgo, sitio geográfico y provincia, clasificación, datos históricos, peso y repositorio o lugar de guarda (Cuadro I, ubicado geográficamente en la Figura 1):

- Caperr. 45° 17' S, 70° 29' O. Río Senguerr, Chubut. Octaedrito, encontrado en 1869, de 114 kg de

peso. Es uno de los meteoritos más preciados de la colección del Museo de La Plata.

- Cerro Mesa. 46° 51' S, 68° 08' O. Santa Cruz. Condrilo. Encontrado en 2006, con 10,5 kg de peso.
- Dadín. 38° 55' S, 69° 12' O. Plaza Huincul, Neuquén. Octaedrito. Encontrado en 1949, de 37,3 kg recuperados. Museo de La Plata.
- El Mapuche. 37° 52' S, 71° 05' O. Caviahue, Neuquén. Condrilo. Encontrado en 1963, Colección del Museo Prof. Dr. Juan A. Olsacher de Zapala (Neuquén) mientras era curador José Ignacio Garate Zubillaga.
- El Sampal. 44° 32' S, 70° 22' O. Nueva Lubecka, Chubut. Octaedrito. Encontrado en 1973, con 142 kg recuperados.
- Esquel. 42° 54' S, 71° 20' O. Esquel, Chubut. Pallasito. Encontrado en 1951, con aproximadamente 1500 kg recuperados. Gracias a su extraordinaria belleza sus fragmentos constituyen la pieza central de muchas colecciones privadas de todo el mundo.
- Gan Gan. 42° 40' S, 68° 05' O. Gan-Gan, Chubut. Octaedrito. Encontrado en 1984, con 83 kg recuperados.
- Laguna Manantiales. 48° 35' S, 67° 25' O. Desseo, Santa Cruz. Octaedrito. Encontrado en 1938, con 92 kg recuperados.
- Muelle Viejo. 41° 11' S, 71° 23' O. Lago Nahuel Huapi, San Carlos de Bariloche, Río Negro. Metálico (¿octaedrito?). Hallado a 8,5 m. de profundidad en una excavación a orillas del lago Nahuel Huapi en 1961, 130 gramos. Sección Geología, Museo de la Patagonia «Francisco P. Moreno», Bariloche.
- Nahuel Niyeu. 40° 32' S, 66° 38' O. Río Negro. Condrilo. El 28 de febrero de 2005 fue encontrada una pieza de 10,54 kg.
- Norquin-Có. 37° 43' S, 70° 37' O. Neuquén. Octaedrito. Encontrado en 1945, con 19,25 kg recuperados. Museo de La Plata.
- Río Limay. 39° 51' S, 69° 29' O. Quiñihua, Río Negro. Condrilo. Encontrado en 1995, con 280 kg recuperados.
- Sierra Colorada. 40° 48' S, 67° 29' O. Río Negro. Condrilo. Encontrado en 1995, con 71,3 kg recuperados.
- Uzcudún. 44° 07' S, 66° 09' O. Ameghino, Chu-

Cuadro I
Clasificación de los meteoritos patagónicos

PROVINCIA	CONDRIITOS	ACONDRIITOS	SIDERITOS	SIDEROLITOS
Río Negro	Río Limay (CO L) Sierra Colorada (CO L)	Nahuel Niyeu	Muelle Viejo (O?) Viedma (CO L5) Norquín-có (O IIIAB) Dadín (O)	
Neuquén	El Mapuche (CO)			
Chubut	Uzcludún (CO L)		Caperr (O IIIA) El Sampal (O IIIA) Gan-Gan (O IVA)	Esquel (PAL)
Santa Cruz	Cerro Mesa (CO L ó LL6)		L. Manantiales (IIIAB)	
O= Octaedrito		CO= Condrito	PAL: Pallasito	

but. Condrito de olivino e hipersteno. Caído el 16 de abril de 1948 a las 16 hrs, habiéndose recuperado 20 kg. Es el único meteorito recobrado al momento de arribar a tierra. Se encuentra en el Museo Histórico Municipal de Bahía Blanca.

• Viedma. 41° 04' S, 62° 51' O. Río Negro. Condrito de olivino e hipersteno. Encontrado en 2003, con 6,9 kg de peso.

Aunque las leyes argentinas los consideran parte del patrimonio cultural del Estado Nacional, muchos de estos meteoritos han sido sacados del país y comercializados. Ni siquiera se los puede proteger para que al menos su clasificación litológica y genética pueda ser realizada en La Argentina.

Buscando cráteres de impacto en la Patagonia

La Patagonia abarca una superficie aproximada de 880.000 km². Su densidad demográfica se aproxima apenas a los 2 habitantes por km², permaneciendo aún enormes extensiones absolutamente despobladas. Su red vial pavimentada es escasa y los caminos de tierra alternativos ni siquiera se acercan a muchas comarcas todavía científicamente inexploradas.

Por ello, el acceso masivo al programa Google Earth ha permitido un recorrido virtual desde el aire

Figura 2: Representación artística de un asteroide viajando hacia la Tierra.

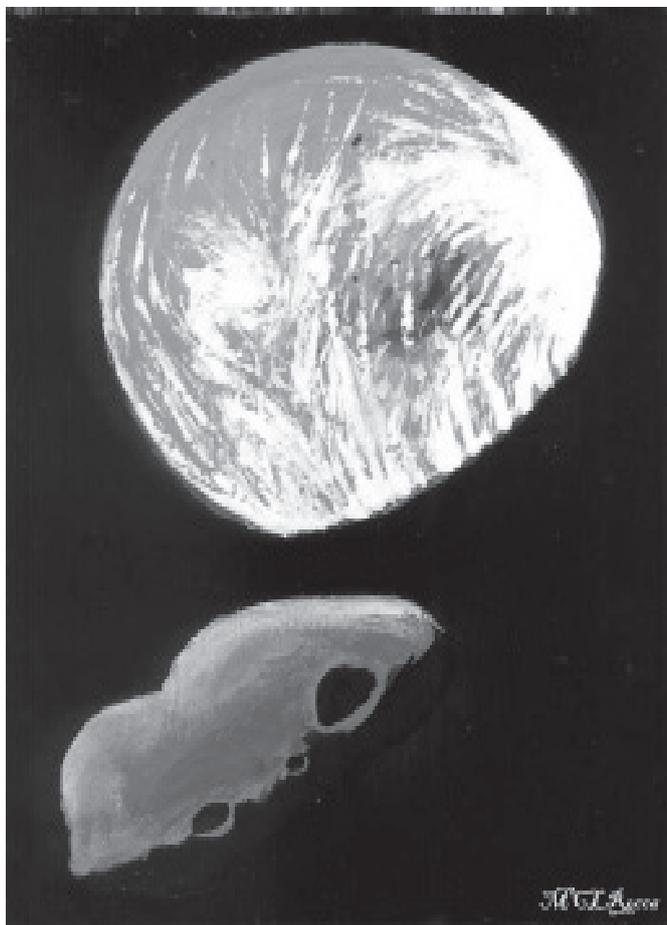


Figura 3. Imágenes de los sitios de posibles impactos meteoríticos en la Patagonia. Los números de las imágenes corresponden al listado que se presenta a continuación.

por esos rincones recónditos y descubrir, entre muchos otros rasgos, formas del paisaje como, por ejemplo, estructuras circulares, y evaluar si ellas corresponden a bajos sin salida, cuencas endorreicas (típicas de esta región), mares o estructuras freatomagmáticas (muy frecuentes en ambientes basálticos como los de las mesetas patagónicas), o, la más extraordinaria de todas las posibilidades: que pudiere tratarse de cráteres de impacto de asteroides o cometas (ver Figura 2). En este caso la prudencia aconseja hablar de *astroblemas*, es decir depresiones posiblemente causadas por el impacto de un asteroide ó cometa contra la superficie de un cuerpo planetario, en nuestro caso la Tierra.

El primer trabajo dirigido en forma exclusiva a la región patagónica que se ocupó en abordar el reconocimiento de estructuras circulares como posibles cráteres de impacto fue presentado recientemente, en 2003, por Max Rocca -un especialista en análisis prospectivo de imágenes- luego de un meticuloso rastreo con imágenes de sensores remotos. Se señalan como potenciales sitios de impacto los casos de Bajada del Diablo, Bajo Hondo y Canquel en Chubut, Barda Negra

en Neuquén, Gran Altiplanicie Central y Los Mellizos en Santa Cruz y una anomalía geofísica oceánica en las cercanías de las Islas Malvinas.

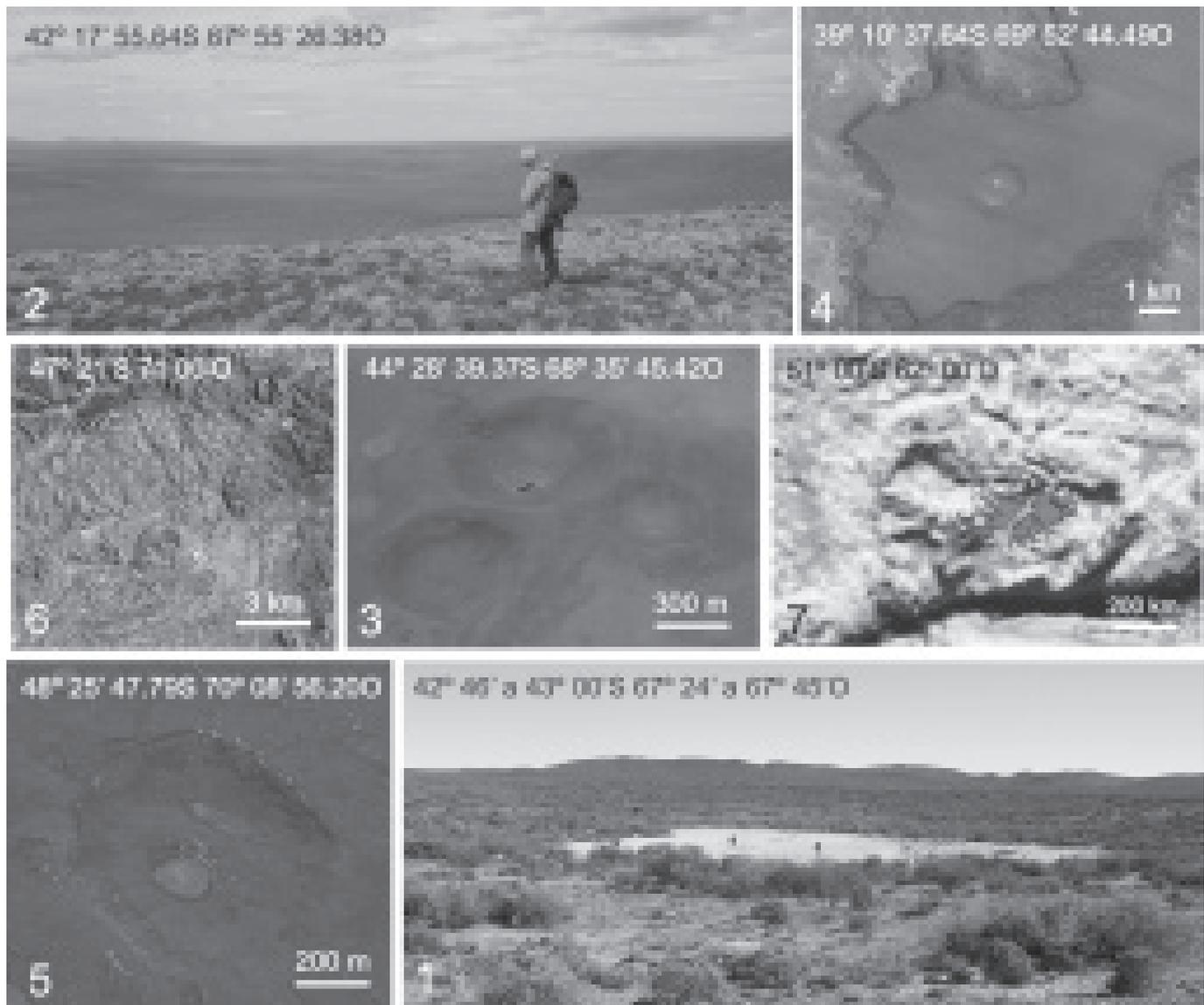
Ilustraciones de estos posibles sitios de impacto pueden verse en la Figura 3.

A continuación se listan las principales estructuras circulares de la región:

1) Bajada del Diablo, Chubut ($42^{\circ} 46'$ a $43^{\circ} 00'$ Lat. S; $67^{\circ} 24'$ a $67^{\circ} 45'$ Long. O).

Existe en la estepa patagónica una zona denominada Bajada del Diablo, en la Provincia de Chubut, donde aparecen unos doscientos cráteres de impacto del tipo simple.

Estos cráteres de impacto, con diámetros comprendidos entre los 100 y 350 m, están distribuidos en cuatro áreas separadas, sobre una extensión de aproximadamente 27 por 15 km, entre las cuales se destaca una de ellas en especial, ubicada sobre la meseta de Filú-Co y su pedimento contiguo. Se trata de depresiones en forma de taza con un borde sobre-elevado con respecto al piso de la geografía local. Una parte de algunos cráteres están ubicados en mesetas de rocas volcánicas



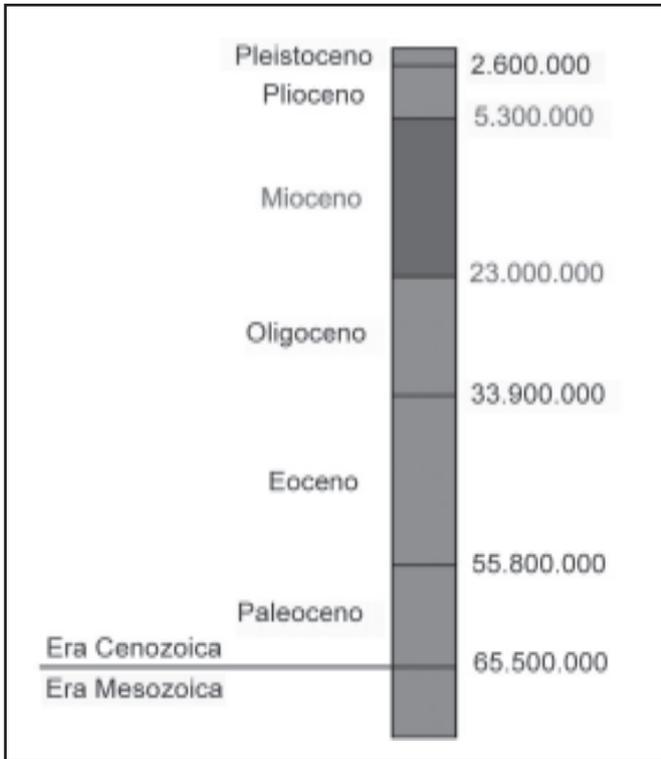


Figura 4: El Mioceno en la escala del tiempo geológico.

basálticas alcalinas terciarias del Mioceno (ver Figura 4). Sin embargo la mayoría de los cráteres se encuentran sobre la cubierta sedimentaria de un pedimento, de una posible edad que oscilaría entre el Plioceno temprano y el Pleistoceno temprano. Los desniveles son variables, máximos de 17 m en rocas sedimentarias y 27 m en volcánicas. En cambio, las áreas correspondientes a las cuencas fluviales del Pleistoceno tardío y Holoceno y sus sedimentos integrantes no muestran ningún cráter. De esta manera, la colisión del asteroide con la superficie del terreno precedió al desarrollo de la red de drenaje actual y, en consecuencia, habría ocurrido posiblemente en algún momento del Pleistoceno medio, quizás entre 780.000 y 130.000 años atrás.

En muchos casos, se aprecia alrededor de cada cráter la presencia de carpetas de escombros que han sido expulsadas desde los cráteres mismos en el momento del impacto.

De acuerdo a la posición y volumen del material eyectado junto a los cráteres, se infiere que el choque de los proyectiles contra la superficie del terreno se produjo cuando éstos provenían desde el Sudoeste, a una altísima velocidad (aún no estimada) y en un ángulo bajo con respecto a la superficie, de entre 15° y 25°.

Además de la evidencia geológica en cuanto a la afectación de rocas de distintas edades y tipos, los aspectos geomorfológicos observados permiten descartar definitivamente un eventual origen volcánico o que correspondan a dolinas u otras formaciones cársticas y por lo tanto debe buscarse su origen como provocado por un objeto que ha impactado desde fuera, es decir un asteroide fragmentado o un cometa.

Como se expresó antes, el área donde se encuen-

tran los cráteres comprende una superficie de enormes dimensiones, que ubica a este sitio como el campo de cráteres de impacto más grande del Hemisferio Sur, en superficie y en número de impactos simultáneos. Una vez completado el estudio de toda la región, actualmente en desarrollo, Bajada del Diablo podría convertirse en el campo de cráteres con mayor número de impactos simultáneos en el mundo.

El hecho que algunos cráteres hayan sido erosionados y borrados por los procesos fluviales erosivos y sedimentarios más recientes, hace que lo que vemos hoy sea sólo el remanente de una mayor población original de cráteres, la cual podría haber alcanzado hasta unos 500 impactos y podría llegar a cubrir más de 400 km².

Este es el único hallazgo efectivamente documentado hasta ahora de cráteres de impacto en el territorio patagónico. Pruebas geológicas, geomorfológicas y geofísicas así lo han demostrado. A éstas se suman recientes pruebas mineralógicas, gracias a las cuales se descubrieron microsferas de un cloruro de hierro-níquel: la lawrencita, con troilita (FeS). Este componente mineral de los meteoritos fue detectado en una masa olivínica, un mineral habitual en los basaltos patagónicos, lo cual podría estar revelando trazas de la colisión cósmica contra las rocas de la meseta. Estas evidencias múltiples, aun cuando no se han encontrado meteoritos, permiten identificar estas estructuras como el producto de un impacto.

2) Bajo Hondo, Chubut (42° 17' 55.6''S; 67° 55' 26.38''O).

Consiste en una estructura circular bien definida, de 4 km de diámetro y 220 de desnivel, situada en la meseta de Somuncurá, como parte del complejo volcánico de Talagapa, del Oligoceno-Mioceno. Si bien fue evaluada hace años como de un eventual origen impactítico (por choque de un meteorito), fue descripta

Figura 5: Posibles estructuras de impacto en Patagonia. Los números corresponden a la enumeración precedente.

como una caldera basáltica colapsada, es decir una depresión por hundimiento de una estructura volcánica. Más tarde, se insistió en su consideración como posible forma de impacto por su gran similitud con la estructura de Lonar Lake, en la India, uno de los dos cráteres de impacto de tipo simple, emplazados en rocas volcánicas, aceptados como tales hoy en el mundo. Sin embargo, una inspección *in situ* realizada recientemente por dos de los autores de este artículo (R.D.A y H.C) no ha hallado pruebas físicas del supuesto impacto.

3) Meseta del Canquel, Chubut (44° 28' 39.3"S; 68° 35' 45.42"O).

Se trata de tres estructuras ubicadas sobre una meseta de roca basáltica de edad terciaria, descubiertas a partir de imágenes satelitales. Sus diámetros miden 1,3, 0,8 y 0,6 km, respectivamente y su desnivel máximo es de 174 m. Por su configuración en "Y" son muy parecidos a los conocidos cráteres de Henbury en Australia, aunque en nuestro caso falta comprobar aún un hipotético origen colisional (por impacto).

4) Meseta de la Barda Negra, Neuquén (39° 10' 37.64"S; 69° 52' 44.49"O).

Es un cráter aislado de 1,3 km de diámetro y 80 m de desnivel, con sus bordes levantados, muy similar al Meteor Crater de Arizona pero, en este caso, alojado en medio de una meseta de basaltos de edad terciaria.

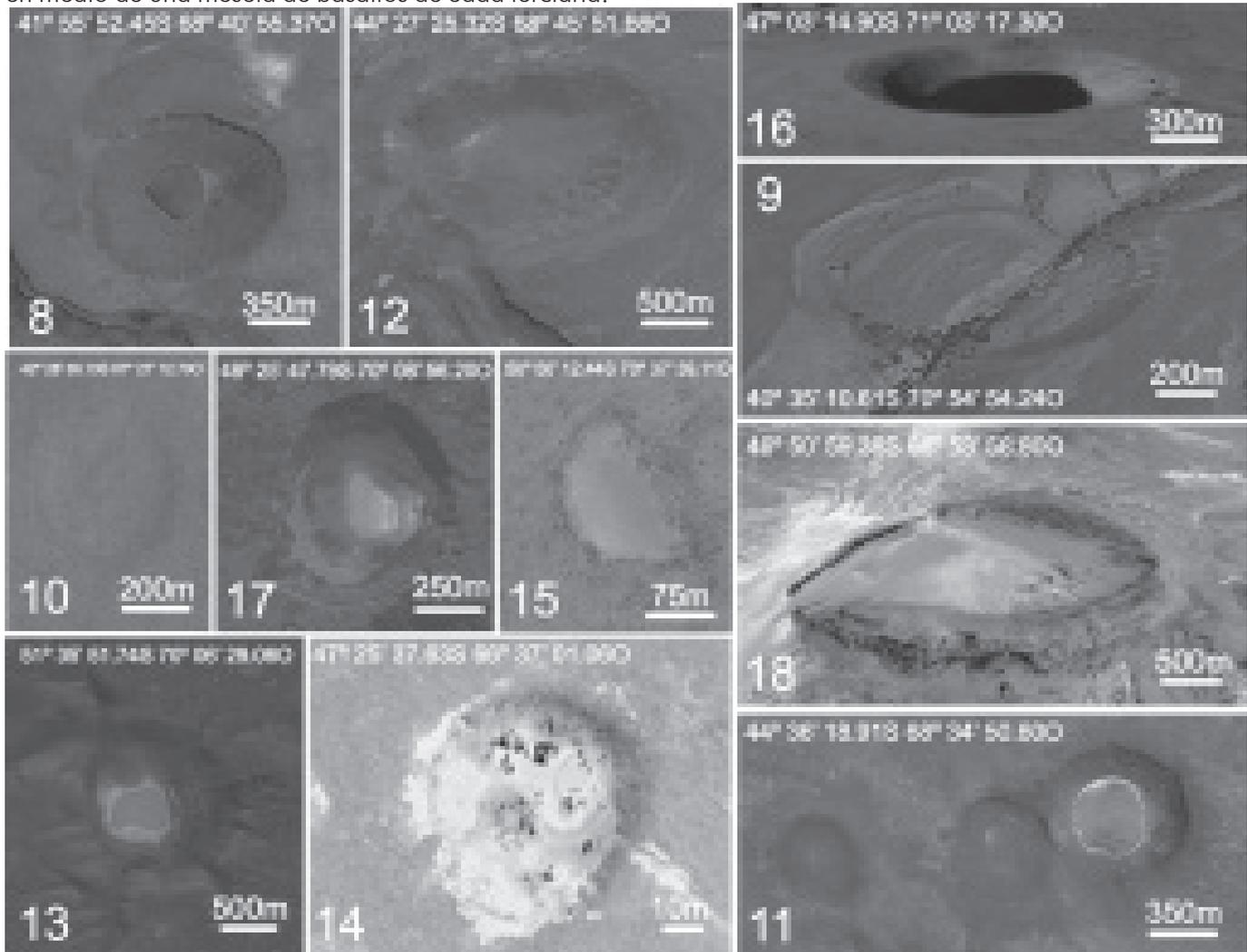
Afectando al Basalto Zapala -basalto olivínico cuya edad estaría entre 2,3 y 8,6 millones de años- y a la Formación Collón Curá más antigua, constituida por rocas con cenizas volcánicas depositadas en el Mioceno medio. Breves visitas al sitio no permitieron comprobar que se trate de un cráter de origen colisional y no puede descartarse que su origen sea volcánico explosivo.

5) Gran Altiplanicie Central, Santa Cruz (48° 25' 47.79"S; 70° 08' 56.20"O).

Es una forma circular aislada, con bordes elevados, de 800 m de diámetro y 28 de desnivel. También está ubicada en medio de una meseta basáltica de muy difícil acceso. Los basaltos tienen una edad que varía entre 11 y 12 millones de años. No puede excluirse aún su origen volcánico.

6) Estructura Circular Los Mellizos, Santa Cruz (47° 20'S; 70° 00'O).

Otro potencial sitio de impacto ha sido observado en el Macizo del Deseado, en una localidad no muy distante de la anterior. Se trata de una depresión de forma anular, con un pico central y bordes elevados. Esta estructura se encuentra bastante erosionada aunque es muy evidente en las imágenes satelitales de ecos de radar, ya que su diámetro es de unos 10 km. Su edad se estima en menos que 140 millones de años, en fun-



ción de la edad de las rocas afectadas por el posible impacto, las cuales son volcanitas de la Formación Chon Aike, del Jurásico medio. Esta geoforma no ha sido estudiada en detalle y no pueden desecharse aún otras interpretaciones acerca de su origen.

7) La anomalía geofísica de Islas Malvinas ($51^{\circ} 00'S$; $62^{\circ} 00'O$).

Empero encontrarse todavía en el terreno de lo especulativo, un posible megaimpacto ha sido propuesto sobre la plataforma continental al NO de Malvinas, ya que una anomalía negativa de 200 km de diámetro puede verse claramente en los mapas gravimétricos como el que se presenta en la Figura 3.7. Dicha anomalía coincidiría con la información magnetométrica disponible, afectando rocas de entre 300 y 360 millones de años. La estructura es compleja, al parecer con anillos concéntricos y un pico central, pudiendo haberse transformado a partir de allí en una cuenca, rellena luego por sedimentos.

Otras posibles estructuras de impacto en Patagonia

El diseño circular en planta es muy común en los cráteres meteoríticos, los cuales son mejor reconocibles cuanto más reciente haya sido el evento y menos expuestos hayan estado a los procesos erosivos. Es obvio además que no todas las formas circulares expuestas sobre la superficie de la Patagonia argentina son sitios de impacto, pero no es menos cierto que al menos existe la posibilidad de que algunas de estas estructuras puedan haber sido descriptas como calderas o cráteres volcánicos, y/o mapeadas como paisajes cársticos, sumideros, maares o bajos sin salida, sin tener siquiera en cuenta un eventual origen impactítico. Es posible entonces que otras *estructuras problemáticas* de la Patagonia que no han sido consideradas hasta ahora,

Figura 7. Estructura circular de bajo Potrok Aike.

puedan ser estructuras de impacto meteorítico. Por ello, se enumeran (Cuadro II) e ilustran a continuación algunas de ellas (ver Figura 5). Los pobladores de estas regiones en la mayoría de los casos podrán visitarlos llevando consigo las coordenadas geográficas para su localización certera.

Provincia de Río Negro

8) Estructura de Llama Niyeo ($41^{\circ} 55' 52.45''S$, $68^{\circ} 40' 55.37''O$) diámetro de 1,12 km, desnivel 134 m.

Provincia de Neuquén

9) Estructura de Collón-Curá ($40^{\circ} 35' 10.61''S$, $70^{\circ} 54' 24.00''O$) diámetro de 1,2 km, desnivel 95 m.

Provincia de Chubut

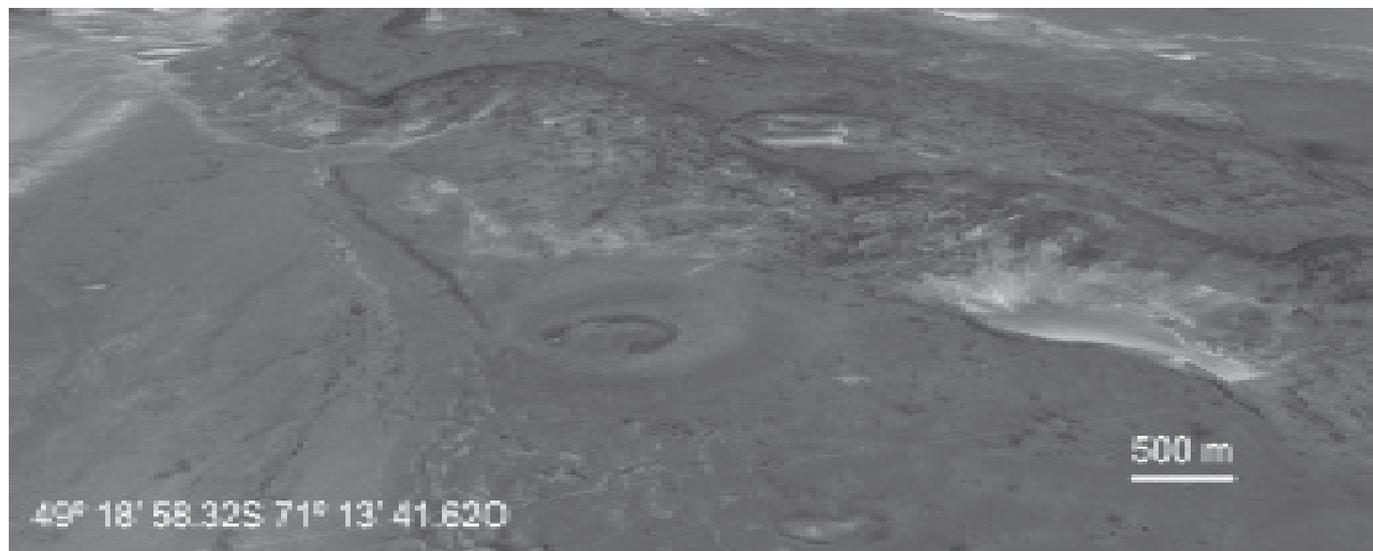
10) Estructura de Telsen ($42^{\circ} 28' 36.13''S$, $67^{\circ} 27' 12.70''O$) diámetro de 850 m, desnivel 42 m;

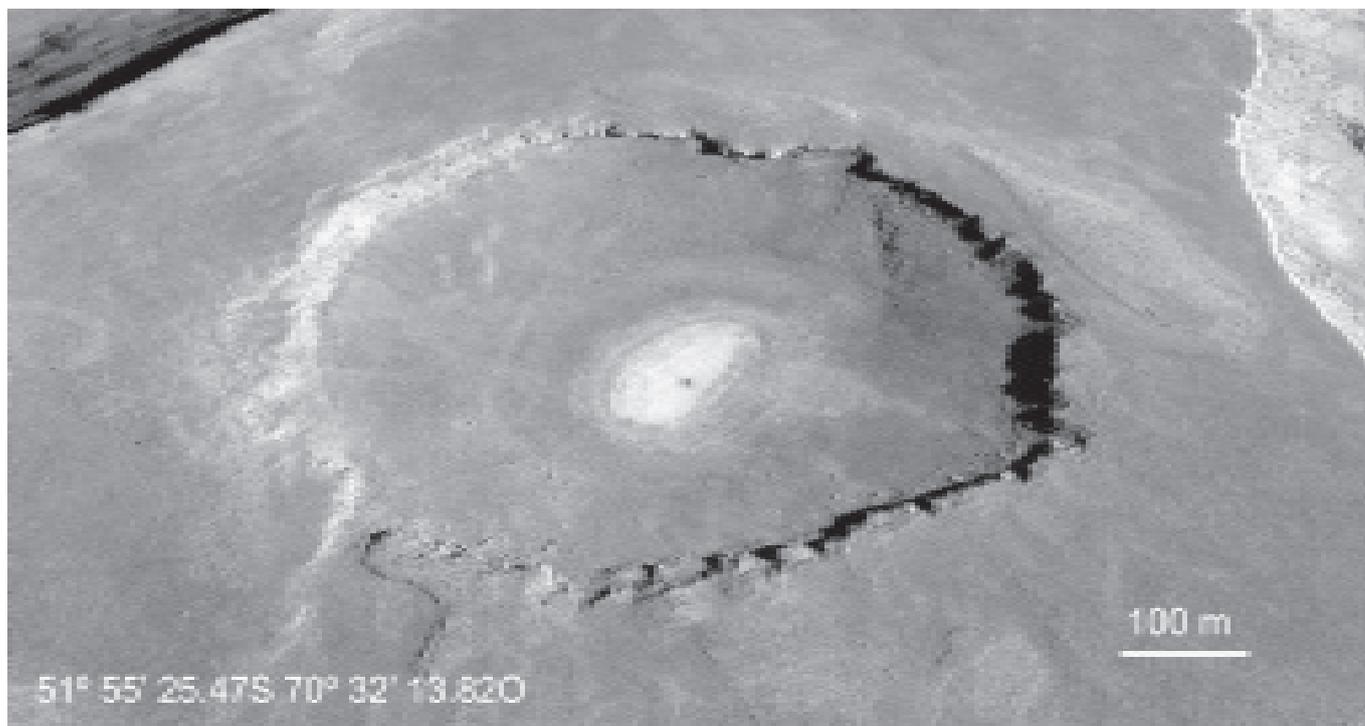
11) Canquel 2 ($44^{\circ} 36' 18.91''S$, $68^{\circ} 34' 50.60''O$) diámetro de 740 m, desnivel 73 m;

12) Canquel 3 ($44^{\circ} 27' 25.22''S$, $68^{\circ} 45' 51.66''O$) diámetro de 1,85 km, desnivel 100 m.

Provincia de Santa Cruz

Figura 6. Estructura circular de cerro Cordón.





- 13) Gallegos (51° 35' 51.74''S, 70° 06' 29.06''O) diámetro de 1,3 km, desnivel 37 m;
 14) Deseado (47° 25' 37.63''S, 66° 37' 07.06''O) diámetro de 50 m, desnivel 0 m;
 15) Gorelli (50° 50' 12.44''S, 70° 37' 39.11''O) diámetro de 150 m, desnivel 1 m;
 16) Laguna Honda (47° 03' 14.90''S, 71° 03' 17.30''O) diámetro de 1,3 km, desnivel 146 m;

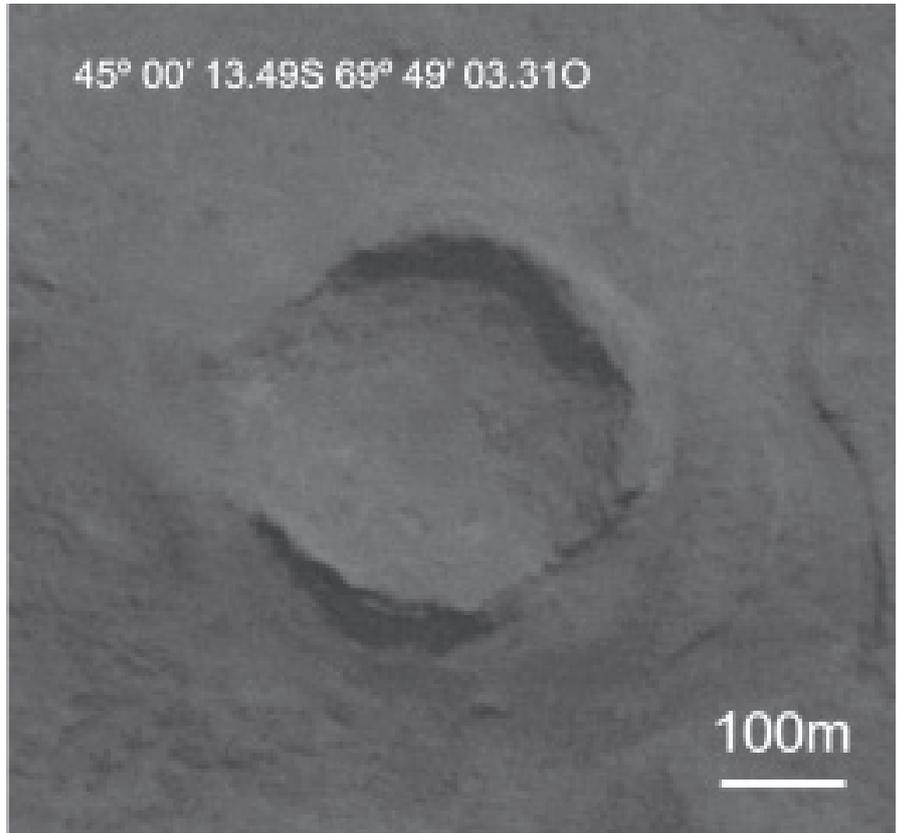
- 17) Gran Altiplanicie Central 2 (48° 25' 47.79''S, 70° 08' 56.20''O) diámetro de 780 m, desnivel 40 m;
 18) Lago Sirven (46° 50' 59.38''S, 68° 53' 58.80''O) diámetro de 2,63 km, desnivel 200 m. Esta estructura está modelada en basaltos de menos de 34 millones de años.

De la misma manera, en la actualidad otros traba-

Cuadro II
Otras estructuras circulares de la Patagonia

Provincias	Estructuras	Coordenadas
Río Negro	Llama-Niyeo	(41° 55' 52.45''S, 68° 40' 55.37''O)
Neuquén	Collón-Curá	(40° 35' 10.61''S, 70° 54' 24.00''O)
Chubut	Telsen	(42° 28' 36.13''S, 67° 27' 12.70''O)
	Canquel II	(44° 36' 18.91''S, 68° 34' 50.60''O)
	Canquel III	(44° 27' 25.22''S, 68° 45' 51.66''O)
Santa Cruz	Gallegos	(51° 35' 51.74''S, 70° 06' 29.06''O)
	Deseado	(47° 25' 37.63''S, 66° 37' 07.06''O)
	Gorelli	(50° 50' 12.44''S, 70° 37' 39.11''O)
	Laguna Honda	(47° 03' 14.90''S, 71° 03' 17.30''O)
	Gran Altiplanicie Central	(48° 25' 47.79''S, 70° 08' 56.20''O)

Figura 8. Estructura circular de Los tamariscos (Río Senguerr).



jos contribuyen con aportes valiosos al estudio de los astroblemas en la Patagonia. Estudios realizados en la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA) por el ingeniero Leandro Widsensky, proponen algunas estructuras como posibles cráteres de impacto. Entre ellas, la del cerro Cordón es la que cuenta con mayores posibilidades de serlo. Se trata de un anillo de casi 1 km de diámetro y un desnivel de 23 m (ver Figura 6).

Otro sitio potencial es el del bajo Potrok Aike, de unos 600 m de diá-

Naipes Patagónicos

Flores de la Patagonia

Las imágenes y etiquetas de los Naipes patagónicos albergan numerosas flores variadas y coloridas.

Este grupo de cartas ilustradas muestra las más bellas de su gran riqueza y diversidad.

Las imágenes del Joker y del ábaco de las cartas corresponden a perfumes representativos de la Patagonia.

Pesca con mosca

Una mosca es un señuelo artificial fabricado por el propio pescador de manera artesanal, utilizando para ello plumas, pelos e hilos que imitan los insectos naturales que integran la dieta del pez.

Las hoy famosas truchas, fueron introducidas en la Patagonia a principios del siglo XX. Las más comunes son la trucha arcoíris, la trucha marrón y la trucha de arroyo o fontinalis.

Tel. 02944 442854 - www.naipspatagonicos.com.ar

galilea & Cia

Viajes y Ecoturismo

E.V.yT. Lic.Prov. 11494 Disp. 478/02

Pasajes nacionales e internacionales

Tarifas especiales a docentes y estudiantes

Elflein 89 of. 2 Bariloche Tel. 02944 43 7657

metro y 45 de desnivel (ver Figura 7), una oquedad circular que podría ser uno más de los tantos maeres de Pali Aike, una meseta cuyos basaltos arrojaron edades radiométricas comprendidas entre el Mioceno y el Plioceno (ver Figura 4). Otra estructura perfectamente circular, recientemente observada en el Chubut (ver Figura 8), también podría resultar empero de origen volcánico. Debe aceptarse que la joven cobertura basáltica de la Patagonia, con sus calderas y maeres, hace dudar permanentemente a los “cazadores” de cráteres de impacto.

Palabras finales

Paradójicamente, los meteoritos encontrados en la Patagonia no pueden vincularse con ninguno de los cráteres conocidos o sospechados de serlo. No preocupa tanto que los meteoritos no hayan producido sus propios cráteres de impacto (lo cual se explica por una razón de tamaño) como el hecho de que no hayan sido

hallados todavía en ninguna de las estructuras circulares revisadas los elementos diagnósticos más directos de un impacto, como son los meteoritos. Hay mucho por hacer todavía. Encontrar la evidencia irrefutable constituye la diferencia entre la especulación y la certeza y es el desafío que nos queda por cumplir.

Glosario

Anomalía negativa: diferencias gravitacionales inversas características de cráteres de impacto meteorítico.

Cárstico: forma generada por disolución de rocas con altos contenidos de minerales altamente solubles por el agua.

Cuenca endorreica: cavidad sin desagüe superficial.

Dolina: depresión de contornos circulares generadas a partir de la disolución de rocas o el colapso del techo de una cueva.

Estructura freatomagmática: cavidad producida por la interacción entre el magma y acuíferos.

Geomorfología: rama de la geología que estudia las formas del paisaje.

Lawrencita: aleación extraterrestre de Fe-Ni contaminada por Cl atmosférico.

Maar: cráter volcánico de explosión.

Magnetometría: estudio de la información sobre la respuesta magnética de las rocas.

Olivino: nesosilicato ferromagnesiano cuya variedad gema se llama peridoto.

Pedimento: superficie rocosa de erosión y transporte generada por el retroceso erosivo de la base de grupos de montañas.

Sensores remotos: instrumentos de teledetección que captan información de objetos a distancia.

Sumidero: orificio que actúa como desagüe natural de las aguas de lluvia o corrientes superficiales como ríos o arroyos.

Lecturas sugeridas

Acevedo, R.D.; Ponce, F.; Rocca, M.; Rabassa, J.; Corbella, H. 2009. Bajada del Diablo impact crater-strewn field: The largest crater field in the Southern Hemisphere. *Geomorphology*, 110(3-4): 58-67.

Acevedo, R.D.; Rocca, M. 2011. Catálogo de los meteoritos hallados en territorio argentino. *Revista Historia Natural, Tercera Serie, Volumen 1*: 17-34.

Acevedo, R.D.; Rocca, M.; Ponce, F.; Rabassa, J.; Corbella, H. 2010. Bajada del Diablo: un excepcional campo de cráteres producidos por meteoritos en el centro del Chubut. *Ciencia Hoy*, Vol.20, n°118, agosto-septiembre 2010, p.28-37. Buenos Aires.

Rocca, M. 2003. Potential new impact sites in Patagonia, Argentina, South America. *Meteoritics and Planetary Science* 38(7): p.A9.

The Meteoritical Society. Meteoritical Bulletin Database. Argentina. <http://www.lpi.usra.edu/meteor/metbull.php>

SEMINARIO ARGENTINO BRASILEIRO DE ETNOBIOLOGÍA

por Juan Ochoa

Los días 13 y 14 de abril de 2011 se llevó a cabo en el laboratorio ECOTONO del Centro Regional Universitario Bariloche el 1er Seminario Argentino Brasileiro de Etnobiología, auspiciado por la Sociedad Latinoamericana de Etnobiología. Este evento contó con la participación de investigadores y becarios de instituciones académicas de estos dos países. En el mismo se expusieron y discutieron diferentes proyectos de investigación que en la actualidad se desarrollan en estas regiones.

¿Qué es la etnobiología?

La etnobiología es una disciplina científica que se dedica al estudio de la relación, tanto actual como histórica, entre los seres humanos y la naturaleza. Con un desarrollo a lo largo del tiempo ligado a las ciencias naturales y sociales, sus aproximaciones metodológicas incluyen trabajo etnográfico y ecológico y el empleo de análisis cualitativos y cuantitativos, a fin de comprender diversos aspectos de la relación entre las sociedades humanas y sus ecosistemas. Dado que el objeto de estudio se relaciona muchas veces con las prácticas tradicionales de comunidades originarias y campesinas, el quehacer etnobiológico ha adoptado una serie de compromisos éticos para con las poblaciones con las que trabaja, que incluyen el consentimiento libre informado, el reconocimiento de los derechos consuetudinarios de las comunidades

y el control de los recursos por dichas sociedades. Uno de los mayores aportes de esta disciplina es el de dar a conocer que los sistemas culturales y ecológicos no están aislados y co-evolucionan en el tiempo, considerándolos un sistema acoplado que sólo puede ser estudiado desde una aproximación integral.

El seminario: un espacio de intercambio de experiencias y organización

En el marco de este seminario, investigadores, becarios y extensionistas expusieron y discutieron frente a una audiencia de aproximadamente 100 personas una variada gama de temas que van desde la historia y el estado actual de la disciplina en el Brasil (Dr. Albuquerque de la Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-Brasil) a la etnobiología en Patagonia (Dra. Ana Ladio, INIBIOMA-CONICET). Durante el desarrollo del seminario se presentó una serie de proyectos de maestría, doctorado y postdoctorado de ambos países. Desde la Universidad Federal Rural de Pernambuco se presentaron los siguientes trabajos: "Una propuesta de investigación macroetnobotánica para analizar a nivel regional patrones de uso de plantas medicinales en el Brasil (M Sc Patricia Muñoz); "Las relaciones socio-ambientales de la extracción de PFNM [Producto forestal no maderable] en una reserva forestal en la región Nordeste de Brasil" (Dr. Rafael R. V. Silva); "La investigación etnobotánica de sistemas médicos tradicionales: aportes teóricos y metodológicos de una experiencia en el semi-árido brasileño" (Dr. Albuquerque); y "Aspectos ecológicos e etnobotánicos da região semiárida do Nordeste do Brasil" (Dra. Elcida de Lima Araujo). Por su parte, desde el INIBIOMA-CONICET los trabajos etnobiológicos presentados para la Patagonia fueron "El conocimiento hortícola tradicional y la capacidad de resiliencia de pobladores rurales y semi-rurales del noroeste patagónico" (Lic. Cecilia Eyssartier); "Percepción y conocimiento ecológico tradicional de comunidades de ascendencia Mapuche sobre los recursos acuáticos y su fauna asociada" (Dra. Juana Aigo); "Los sentidos químicos y la construcción de prototipos medicinales: algunas perspectivas

Juan Ochoa

Lic. en Ciencias Biológicas, Univ. Nac. del Comahue, Argentina.

Cjo. Nac. de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Inst. de Investigaciones en Biodiversidad y Medio Ambiente (INIBIOMA) - Centro Reg. Univ. de Bariloche (CRUB) - Instituto de Investigaciones en Diversidad Cultural y Procesos de Cambio (IIDyPCA), Univ. Nac. de Río Negro, Argentina.

juanochoa10@gmail.com



desde la etnobotánica en Patagonia” (Dra. Soledad Molares); “Volviendo a nuestras antiquísimas amigas las malezas comestibles” (Prof. Emérito Dr. Eduardo H. Rapoport); “Comercio de hierbas medicinales en Patagonia: hibridización entre el patrón global de uso y la perspectiva local” (Lic. Florencia Cuassolo); “Restauración ecológica y etnobotánica: ensamble de disciplinas para la conservación y uso sustentable del bosque templado” (Dras. Adriana E. Rovere y Soledad Molares); y “Utilización de especies combustibles en comunidades locales del Noroeste de la Patagonia: bienes culturales y ambientales en la subsistencia rural” (Lic. Betina Cardoso). El panorama etnobiológico en Patagonia fue completado por la Lic. Marina Richeri (CENPAT-CONICET) a través de su trabajo “Las comunidades rurales patagónicas: reservorios de conocimiento Etnobotánico”; y el Lic. Juan Ochoa (IID-yPCA-CONICET), quien nos presentó su proyecto doctoral “Plantas con órganos de almacenamiento subterráneos (POAS) en Patagonia: ¿recursos comestibles secundarios u olvidados?”.

Como resultado de este seminario no sólo fue posible discutir ideas que enriquecen los aspectos teóricos y metodológicos de la etnobiología, sino además propiciar el desarrollo de futuros encuentros de este tipo y la organización

de cursos de posgrado en conjunto. Todo ello contribuye al crecimiento de una disciplina que comienza a consolidarse como una herramienta fundamental para la comprensión de las conductas humanas en torno a los recursos naturales y la revalorización de los saberes y prácticas tradicionales de las comunidades campesinas, aspectos claves para la conservación bio-cultural en estas regiones de Latinoamérica.

Sitios de interés

Sociedad Latinoamericana de Etnobiología. En URL: www.solaetnobiologia.org/

Sociedad Internacional de Etnobiología. En URL: ethnobiology.net/

Laboratorio de Etnobotánica Aplicada. En URL: www.etnobotanicaaplicada.com.br/links.php

Grupo Latinoamericano de Etnobotánica. En URL: www.ibiologia.unam.mx/gela/

Contacto para consultas y recibir información: Dra. Ana Ladio (aladio2002@yahoo.com.ar)



Foto: J. Ochoa.

MEMORIAS DE PRÓXIMA GENERACIÓN: EL PODER DE LOS ÓXIDOS

La electrónica móvil impone como desafío disponer de memorias con mayor capacidad de almacenamiento, más rápidas y, fundamentalmente, más pequeñas que las empleadas actualmente. Aquí describimos una alternativa posible.

María J. Sánchez

La tecnología de la información se sustenta en la posibilidad de contar con dispositivos de memoria con gran capacidad de almacenamiento de datos, costos moderados y bajos consumos de energía. Un requisito adicional para ciertas aplicaciones es que sean no volátiles, es decir, que retengan la información almacenada una vez desconectados del suministro eléctrico. Tal es el caso de las actuales memorias *Flash*, que nos permiten tanto guardar como transferir datos entre computadoras y diversos componentes electrónicos, y que utilizamos diariamente en reproductores de MP3, cámaras fotográficas, discos externos de conexión USB, etc. Este tipo de memorias contienen una matriz de celdas de transistores basada en la tecnología del silicio y operan mediante el almacenamiento de carga eléctrica.

A pesar de sus múltiples utilidades, las memorias *Flash* poseen una relativa baja velocidad de lectura y requieren de altos voltajes para las operaciones de escritura. Este último aspecto, junto con la necesidad de miniaturización impuesta por la electrónica móvil, implican importantes consumos de potencia en pequeñas regiones espaciales, lo que dificulta y vuelve muy costosa la integración de varios de estos dispositivos en arquitecturas de alta densidad.

La ley de Moore, que rige la industria actual de los semiconductores, predice la necesidad de una reducción exponencial del tamaño de los transistores con el paso del tiempo. Sin embargo, tanto por razones de costos como por las limitaciones de escalabilidad mencionadas, se estima que las actuales memorias *Flash* alcanzarán su límite de capacidad física dentro de los próximos 10 años.

Palabras clave: memorias, conmutación resistiva, compuestos de óxidos, memresistores.

María José Sánchez

Dra. en Física, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
Cjo. Nac. de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina - Centro Atómico Bariloche (CAB) e Instituto Balseiro (IB), Argentina.
majo@cab.cnea.gov.ar

Recibido: 19/04/2011 Aceptado: 08/07/2011

En la búsqueda de nuevas memorias

Los dispositivos electrónicos están adquiriendo mayor funcionalidad. A modo de ejemplo, los teléfonos celulares han incorporado internet, música e interfaces de video. El grado de adaptabilidad requerido para lograr esas funciones necesitará en el futuro cercano de nuevos materiales más allá del silicio, que puedan satisfacer el avance continuo de la electrónica móvil de próxima generación.

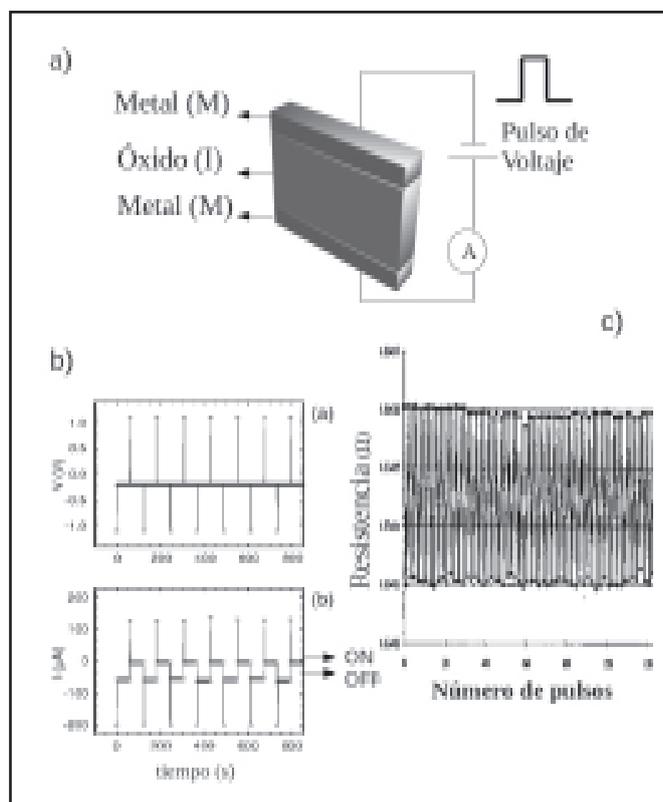
El desafío es entonces lograr memorias no volátiles que superen a las actuales memorias *Flash* tanto en características y funcionalidades, como en costos. Un número importante de alternativas están siendo exploradas en la actualidad. Entre ellas, se encuentran las memorias resistivas denominadas RRAM (del inglés *Resistive Random Access Memory*), que basan su funcionamiento en el fenómeno de la conmutación resistiva por aplicación de pulsos eléctricos.

Las celdas de memoria RRAM

En su concepción más simple, una memoria RRAM está compuesta por una estructura tipo capacitor en la que un material aislante o con alta resistencia a la conducción de electricidad I , se dispone entre dos electrodos metálicos formando una celda tipo Metal-I-Metal (MIM), tal como se muestra en la Figura 1a). En general I es una capa de un óxido metálico de algunas decenas a cientos de nanómetros (nm) de espesor. Dado que 1 nm es la milésima parte de un micrón, la capa de óxido resulta ser típicamente 10.000 veces más delgada que el grosor de un cabello.

Los compuestos de óxidos metálicos contienen una combinación apropiada de oxígeno con ciertos elementos de la tabla periódica denominados elementos de transición. Algunos son materiales completamente aislantes en su estado virgen y por lo tanto no conducen la electricidad. Otros pueden comportarse como buenos conductores y hasta llegar a exhibir propiedades superconductoras a muy bajas temperaturas. Una característica común a varios de estos compuestos es que un mismo material puede, ante variaciones de presión o temperatura por ejemplo, experimentar una transición entre el comportamiento metálico y el aislante, lo que los hace extremadamente versátiles y muy funcionales.

Figura 1: a) Ilustración de una celda RRAM con estructura tipo capacitor. Un compuesto de óxido se dispone entre dos electrodos metálicos. Los pulsos de voltaje son aplicados entre los electrodos. El amperímetro A mide la corriente que circula a través de la celda en los estados de alta y baja resistencia, cuando se aplica un voltaje de lectura. Dos experimentos de conmutación resistiva. b) Conmutación bipolar en una celda RRAM de un óxido compuesto. Panel superior: Pulsos de voltaje de ± 1 voltio en función del tiempo. Panel inferior: Estados de alta corriente o baja resistencia (ON) y estados de baja corriente o alta resistencia (OFF) en función del tiempo. Extraído de : Beck, A., Bednorz, J.G., Gerber, Ch., Rossel, C. y Widmer, D. (2000). Reproducible switching effect in thin oxide film for memory applications. *Applied Physics Letters*, 77, pp. 139-141. c) La resistencia cambia entre dos valores bien definidos, uno de baja resistencia (ON) y otro de alta resistencia (OFF) como consecuencia de la aplicación de pulsos de distinta polaridad de 5 voltios intensidad y 10 ns de duración. Extraído de: Zhuang, W.W. y colaboradores. (2002). Novel colossal Mag-



El fenómeno de la conmutación resistiva

Mediante estímulos eléctricos, por ejemplo en forma de pulsos de voltaje aplicados entre ambos electrodos metálicos, es posible conmutar o cambiar la resistencia de la celda entre dos valores estables y bien diferenciados. A este fenómeno se lo conoce como *conmutación resistiva por aplicación de pulsos eléctricos* y es la base del funcionamiento de una memoria RRAM.

La variación o tasa relativa entre los dos valores de resistencia puede llegar a ser un factor 100. Al estado de alta resistencia se lo denomina estado OFF y al de baja resistencia estado ON y representan respectivamente el rol de los bits de información 1's y 0's de la electrónica binaria usual. Por lo tanto, a diferencia de las memorias Flash que almacenan la información en estados de carga eléctrica, en una RRAM los estados de memoria están codificados en valores de resistencia. Los estados ON y OFF son no volátiles, es decir, perduran si la celda es desconectada del circuito eléctrico.

Debido a su simplicidad estructural, estas celdas funcionan como unidades de memorias factibles de ensamblarse en arquitecturas complejas, como las requeridas para múltiples operaciones de lectura y escritura. Otra característica saliente es que la conmutación de la resistencia se logra a temperatura ambiente, requisito indispensable para su uso como componente en circuitos electrónicos.

La conmutación resistiva en compuestos de óxidos es un fenómeno conocido desde hace varias décadas. En el año 1962, Hichmock reportó la primera medición experimental, que mostraba variaciones en la resistencia de una celda MIM al aplicar pulsos de tensión entre los electrodos metálicos. El material I era óxido de aluminio y los M eran electrodos de aluminio. En años subsiguientes, mediciones similares fueron realizadas en compuestos de óxido de níquel y óxido de silicio.

En esa etapa temprana de investigación, las capas

de óxidos que se utilizaban eran de algunas fracciones de milímetros de espesor y requerían de la aplicación de altos voltajes, en el rango de los cientos de volpara lograr la conmutación resistiva. Los compuestos en general contenían combinaciones de oxígeno con algún otro elemento, como níquel, cobre o silicio. En estos compuestos binarios o de dos elementos, la conmutación de la resistencia se obtenía aplicando pulsos de voltaje del mismo signo o polaridad, pudiendo incluso ser no polar, es decir ocurrir indistintamente tanto para pulsos de voltaje positivos como negativos.

Luego de esta primera serie de experimentos, el estudio de la conmutación resistiva en celdas de óxidos quedó en letargo por varios años. Sin embargo, hacia finales de los años 1990, a raíz de la búsqueda de nuevas tecnologías para el almacenamiento de información y de los avances en las técnicas de fabricación y miniaturización, resurgió la actividad en el área. La posibilidad de disponer de compuestos de óxidos en forma de películas muy delgadas, de tan sólo algunos nanómetros de espesor, impulsó el desarrollo de nuevos experimentos.

En el año 1997, un grupo de investigadores de la Universidad de Tokyo (Japón), bajo la dirección de A. Asamitsu, reportaron la primera medición de la conmutación resistiva en un óxido conocido como PCMO, que además de oxígeno contiene tres elementos: praseodimio, calcio y manganeso (a este tipo de óxidos que tienen más de dos elementos se los llama complejos o compuestos, para diferenciarlos de los binarios). En este experimento la conmutación se logró

Figura 2: Localización de la conmutación resistiva: Conducción filamentaria. 1) celda en el estado inicial o virgen. 2) filamento metálico conectando ambos electrodos. 3) ruptura del filamento dando lugar al estado OFF o de alta resistencia y 4) reconstitución del filamento que restablece el estado de baja resistencia o estado ON. **Panel Inferior: Imagen de microscopía de un filamento en una celda de óxido de cobre con electrodos metálicos de platino.** Extraído de: Fujiwara, K., Nemoto, M., Rozenberg, M.J., Nakamura, Y. y Takagi H. (2008). *Resistance Switching and Formation of a Conductive Bridge in Metal/Binary Oxide/Metal Structure for Memory Devices. Japanese Journal of Applied Physics*, 47, pp. 6.266-6.270. **Conducción de interfaz.** Al variar la densidad de vacancias de oxígeno se modifica la resistencia de la interfaz. Extraído de: Sawa, A. (2008). *Resistive Switching in Transition metal oxides. Materials Today*, 11(6), pp. 28-36.

con pulsos de voltajes cercanos a 1 voltio, casi 100 veces menores que los utilizados en los experimentos pioneros con óxidos binarios, y que resultan compatibles con los rangos de operación de la actual tecnología de circuitos electrónicos.

Otro aspecto novedoso de este experimento fue que los pulsos requeridos para lograr la conmutación resistiva fueron de distinta polaridad: por ejemplo para conmutar del estado OFF (alta resistencia o baja corriente) al estado ON (baja resistencia o alta corriente) se aplicó un pulso de +1 voltio, mientras que para conmutar del estado ON al estado OFF fue necesario aplicar -1 voltio.

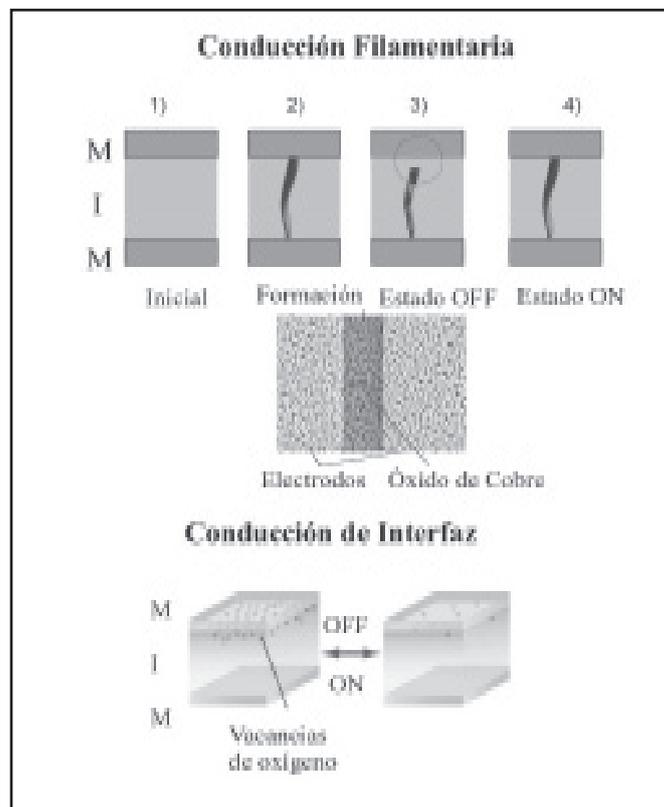
Experimentos recientes

El gran avance que implicó la reducción de los voltajes de operación disparó definitivamente una impresionante actividad en el área, que se plasma tanto en investigaciones básicas como en el campo de las aplicaciones.

En la actualidad, grandes monstruos de las telecomunicaciones como Sharp, Samsung, Intel, Toshiba, IBM y Hewlett Packard trabajan arduamente en el diseño de memorias RRAM. Varios de estos laboratorios han reportado y patentado prototipos.

A modo de ejemplo, describimos brevemente dos (entre cientos de) experimentos realizados en celdas como la mostrada en la Figura 1a). En ambos experimentos se utilizaron óxidos compuestos y la conmutación se logró mediante voltajes de distinta polaridad, análogamente al experimento de Asamitsu y colaboradores.

La Figura 1b) reproduce resultados reportados en el año 2000 por un equipo de investigación de los laboratorios de IBM en Zurich (Suiza), liderado por A. Beck. El panel superior muestra la secuencia de pulsos de voltaje de distinta polaridad en función del tiempo. Los pulsos son de 1 voltio de amplitud y 2 milisegundos de duración. El signo o polaridad va alternando entre



positivo y negativo.

Luego de un pulso de + 1 voltio, el sistema pasa de un estado de alta resistencia a un estado de baja resistencia y lo contrario ocurre para un pulso negativo de -1 voltio. Para leer el valor de los estados de resistencia producto de la conmutación, es necesario aplicar luego de cada pulso de voltaje, un pequeño voltaje de lectura que no disturbe el estado de memoria obtenido. La corriente que circula por la celda se mide entonces con un amperímetro, como el dibujado en la Figura 1a). El valor de la resistencia se obtiene del cociente entre el voltaje de lectura aplicado y el valor de la corriente circulante. Para un valor dado del voltaje de lectura, el estado de alta corriente corresponderá al estado de baja resistencia (estado ON), mientras que el estado de baja corriente corresponderá al de alta resistencia (OFF). En el panel inferior de la Figura 1b) están indicados los estados de alta y baja corriente que corresponden, respectivamente, a baja resistencia (ON) y alta resistencia (OFF).

La figura 1c) muestra el resultado de otro experimento, realizado en un óxido compuesto PCMO por un grupo de científicos de los laboratorios Sharp y la Universidad de Houston (Estados Unidos de Norteamérica), encabezado por Wei-Wei Zhuang. Aquí se grafican explícitamente los valores de resistencia ON y OFF en función del número de pulsos aplicados. En este caso los pulsos de voltaje son de ±5 voltios de amplitud. Notar que el cambio relativo en la resistencia entre los estados ON y OFF es un factor 100, lo que permite definir dos estados de resistencia bien diferenciados.

Estableciendo clasificaciones

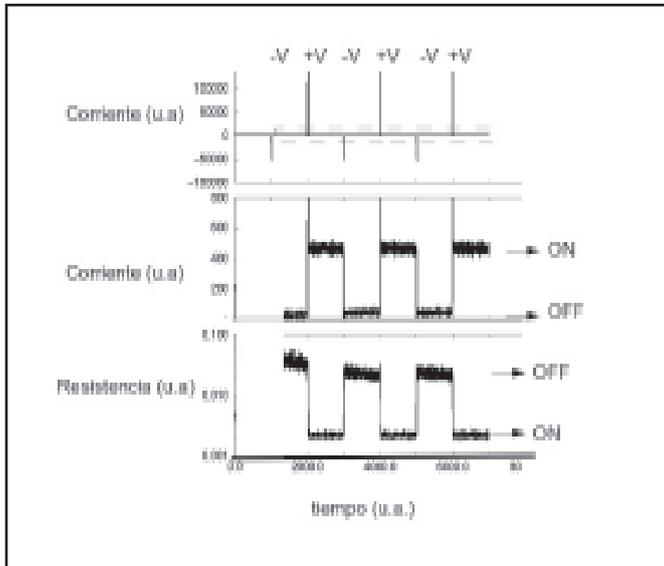


Figura 3: Resultados de las simulaciones numéricas de la conmutación bipolar empleando el modelo teórico desarrollado por M. J. Rozenberg, M. J. Sánchez, R. Weht, C. Acha, F. Gómez-Marlasca y P. Levy. Panel superior: Corriente circulante por la celda en función del tiempo (unidades arbitrarias) para la secuencia mostrada de pulsos de voltaje de amplitud $V=10$ (unidades arbitrarias). Panel medio: Amplificación de la región delimitada por la línea quebrada en el panel superior. Notar que se grafica la corriente de los estados de alta y baja corriente en valor absoluto. Panel inferior. Estados de resistencia ON y OFF en función del tiempo.

debido a los altos campos eléctricos localizados cerca del filamento, puedan ser responsables, respectivamente, de la formación y ruptura de los filamentos.

En la Figura 2 se esquematiza secuencialmente el proceso de formación y ruptura de un filamento conductor, dando lugar a los estados ON y OFF de la celda RRAM. Incluimos además una imagen de microscopía de un filamento en una celda de óxido de cobre. El filamento se distingue por contraste inmerso en el óxido de cobre. Este tipo de imágenes son escasas y muy difíciles de adquirir en las celdas de configuración vertical MIM que estamos analizando. Configuraciones planares en las que los dos electrodos metálicos se depositan sobre la superficie del material I son también utilizadas. En una de estas geometrías, un equipo de investigadores de la Universidad de Tokyo (Japón) ha tomado la imagen que aquí reproducimos.

La conmutación distribuida o de interfaz se atribuye a una modificación de la resistencia de contacto de las interfaces entre los electrodos metálicos M y el material óxido I. Cuando dos materiales con diferentes propiedades, como un metal y un óxido, se ponen en contacto, aparece una resistencia conocida como resistencia de contacto o de interfaz. En las celdas MIM verticales que estamos analizando, hay dos interfaces. La superior corresponde a la región definida entre las últimas capas de átomos del electrodo superior y las primeras capas de átomos del óxido. Por analogía, la interfaz inferior es la región comprendida entre las últimas capas atómicas del óxido y las primeras del electrodo inferior. La interfaz entre un metal y un óxido es en general una región con alta resistencia.

Un grupo de investigadores encabezados por el Dr. Ignatiev, de la Universidad de Houston (Estados Unidos), han mostrado cómo en una celda del óxido complejo PCMO la resistencia de las interfaces se modifica al aplicar los pulsos de voltaje de distinta polaridad, mientras que la resistencia de la zona central del óxido prácticamente no varía al aplicar los pulsos.

En el caso de los óxidos compuestos, como el PCMO, éstos son en su estado virgen relativamente buenos conductores. Cuando se los dispone en las celdas MIM, la resistencia total que se mide en los experimentos que describimos, consta esencialmente de tres contribuciones, las dos resistencias de cada interfaz,

La importante cantidad de evidencia experimental ha permitido clasificar la conmutación resistiva de acuerdo con ciertas características distintivas:

Conmutación unipolar y bipolar

Una primera clasificación distingue la conmutación resistiva por la polaridad del voltaje aplicado, definiendo dos tipos de conmutación: unipolar y bipolar.

La conmutación unipolar depende de la amplitud del voltaje aplicado pero no de su polaridad. Por el contrario, la conmutación bipolar es direccional y depende de la polaridad o signo del voltaje aplicado. Ésta se observa tanto en los óxidos binarios como en los complejos, los cuales son relativamente buenos conductores.

En contraste, la conmutación unipolar es casi excluyente a los óxidos altamente aislantes en su estado virgen, como lo son algunos óxidos binarios. Para que se produzca la conmutación, los óxidos más resistivos requieren de un procedimiento inicial conocido como *formación*, que consiste en aplicar a la celda un campo eléctrico suficientemente intenso que permitía bajar la alta resistencia inicial.

Conmutación filamentaria y de interfaz

Una segunda clasificación está basada en el lugar geométrico de la celda o camino de conducción que origina la conmutación. En la conmutación filamentaria los estados de resistencia OFF y ON se deben a la ruptura y reconstitución de un filamento metálico que conecta a los dos electrodos. Se especula en que el mismo proceso de formación al que nos referimos anteriormente genera el filamento. Éste establece un camino de conducción de baja resistencia que determina el estado ON de la celda. Para conmutar el estado de alta resistencia es necesario que el voltaje aplicado rompa este camino de conducción.

¿Por qué se rompe y cómo se reconstituye el filamento? Se especula con la posibilidad de que ciertos procesos químicos y un calentamiento térmico intenso,

Celdas RRAM y memresistores

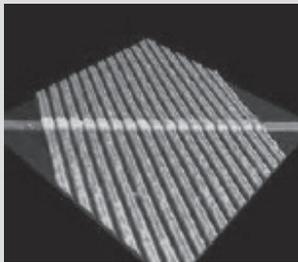
Las celdas RRAM pueden ser formalmente descritas como memresistores o resistores con memoria. La teoría de los memresistores fue formulada hace más de 40 años por Leon Chua, profesor de la Universidad de Berkeley en California (Estados Unidos de Norteamérica), quien es considerado el padre de la teoría de los circuitos eléctricos no lineales.

En base a consideraciones de simetrías físicas, Chua postuló la existencia de un cuarto componente básico en la teoría de circuitos no lineales, además de los tres conocidos resistor, inductor y capacitor.

Un memresistor es un componente elemental cuyo valor de resistencia depende de la historia temporal del voltaje que se ha aplicado entre sus terminales. Es diferente a un resistor variable, dado que en estos últimos la resistencia depende del valor instantáneo del voltaje o corrientes circulantes. El nombre memresistor se debe entonces a que el componente tiene memoria de la cantidad de corriente que por él ha circulado en un lapso de tiempo determinado.

En el año 2008 un grupo de investigación liderado por Stanley Williams, de los laboratorios Hewlett Packard (HP), demostró la conexión directa entre los memresistores y las celdas de memoria RRAM. Utilizando celdas de dióxido de titanio de unos pocos nanómetros de espesor y siguiendo un riguroso protocolo de medición, los investigadores de HP mostraron que las curvas experimentales que vinculaban la corriente con la tensión aplicada satisfacían todas las características enunciadas por Chua para los memresistores.

Este experimento motivó además una intensa actividad vinculada a la utilización de las celdas RRAM como memresistores en estudios asociados a lógica computacional y neuro-mórfica, un área de investigación que modela el comportamiento de sistemas neurales biológicos mediante el empleo de circuitos electrónicos.



El Memresistor de Hewlett Packard. Imagen de microscopía de un arreglo de 17 celdas RRAM de dióxido de titanio. El tamaño típico de cada celda es de 50 nm.

más la resistencia de la parte central de la celda que contiene exclusivamente el óxido. En un lenguaje más técnico, se dice que *la resistencia total es la suma de tres resistencias en serie*.

El experimento de Ignatiev y colaboradores fue concluyente y revelador en varios aspectos. Fundamentalmente permitió mostrar que en las celdas de óxidos compuestos, la conmutación resistiva ante la aplicación de pulsos de distinta polaridad (bipolar) estaba determinada esencialmente por las modificaciones de las resistencias de las interfaces.

La pregunta a responder es entonces cuál es el origen físico de la modificación de la resistencia de interfaz en la conmutación bipolar. Como veremos, la respuesta se encuentra escondida en los oxígenos.

Un método experimental que puede emplearse para identificar si el tipo de conducción es filamentaria o de interfaz consiste en estudiar la dependencia de la corriente que circula por la celda en el estado ON variando el tamaño de los electrodos metálicos empleados. Si bien esto no es sencillo de implementar, hay estudios que reportan que en el caso de la conducción filamentaria, la corriente resulta independiente del área de los electrodos, mientras que para la conducción de interfaz la corriente sí depende del tamaño de los electrodos.

El papel protagonista de los oxígenos en la conmutación bipolar

En contraste con el gran número de evidencias experimentales, no hay en la actualidad una completa comprensión del mecanismo físico subyacente a la conmutación resistiva y grandes esfuerzos están dirigidos a avanzar en esta dirección. Contribuye en parte a esta realidad la diversidad de compuestos en los que el fenómeno se manifiesta, lo cual indica que posiblemente no haya un único origen para la conmutación y los mecanismos de conducción que la posibilitan.

En el caso de la conmutación bipolar, estudios recientes dan cuenta del rol fundamental que juegan en este proceso los iones de oxígeno, comunes a todos los compuestos analizados. En general las interfaces entre los electrodos metálicos y el óxido son regiones deficientes de oxígeno, dado que estos iones tienden a ubicarse en la región central de la celda ocupada por el óxido.

En los óxidos compuestos como el PCMO, que ya mencionamos, los oxígenos actúan de puentes para mediar la conducción eléctrica. Por lo tanto una región del óxido deficiente en oxígeno contiene "puentes rotos" que la tornarán menos conductora o más resistente. En lenguaje más riguroso, decimos que en los óxidos compuestos la *resistividad* (resistencia por unidad de

volumen) aumenta al disminuir la cantidad de oxígeno.

Sucede que los iones de oxígeno son partículas cargadas y por lo tanto factibles de moverse en un campo eléctrico. La electrostática nos enseña que en los materiales que no son muy buenos conductores, como es el caso de los óxidos que nos ocupan, un voltaje aplicado genera campos eléctricos, tanto más intensos cuanto más resistivo sea el medio material.

Es aquí donde entran nuevamente en juego las interfaces. Debido a sus altas resistencias de contacto es allí donde se producen, como consecuencia de los pulsos de voltaje aplicados entre los electrodos, los campos eléctricos más intensos (de hasta 1 voltio/1 nm). Estos campos eléctricos posibilitan los desplazamientos de los iones de oxígeno, los cuales a temperatura ambiente, pueden viajar distancias de hasta algunos nanómetros en las cercanías de las interfaces.

Con la polaridad del voltaje aplicado se controla el sentido de circulación de los iones. Imaginemos que aplicamos un voltaje positivo de suficiente intensidad y duración entre el electrodo superior y el inferior. Sin pérdida de generalidad podemos pensar que el electrodo inferior está a tierra o a voltaje de referencia nulo. El importante campo eléctrico generado por este pulso "atraerá" hacia la interfaz superior a los iones de oxígeno localizados en sus cercanías. Esto producirá la reparación de los puentes rotos originados en la deficiencia de oxígenos. Como consecuencia, se producirá una importante disminución de la resistencia de la interfaz que da lugar al estado ON.

Un pulso de voltaje suficientemente negativo produce el efecto contrario, empujando los iones de oxígeno desde la interfaz superior hacia la región central de la celda, provocando un aumento significativo de la resistencia de la interfaz y dando origen al estado OFF.

Avanzando en la comprensión de los mecanismos físicos que regulan a las RRAM

Desde hace varios años, conjuntamente con colegas del Centro Atómico Constituyentes y de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires, estamos intentando comprender el origen microscópico de los mecanismos físicos que regulan la conmutación resistiva en las celdas de memoria RRAM.

Uno de los resultados más relevantes del trabajo conjunto ha sido la elaboración de un modelo teórico que incorpora como ingrediente fundamental el movimiento de los iones de oxígeno en regiones nanométricas en torno de las interfaces. El modelo da cuenta del rol primordial que juegan las interfaces, como regiones activas para la conmutación resistiva, y los campos eléctricos que allí se generan. Los resultados del modelo reproducen detalles no triviales de los experimentos de conmutación bipolar en óxidos compuestos y han permitido un avance cualitativo en el entendimiento de los mecanismos relevantes que originan la conmu-

tación bipolar. La Figura 3 muestra un ejemplo de este modelo de conmutación resistiva. Cabe destacar la similitud con los resultados experimentales descriptos en la Figura 1b).

Consideraciones finales

No hay dudas de que las celdas de memoria RRAM están instaladas como potenciales candidatas para memorias no volátiles de próxima generación.

Sin embargo resulta aún prematuro pensar en una electrónica basada exclusivamente en compuestos de óxidos. En la actualidad, el desafío se encuentra en ensamblar e integrar las celdas RRAM de óxidos en las matrices de silicio, tarea para nada sencilla debido, en particular, a la diferente estructura cristalina de estos materiales.

Los avances en el campo de las aplicaciones tecnológicas se sustentan en gran medida en la investigación básica, que estudia las leyes y principios que gobiernan los fenómenos en los que se basan dichas aplicaciones. Una profunda comprensión de los diversos procesos de origen químico y electrónico que rigen la conmutación resistiva posibilitará la optimización de dispositivos de celdas RRAM y servirá de guía para el desarrollo de futuros experimentos.

Lecturas sugeridas

- Waser, R. y Aono, M. (2007). Nanoionics-based resistive switching memories. *Nature Materials*, 6, pp. 833-840.
- Sawa, A. (2008). Resistive Switching in Transition metal oxides. *Materials Today*, 11(6), pp. 28-36.
- Rozenberg, M.J., Inoue, I.H. y Sánchez, M.J. (2004). Non-volatile memory with multilevel switching: a basic model. *Physical Review Letters*, 92, pp. 178.302-178.305.
- Rozenberg, M.J., Sánchez, M.J., Weht, R., Acha, C., Gómez-Marlasca, F. y Levy, P. (2010). Mechanisms of bipolar resistive switching in transition-metal oxides. *Physical Review B*, 81, pp. 115.101-115.105.
- Ignatiev, A., Wu, N.J., Chen, X., Nian, Y. B., Papagianni, C., Liu, S.Q. y Strozier, J. (2008). Resistance switching in Oxide thin films. *Phase Transitions*, 81, pp. 791-799.
- Strukov, D.B., Snider, G.S., Stewart, D.R. y Williams, R. S. (2008). The missing memristor found. *Nature*, 453, pp. 80-83.

ETNOBOTÁNICA APLICADA Y PEQUEÑOS HORTICULTORES

Se describe una experiencia vinculada a la capacitación sobre malezas de uso comestible y su posterior comercialización orientada a pequeños horticultores que habitan Bariloche y sus alrededores.

Ana H. Ladio



Una breve reseña...

La pequeña agricultura familiar en Patagonia se distingue por ser una tradición de importancia cultural y social que constituye un sistema de subsistencia ligado íntimamente al uso de la tierra y al trabajo familiar. Se destaca por el predominio del trabajo humano sobre el trabajo mecanizado, por la preponderancia del policultivo (el cultivo de distintas especies y variedades) sobre el monocultivo, por el uso de calendarios tradicionales y por la menor o nula utilización de plaguicidas y herbicidas comerciales. Los huertos y chacras forman parte de uno de los eslabones principales de la economía social de la región rural, que en la mayoría de los casos complementa otras actividades, como la cría de ganado, la confección de artesanías y/o el empleo público o privado. Por otra parte, las huertas constituyen un espacio de expresión de tradiciones y valores locales, cuya importancia supera lo estrictamente material para convertirse en un escenario de importancia simbólica, vinculado al bienestar y la autosuficiencia de las familias.

Los pobladores locales, aplicando saberes heredados de generación en generación y con el aporte de aquellos conocimientos traídos por técnicos y promotores de organismos nacionales y/o provinciales, han desarrollado y mantenido numerosas variedades locales de hortalizas y frutas. Dichos recursos, de alta calidad nutritiva y manejados de manera saludable, son la base de su supervivencia y el fruto de una ardua labor que los llena de orgullo y satisfacción.

Una situación que se presenta entre algunos de los horticultores de la región circundante a Bariloche es que sufren de un acceso dificultoso a los canales vinculados con la comercialización; por tal razón, aunque muchos presentan excedentes de producción, no cuentan con oportunidades de comercializarlos. Adicionalmente, muchos de los productores no tienen posibilidades de capacitarse y, por ejemplo, estar al tanto de las nuevas tendencias en el mercado. Paradójicamente, gran parte de los habitantes de la ciudad de San Carlos de Bariloche prácticamente desconoce la existencia de esta rica producción local, a pesar de evidenciarse una marcada tendencia, entre algunos sectores de la población, hacia la alimentación saludable y orgánica.

Nuestro desafío



Frente a esta situación, desde 2009 se está realizando en Bariloche un trabajo articulado entre siete instituciones públicas diferentes y pequeños productores locales, provenientes tanto de distintos barrios de la ciudad, como de zonas rurales cercanas (Villa Llanquín, El Manso, Río Villegas, Colonia Suiza, Nirihuau, Dina Huapi, Millalongo-Ranquehue, Mascardi, Arroyo Chacay y Corralito), con la finalidad de promover la producción y la comercialización de frutas y hortalizas bajo la premisa "consume local y natural".

Este equipo interdisciplinario (ver Tabla 1) tiene como objetivos principales el acompañamiento y la asistencia técnica de los pequeños productores en la actividad hortícola y en su organización, y de propiciar un espacio de comercialización donde los productos de las huertas y chacras puedan ser aprovechados y valorados por los consumidores de Bariloche. Por otra parte, el foco principal se encuentra en favorecer la diversificación productiva de los horticultores en contraposición con la especialización en algún tipo de cultivo, y el aprovechamiento integral y sustentable de todos los recursos presentes en el ámbito hortícola. Indirectamente, este trabajo intenta generar un espacio de valoración de la agricultura familiar, como reproductora de tradiciones, valores y formas de vida, a partir de la vinculación directa entre productor y consumidor.

Luego de un exhaustivo trabajo a través de talleres, visitas de campo y diversas capacitaciones dadas por los distintos técnicos de cada área, desde enero de 2010,

Tabla 1. Equipo técnico interinstitucional que acompaña a la Feria Franca de Horticultores del Nahuel Huapi.

· Departamento de Proyectos Productivos (Subsecretaría de Desarrollo Económico de la Municipalidad de San Carlos de Bariloche)
· Prohuerta-INTA.
· Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)
· <u>Subsecretaría de Agricultura Familiar (ex PSA)</u>
· Centro de Referencia (Ministerio de Desarrollo Social de la Nación)
· Salud Ambiental (Ministerio de Salud de la Provincia de Río Negro)
· Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA- Universidad Nacional del Comahue)

y con gran acogida del público, se concretó la primera Feria Franca de Horticultores del Nahuel Huapi. Hasta la fecha, se realizaron 15 ferias quincenales y consecutivas durante dos temporadas estivales (diciembre 2009-marzo 2010 y diciembre 2010-marzo 2011). Las mismas, se localizaron en la plaza Belgrano de nuestra ciudad. A lo largo de sus ediciones, se ha vendido una gran variedad de verduras, frutas, plantas ornamentales, aromáticas y condimenticias, así como también plantas que no suelen encontrarse en verdulerías o mercados de Argentina, pero que sí son comercializadas en otras partes del mundo. Paradójicamente, muchas de estas plantas suelen ser subestimadas y categorizadas como "yuyos", "malas hierbas" o "malezas", a pesar de que la mayoría de ellas son comestibles, altamente nutritivas y saludables.

Puntualmente, la incorporación de las "malezas comestibles" al conjunto de productos comercializados en la Feria de Horticultores del Nahuel Huapi surgió del trabajo de capacitación y asistencia técnica a los horticultores de algunos integrantes del grupo de Etnobiología del INIBIOMA. A continuación describiremos los alcances de nuestra experiencia, que integra la etnobotánica a proyectos de desarrollo local (ver Figura 1 A-D).

Pero, ¿qué es la etnobotánica?

En términos generales, la etnobotánica es una disciplina científica, dentro de las llamadas etnociencias, que estudia la interrelación (relación en dos sentidos) entre los seres humanos y las plantas. Es una rama de la ciencia que enfoca el estudio desde una perspectiva holística, considerando la interacción de componentes biológicos, sociales, políticos, económicos y culturales, los cuales se encuentran en constante transformación. Los etnobotánicos son por lo general

biólogos o antropólogos, quienes continúan su formación académica complementando las áreas sociales y/o botánicas de origen. En el quehacer etnobotánico, por lo tanto, se integran métodos etnográficos y/o participativos junto con métodos de indagación propios de la botánica o la ecología.

La etnobotánica aplicada es una aproximación que surge como iniciativa de responder a las necesidades locales de desarrollo y de la conservación de los recursos naturales propiciando la integración del conocimiento tradicional y el científico.

¿Qué es una maleza?

Una maleza es, básicamente, cualquier planta que crece donde el ser humano no lo desea. De allí que este término posea una connotación negativa. Un escenario en donde esto resulta particularmente común es en los sistemas de cultivo -como las huertas, las chacras, los invernaderos y los jardines-, donde son consideradas por muchos tan perjudiciales o indeseables que puede llegar a destinarse gran cantidad de agroquímicos o largas horas de laboreo para erradicarlas. Muchas veces provienen de otras regiones del planeta, habiendo sido traídas a nuestra región bien de manera intencional, o bien por accidente o involuntariamente. Su carácter invasivo las convierte en excelentes colonizadoras de nuevas áreas, en especial aquellas que han sufrido algún tipo de disturbio. Son plantas que han "perseguido" al ser humano desde tiempos inmemoriales, porque les gusta crecer en los ambientes creados por el hombre.

¿Qué sabemos de las malezas que crecen en los alrededores de San Carlos de Bariloche?

Registros actuales indican que en la región patagónica hay más de 300 especies de plantas consideradas "malezas"; algunas de estas especies han causado cambios drásticos en el paisaje, como es el caso de la rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa*) y la retama (*Cytisus scoparius*) y, en algunos casos también, perjuicios a nivel económico y/o ambiental. Otras forman parte entremezclada de nuestro césped de manera más inadvertida (como por ejemplo, el diente de león o *Taxaracum officinale*), son habitantes de nuestros canteros, huertos e invernaderos (como la llamada siete venas -*Plantago lanceolata*- o la quinquilla -*Chenopodium album*-), o las vemos incluso en los bordes de los caminos (un claro ejemplo lo constituyen los cardos).

Nuestras revisiones bibliográficas de estudios etnobotánicos realizados en otras regiones del mundo nos señalan que, en otros lugares del planeta, gran parte de estas plantas son comercializadas en mercados y consumidas bien como parte de dietas tradicionales, o también como productos gourmet en restaurantes



Fotos: Ana H. Ladio.

Fig 1. Malezas comestibles comercializadas en el Feria Franca de Horticultores del Nahuel Huapi. A. Diente de león (*Taraxacum officinale*) y el horticultor Carlos Linares. B. Quinquilla (*Chenopodium album*) de la huerta de uno de los productores. C. Capiquí (*Stellaria media*). D. Ortiga chica (*Urtica urens*) y doña Martina.

(ejemplos encontramos en Italia, España, Corea, Japón, México, Estados Unidos de Norteamérica, distintos países de África, etc.).

- Estudios realizados en Bariloche nos revelaron que las malezas con uso comestible están presentes abundantemente, en promedio a razón de 1,3 t/ha (toneladas x hectárea). Particularmente, en las huertas de los alrededores de Bariloche, la biomasa de malezas alcanza en promedio las 3 t/ha.

- Investigaciones sobre su calidad nutricional indican que son un alimento de excelencia, superando en valores de calcio y vitaminas A y C a muchas de las plantas cultivadas. Por ejemplo, si comparamos el diente de león con la lechuga, en 100 gr de diente de león encontramos valores de vitamina A 12 veces mayores

y valores de proteínas 3 veces más altos.

- Su modo de uso es muy variado y depende de la parte comestible de cada especie. Son muy comunes las plantas con hojas comestibles: su utilización se asemeja a la de las acelgas o espinacas en preparaciones cocidas (sopas, salsas, rellenos de pastas, tartas, etc.) o crudas (ensaladas o jugos). En general, las raíces y las semillas pueden molerse y usarse como sustituto del café o como otras semillas comestibles, mientras que las flores, por ser vistosas, pueden utilizarse en ensaladas frescas.

Una asociación impensada: un alimento que nos viene "siguiendo" desde

Figura 1: Malezas comestibles comercializadas en la Feria Franca de Horticultores del Nahuel Huapi. A. Diente de león (*Taraxacum officinale*) y el horticultor Carlos Linares. B. Quinhuilla (*Chenopodium album*) de la huerta de uno de los productores. C. Capiquí (*Stellaria media*). D. Ortiga chica (*Urtica urens*) y doña Martina.



el Paleolítico

Sabemos hoy por investigaciones arqueobotánicas que muchas de estas plantas fueron utilizadas como alimento desde el Paleolítico; es decir, nuestra asociación con ellas viene de largo tiempo. Sin embargo, en la actualidad, por diversas razones culturales y económicas, su uso ha sido abandonado. Esto se debe, principalmente, a cambios sustanciales en los hábitos alimentarios de la humanidad, que han generado la pérdida y/o la falta de los conocimientos acerca de la utilización de plantas silvestres. Sin embargo, resulta interesante tener en cuenta que algunas investigaciones sugieren que cuanto más “agresiva” es la maleza en su capacidad para propagarse en nuevas áreas, más comestible resulta. Esto querría decir que contamos con gran cantidad de alimento disponible a nuestro alrededor, restándonos solamente aprender a utilizarlo (siempre y cuando el crecimiento urbano no nos deje sin tierras silvestres o aptas para el cultivo).

Como dice el Dr. Rapoport (Profesor Emérito de la Universidad Nacional del Comanue, integrante del INIBIOMA y mentor de todas estas ideas desde hace muchos años), desde el momento en que estos “yuyos” dejan de ser un estorbo y pasan a ser útiles para algunas personas, no les cabe ya el nombre de “malezas”, sino que deberíamos llamarlas “buenezas”.

El contexto sociocultural y el uso de las “buenezas”

En el caso de los habitantes de Bariloche, entrevistas realizadas a profesionales y dueños de farmacias, casas naturistas y herboristerías indicaron que en los últimos años hubo un aumento del 59% en la cantidad de comercios dedicados a la alimentación saludable y al uso de hierbas medicinales. Podríamos sugerir que al menos una parte de la población parece orientarse hacia la búsqueda de una alimentación más saludable y, en consecuencia, hacia la experimentación de nuevos sabores.

Por otra parte, en el caso de los horticultores, tanto urbanos como rurales, las mal llamadas malezas son concretamente un recurso accesible pero desaprovechado, que, si se lo acepta, podría formar parte de su dieta y/o generar un ingreso en la economía familiar. El principal problema detectado en ambas situaciones es que la gente no las conoce y, en consecuencia, no puede reconocer cuáles son comestibles y cuáles son indigestas -o, incluso, tóxicas-, y es por ello que en este proyecto tratamos de promover su conocimiento y utilización.

Capacitaciones: ¡a cocinar, a degustar y a experimentar!

Realizamos dos capacitaciones para productores y para el público en general, en las cuales se dieron a



Figura 2: Capacitaciones y asistencia técnica a productores y público en general del Grupo de Etnobiología del INIBIOMA sobre malezas comestibles. A. Capacitación a integrantes de la Feria de Horticultores del Nahuel Huapi. B. Stand informativo del grupo en la feria situada en la plaza Belgrano, Bariloche.

Fotos: Ana H. Ladio.



Fotos: Ana H. Ladio.

Figura 3: Comercialización de “buenezas” en la Feria de Horticultores del Nahuel Huapi. A. Puesto en donde se las observa entremezcladas con otras plantas cultivadas. B. Productora (Agueda Oses) con sus “buenezas” para la venta: diente de león (*Taraxacum officinale*), cerraja (*Sonchus oleraceus*) y lengua de vaca (*Rumex crispus*).

conocer las malezas comestibles, se comentaron sus aportes nutricionales y se cocinaron distintas recetas junto con los asistentes (ver Figura 2A). Como sabemos que para aceptar es necesario probar, preparamos café con la raíz del diente de león, empanadas y tartas cuyo relleno era de diente de león y lechuga espinosa (*Lactuca serriola*), y ensalada de lechuga del minero (*Claytonia perfoliata*), diente de león, acederilla (*Rumex acetosella*) y berro (*Nasturtium officinale*) (Tabla 2). La aceptación fue muy buena y muchos de los asistentes no podían creer que se tratara de los yuyos que desmalezaban de sus huertas y jardines o, en el mejor de los casos, tiraban a los chanchos y gallinas como forraje.

Asimismo, durante el primer año de feria en la plaza Belgrano se acompañó a los productores con un stand informativo en el cual se ofreció asesoramiento a los vecinos y horticultores, se hicieron más degustaciones (un pesto de acederilla -en reemplazo de la albahaca-, ajo y aceite de oliva) y se repartió material impreso sobre las plantas que se vendían en el día, sus valores nutricionales y sus posibles recetas (ver Figura 2B). Adicionalmente, se asesoró a los horticultores acerca de las “buenezas” que habían recolectado en ese día y se les ayudó a rotularlas y presentarlas.

Hasta el momento, nuestros resultados

En las dos temporadas de feria realizadas al día de la fecha se vendieron 21 especies distintas de “buenezas” (ver Tabla 2). Las plantas más comunes en los puestos eran el diente de león, la quinhuilla (*Chenopodium album*) y la cerraja (*Sonchus oleraceus*), a pesar de que no todos los productores lograron traer “buenezas” de sus huertas para ofrecer en sus puestos, sino sólo poco más de la tercera parte de los puestos. Varios de estos horticultores se encontraron con dificultades para recolectarlas, debido al gran trabajo con el que ya contaban con la cosecha de las plantas cultivadas, cuya extracción debe realizarse la tarde anterior o la misma mañana de la feria. En otros casos, pudimos advertir que algunos horticultores siguen considerándolas de manera negativa, asociándolas a la pobreza y a una labor que no los llena de orgullo, a diferencia de los sentimientos que les evoca ofrecer sus plantas cultivadas. En cambio, otros horticultores se mostraron muy abiertos a la innovación, trayendo una gran diversidad de especies y presentándolas en canastos entremezcladas con plantas coloridas, haciendo degustaciones y asumiendo el asesoramiento de los compradores por medio de libros técnicos y de divulgación que detallan sus virtudes, y que ellos mismos habían llevado al puesto en el que realizaban sus ventas (Figura 3 A y B). Un factor importante que ha llevado a los horticultores a incorporar las “buenezas” al repertorio de plantas ofrecidas fue la posibilidad de generar ingresos sin haber destinado tiempo de laboreo alguno, ya que las plantas se crían solas en la huerta (un ambiente controlado, libre de animales domésticos, con riego y con el aporte de abonos naturales). Por otra parte, gran parte de estos productores valoraron estos recursos como elementos indispensables para su alimentación en el hogar; muchas de las plantas forman parte de recetas familiares, ya sea como ingredientes en ensaladas, conservas, bebidas o dulces. Incluso muchos de ellos mencionaron que sus antepasados las usaban asiduamente, porque vivían en el campo y porque “había que aprender a utilizar todas las plantas”, no sólo aquellas que crecían en las huertas sino también todas aquellas silvestres.

Las “buenezas” se vendieron a \$3 o \$4 en paquetes de 150 gramos, preferentemente como verdura fresca. También se vendieron paquetes de plantas secas y en

polvo, como es el caso de la bardana, que se ofreció como sustituto del café. Muchos de los consumidores mostraron interés en probar nuevos sabores, valorando, del mismo modo que en el caso de las plantas cultivadas, su origen natural y sin agroquímicos, y sus intactas propiedades organolépticas y nutricionales. También mostraron interés en obtener más información sobre las plantas, sus propiedades nutricionales y medicinales, evidenciándose una llamativa preocupación en querer alimentarse de una manera más sana y en conocer con mayor detalle la diversidad de plantas silvestres útiles que existen en la región. Expresiones como “es increíble todas las cosas que hay para comer y uno no conoce...” fueron muy habituales. Las capacitaciones y las degustaciones en el stand de la feria mostraron que la mayoría de los consumidores se sorprendieron de su

buena palatabilidad y aroma, a pesar de que algunos pocos fueron en un principio algo reticentes a probarlas. Se destacó como estrategia de uso la posibilidad de mezclar estas especies con otras plantas cultivadas y, de ese modo, incorporar el nuevo sabor a aquellos ya conocidos por ellos. Tanto para los horticultores como para los consumidores, el hecho de probar y experimentar el sabor de las plantas directamente fue la condición necesaria para asimilar e internalizar la idea de una maleza que se come.

Reflexiones finales

El programa de Naciones Unidas para el Desarrollo ha definido el desarrollo humano como un proceso que permite ampliar la gama de opciones de las personas, brindándoles mayores oportunidades no sólo económi-

Tabla 2. “Buenezas” comercializadas en la Feria Franca de S. C. de Bariloche que crecen en huertos y chacras de distintos productores de la zona.

Nombre científico	Nombre vulgar	Familia Botánica	Partes	Expendio	Origen biogeográfico
1. <i>Achillea millefolium</i> L.	Millenrama	Asteraceae	hojas	seco	Eurasia
2. <i>Arctium minus</i> (Hill.) Bernh.	Bardana	Asteraceae	hojas	fresco/seco	Eurasia
3. <i>Brassica rapa</i> L. (= <i>B. campestris</i> L.)	Nabo silvestre	Cruciferae	hojas	fresco	Eurasia
4. <i>Chenopodium album</i> L.	Quinhuilla, quinoa blanca	Chenopodiaceae	hojas, semillas	fresco	Europa
5. <i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Paico	Chenopodiaceae	hojas	fresco/seco	América
6. <i>Cichorium intybus</i> L.	Achicoria	Asteraceae	hojas	fresco	Eurasia
7. <i>Claytonia perfoliata</i> Donn.	Lechuga del minero	Portulacaceae	toda la planta	fresco/seco	Norteamérica
8. <i>Lactuca serriola</i> L.	Lechuga espinosa, Lechuguilla	Asteraceae	hojas	fresco	Europa
9. <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam. (= <i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L.)	Margarita	Asteraceae	hojas	fresco	Eurasia
10. <i>Marrubium vulgare</i> L. = <i>M. Hamatum</i>	Marrubio	Lamiaceae	hojas	fresco/seco	Europa y N. de África
11. <i>Mentha x rotundifolia</i> (L.) Huds.	Menta blanca, yerba buena	Lamiaceae	hojas	fresco	Europa y N. de África
12. <i>Mentha x piperita</i> L. (= <i>M. aquatica</i> L. X <i>M. spicata</i> L.)	Menta piperita	Lamiaceae	hojas	fresco/seco	Europa
13. <i>Nasturtium officinale</i> R. Brown	Berro	Cruciferae	toda la planta	fresco	Europa
14. <i>Plantago lanceolata</i> L.	Siete venas	Plantaginaceae	hojas, semillas	fresco/seco	Eurasia
15. <i>Plantago major</i> L.	Llantén	Plantaginaceae	hojas y semillas	fresco	Eurasia
16. <i>Rumex acetosella</i> L.	Acederilla	Polygonaceae	hojas y semillas	fresco	Eurasia
17. <i>Rumex crispus</i> L.	Lengua de vaca	Polygonaceae	hojas	fresco	N. de África y SO de Asia
18. <i>Sonchus oleraceus</i> L.	Cerraja	Asteraceae	hojas	fresco	Eurasia
19. <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Capiquí, quilloi-quilloi	Caryophyllaceae	toda la planta	fresco	Eurasia y África
20. <i>Taraxacum officinale</i>					

cas, sino también culturales, sociales, educativas y de equidad. Se trata de la generación de formas creativas de autodependencia, propiciando una articulación armónica entre las sociedades, la naturaleza y la tecnología, y de integración de los procesos locales con los globales. Este proyecto, aunque de alcance limitado, junto con la tarea que viene realizando durante años el Dr. Eduardo Rapoport y su equipo, intenta trabajar de manera integral en estos aspectos. Creemos que este trabajo permite mostrar que es posible proteger e incentivar la soberanía alimentaria de una región, valorizando lo local y el trabajo de la tierra, e incorporando al mismo tiempo innovaciones y modificaciones que están en sintonía con los cambios que se evidencian en los paisajes que los humanos re-creamos. La presencia de estas plantas llamadas «malezas» o «yuyos» en nuestros ambientes urbanos y rurales es un hecho consumado: qué mejor que saber aprovecharlas y disfrutar de sus virtudes. Por otra parte, indirectamente se está propiciando el consumo diversificado de recursos vegetales ampliando la ingesta de micronutrientes, vitaminas y fibras con su consecuente efecto positivo en la salud de las personas.

Finalmente, si bien, la comercialización de “buenezas” en la feria no representa hasta el presente un aporte sustancial en términos monetarios en comparación con las plantas cultivadas de mayor volumen de venta (como por ejemplo, habas, papas, tomates, lechugas, arvejas, etc.), sí podemos decir que se evidencia un lento proceso de incorporación e innovación. Sin embargo, lo más significativo es la experiencia de intercambio cultural que genera esta nueva propuesta alimentaria dentro de la feria, en donde la hibridación de conocimientos es más bien un diálogo de saberes en donde todos aprendemos cada vez más.

Glosario

Planta condimenticia: Planta empleada para condimentar, es decir, para darle sabor a comidas y bebidas. La mayoría de las plantas condimenticias son también aromáticas, es decir, que dan aroma.

Investigaciones arqueobotánicas: Investigaciones realizadas en yacimientos arqueológicos en donde se estudian las plantas que fueron utilizadas en el pasado por las poblaciones humanas.

Programa Naciones Unidas para el

Desarrollo (PNUD): Es una red mundial que está presente en 172 países cuyo objetivo es ayudar a los gobiernos y la personas para encontrar sus propias soluciones a los retos mundiales y nacionales del desarrollo (más información en www.undp.org).

Soberanía alimentaria: Derecho de todas las personas a una alimentación cultural y nutricionalmente apropiada.

Hibridación: Desde el enfoque etnobotánico este término se utiliza para describir el proceso en el que las poblaciones locales integran su conocimiento tradicional o local con el conocimiento científico.



Agradecimientos

Deseamos agradecer a los horticultores de la Feria Franca del Nahuel Huapi y al equipo técnico de las otras instituciones participantes por brindarnos su cariño y compañerismo, y por apoyar estas ideas con alegría y entusiasmo.

Lecturas sugeridas

- González, A. D., Janke, R. y Rapoport, E.H. (2003). Valor nutricional de malezas comestibles. *Ciencia Hoy*, 13(76), pp. 40-47.
- Rapoport, E.H. Ladio, A.H. y Sanz, E.H. (2003). *Plantas silvestres comestibles de la Patagonia andina Parte II. Exóticas*. Bariloche. Ediciones Imaginaria (Programa de Extensión Universitaria de la Universidad Nacional del Comahue).
- Rapoport, E.H., Margutti, L. y Sanz, E.H. (1997). *Plantas silvestres comestibles de la Patagonia Andina. Parte I. Exóticas*. Bariloche. Ediciones Imaginaria (Programa de Extensión Universitaria de la Universidad Nacional del Comahue).
- Rapoport, E.H., Ladio, A.H., Raffaele, E., Ghermandi, L. y Sanz E.H. (1998). Malezas comestibles. Hay yuyos y yuyos. *Ciencia Hoy*, 9(49), pp. 30-43.

RESEÑA DE LIBRO

Aprender a dibujar y a escribir. La perspectiva de los niños, sus familias y maestros

Nora Scheuer, Montserrat de la Cruz y Juan Ignacio Pozo. 2010.

Noveduc. Buenos Aires, Argentina. 271 pp.

Reseña realizada por Marina Barbabella

marinaba@jetband.com.ar

Cada una de las páginas que componen este libro son el producto de un minucioso trabajo de investigación que tuvo como propósito indagar las concepciones que los niños tienen acerca del aprendizaje del dibujo y de la escritura, dos formas culturales de representación gráfica en las que comienzan a incursionar desde los primeros años de vida. Por la relevancia que adquiere la escritura en el proceso de escolarización, y por ser los adultos que conforman el entorno educativo de los niños un importante sostén en este aprendizaje, los autores exploraron también las concepciones de un conjunto de madres y maestras.

Si bien el dibujo y la escritura han sido objeto de una diversidad de investigaciones, tanto desde el campo de la psicología como de la educación, y mucho se ha escrito acerca de cómo evolucionan estas prácticas, la originalidad de este trabajo reside en que rescata la visión de los propios aprendices. Como los autores señalan, no indagamos en el aprendizaje en abstracto, sino en lo que para los niños significa aprender estas prácticas: qué dicen acerca de cómo las aprenden y han aprendido, a qué atribuyen estos aprendizajes, la relación que para ellos guardan estos dos sistemas de representación y cómo evolucionan sus concepciones sobre estos dominios.

El libro está integrado por once capítulos. Los tres primeros están dedicados a fundamentaciones teóricas: se justifica la importancia que el estudio de las concepciones adquiere para el campo educativo, en tanto éstas operan de forma implícita mediando los procesos que se ponen en juego a la hora de aprender; se explicita la elección del enfoque de las teorías implícitas sustentado en que las concepciones de los niños sobre el aprendizaje no son ideas aisladas, sino tramas interconectadas de ideas que constituyen verdaderas teorías, presentes desde edades muy tempranas; y, por último, se enuncia y caracteriza cada una de las dimensiones implicadas en las actividades de dibujar y escribir.

La entrevista psicológica individual, acompañada por producciones gráficas de los mismos niños, fue aplicada a una población de 300 niños de preescolar y nivel primario de distintos sectores socioeconómicos de la región Comahue (Provincias de Río Negro y Neuquén). Éstos fueron los instrumentos utilizados para acceder al pensamiento de los niños acerca de sus aprendizajes. El análisis de categorías y de datos textuales (o lexicometría), fueron los procedimientos usados para el procesamiento de los datos. Este abordaje metodológico se detalla minuciosamente en el capítulo cuatro, adecuadamente ejemplificado con fragmentos de entrevistas.

Los capítulos centrales de la obra -del cinco al siete- están destinados a presentar los resultados de la investigación. En ellos se expone con exhaustivo detalle la perspectiva de los niños entrevistados acerca del modo que tienen de concebir el aprendizaje del dibujo y de la escritura, las teorías implícitas que median sus concepciones sobre esos procesos y también las progresivas variaciones que se producen entre los niños de menor a mayor edad. En el caso de la escritura, tanto el análisis del contexto sociocultural de los niños como la perspectiva de género permiten observar algunas diferencias en la representación de este aprendizaje.



Aprender a dibujar y a escribir

Las perspectivas de los niños,
sus familias y maestros

*Nora Scheuer, Montserrat de la Cruz,
Juan Ignacio Pozo*

N
noveduc

El capítulo que da cierre al libro aborda la perspectiva de un grupo de madres y maestras en relación a cómo conciben la intervención de la familia en el aprendizaje de la escritura y el tipo de ayuda que consideran que ésta puede brindar. Si bien ambas admiten la necesidad de colaboración familiar, hay discrepancias entre madres y maestras de distintos sectores sociales en la forma que estiman debe asumir esta colaboración, así como ciertas contradicciones en lo que los docentes solicitan a los padres. En este punto, los autores alertan sobre la necesidad de revisar el vínculo entre estas dos instituciones que conforman el entorno educativo de los niños.

En cuanto al diseño del libro, es importante resaltar la buena selección de fotografías, adecuadamente conectadas con los temas que ilustran y que contribuyen a hacer muy amena la lectura.

La temática planteada, la rigurosidad de la investigación realizada, la claridad conceptual y los aportes al conocimiento sobre el aprendizaje de los niños, hacen que este libro sea un valiosísimo aporte para el campo educativo. Como acertadamente expresan sus autores, conocer cómo se representan los alumnos su propio aprendizaje y también quienes los educan resulta de una enorme contribución para revisar las prácticas docentes orientando la enseñanza a la formación de aprendices más autónomos y con competencia para gestionar su propio conocimiento, tal como lo exigen las sociedades actuales.

Así fue entendido y reconocido por la Fundación el Libro que recientemente ha otorgado a esta obra y a sus autores una Mención de Honor dentro del concurso «Libro de Educación 2010», distinción que fuera concretada en la Edición de la Feria del Libro del año 2011.



por **Diego Añón Suárez**
y **Mónica de Torres Curth**

Conociendo a Eduardo Rapoport, biólogo y escultor

Muchas personas se han preguntado y se preguntan qué es el arte, llegando a respuestas muy distintas. Nos pareció interesante la respuesta del filósofo, investigador de historia de la filosofía, el arte y la estética, Wladyslaw Tatarkiewicz. En su obra *Historia de Seis Ideas*, de 1976, define el arte como “una actividad humana consciente capaz de reproducir cosas, construir formas, o expresar una experiencia, en tanto el producto de esta reproducción, construcción, o expresión pueda deleitar, emocionar o producir un choque”. En este contexto, la finalidad del arte parece ser la comunicación de ideas, emociones o una visión del mundo desde la perspectiva del artista. A la vez el arte, como forma creada por el ser humano, puede transmitirse en un proceso de comunicación. La obra de arte es así un vínculo entre quien la produce y quien la observa y experimenta. El arte es interacción. La ciencia también es interacción.

Resulta sencillo enumerar las diferencias entre un científico y un artista. Quizá sea más difícil ver las semejanzas, aunque sin duda las hay. Hay muchas personas en las que conviven (y felizmente) las dos actividades. No hay que detenerse mucho a pensar para encontrar numerosos ejemplos de científicos que tienen una actividad destacada en alguna rama del arte. Físicos y matemáticos que hacen música, químicos y biólogos fotógrafos, biólogos artistas plásticos... Y esto es tan antiguo como la misma ciencia. Pensemos si no en Leonardo Da Vinci (1452, Italia -1519, Francia), quizás

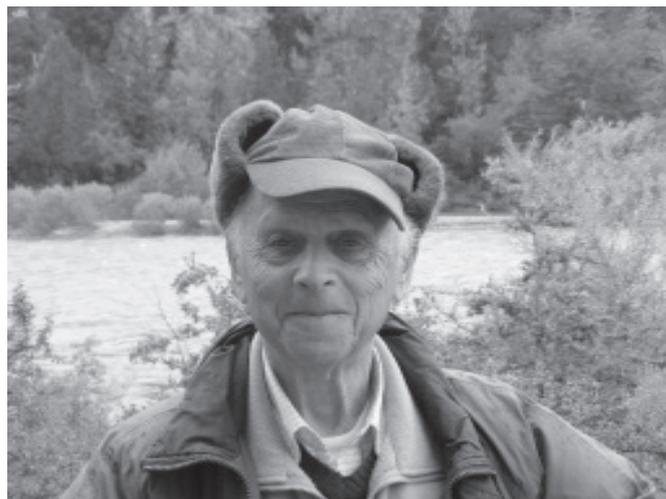


Foto: M. de Torres Curth.

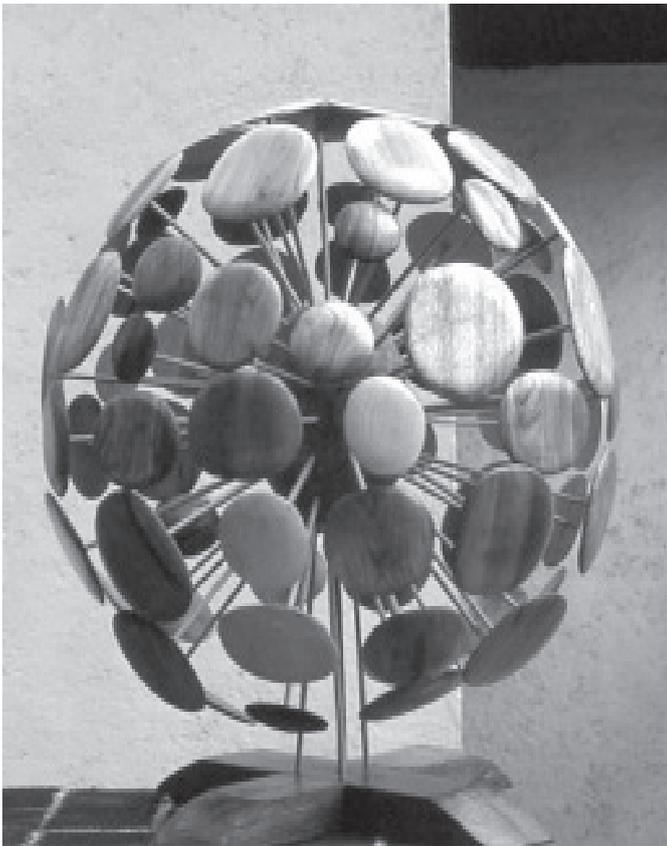
Eduardo Rapoport nació el 3 de julio de 1927- Biólogo (UNLP), Profesor Emérito de la Univ. Nac. del Comahue, Investigador Superior de CONICET (R).

el más famoso científico – artista de la historia de la humanidad; en Albert Einstein (1879, Alemania – 1955, Estados Unidos), que tocaba el violín y gustaba formar parte de un cuarteto de cuerdas con sus amigos; o en Bryan May (nacido en 1947 en el Reino Unido), guitarrista del famoso conjunto de rock Queen, quien se recibió de Doctor en Astrofísica en el Imperial College de Londres. También, contemporáneos, los argentinos Ernesto Sábató (1911-2011), físico y escritor, Guillermo Martínez (nacido en 1962), matemático y escritor. A nivel local, vale destacar una muestra que se realizó hace unos años en el Centro Atómico Bariloche, llamada “Escultíficos” (escultores-científicos), donde, entre otros científicos que hacen arte en Bariloche, expusieron sus



Foto: E. Rapoport.

Arbol Llaollaensis.

**Ovocactus, México.**

Patagonia conversó con Eddy con respecto a su arte y a su ciencia, y de cómo estas dos actividades se fueron vinculando a lo largo de su vida.

Desde la Patagonia (DLP): ¿Qué tienen para vos en común ciencia y arte?

Eddy Rapoport (ER): La búsqueda, o sea el hallazgo de lo nuevo, tanto en la ciencia, donde se busca el conocimiento, como en el arte, la búsqueda de lo estético.

DLP: ¿Cómo surgió tu inquietud por el arte? ¿Cuándo comenzaste?

ER: Empecé con el dibujo de línea, con títulos casi siempre humorísticos (un gen que heredé de mi abue-

obras Tomás Buch (físicoquímico) y Eduardo Rapoport (biólogo).

En esta nueva sección de Desde la Patagonia, Difundiendo Saberes, nos interesó acercarnos al mundo de estos científicos que se desenvuelven en alguna rama del arte.

Para esta primera ocasión, nos propusimos tener una charla con Eduardo Rapoport (Eddy), Profesor Emérito de la Universidad Nacional del Comahue e investigador de la máxima categoría en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Eddy es un investigador reconocido internacionalmente por sus contribuciones en el campo de la ecología, y que ha dedicado una buena parte de su carrera científica al estudio de las especies invasoras. Más específicamente, desde hace varios años se ha consagrado enteramente a la investigación de las bondades de las malezas comestibles, que él llama cariñosamente "buenezas". Casi al mismo tiempo en que comenzó a desarrollar su actividad científica, Eddy también inició una ininterrumpida "carrera artística" paralela como escultor.

En una charla extensa, cálida y amena, acompañada por un delicioso jugo casero de sauco, Desde la

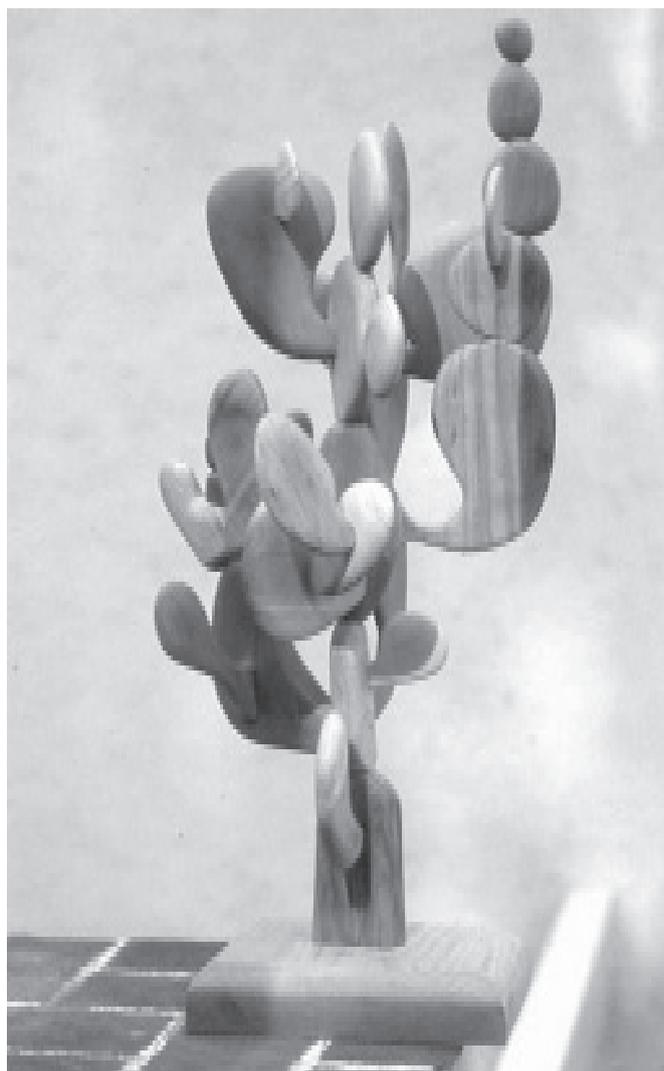
**Nopal.**

Foto: E. Rapoport.



Neocallistemon barilochensis n.sp.

lo materno, el humorista de la familia). Seguí con la pintura al óleo, aunque pinté sólo dos cuadros, para calmar los nervios cuando elegimos el primer rector en la Universidad del Sur: «El Mariscal Graziani» y «Las Ocho Jinetas del Apocalipsis». Mi actividad continuó en Venezuela, luego de tener que irme del país a consecuencia de La Noche de los Bastones Largos, luego del golpe de Onganía en el '66. Por esos tiempos fui invitado a "refugiarme" en la Universidad Central de Venezuela, en Caracas, con mi primera mujer y mis hijos. Ahí empecé a hacer esculturas en madera y de esa época conservo la primera de ellas: una realizada en dos dimensiones, tallada en madera de ceiba, que titulé *Árbol-Árbol N° 1*, porque precisamente se parecía a un árbol.

¿Por qué elegí la escultura? No tengo la menor idea, fue algo impensado. En cuanto a la temática desarrollada, aquí primó mi afecto por la biología, ya que todas mis obras se basan en árboles, epífitas y bosques. También, en lo posible, les pongo nombres humorísticos.



DLP: ¿Y cuál fue el motor de tus inquietudes? ¿Había científicos o artistas en tu familia? ¿Cómo fueron tu infancia y tu juventud con relación al arte y a la ciencia?

ER: Mi padre era médico y mi mamá pintaba, y pintaba muy bien. Además tuve mucha suerte, ya que por mi casa pasaron muchos artistas y músicos, como Los Hermanos Ábalos, que por entonces estaban recién llegados de Santiago del Estero, y eran desconocidos, y también Atahualpa Yupan-qui, quienes seguramente influyeron en mi afinidad por el arte. Si bien en mi casa no había científicos, era un hogar instruido, lo que sirvió de germen para desarrollar mi interés por la ciencia.

DLP: ¿Alguna vez pensaste en dedicarte al arte en vez de dedicarte a la ciencia?

ER: No, nunca tuve dudas en cuanto a qué dedicarme, la inquietud por el arte comencé a desarrollarla luego de comenzar a trabajar como biólogo. En ese trabajo se requería el desarrollo de habilidades como dibujante y en muchas materias tenía que hacer dibujos a partir de lo que observaba, fueran plantas o animales. Además me divierto haciendo esculturas, aunque también siempre me divertí y disfruté haciendo ciencia.

Todas las esculturas de Eddy son en madera y hacen



Foto: E. Rapoport.

Árbol Árbol No. 2.

Bosque centripeto, con una ramita de geranio colada sin permiso.

Árbol prolijo y árbol desprolijo.

referencia a alguna planta o tipo de vegetación. Están hechas con materiales que recolecta por los sitios donde ha vivido. Otorga mucha importancia a los nombres ("casi más que a la escultura misma", según sus propias palabras). En los títulos (y por qué no también en sus esculturas) hay un toque de humor. Por ejemplo menciona "la única escultura en el mundo que está formada por dos esculturas unidas por la letra 'y' que llamé «Árbol Prolijo y Árbol Desprolijo». Otra de las esculturas representa un árbol con todas las ramas una hacia un lado, menos una. Dice Eddy "se llama «Epífita Tendenciosa», que es de extrema derecha o de extrema izquierda según cómo la pongas".



Epífita Tendenciosa.

DLP: ¿Has vendido tus obras?

ER: (Se ríe) No, casi nunca logré vender ninguna, a pesar de que lo intenté. Estando en México, la Directora de la Editorial Siglo XXI me propuso hacer una muestra. Armas la exposición y ni bien se inauguró se produjo una debacle económica, una catástrofe cambiaría, que hizo prohibitivo para la gente invertir dinero



Foto: E. Rapoport.

en obras de arte. No vendí ni una. Hace un tiempo llevé unas esculturas al Hotel Llao Llao, estuvieron 4 años en exposición. Un día de lluvia recibí un llamado telefónico: "Hola, lo llamo por las esculturas que están expuestas en el Hotel Llao Llao, ¿cuánto cuesta tu tu tu..." La llamada se cortó. Se había caído un árbol sobre el cableado telefónico y quedó todo el barrio sin teléfono. O sea, ¡un fracaso!

DLP: ¿Qué busca Eddy en el arte?

ER: Placer. Para mí en el arte está el gozo de la creación.

DLP: ¿Qué busca Eddy en la ciencia?

ER: Placer. Los atributos que son esenciales para el arte también lo son para la ciencia.



Árbol No. 1.

Foto: M. de Torres Curth.

DESDE LA PATAGONIA

COMPLEJO VOLCÁNICO PUYEHUE-CORDÓN CAULLE

El 4 de junio de 2011, a las 14:45, el volcán Puyehue-Cordón Caulle entró en erupción. Sus efectos se hicieron sentir en una amplia superficie de la Patagonia Norte, desde la cordillera a la estepa. Las cenizas continuaron su viaje y dieron la vuelta al mundo, afectando el tráfico aéreo de lugares tan diferentes como Buenos Aires o Sydney. Representantes de las instituciones científicas con sede en Bariloche, el Centro Regional Universitario Bariloche (CRUB), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Centro Atómico Bariloche (CAB), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Asociación de Parques Nacionales (APN), así como representantes del Hospital Ramón Carrillo y de la Municipalidad de San Carlos de Bariloche, se reunieron para tratar de contribuir al entendimiento del fenómeno y conformaron el Programa de Emergencia Volcánica (PROEVO). En esta sección presentamos primero un resumen de la charla organizada por el comité de seguridad de INIBIOMA y presentada por el Dr. Gustavo Villarosa, en el CRUB en junio de 2011, y a continuación una selección de fotos del evento y sus consecuencias en la zona de Bariloche.

Charla de Gustavo Villarosa: Los fenómenos volcánicos en Patagonia Norte

¿Qué hacemos durante la emergencia de cenizas? ¿Qué es lo que se espera para los próximos días?

El objetivo de esta charla es hacer una especie de visita a vuelo de pájaro sobre el evento y sobre todo lo que está relacionado con este fenómeno volcánico, básicamente explosivo. Y tratar de responder las preguntas que últimamente trascendieron a través de los medios.

Los temas que más nos preocupan tienen que ver con algo muy general que es entender el fenómeno, conocer qué peligros vienen asociados a este tipo de erupciones y cómo nos van a afectar. También queremos mostrarles qué datos tenemos quienes estudiamos estos volcanes, y cómo nos van a ayudar a entender y predecir un poquito mejor qué es lo que nos va a pasar. Y por último y lo más importante, qué podemos hacer. Yo voy a intentar acercar algunas ideas, pero es evidente que no tenemos la última palabra: acá está la responsabilidad de quienes tienen una visión más global de la cuestión, que nos tienen que decir cómo proceder.

Pensé que era bastante honesto y conveniente que basara esta charla en las que dábamos antes de esta erupción, incluso antes de la del volcán Chaitén (en mayo de 2008), dentro de un proyecto de extensión de la Universidad Nacional del Comahue (ver *Desde la Patagonia, difundiendo saberes*, 5(7): Caída de ceniza volcánica en Bariloche y alrededores. ¿Qué debemos saber?). Y me parece interesante el ejercicio de ver que estas cosas no surgen de la emergencia, sino que eran cosas de alguna manera perfectamente previsibles. Ya en ese momento nos preguntábamos cuál era (y es) el desafío que tenemos por delante y a partir del trabajo con el grupo (de investigación) y con la gente de Defensa Civil, bomberos e instituciones diversas, nos parecía que lo más peligroso era una falsa percepción de que estamos en una zona donde no hay peligrosidad volcánica. Ese proyecto apuntaba a cambiar esa percepción.

¿Por qué se produce el volcanismo?

Básicamente el volcanismo terrestre se relaciona con la situación tectónica. Hemos escuchado mucho sobre las placas tectónicas después de los terremotos importantes ocurridos recientemente en Chile, y que nosotros hemos sentido por acá. Para decirlo rápidamente, hay placas continentales y oceánicas y esas placas están en movimiento. En algunos lugares se separan unas de otras y en otros convergen y chocan entre ellas.

Donde esas placas chocan se concentra la sismicidad de la Tierra y se producen los fenómenos volcánicos. ¿Cuál sería nuestra situación en Bariloche? Bueno,

el margen de placa que nosotros habitamos es un lugar donde la placa Pacífica y la de Nazca pasan por debajo de la placa Sudamericana (subducción) y se genera una presión sobre la placa continental. Parte del material que se hunde se funde, porque la temperatura aumenta a medida que vamos hacia el interior de la corteza de la tierra, y ese material fundido, llamado magma, es el que alimenta los volcanes; es el que sale a la superficie durante las erupciones y que conocemos como *lava*. En particular hay diversos tipos de erupciones: la que hoy nos convoca es la que llamamos *volcanismo explosivo*, que no es una efusión tranquila de magma que sale por el cráter del volcán y corre sobre la superficie, sino algo distinto. Debajo del volcán está lo que llamamos *cámara magmática*, un reservorio de magma donde se concentra el magma con gran cantidad de gases disueltos. Es como si fuera una botella de champagne (o gaseosa) cuando está tapada; nosotros sabemos que tiene gases porque cuando la abrimos salen burbujas, pero cuando está tapada y a presión, los gases están disueltos en el líquido. En la medida en que se destape el conducto volcánico, ese gas se exsuelve (lo contrario de disuelve), se forman burbujas, el volumen aumenta muy rápidamente y entonces se produce una emisión de material a través del conducto y lo que nosotros los vulcanólogos llamamos *fragmentación*. Las burbujas en expansión rompen en pedacitos ese magma que está saliendo por el conducto, y esos pedacitos son emitidos a la atmósfera a velocidad supersónica, enfriándose en el trayecto. Dependiendo de la energía de la erupción, la altura de la columna puede ser de algunas decenas de metros a varios kilómetros. En el caso del Puyehue-Cordón Caulle, al principio, la altura del techo de la columna fue de 12.500 metros. A partir de esta columna eruptiva tenemos lo que se llama nube volcánica o pluma: hay un nivel de la atmósfera, generalmente en la estratósfera, donde esta emisión de material se detiene, no puede ascender más y empieza a viajar horizontalmente. Ahí se

produce el transporte de ese material que llamamos *piroclastos*. Son pedacitos de magma fragmentado que empiezan a viajar horizontalmente, impulsados por el viento, y van decantando y cayendo; los más pesados caen cerca del volcán, mientras que los más livianos pueden llegar a miles de kilómetros de éste.

En general las erupciones explosivas producen estas partículas muy porosas, formadas por la espuma de un gas en un líquido que se enfría rápidamente y que llamamos *pómez*. Esos fragmentos de pómez tienen distintos tamaños de acuerdo con la fragmentación que ocurre en el volcán. Simplificando, se podrían clasificar así: los fragmentos grandes que caen cerca del volcán son las *bombas volcánicas* y son fragmentos de decenas de centímetros; los medianos, que hemos visto en el lago y que cayeron directamente en Villa la Angostura, son de algunos milímetros a 4 ó 5 centímetros y los llamamos *lapilli*; y los más finitos serían *cenizas*. A veces, para generalizar, llamamos a todos cenizas, pero si vemos estas cenizas en un microscopio electrónico podemos sacar microfotografías, donde se ve la estructura porosa de la pómez. También se puede observar que es un material muy fino y áspero, con formas muy agudas; por eso existe preocupación cuando pensamos que entran a los pulmones.

Peligros volcánicos: cerca del volcán

Para repararlos muy rápidamente los peligros volcánicos a partir de una erupción cualquiera, son:

- *Proyección de bombas y escoria*. Esto nos tiene que preocupar sólo si estamos muy cerca del volcán agregar cuánto; las bombas son fragmentos muy grandes y, a diferencia de la ceniza, no viajan grandes distancias por la atmósfera.
- *Las lavas y los domos*. En general tienen alcance

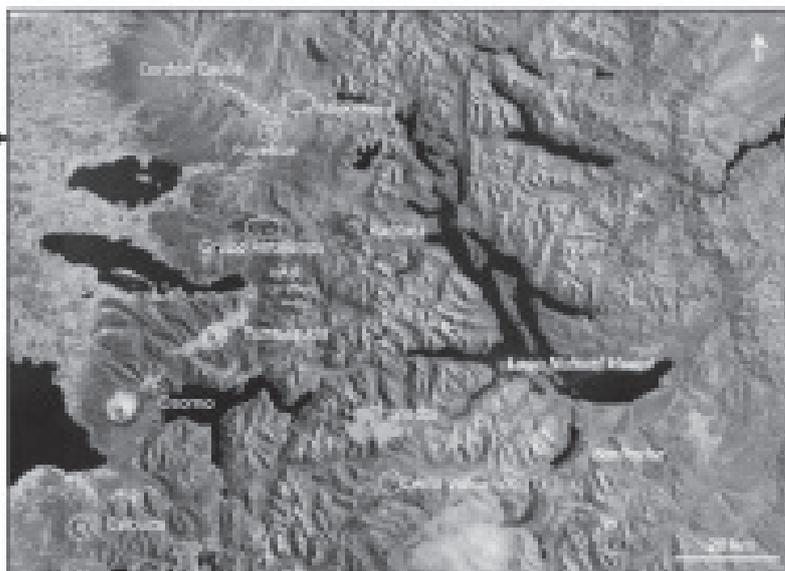
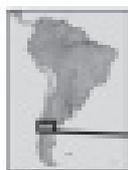


Figura 1: Localización de los sistemas volcánicos activos significativos de los alrededores del Parque Nacional Nahuel Huapi (sobre imagen satelital tomada de Google Earth).

DESDE LA PATAGONIA

local, en las proximidades del volcán. Los domos son lavas muy densas como las que emitió el volcán Chaitén en 2008.

- *Oleadas, flujos piroclásticos.* El mejor ejemplo son las poblaciones romanas de Pompeya y Herculano. Estos poblados, ubicados al pie del Vesubio, quedaron tapados en el siglo I de nuestra era. Son avalanchas de material piroclástico, incandescente, que baja por las laderas del volcán. Son terriblemente destructivas, pero el ámbito donde nos preocupan es la proximidad del volcán. A veces alcanzan distancias importantes, pero son controlados por el relieve. En nuestro caso la parte más alta de la cordillera pone límite a este tipo de fenómenos, que ya se han registrado en esta erupción.

- *Colapso total o parcial de edificios volcánicos.* Esto ocurre exclusivamente en el entorno del volcán.

- *Deslizamiento de laderas.* Igual al caso anterior.

- *Gases.* Esto lo escuchamos mucho en estos días, había preocupación en varios lugares. Los gases pueden ser problemáticos, pero nuevamente en el entorno del volcán. Si uno vive a 5 ó 10 kilómetros del volcán hay que monitorearlos, pero viviendo a 50 ó 100 kilómetros, no es un problema de consideración.

- *Ondas de choque.* Algo de esto se vio aquí el día de la erupción: vibraciones de vidrios, explosiones, ruidos muy graves que la gente decía que venían de adentro de la tierra y que se escucharon, por lo menos hasta en Aluminé, relacionándolos con los sismos. Bueno, no es así. Tienen que ver con ondas de choque producidas a partir de las explosiones en el volcán, que pueden viajar muchísimos kilómetros. No tienen efecto destructivo si uno no está demasiado cerca, por lo tanto no nos preocupan.

- *Terremotos y temblores volcánicos.* Aquí hay muchísima confusión, por lo que voy a intentar simplificarlo. Los sismos pueden dividirse en dos categorías: sismos de origen tectónico y sismos de origen volcánico. Los de origen tectónico son los que vimos en Chile en el último año. Aquí llegaron a sentirse, aunque en Bariloche no estamos en la zona de peligrosidad sísmica más alta, estamos en zona de sismicidad media. No tienen relación directa con los sismos volcánicos, que se producen cuando el magma se mueve en el interior de la corteza, fragmenta y rompe las rocas. Esas rupturas provocan vibraciones que en definitiva son las ondas sísmicas que se transmiten en el entorno del volcán. Pueden ser perceptibles, pero un sismo volcánico no va a llegar a un grado ocho o nueve, como sucedió en los sismos de Chile. Nunca son muy destructivos y sólo son perceptibles en el entorno próximo al volcán. Tampoco tenemos que preocuparnos por esto.

- *Deformación del terreno.* Los volcanes se cargan

de magma; lo que hace el terreno, de alguna manera, es inflarse. Cuando ocurre la erupción, el terreno se desinfla, quedando deformaciones. En algunos casos, es *Variaciones del sistema geotérmico y acuífero.* Si no tenemos aguas termales cerca, no tenemos que preocuparnos.

- *Inyección de aerosoles en la estratósfera.* Esto tiene que ver con los gases que emiten las erupciones volcánicas y que pueden tener efecto fundamentalmente sobre el clima, siendo obviamente de escala global. Ha habido erupciones históricas muy grandes que han tenido efectos complicados, como la del volcán Tambora (en Indonesia) de 1815, que produjo un enfriamiento en el Hemisferio Norte, que se conoció como el "año sin verano": bajó mucho la temperatura global y hubo problemas con las cosechas en 1816. No esperamos que en un evento como este pueda pasar algo así.

- *Lahares:* el SERNAGEOMIN (Servicio Nacional de Geología y Minería chileno que monitorea los volcanes) viene alertando respecto de los lahares secundarios. Cuando hay mucha emisión de material piroclástico que se va acumulando, sobre todo en las laderas del volcán, y estamos en un lugar (como éste) donde hay acumulación de nieve, precipitaciones importantes o lagos en la cumbre del volcán, suele ocurrir que el derretimiento de la nieve, lluvias abundantes o la ruptura de los lagos pueden poner en movimiento buena parte del material que está en las pendientes. Todo este material baja por las quebradas en forma abrupta y veloz junto con el agua, pudiendo producir daños graves. Hay un cierto nivel de preocupación para vigilar estos ambientes de quebradas y valles angostos, porque puede haber fenómenos de este tipo que son destructivos a escala local. En Bariloche, yo diría que no tienen que ser factor de preocupación, porque la cantidad de material que hay depositado no es suficiente para que, si ocurre alguno de estos fenómenos, sea realmente destructivo. Puede haber complicaciones, como que se tapen las alcantarillas de las rutas, que sólo con mantenimiento se solucionan. Distinta es la situación de los pobladores de las cercanías del volcán e incluso de algunos cursos de agua en el Parque Nacional Nahuel Huapi. Esto se está monitoreando; en Villa la Angostura, personal del Ejército, de Defensa Civil y de Parques Nacionales está monitoreando los arroyos para anticiparse a posibles inconvenientes. En Bariloche considero que esto no es un problema.

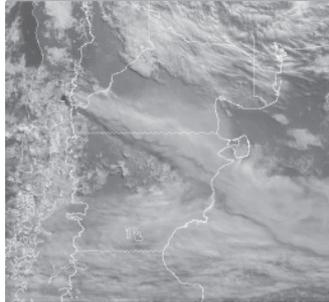
Y más lejos del volcán: las cenizas

Vimos que a partir de una columna eruptiva, se comienza a desarrollar una pluma y se produce la caída de ceniza. En función de la magnitud de la erupción y

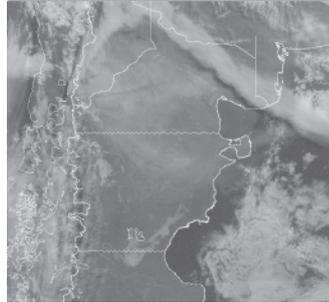
4 de junio



5 de junio



6 de junio



7 de junio

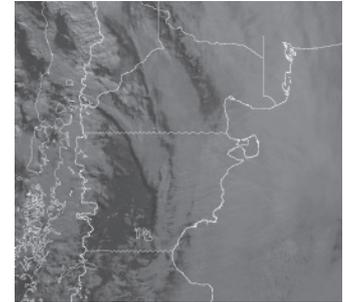


Figura 2: Imágenes satelitales de la Patagonia donde se aprecia el volcán y la dispersión de la pluma de cenizas. Las imágenes son del GOES-Servicio Meteorológico Nacional (www.smn.gov.ar), tomadas desde el 4 al 7 de junio de 2011.

de la distancia a la que uno esté del volcán, sus efectos pueden ser devastadores o no. En los lugares donde el espesor de ceniza depositada es muy importante, hay casos de viviendas tapadas por un metro o más de cenizas, y calles que se convierten en ríos porque, al taparse los drenajes, el agua corre buscando otro cauce, para mencionar algunos ejemplos.

En Bariloche seguiremos viendo las complicaciones que produce el material fino que se encuentra en todas partes, provocando poca visibilidad, irritación y rotura de equipos electrónicos, entre otras consecuencias. Los daños en techos por sobrecarga se han visto en lugares donde las viviendas eran precarias o estaban en malas condiciones, o en lugares donde la caída de ceniza fue más importante que en Bariloche, donde hemos tenido entre 4 y 5 centímetros.

Los efectos de la caída directa serían:

- *Daños a edificios, colapsos de techos.* Dependiendo del tipo de ceniza, de su porosidad, composición y grado de compactación, y de que haya llovido o no, la ceniza puede llegar a crear una sobrecarga de alrededor de 30 kg/m² a los techos. No es el caso de la ceniza caída en Bariloche, donde la densidad de la ceniza húmeda es de alrededor de 1 g/cm³, siendo la densidad de la ceniza seca bastante menor.

- *Trastornos en la aeronavegación* por causa de las cenizas en suspensión y en la navegación lacustre también, debido a las cenizas que flotan en la superficie.

- *Interrupciones en las comunicaciones*, por caída de cables e interferencias. Esto se ha visto en las comunicaciones de celulares durante los primeros días posteriores a la erupción, pero no fue grave.

- *Suministro de energía.* La ceniza se adhiere a los aislantes; entonces cuando llueve, algunas de las sustancias hidrosolubles adheridas a la superficie de las partículas tornan conductores a los aislantes y se producen cortocircuitos, con complicaciones serias en la generación y distribución de la energía. Para evitar

esto es necesario llevar a cabo programas de limpieza de aislantes.

- *Provisión de agua.* La turbidez del agua dificulta el tratamiento de potabilización. La ceniza en suspensión, además, resulta abrasiva para las bombas. Si no tenemos cuidado de no introducir cantidades importantes de material en suspensión en las redes de distribución, pueden taparse cañerías, dañarse llaves, etc. En ocasiones las cenizas contienen sustancias hidrosolubles que pueden contaminar cuerpos de agua pequeños o pasturas.

- *Trastornos de tránsito vehicular.* Quienes han querido entrar o salir de Bariloche, han visto que las rutas presentan complicaciones, básicamente por la bajísima visibilidad. Cuando nos cruzamos con un auto a alta velocidad, la ceniza que levanta queda suspendida, dificultando enormemente la visión.

- *Trastornos en actividades agrícolas y ganaderas.* Teniendo en cuenta la cantidad de ceniza depositada y la situación de los cultivos en función de la temporada, si los campos se cubren totalmente de cenizas, es posible perder los cultivos. Lo mismo vale para las pasturas, complicándose el acceso de los animales al alimento. Hay efectos concretos y puntuales en la Patagonia que fueron muy bien descriptos luego de la erupción del Hudson en 1991, especialmente sobre lo que le pasa a los animales que comen o buscan alimentos entre las cenizas: desgaste de dientes, taponamiento del aparato gastrointestinal, algunos casos de contaminación, sobrepeso por carga de ceniza en la lana (ovejas que se caen y no pueden incorporarse). Todo esto está descrito en detalle.

- *Salud humana.* Algo nos habló el Ing. Mendizábal, especialista en higiene (en charla previa). Sobre todo para los pacientes respiratorios, la ceniza puede generar complicaciones. Las instituciones de salud pública deben decirnos qué hacer en cada caso y evaluar las

DESDE LA PATAGONIA

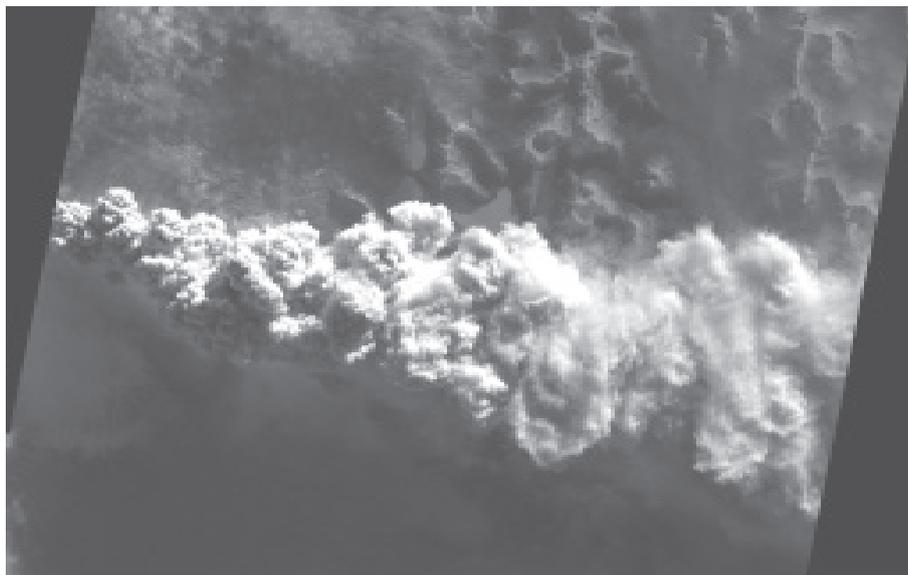


Figura 3: Imagen satelital de la pluma tomada el 14 de junio de 2011. Se observa una isla de pómez en un lago al este de Puyehue. Imagen del NASA Earth Observatory, J. Allen y R. Simmon, con datos del satélite EO-1-ALI.

La situación de Bariloche

Se muestra la ubicación de Bariloche, al este del arco volcánico activo.

En Bariloche nos encontramos a unos 60 kilómetros del arco volcánico activo, ubicado al oeste de la cordillera, con algunas consecuencias favorables y otras desfavorables. En la Figura 1 se ven los

volcanes que están en el área de influencia de Bariloche. Esta influencia se debe a una cuestión de circulación atmosférica: los vientos dominantes del oeste nos traen los materiales volcánicos enviados a la atmósfera. Hablaremos un poco de ellos a continuación.

Uno de los criterios más usados para considerar que un volcán está activo es que haya registrado actividad eruptiva en los últimos 10.000 años; activo no quiere decir que el volcán esté en erupción constante, sino que puede volver a hacer erupción. También suele considerarse que un volcán es activo cuando registra actividad *histórica*, pero dado que los registros en algunas regiones del mundo son bastante breves (como en nuestra región) este criterio no parece ser el más adecuado. El Complejo Volcánico Puyehue-Cordón Caulle (CVPCC) denominación formal de este conjunto de aparatos volcánicos, se ubica en el contexto de una zona volcánica llamada Zona Volcánica Sur (ver Figura 1). En sus cercanías tenemos el *volcán Pantoja*, al cual se asocia un cono volcánico con actividad post glacial.

Al sur tenemos el Grupo Antillanca, formado por un conjunto de volcanes de distintas características, que está al sur del CVPCC.

El Puntigudo-Cordón Cenizos es un sistema volcánico constituido por varios aparatos volcánicos alineados en dirección SO-NE, también activos.

El Osorno, es un volcán activo con actividad histórica. El Calbuco, lo mismo.

El Tronador no debe ser considerado activo. Sin embargo, sí hay un volcán activo cercano, el Cerro Volcánico, un cono piroclástico que aparentemente es post glacial. Entonces podría haber algún tipo de actividad, no específicamente en el Tronador, pero sí

recomendaciones pertinentes.

- *Red de drenaje y represas.* Por modificaciones en las redes de drenaje superficiales, las aguas comienzan a circular por donde pueden; los cauces naturales muchas veces se taponan y pueden desbordar. El agua se pone turbia porque transporta mucho material en suspensión. Hay un aumento significativo en la tasa de sedimentación en lagos y embalses. Esto trae complicaciones en la generación de energía eléctrica, además del efecto abrasivo sobre las turbinas que pueda tener este material.

- *Equipos de emergencia, motores a explosión.* Si están trabajando al aire, se tapan los filtros, y si este material ingresa al motor, se produce desgaste. Hay complicaciones con todos los equipos a explosión.

- *Problemas en los desagües.* Si ingresan cantidades importantes de este material en los sistemas pluviales se producirán oclusiones, desbordes e inundaciones en áreas urbanas.

- *Incendios.* Con respecto a este tema, tuvimos suerte. Esta erupción se produjo en temporada de lluvias, por tal razón, no se generaron incendios en el Parque Nacional ni a partir de los rayos ni de los fragmentos volcánicos incandescentes caídos en las cercanías del volcán.

- *Plantas de tratamiento de efluentes.* La cantidad de material que entra en suspensión complica mucho el proceso. Se pueden saturar los reactores y podría complicarse o interrumpirse el proceso biológico de depuración.

- *Efectos psicológicos,* de los cuales yo no les puedo hablar, pero que son importantes y hay que tenerlos en cuenta

- *Impacto económico.* Me parece que todos tenemos una idea de qué se trata.

en el entorno.

Viendo en detalle el CVPCC, encontramos un conjunto de volcanes agrupados, es decir, un sistema volcánico asociado que se ubica a lo largo de sistemas de fracturas en la corteza que posibilitan el ascenso y erupción de magmas y que se puede subdividir en tres subconjuntos. El que está hacia el norte (en el mapa presentado en la Figura 1) se llama Grupo Carrán-Los Venados. Se trata de una serie de aparatos volcánicos pequeños. Más al sur se alinea una serie de coladas, cráteres y pequeños conos que han estado activos en tiempos históricos. Eso es lo que llamamos el Cordón Caulle (CC). En el extremo Este de esta alineación se encuentra el aparato más visible, el Puyehue, que es un estratovolcán. La erupción actual es en el sector Este del CC, apenas al norte del Volcán Puyehue. El CC hizo erupción en tiempos históricos, en 1960, 1921-22 y otras menores menos conocidas. Al sur está el volcán Puyehue que no tiene erupciones desde hace unos 1.500 a 2.300 años atrás.

¿Cómo evaluamos la actividad del volcán?

Cada volcán tiene un carácter, una personalidad; entonces, para poder predecir lo que va a ocurrir mas allá de los monitoreos que se hacen (y que no se hacen desde hace mucho acá), hay que tener conocimientos acerca de ese sistema, de cómo actuó en el pasado, y en función de eso se puede hacer algún tipo de pronóstico. Una cuestión práctica que nos tiene que traer tranquilidad es que todos los que han ido al paso Puyehue han visto en los cortes del camino franjas de distintos colores que son niveles piroclásticos, llamados *tefras*, producidas en gran medida por el mismo complejo volcánico a lo largo de los últimos 10.000 ó 15.000 años, que alternan con niveles de suelo. Hay alternancia de tefras oscuras y claras con suelos antiguos enterrados, hasta llegar al suelo que está funcionando actualmente. ¿Qué quiere decir esto? El sistema hace miles de años que viene funcionando así, con caídas de tefra como la que vemos ahora, que después se convierten, al menos parcialmente, en un suelo que se desarrolla por encima de los depósitos volcánicos. Esto nos tiene que servir para entender cuál es el efecto en el ambiente. Yo me resisto a llamarlo desastre ambiental aunque pueda llegar a ser un desastre para nosotros, porque hay desastre económico y una serie de efectos complicados. Pero desde el punto de vista del ecosistema me parece muy precipitado llamarlo desastre, porque nuestro sistema está perfectamente adaptado a esta sucesión de eventos.

Entonces, ¿qué datos tenemos?

Los registros en superficie, es decir, los eventos registrados en la superficie de este sistema volcánico, nos sirven para tratar de determinar qué volcanes tuvieron actividad, cuándo, en qué períodos y demás cuestiones; al menos durante el último millón de años venimos teniendo procesos de este tipo en la zona.

Los sedimentos lacustres son excelentes archivos porque registran casi todo lo que ocurre en la cuenca; por medio de ellos podemos identificar y caracterizar los niveles de cenizas volcánicas. A través de estos registros vemos que hubo al menos 43 eventos significativos de caídas de tefra (con espesores mayores a 1 centímetro en el registro compactado) en estos últimos 10.000 a 15.000 años solamente. Si contamos los depósitos de escala milimétrica y las microtefras (compuestas por partículas sólo visibles en un microscopio) la frecuencia aumentará varias veces. O sea que la tasa de recurrencia de estos episodios es realmente significativa en nuestra región.

También quiero mencionar que desde el punto de vista geológico los análisis de las cenizas caídas que circulan estos días son iguales a los análisis de elementos mayoritarios realizados para erupciones anteriores conocidas de este volcán. En las cenizas, además de los elementos mayoritarios, hay gran cantidad de elementos en cantidades muy bajas, válidas para cualquier material geológico, incluidas las cenizas volcánicas. Como ejemplo tomemos datos de cloro. Hay entre 0.18 y 0.20 % de cloro en la composición de los productos volcánicos antiguos y los datos tomados hasta ahora en esta erupción dan valores similares. Este cloro está ahí desde hace milenios y no contamina nuestras aguas ni suelos. Uno no se tiene que asustar cuando ve algunos elementos; que estén en las cenizas no quiere decir que vayan a entrar necesariamente en contacto con el ambiente ni que contaminen. Me parece muy importante este mensaje porque hay mucha preocupación sobre esto. Los análisis deben ser difundidos en un contexto; de lo contrario, no sirven para nada. Teniendo en cuenta una clasificación de rocas usada por los geólogos, vemos que la composición de las rocas de esta erupción es riolítica a dacítica. Si se detallan todos los elementos que están en las cenizas, la lista es muy grande y aparecerán, por ejemplo, elementos como lantano, torio, circonio, talio, cadmio e isótopos del estroncio, al igual que en cualquier roca del Parque Nacional o de cualquier lugar de la tierra, habiendo en la lista muchos elementos con isótopos radiactivos (cesio, torio), incluso entre los mayoritarios (potasio, etc.). Eso no quiere decir que nos contaminamos cada día cuando caminamos por el cerro Otto o tocamos

DESDE LA PATAGONIA



Figura 4: Colapso del techo del quiosco de la Aduana argentina por sobrecarga de ceniza y nieve, en el paso fronterizo Cardenal Samoré. Junio de 2011.

cualquier roca de la región. Lo único que nos tiene que preocupar es que una fracción significativa de estos elementos esté en solución en el agua, por ejemplo. Mi propuesta es estar atentos a las recomendaciones de la gente que está trabajando en la calidad del agua, del aire y del suelo. O sea, conocer los datos interpretados por especialistas.

Si observamos un corte de suelo en Bariloche vemos franjas oscuras (suelo) y claras (cenizas) Podemos ver una franja blanca que es la erupción de 1920/1921, hacia arriba una franja de suelo, luego la deposición de cenizas de 1960, y por último el suelo de hoy día. Dentro de unos años vamos a ver la ceniza de la erupción de 2011.

En Bariloche hubo cinco caídas de cenizas registradas desde 1893; o sea que éste es un fenómeno que nos tendría que resultar familiar. Lo que observamos ahora, si salimos a caminar por la zona, es que los ríos se han enturbiado, el lago también, hay cenizas depositadas en el suelo, en la vegetación, los animales están sufriendo bastante, y se producen cosas como el derrumbe de alguna edificación. En el paso fronterizo con Chile, por ejemplo, donde cayeron cerca de 30 centímetros de cenizas, sucedió lo que muestra la foto de la Figura 4.

Una forma de monitorear estos fenómenos es a través de *imágenes satelitales*. Las autoridades encargadas de los alertas para actividades de aeronavegación (VAAC Buenos Aires) lo hacen y cuando ven que las plumas o nubes de cenizas están atravesando el continente, obviamente no puede haber vuelos que vengan del norte hacia el sur; acá sí estamos a disposición de lo que determina el volcán y la meteorología.

¿Qué podemos hacer en ocasiones como ésta?

Podemos operar básicamente sobre la vulnerabilidad, y esto hay que hacerlo antes de que ocurra el

fenómeno, y sobre la capacidad que tengamos para reaccionar. Tenemos que tratar de que el evento nos afecte lo menos posible, conociendo lo que puede pasar y fortaleciendo nuestra capacidad de resistir o de resolver los problemas que la erupción nos propone. ¿Como debería ser un sistema, perfectamente desarrollado, de gestión de riesgo? Deberíamos partir del conocimiento detallado del volcán y su historia, de éste y de los demás volcanes que nos amenazan. Esto es un problema porque todavía no lo conocemos lo suficientemente bien. Si tuviéramos mapas de peligro o de riesgo, podríamos tener previstos los posibles efectos y planificar adecuadamente la gestión del territorio y de las emergencias. También se debería implementar una red de vigilancia, como por ejemplo lo hacen las autoridades chilenas con el monitoreo sísmico, pero con las herramientas adecuadas para nosotros de acuerdo a nuestra situación en particular. De todo esto sale la estrategia que vamos a aplicar, los planes de contingencia y las distintas herramientas que se van a usar para ayudarnos en la gestión de la crisis. Esto hay que trabajarlo.

¿Cuál es el rol de nuestras instituciones?

Nuestro rol más importante desde las instituciones científicas y académicas es entender estos sistemas y sus procesos; entender los volcanes. Ahí está nuestra participación fundamental. Tendríamos que hablar más y a largo plazo en tiempos de no erupción, y mucho menos en tiempo como éste. En el monitoreo podemos colaborar con instituciones específicas que se encargan de hacer el monitoreo, podemos participar en programas de difusión y de desarrollo de nuevas técnicas de programas de aplicación concreta y ayudar desde las instituciones académicas en estas consideraciones sociales y socioeconómicas donde las universidades y los institutos de investigación tienen capacidad humana para hacerlo.

Hay una pirámide que describe los roles de los distintos estamentos, en cuya base están ubicadas las instituciones académicas y científicas específicas de estudios de volcanes, desde los estudios más básicos hasta las cuestiones más aplicadas. Pero hay un quiebre cerca de la cúspide, esto lo tenemos que tener muy claro todos, quienes hablamos y quienes preguntan. El rol de

la comunidad científica tiene un límite; las decisiones, la comunicación formal tiene que estar a cargo de los gobernantes y los funcionarios de los órganos de aplicación de las normativas existentes.

La pregunta práctica: ¿qué hacer ante la caída de cenizas?

Ya vimos en esta ocasión en Bariloche que el cielo se oscurece, hay tormentas eléctricas, caen cenizas y si hay precipitaciones al mismo tiempo cae barro, se siente una sensación de "fin del mundo", una sensación de desprotección, sensación de catástrofe. Puede haber sismos que se pueden sentir asociados a la erupción, leves pero pueden sentirse, se escuchan ruidos, hay cortes de energía, comunicaciones complicadas. Entonces, si nosotros sabemos todo esto y nos dicen con cierta anterioridad qué tenemos que hacer, me parece que bajamos mucho el nivel de ansiedad y eso ayuda a todos a gestionar la crisis. Entonces, lo básico es:

- *Quedarnos en casa y escuchar la radio* (¡tenemos que tener una radio con pilas!).

- *Proteger el agua potable*: en el caso de pobladores que no tienen provisión de red, tienen que ocuparse de proteger las distintas fuentes de agua.

- *Limpiar los techos*: si hay una caída muy importante de cenizas obviamente hay que limpiar los techos; no durante el evento, sino que hay que preverlo porque el municipio no se puede ocupar de todos los techos, sólo tiene que dar las recomendaciones de cómo y cuándo hacerlo.

- *Utilizar protección respiratoria*, si es necesario salir durante una caída de ceniza. Si llueve se atenuará.

- *Para limpieza de los alrededores de las casas* una buena estrategia es humedecer la ceniza para que no vuele, no empañar ni baldear (hay que cuidar el agua).

- *Racionalizar el consumo de agua* y minimizar el bombeo para que no entre ceniza y estropee las bombas. No hay que baldear ni lavar el auto todos los días.

- *Circular a baja velocidad* para no levantar la ceniza fina. Además, el tránsito constante lo que hace es pulverizar las cenizas, convirtiéndolas en partículas cada vez más finas.

- *Escuchar las recomendaciones de defensa civil*, ellos son los que están siguiendo lo que pasa y nos tienen que decir qué hacer.

En el ámbito rural hay otras medidas a tomar algo distintas a las de la ciudad.

En nuestras instituciones, hay que tratar de dejar las cenizas afuera, si las metemos en los pasillos, en las aulas, va a llegar un momento que van a estar en los pupitres, en las sillas, en las computadoras y vamos a estar respirándolas en forma permanente. Una forma

sencilla de lograrlo es traer calzado para cambiarnos al entrar a los edificios.

Por último insistir en que nuestra situación es cómoda comparándola con otros lugares, por ejemplo, con los pueblos que viven en las laderas de los volcanes mucho más explosivos que éste. Ésta es una situación que Bariloche puede manejar, podemos salir de esto.

Esto es todo de mi parte.

Lecturas sugeridas

Caneiro et al., 2011, Análisis de cenizas volcánicas Cordón Caulle (Complejo Volcánico Puyehue-Cordón Culle). Erupción 4 de Junio de 2011. CNEA

Lara L.E., H. Moreno, J.A. Naranjo, S. Matthews, C. Pérez de Arce, 2006. Magmatic evolution of the Puyehue-Cordón Caulle Volcanic Complex (40° S), Southern Andean Volcanic Zone: From shield to unusual rhyolitic fissure volcanism. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 157 (2006) 343-366

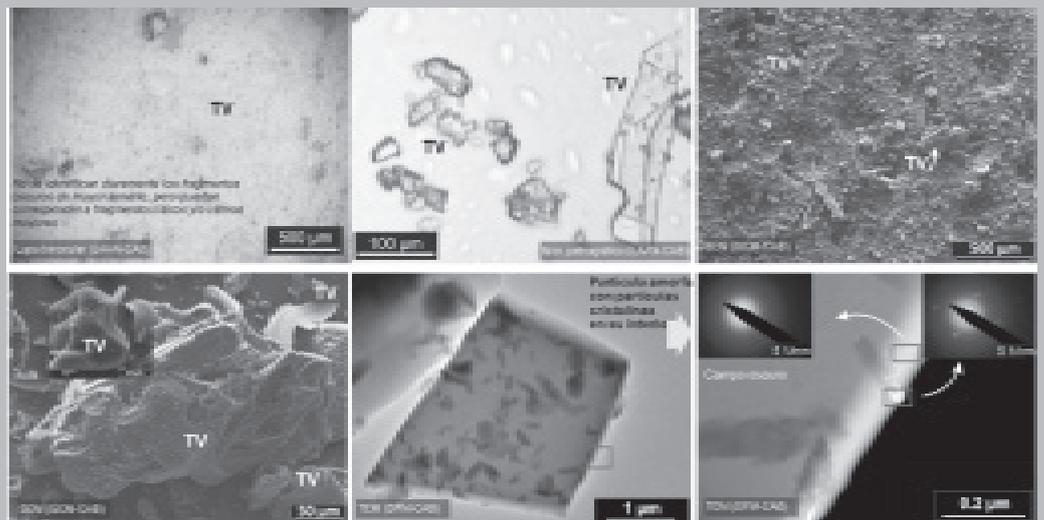
Villarosa, G.; Outes, V.; Hajduk, A.; Sellés, D.; Fernández, M.; Crivelli Montero, E. & Crivelli, E., 2006. Explosive volcanism during the Holocene in the upper Limay river basin: The effects of ashfalls on human societies. *Northern Patagonia, Argentina. Quaternary International*, 158 (1) pp. 44 - 57.

DESDE LA PATAGONIA

Estas imágenes muestran algunos aspectos de los efectos de la erupción del complejo Puyehue-Cordón Caulle sobre la región cercana.

CENIZAS

Las cenizas del Volcán Puyehue-Cordón Caulle bajo el microscopio. El Centro Atómico Bariloche está llevando a cabo una caracterización detallada de las cenizas liberadas durante la erupción del volcán. La



caracterización morfológica, química y cristalográfica de las partículas es fundamental para conocer y prever el impacto de las mismas en la calidad del suelo, agua y aire de la región. En éstos estudios trabajaron en conjunto personal de División Física de Metales (DFM), Grupo Caracterización de Materiales (GCM) y Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica (LAAN), bajo la coordinación del Gerente del Centro Atómico Dr. Luis Rovere. Se estudiaron muestras recolectadas en diversos puntos geográficos de la Patagonia desde los Andes hasta la costa Atlántica y durante diferentes días de la erupción. Se utilizaron diferentes equipamientos como Microscopios Ópticos (Lupa Binocular. Foto 1; Microscopio Petrográfico, Foto 2) y Microscopios Electrónicos de Barrido (SEM, Fotos 3 y 4) y Transmisión (TEM, fotos 5 y 6). En las fotos se presentan las cenizas recolectadas el día 16 de junio de 2011 en la localidad de Villa La Angostura. Los resultados fueron puestos a disposición de diferentes organismos públicos y la población en general (<http://www.cab.cnea.gov.ar/noticiasanteriores/erupcionCaulle2011/informeGeneralFinal.pdf>). Aclaración: TV= Trizas Vítreas; 1000 μm (micrómetro)=1 mm (milímetro).

EDIFICIOS

Foto: Gustavo Villarosa.



Bariloche, 4 de junio de 2011 a las 16 hs.

Villa La Angostura, junio de 2011.

por Margarita Ruda

CUERPOS DE AGUA

Grupo de Calidad de Aguas y Recursos Acuáticos (GECARA). INIBIOMA (CONICET-UNCo)
 fpedrozo@crub.uncoma.edu.ar

Foto G. Villarosa.



Vista hacia el norte del Rio Huemul, tomada el 8/6/11 en las cercanías del puente sobre la ruta nacional 231. Se observa claramente la gran turbidez de estas aguas habitualmente cristalinas, causada por la gran cantidad de ceniza en suspensión



Costa del lago Nahuel Huapi con islas de piedra pómez.

Foto: M. Ruda.



Rio Limay

Foto: M. Ruda.

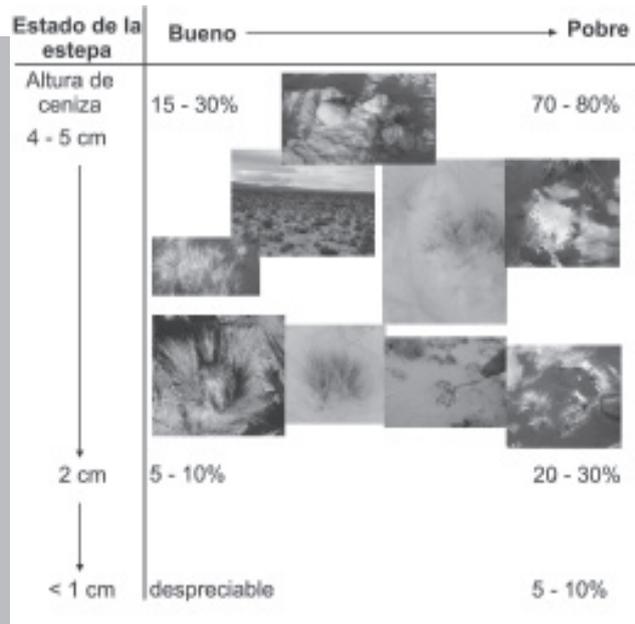
VEGETACIÓN

Ver número especial de la Revista Presencia del INTA
<http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/pres/presencia57>.

Foto: Gustavo Scotti.



Pinos con cenizas, Villa la Angostura.



Reducción en la accesibilidad al forraje en estepas.

Fotos: Dardo López.

DESDE LA PATAGONIA

ANIMALES

Ver número especial de la Revista Presencia del INTA

<http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/pres/presencia57.htm>



Foto: G. Villarosa.

Ganado en la ceniza, camino del circuito 7 lagos, a pocos kilómetros de Villa La Angostura. El ganado se agrupa en estos bajos que hasta hace pocos días proveían buen alimento. Es notable que los animales, claramente desorientados, se acercan a las personas, probablemente buscando ayuda.



Foto: P. Lagorio .

Caballos comiendo raíces de grindelia.



Foto: C. Robles.

Conjuntiva de una oveja irritada y enrojecida por el efecto de las cenizas.

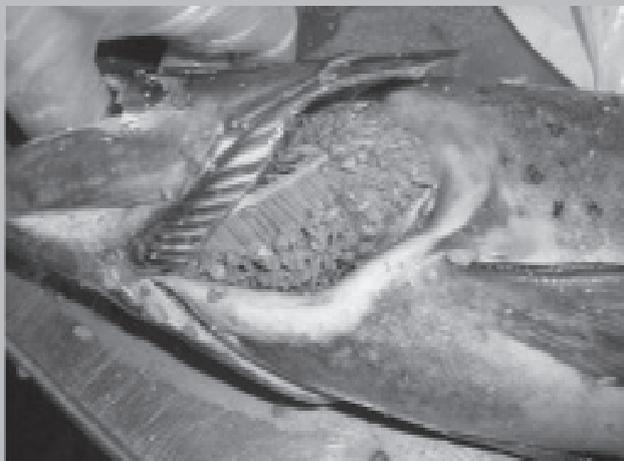


Foto: L. Maglio.

Trucha con pómez en las agallas. (CRUB)



Foto: M. Ruda.

Bandurria, Bariloche, junio 2011. Cuando la capa de depósito es escasa y no cubre la vegetación, el suelo continúa siendo fuente de alimento. (Cármén Úbeda-CRUB)

ALGUNOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN REFERIDOS A LA ERUPCIÓN

Con el objetivo de analizar y estudiar la actividad y el impacto del Volcán Puyehue – Cordón Caulle desde diferentes áreas, el Comité Ejecutivo del Programa de Emergencia Volcánica (PROEVO) ha aprobado ya los primeros 17 proyectos de investigación, que representan un monto de \$426.000. El proceso de evaluación estuvo gestionado por el Comité Ejecutivo, conformado por representantes de varias instituciones científicas y sociales de la región: Lic. Juan Salguero (Parque Nacional Nahuel Huapi), Ing. Luis Rovere (Centro Atómico Bariloche), Mag. Marcelo Alonso (CRUB-UNCOMA), Arq. Gabriel Cazalá (Municipalidad de Bariloche), Ing. Adolfo Sarmiento (INTA) y Méd. Susana Rodríguez (Hospital Ramón Carrillo), Dr. Aldo Calzolari, Dr. Diego Aguiar y Dr. Guillermo Oglietti (UNRN).

Listado de proyectos aprobados:

«Estudio del impacto de las emisiones del Cordón Caulle en la transferencia de mercurio y otros metales pesados a los peces del lago Nahuel Huapi», María Angélica Arribére, Centro Atómico Bariloche.

«Diagnóstico del sector turístico en S.C. Bariloche frente a la emergencia volcánica y diseño de actividades paliativas», Eduardo Pantan, Universidad Nacional de Río Negro.

«Evaluación del impacto del volcán Puyehue–Cordón Caulle sobre la disponibilidad de elementos en aguas naturales del Parque Nacional Nahuel Huapi», Soledad Perez Catán, Centro Atómico Bariloche.

«Proyecto de gestión comunicacional para el PROEVO», Sandra Murriello, Universidad Nacional de Río Negro.

«Efecto de las cenizas volcánicas sobre la dinámica y producción forrajera de pastizales en Patagonia Norte», Paula Dile, INTA EEA-Bariloche.

«Dinámica de las partículas (cenizas) en suspensión en el lago Nahuel Huapi producto de la erupción volcánica Puyehue-Cordón Caulle», Sol Souza / Beatriz Modenutti, INIBIOMA (UNCOMA – Conicet).

«Agua sin cenizas para pequeños productores de la Línea Sur», Claudia Briones, Universidad Nacional de Río Negro.

«Efecto de las cenizas volcánicas en el crecimiento de especies nativas y exóticas y su uso potencial como sustrato de cultivo. Parte I», Francis Laos, Universidad Nacional de Río Negro.

«Evaluación de los Efectos de la Erupción del Volcán Puyehue-Cordón Caulle sobre los Ensamblajes de Peces de Ríos y Arroyos del Norte de Patagonia», Pablo Vigliano y Jorge Kuroda, CRUB y Centro de Ecología Aplicada del Neuquén.

«Caracterización geoquímica de productos volcáni-

cos del evento del 4 de junio de 2011 del Complejo Volcánico Puyehue-Cordón Caulle», Romina Daga, Centro Atómico Bariloche.

«Zonificación y monitoreo del grado de afectación de las tierras por deposición de cenizas volcánicas en las provincias de Río Negro y Neuquén», Juan José Gaitán, INTA EEA Bariloche.

«¿Hay patrones de regeneración excepcionales en los suelos del Bosque de Arrayanes de Península Quetrichue luego de la caída de cenizas y arena volcánicas?», Adolfo Moretti, Parque Nacional Nahuel Huapi.

«Sistema de Recirculación de Agua en el Centro de Salmonicultura Bariloche», Lucas Maglio, Centro Regional Universitario Bariloche – UNCOMA.

«Efecto de las cenizas volcánicas procedentes de la erupción del complejo Puyehue - cordón Caulle, sobre el desarrollo y sobrevivencia de los insectos plaga», Fernández Arhex, INTA EEA Bariloche.

«Impacto de la ceniza volcánica sobre la supervivencia de la abeja doméstica *Apis mellifera*», Andrés Martínez, INTA EEA Bariloche.

«Procesos de remoción en masa en sistemas deltaicos del Nahuel Huapi, como consecuencia de altas tasas de sedimentación de material piroclástico removilizado proveniente de la erupción del Cordón Caulle», Débora Beige, INIBIOMA (UNCOMA – Conicet).

«Impacto del aporte piroclástico de la erupción del Cordón Caulle en sistemas deltaicos del Nahuel Huapi: aplicación al estudio de la susceptibilidad a deslizamientos subácuos», Gustavo Villarosa, INIBIOMA (UNCOMA – Conicet).

FLORACIÓN MASIVA DE LA CAÑA COLIHUE

Cecilia I. Núñez, Soledad Caracotche y Anahí Perez

La producción sincrónica de flores y semillas, abarcando grandes extensiones, es un evento cíclico y natural que tiene profundas implicancias para el bosque y las personas que habitan su entorno. En esta sección Cecilia Núñez, Soledad Caracotche y Anahí Pérez, de la Delegación Regional Patagonia de la Administración de Parques Nacionales, hacen una reseña de la situación que afrontan los habitantes del Parque Nacional Nahuel Huapi y sus alrededores, con relación a la floración masiva de la caña Colihue, ocurrida en el verano de 2010-2011.

Los fenómenos naturales de magnitud (nevadas, terremotos, inundaciones, etc.) que afectan zonas habitadas, promueven profundas y variadas interacciones con los grupos sociales allí asentados. Esta estrecha vinculación tiene distintas facetas; una de ellas implica que desde los ámbitos de gestión, se lleven a cabo actividades y acciones tendientes a promover una actitud responsable por parte de la sociedad en su conjunto, frente a las consecuencias de tales fenómenos. Esta reseña apunta entonces a transmitir de manera sintética la información recopilada y producida sobre las características y las consecuencias -y su mitigación- de un fenómeno natural inusual -por lo tanto, poco conocido- producido por la floración sincrónica y en grandes extensiones de una particular especie nativa: la caña colihue.

La caña colihue

La caña colihue (*Chusquea culeou*) es una gramínea arbustiva perenne, que pertenece a la subfamilia del bambú. Se distribuye a lo largo de la Cordillera de los Andes entre los 35° y los 47° de latitud Sur. En Argentina

se la encuentra desde el norte de Neuquén hasta el sur del Chubut. Crece en las zonas húmedas del bosque andinopatagónico, donde es el principal componente del sotobosque de coihue.

Como la mayoría de los bambúes (o «cañas»), esta especie normalmente se reproduce de forma vegetativa mediante rizomas. También puede producir flores y semillas (reproducción sexual), lo cual realiza una vez en la vida, luego de lo cual la planta muere. Las flores son similares a las de los pastos (pequeñas y organizadas en inflorescencias con forma de espiga o panoja) pues están dentro del mismo grupo botánico (ver Figura 1). Las semillas parecen un grano de cebada o de arroz (ver Figura 2).

En el caso de la caña colihue, muy pocas plantas producen flores casi todos los años, haciéndolo de forma aislada y dispersa. Sin embargo, cada varias décadas ocurren eventos de floración sincrónica y masiva. Estos eventos son muy notables dado que la gran mayoría de las plantas florecen al mismo tiempo, pudiendo abarcar este fenómeno valles enteros o toda una región. Esto además modifica notoriamente el color del paisaje, que pasa del verde característico a la gama del amarillo, dorado o marrón. Ello se debe a que inmediatamente después de la floración y producción de semillas, las hojas pierden su capacidad fotosintética, caen y la planta muere (ver Figura 3). Esta sincronía en la floración, que no es exclusiva de la caña colihue sino que caracteriza a los bambúes de distintas partes del mundo, estaría regulada por «relojes biológicos» internos de plantas que comparten características genéticas idénticas o similares, aunque también podría verse influida por factores ambientales desencadenantes (como por ejemplo, sequías). No obstante, lo cierto es que no se conocen con certeza los mecanismos que actúan sobre este fenómeno. De acuerdo con estudios realizados, el hecho de que muchas plantas produzcan flores, semillas y luego mueran al mismo tiempo daría varias

Palabras clave: *Chusquea culeou*, floración, semillas, ciclo natural, roedores, prevención.

Cecilia I. Núñez
cecinu@gmail.com

Soledad Caracotche
scaracotche@apn.gov.ar

Anahí Perez
aperez@apn.gov.ar

Delegación Regional Patagonia – Administración de Parques Nacionales



Figura 1: Espiga en el período de polinización.

ventajas adaptativas a la especie. Por un lado la gran cantidad de plantas en flor favorece la polinización, que se produce por el viento. Por otro, como la producción de semillas es muy alta, los depredadores sólo pueden comer una determinada cantidad, favoreciendo que un porcentaje importante de semillas tenga la posibilidad de «escapar» y así germinar y crecer, dando lugar a una nueva generación de cañas. Si las semillas producidas en cada evento fueran pocas, serían consumidas en su gran mayoría por granívoros y herbívoros que habitan el bosque, reduciendo así la probabilidad de perpetuarse. Por último, al morir una extensión importante de cañas, también mueren sus parásitos, situación que beneficia a la próxima generación que se establecerá en el lugar.

Ciclos de floración

Los ciclos de floración de los bambúes en general, varían entre 15 y 120 años aproximadamente. Sin embargo, no se conoce aún con precisión la duración del ciclo de floración de la caña colihue en particular. Los trabajos publicados hasta 1948 en la región indicaban que el ciclo en el sur de Chile y Argentina duraría entre 15 y 25 años. Sin embargo, los datos obtenidos a partir de entrevistas a los antiguos pobladores, de registros gráficos de antecedentes previos y del monitoreo realizado desde hace varias décadas en sitios puntuales con caña, indican la existencia de ciclos de mayor duración entre floraciones masivas para un

mismo sitio. Por ejemplo, se sabe que en 1938 hubo una floración masiva en el lago Huechulafquen y en el valle del río Manso Inferior, mientras que en la zona de Llao-Llao hubo una floración masiva en 1939, mismo año en el que hay registro de una «ratada» en la zona del monte Tronador. En Villa La Angostura se produjo una floración masiva en 1940, coincidente con la producida en el lago Futalaufquen, mientras que en el lago Rivadavia se registró otra en 1942.

En la región andina norpatagónica, la floración más reciente de la caña colihue afectó mayormente las cuencas del Parque Nacional Lanín y un sector acotado del norte del Parque Nacional Nahuel Huapi en la temporada 2000–2001 (ver Figura 4). Recién 10 años después, en la temporada 2010–2011, se produjo una nueva floración masiva en el sur del Parque Nacional Nahuel Huapi, en el Parque Nacional Lago Puelo y en la porción más austral del Parque Nacional Los Alerces (ver Figura 5), quedando aún áreas sin florecer en sectores disjuntos, lo cual indicaría un ciclo de floración de unos 60 a 70 años.



Figura 2: Espigas maduras.

Foto: C. Núñez.

DESDE LA PATAGONIA



Distintos puntos de vista sobre el fenómeno de la floración de la caña colihue

Como todo proceso ecológico, el fenómeno de la floración masiva de la caña colihue puede abordarse desde distintos puntos de vista: el de la especie en cuestión, según el bosque donde vive dicha especie, según los animales que interactúan con ella y según la gente que habita en entornos boscosos o de matorrales con caña.

Según la caña

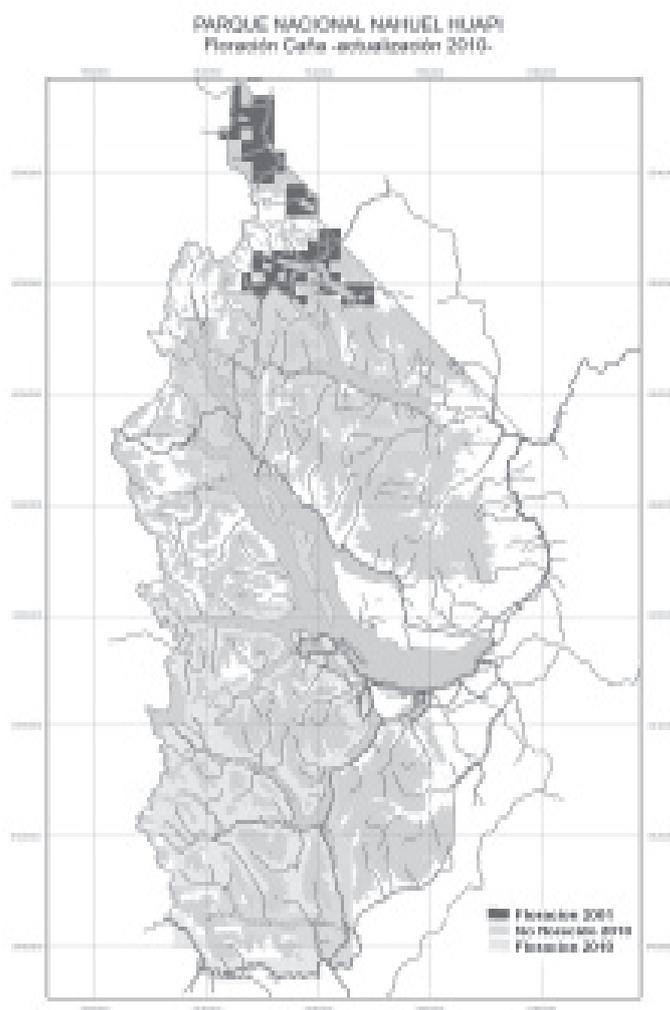
Para la caña, este fenómeno constituye una oportunidad de renovación de sus poblaciones a partir de la muerte masiva de ejemplares y del nacimiento de nuevos individuos (ver Figura 6). La gran producción de semillas, que en parte son dispersadas por aves y roedores, favorece la recolonización de sitios y la conquista de nuevos espacios. La nueva generación de plantas que surge tiene características genéticas distintas de sus progenitores (como en todo evento de reproducción sexual), permitiendo que las poblaciones puedan adecuarse a los cambios de las condiciones ambientales actuales, que son distintas de las que había cuando surgió la generación anterior de plantas, unos 60 a 70 años atrás.

Figura 4: Mapa de la floración en el Parque Nacional Nahuel Huapi. El color gris oscuro (al norte del parque) señala dónde floreció la caña en la temporada 2000-2001. El color gris claro (en la zona centro), indica dónde no floreció la caña o lo hizo en parches de floración aislados y pequeños. El color negro (al sur del parque) señala la floración de la temporada 2010-2011. Fuente: DRP-APN.

Figura 3: Parche seco de caña colihue.

Según el bosque

Por otra parte en muchos lugares dentro de las comunidades de bosque, la caña es el principal componente del sotobosque que, al morir y secarse, produce grandes claros de luz provocando cambios en las condiciones de humedad y de nutrientes, por nombrar solamente algunos de los factores que se ven afectados. En tal sentido, la floración representa una oportunidad extraordinaria para una nueva generación de árboles, arbustos y otras plantas, pues sus semillas o renovales jóvenes tienen de pronto mejores condiciones para germinar y crecer. Sin embargo, podría afectar significativamente la estructura y dinámica del bosque ya que la apertura favorece también el ingreso o invasión



de especies exóticas, dado que amplios sectores del bosque nativo se vuelven más accesibles al ganado, ciervos, jabalíes, etc., incrementando la posibilidad de disturbios en áreas antes inaccesibles.

Según los animales

Con relación a la fauna puede señalarse que las semillas de la caña son muy nutritivas, por ejemplo, para un ratón, una sola semilla de caña tiene el mismo valor nutritivo que una barrita de cereal para un huma-

no. Debido a su gran producción durante la floración, ciertas especies de aves como el comesebo patagónico, la paloma araucana y también algunas especies de ratones aumentan sus poblaciones.

Entre las aproximadamente veinte especies de ratones que habitan el bosque andino patagónico, unas cinco especies incluyen granos en su dieta. Habitualmente, el período reproductivo de los ratones se limita a la primavera y parte del verano, mientras que la mortalidad es alta durante el otoño e invierno. En años excepcionales (por ejemplo, muy cálidos o con disponibilidad de mucho alimento), la actividad reproductiva se extiende a los períodos invernales, debido a que los ratones responden rápidamente a la gran oferta de alimento (y al clima benévolo) produciendo más crías por camada y más camadas por año, lo que lleva a bruscos aumentos de las poblaciones de estos roedores. Estos aumentos suelen ocurrir en sitios puntuales y áreas pequeñas, pero también pueden ocurrir a escala regional de forma realmente excepcional (según parámetros humanos). Entre las especies de ratones nativos que se benefician cuando hay muchas semillas están el pelilargo (*Akodon longipilis*), el colilargo (*Oligoryzomys longicaudatus*) y el oliváceo (*Abrotrix olivaceus*). Asimismo, las ratas exóticas como la rata noruega (*Rattus norvegicus*) -que a diferencia de los ratones nativos están habituadas a convivir con los humanos-, pueden verse igualmente favorecidas, pues se alimentan no sólo de semillas sino también de ratones pequeños como los mencionados. Esta situación es aprovechada también por los depredadores naturales de roedores, como lechuzas, búhos, aguiluchos y chimangos, que suelen engordar al tener muchos ratones disponibles, logrando una mejor condición corporal para pasar el invierno.

Según la gente

Desde la perspectiva de la gente, la floración masiva de la caña colihue trae aparejado un cambio en la percepción del paisaje y del bosque en particular: de siempre verde y frondoso, a seco y amarillo, volviendo a verse verde en unos seis años. Esta imagen puede

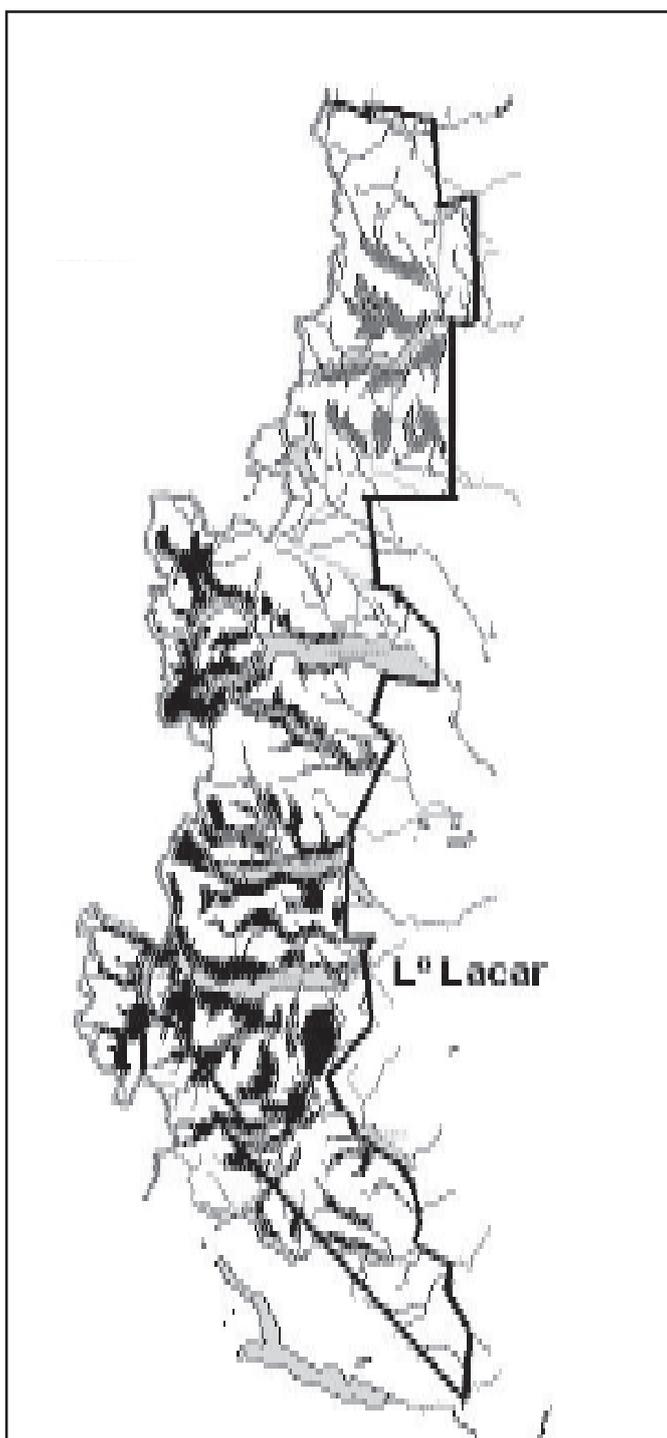


Figura 5: Mapa de la floración 2001 en el Parque Nacional Lanín. El color negro señala las áreas que florecieron, produciendo semillas viables. Al norte del parque, en color gris, se señalan las áreas de floración masiva donde las semillas producidas fueron vanas (estériles). Fuente: DRP-APN.

DESDE LA PATAGONIA

sugerir la idea de un bosque decaído o moribundo, aunque nada está más lejos de la realidad, pues como mencionamos, para muchas especies de estos ambientes, se trata de un momento de rejuvenecimiento. Asimismo, la floración de la caña representa una oportunidad para aprender y tomar conciencia acerca del entorno en que vivimos, así como de conocer y estudiar más acerca de sus ciclos.

Es importante mencionar que el fenómeno de floración masiva también conlleva ciertos riesgos para la población. Estos riesgos están relacionados, por un lado, con el aumento de roedores, y por otro, con la muerte de la caña. El exagerado aumento de las poblaciones de ratones induce a estos animales a desplazarse en busca de nuevos sitios y comida, pudiendo mostrar comportamientos anómalos, tales como movimientos en masa o actividad diurna (a pesar de ser nocturnos). Este fenómeno es lo que popularmente se conoce como «ratada». El desplazamiento de los ratones tiene efectos negativos para la gente que habita o trabaja en zonas cercanas al bosque, tales como el ingreso a viviendas o galpones (si las construcciones no están adecuadamente selladas), la contaminación y consumo de alimentos humanos y de forrajes, la contaminación de fuentes de agua y un posible incremento de la incidencia de enfermedades transmitidas por roedores, incluyendo el Síndrome Pulmonar por Hantavirus (SPH). Otra consecuencia del aumento de ratones es que grandes cantidades de ellos se ahogan en cuerpos de agua, probablemente al intentar cruzarlos. Por ejemplo, en el Parque Nacional Lanín, durante la primavera del año 2001 y parte del verano, se llegó a recoger hasta tres ratones por metro de costa en la cabecera del lago Lácar, en la ciudad de San Martín de los Andes, en el máximo del fenómeno; sin embargo, fue raro encontrar ratones ahogados en cuerpos de agua pequeños. Otro aspecto negativo de la proliferación y desplazamiento de los roedores es el temor, el rechazo y la ansiedad que algunas personas manifiestan ante la presencia de estos animales. Esto probablemente se encuentre relacionado con la ancestral repulsión de los humanos hacia ratas, ratones y otras alimañas. Seguramente,

muchas personas vivirían con mayor tranquilidad este proceso, si el aumento de las poblaciones se diera, por ejemplo, sólo en aves, aun cuando éstas pudieran transmitir enfermedades. Es importante destacar que las «ratadas» producidas por la floración de la caña, si bien pueden abarcar áreas grandes, duran poco tiempo -entre dos y cuatro meses durante la primavera siguiente a la floración- y suelen manifestarse en «oleadas».

En relación con la muerte de la caña, un aspecto problemático es que muchos pobladores -en general de bajos recursos- pierden una fuente de forraje para su ganado, lo que conlleva un perjuicio económico. La falta de caña incrementa la presión de herbivoría sobre otras especies del bosque como fuente alternativa de alimento, lo que tiene consecuencias ecológicas. Por último, como la caña puede permanecer seca unos 10 o 15 años -pues es de lenta descomposición- genera dentro de las áreas que florecieron un gran volumen de «combustible» por un largo período de tiempo. Este factor, sumado a los fenómenos climáticos de El Niño y La Niña (que son los grandes reguladores de la ocurrencia del fuego, pues alternan períodos fríos y húmedos -El Niño- con otros cálidos y secos -La Niña) y a las actividades humanas que potencian eventos de fuegos (por descuido, vandalismo, etc.) pueden incrementar el riesgo de ocurrencia de incendios forestales severos en las regiones involucradas. Un ejemplo de esto se registró en el Parque Nacional Lanín años después de la floración, durante el año 2008, donde ocurrió un incendio que afectó unas 1800 hectáreas en el cañadón León -en la margen norte del lago Lolog-, observándose una severidad mayor en las áreas donde había caña seca.

Aprendizajes y acciones

El evento de floración masiva en el Parque Nacional Lanín, en la temporada 2000-2001, nos permitió co-



Figura 6: Plántulas de caña colihue, de 4 años, en el Parque Nacional Lanín.

Figura 7: Varas del año (nuevas) que producirán hojas, o bien, flores.

nocer detalles del fenómeno y aplicar esos aprendizajes en la floración de la temporada 2010-2011. Uno de los aprendizajes registrados fue que los ciclos de floración entre regiones pueden ser variables, ya que transcurrieron más de 60 o 70 años desde el último gran evento en la región, y que las diferencias entre distintos sectores o poblaciones de la región pueden ser mayores a cinco años y con menor simultaneidad a lo ocurrido en la floración del siglo XX. Otro aprendizaje resultante de los monitoreos permanentes de las poblaciones de esta especie dentro de los parques andinos norpatagónicos (llevados a cabo por la Delegación Regional Patagonia de la Administración de Parques Nacionales -DRP, APN-) consistió en notar que la floración masiva ocurre, en general, en sectores donde en años previos se identificaron varias matas aisladas o parches pequeños florecidos. Asimismo, se pudo comprobar que las varas del año (varas nuevas) también pueden producir flores. Esto contradujo una idea anterior, pues se afirmaba que si una mata producía varas nuevas, entonces no florecería ese año (ver Figura 7).

Los monitoreos regulares, junto con estos conocimientos, fueron fundamentales para registrar tempranamente el proceso de floración masiva de 2010-2011 y comenzar a trabajar con antelación en la prevención de las posibles consecuencias sobre los habitantes de la región involucrada. A tal efecto, se conformó en septiembre de 2010, la Mesa Interinstitucional de Trabajo por la Floración de la Caña Colihue, integrada por la Intendencia del Parque Nacional Nahuel Huapi, la Delegación Regional Patagonia de la Administración de Parques Nacionales; el Municipio de San Carlos de Bariloche a través de la Dirección de Defensa Civil; el Ministerio de Salud de Río Negro a través de la Unidad Regional de Epidemiología y Salud Ambiental y de la Cuarta Zona Sanitaria; el Servicio Provincial de Lucha contra Incendios Forestales; la Universidad Nacional del Comahue y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Esta Mesa tiene dos ámbitos de trabajo: uno técnico donde se definen las estrategias de acuerdo a los acontecimientos que el fenómeno de la floración va marcando; y uno político, donde las autoridades de cada institución y/o jurisdicción reciben información sobre los avances del plan estratégico, toman decisiones y promueven acciones en función de ello.

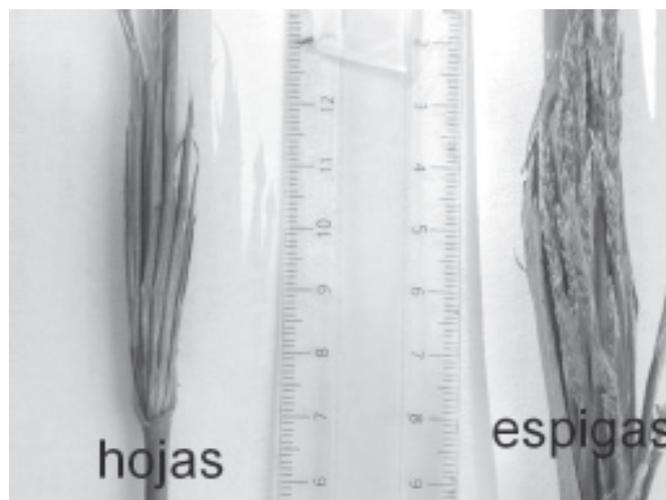


Foto: C. Núñez.

Un aspecto fundamental del trabajo inter-institucional fue dar a conocer las características del fenómeno a la población y prevenir sus consecuencias. Es así que desde la Mesa se diseñó y distribuyó distintos materiales informativos, como folletos, artículos de divulgación y materiales de audio y video. Paralelamente, junto a profesionales de Salud Ambiental, fueron organizadas instancias de difusión y capacitación para audiencias específicas a través de charlas, talleres y jornadas. En estos encuentros, el fenómeno de la floración de la caña colihue se abordó a partir de los cuatro ejes o puntos de vista mencionados anteriormente: su relación con la reproducción de la especie, con la dinámica del bosque, con el aumento de las poblaciones de ratones y con las consecuencias para la sociedad circundante. Entre octubre de 2010 y mayo de 2011, más de 3.500 personas asistieron a estos encuentros, incluyendo a los trabajadores de la educación de todas las escuelas de Bariloche -tanto públicas como privadas-, vecinos, representantes de juntas vecinales de la ciudad, personal de organismos públicos y fuerzas de seguridad.

Por otra parte, distintos grupos de investigadores están llevando a cabo estudios sobre las características ecológicas y genéticas de la caña, la dinámica del bosque y también sobre distintos aspectos de las poblaciones de roedores. Todas estas acciones enriquecerán el conocimiento científico sobre este fenómeno y sus implicancias a futuro.

En definitiva, se trata de un fenómeno crucial en el ciclo de vida de la caña colihue, pero también lo es para el bosque y las especies que lo habitan; a la vez que representa un desafío para los habitantes de la región, que eligieron el bosque y su entrono como lugar para vivir. Es fundamental que aprendamos a convivir con él y respetemos sus ciclos.

DESDE LA PATAGONIA

Período	El bosque y las cañas	Los ratones	La gente
Primavera 2010- Verano 2011	Las cañas florecen en forma de espiga.	Normal.	Toma conciencia del fenómeno
Verano 2011- Otoño 2011	Maduran y caen las semillas. Las cañas comienzan a morir.	Engordan y se reproducen más de lo normal.	Se capacita y toma medidas de precaución, si le compete.
Invierno 2011- Primavera 2011	Mueren las cañas.	Notable incremento en las poblaciones de ratones.	Incremento de riesgos sanitarios por aumento de roedores.
Primavera 2011- Verano 2012	Surge una nueva generación de cañas y otras plantas del bosque. Gran peligro de incendios por muchos años.	Las poblaciones de ratones colapsan y comienzan a recuperarse en la primavera siguiente.	Incremento en el peligro de incendios forestales en zonas pobladas.

Calendario de eventos 2010-2012. Elaboración propia en base a Sage et al. (2007).

Glosario

Especie exótica: Es aquella que no pertenece a una determinada región o ecosistema y ha sido introducida, accidental o deliberadamente, por la acción humana. Estas especies pueden volverse invasoras modificando sustancialmente los ambientes o ecosistemas en los cuales se propagan.

Especie nativa: Es aquella que se ha originado y evolucionado en una determinada región, o bien que su presencia es el resultado de fenómenos naturales, sin intervención humana.

Planta perenne: Es aquella que vive más de dos años.

Reproducción sexual: Es un proceso biológico por el cual dos individuos combinan sus información genética través de la unión de gametas (femeninas y masculinas), generando individuos nuevos, con características genéticas distintas a las de sus progenitores.

Reproducción vegetativa: Es un proceso biológico por el cual un individuo puede dar origen a individuos nuevos con características genéticas idénticas al organismo progenitor.

Rizoma: Es un tipo de tallo subterráneo que se desarrolla de manera horizontal, originando tanto raíces como nuevos brotes.

Lecturas sugeridas

- Caracotche, S., Pérez, A. y Núñez, C. (2010). *Floración de caña colihue. Informe de situación*. DRP-Administración de Parques Nacionales.
- Delegación Regional Patagonia (2010). *La floración masiva de la caña colihue: un evento cíclico y natural del bosque*. Administración de Parques Nacionales.
- Pearson, A. K., Pearson, O. P. y Gómez, I. A.. (1994). Biology of the bamboo *Chusquea culeou* (Poaceae: Bambusoideae) in southern Argentina. *Vegetatio*, 111, pp. 93-126.
- Sage, R. D., Pearson, O. P., Sanguinetti, J. y Pearson, A. K. (2007). Ratada 2001: a rodent outbreak following the flowering of bamboo (*Chusquea culeou*) in southwestern Argentina. *Publications in Zoology* 134, pp. 177-224.
- Sanguinetti, J. y García, L. (2001). Floración masiva de *Chusquea culeou* en el Parque Nacional Lanín. Eventuales consecuencias ecológicas, su vinculación con las actividades humanas, y necesidades de Manejo y Monitoreo. Administración de Parques Nacionales. Para más información vinculada a roedores y su control, recomendamos leer:
- Bonino, N. y Sage, R. (2011). Caña colihue, hantavirus,

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Desde la Patagonia es una revista de divulgación de edición semestral que abarca diferentes temáticas de las ciencias humanas, sociales, naturales y exactas, así de como las tecnologías. Se dirige al público en general y, en especial, a estudiantes y docentes de los niveles secundario, terciario y universitario.

Las contribuciones, que deben ser originales y escritas en idioma español con una extensión máxima de hasta 5.000 palabras, son artículos de divulgación sobre temas de especialidad de los autores. Presentan los resultados de proyectos de investigación y extensión que se desarrollan en Universidades Nacionales e Institutos de Investigación de la Patagonia, o trabajos sobre la Patagonia realizados en otras zonas del país. Estudios de interés general que trascienden problemáticas regionales también son bienvenidos.

El Comité Editorial analizará en primera instancia si los trabajos recibidos se enmarcan en las áreas de interés de la revista. Aquellas contribuciones que reúnan estos requisitos serán enviadas para su evaluación a dos investigadores externos anónimos. Una vez aceptada, la contribución es sometida a una revisión de estilo sobre cuyos resultados se solicita la conformidad del autor.

Las contribuciones no tienen cargo para los autores.

Estructura y formato del documento

Título y palabras clave

Toda contribución lleva en la primera página un título informativo y sugerente que no debe exceder los 60 caracteres. A continuación, una bajada de hasta 30 palabras explica el eje o el sentido del trabajo. Se incluyen hasta 4 palabras clave.

Autores

En página aparte se coloca la nómina de autores, indicando en cada caso: título académico, lugar de trabajo y dirección electrónica. Si más de un autor trabaja en la misma institución, presentarla sólo una vez e indicarla con número entre paréntesis en todos los casos necesarios. Si las titulaciones de un mismo autor corresponden a las mismas áreas disciplinarias (por ejemplo, Lic. en Ciencias Biológicas y Dr. en Biología), especificar sólo el máximo título obtenido. Los datos a consignar deben ser los siguientes:

Nombre Apellido

Máximo título obtenido, Institución otorgante, País.

Institución donde trabaja actualmente.

dirección de correo electrónico

Cuerpo del texto

La configuración es: tamaño papel A4, letra Times New Roman 12, espaciado 1,5, márgenes de 2 cm de lado, justificado, títulos e intertítulos en negrita.

El artículo debe expresarse en lenguaje sencillo y evitar el uso de fórmulas. Debe contar con intertítulos destinados a favorecer una lectura comprensiva por personas no necesariamente familiarizadas con los textos científicos, por lo que deben ser breves y expresarse en lenguaje corriente (por ejemplo, se evitan intertítulos como: Introducción, Metodología, Conclusiones, etc.).

Cuando sea imprescindible incluir nombres científicos, se los indica en itálica la primera vez y se los acompaña de una denominación corriente. Para las unidades se utiliza el Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA): m, kg, l, km, etc. Si fuera necesario utilizar siglas, se las explica al mencionarlas por primera vez.

El texto no deberá contener notas al pie.

Referencias bibliográficas

En el caso de usar referencias bibliográficas, sólo mencionar en el cuerpo del texto los autores referidos, sin incluir otros datos como el año de publicación. Se recomienda incorporar alguna información relativa al autor, como la ocupación y/o la nacionalidad (por ejemplo: «En palabras del historiador argentino Félix Luna...»). La cita completa debe ir al final del texto como «Lecturas sugeridas», pudiendo citarse hasta cinco publicaciones impresas o sitios de Internet, accesibles a lectores no especializados. Las «Lecturas sugeridas» se presentan siguiendo las normas APA.

Tablas, cuadros y figuras

Tablas, cuadros y figuras (todos van numerados) deben acompañarse de la especificación de autoría y de una leyenda autoexplicativa que puede complementar o ampliar el texto central. Estos objetos se envían en archivos separados en el programa original de preparación o, en el caso de imágenes, con formato de imagen (JPG, TIF). Se recomienda incluir 3 o 4 imágenes digitales de 300 dpi de resolución para ilustrar el trabajo.

El autor debe indicar en el texto la ubicación deseada para cada tabla, cuadro o figura. El reenvío dentro del cuerpo del texto a cualquiera de estos objetos se hace colocando entre paréntesis la leyenda «ver Figura 1», «ver Tabla 2», etc.

Envío de las contribuciones

El archivo (en Word versión 1997 o superior) que incluye el documento de texto se designa con el apellido del primer autor seguido por la palabra texto (ej.: Gutiérrez texto.doc). En el caso de tablas, cuadros y figuras, al apellido del primer autor sigue la indicación correspondiente (ej.: Gutiérrez Tabla 1.xls).

Enviar por correo electrónico a: desdelapatagonia@crub.uncoma.edu.ar, desdelapatagoniads@gmail.com

Para más detalles de presentación y consulta de ejemplos, ver nuestra página web: www.desdelapatagoniads.com.ar

“El minuto más largo de mi vida”: satélite SAC-D

Reportaje

AL INGENIERO CLAUDIO GASPAR

por Diego Añón Suárez y Gabriela Cusminsky

El 10 de junio de 2011 se lanzó al espacio el satélite argentino de investigación SAC-D. Desde la Patagonia conversó con Claudio Gaspar, ingeniero industrial que trabajó en INVAP este avance científico-tecnológico.

Desde la Patagonia (DLP): ¿Quién sos y dónde trabajás?

Claudio Gaspar (CG): Mi nombre es Claudio Gaspar, soy ingeniero y trabajo en INVAP (Investigaciones Aplicadas Sociedad del Estado). En el proyecto del satélite SAC-D tuve a cargo la coordinación de la ingeniería del satélite y además me desempeñé como jefe del proyecto.

DLP: ¿Qué es el SAC-D? ¿Qué función cumple?

CG: El SAC-D fue desarrollado con la finalidad de estudiar el suelo, los océanos y la atmósfera terrestre. Vuela en órbitas bajas, para que sus sensores puedan realizar mediciones sobre el planeta. Su instrumento más importante es el Aquarius, que fue diseñado y fabricado por el grupo Jet Propulsion Laboratory de la NASA. El Aquarius tiene el ambicioso objetivo de medir el contenido de sal en la superficie del mar. El interés de realizar esta medición reside en que se ha

encontrado que el contenido de sal en los primeros 4 a 5 centímetros de la superficie del mar controla el pasaje de agua entre el mar y la atmósfera. Esto quiere decir que toda la transferencia de agua del mar hacia la atmósfera en todo el planeta es definida por ese contenido de sal. Esto es algo que tiene un impacto muy grande sobre el clima.

DLP: ¿El SAC-D es el primer satélite que construye INVAP?

CG: INVAP ha realizado otros tres satélites anteriores. SAC significa Satélite de Aplicaciones Científicas y D indica que es el cuarto satélite. El SAC-B fue diseñado para estudiar el sol, en tanto que las otras misiones se orientaban principalmente al estudio de la Tierra. El último, que todavía se encuentra volando, es el SAC-C. Este satélite fue diseñado para operar durante 4 años y ya lleva 11 en el espacio. Ésta es una misión “óptica”, ya que los instrumentos principales son cámaras para tomar imágenes de la Tierra.

DLP: ¿Con qué fin se toman imágenes de la Tierra?

CG: En el caso del SAC-C, una de las cámaras está destinada al estudio de suelos; por ejemplo, el estudio de la evolución de las cosechas en la pampa húmeda, o la desertificación en la Patagonia. Nuestro cliente es la

Sede Central de INVAP, Bariloche, Río Negro.



Etapa de integración del instrumento Aquarius de la Nasa a la plataforma satelital SAC-D. Cuarto limpio INVAP, Bariloche, Río Negro.

Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), que tiene un plan espacial con el objetivo de estudiar temas relacionados con la Argentina.

DLP: Volviendo al SAC-D, ¿cómo se mide la salinidad de los 4 a 5 centímetros superiores de la superficie de los océanos?

CG: El instrumento tiene dos partes: un radiómetro que mide ondas de radio, como si fuera las ondas de una FM o de un celular. En este caso, mide las ondas de radio que llegan al mar desde el espacio y que se reflejan. Ese reflejo tiene una relación con el contenido de sal. El otro instrumento es un radar que mide la rugosidad del mar. El mar tiene olas y distintas imperfecciones producidas por el viento. Comparado con un lago espejado cuya superficie es casi lisa, el océano tiene esas imperfecciones que se llaman rugosidad y eso distorsiona la medición del radiómetro. Entonces, la medida tomada con el radiómetro es corregida con el valor de esta rugosidad. Con estas mediciones, que podrían durar de 3 a 5 años, se espera obtener un mapa mensual de salinidad.

DLP: ¿Hay puntos específicos para medir la salinidad o el satélite barre todo el globo?



CG: La medición es global, es decir, son bandas continuas de 150 kilómetros de ancho que se toman desde una distancia a la Tierra de 657 kilómetros. Son franjas que se repiten en todo el planeta a medida que se va produciendo el barrido del satélite.

DLP: ¿El Aquarius es el único instrumento del SAC-D o tiene otros?

CG: El SAC-D tiene ocho instrumentos: uno es otro radiómetro, que trabaja en otra frecuencia y que ha sido diseñado con el objetivo de medir precipitación, velocidad del viento, concentración de hielos, vapor de agua y agua en nubes, por ejemplo. También cuenta





Modelo de vuelo del satélite SAC-D con los instrumentos integrados Cuarto limpio INVAP, Bariloche, Río Negro.

con una cámara de alta sensibilidad (para visión nocturna) igual a la que está volando en el SAC-C. Esa cámara se usa para observar luces urbanas, tormentas eléctricas, cobertura de áreas nevadas y para detección de buques. Además posee una cámara infrarroja, que está pensada para registrar desastres naturales, como erupciones volcánicas o incendios forestales (ver tabla).

DLP: ¿INVAP sólo se encargó de hacer el soporte o también alguno de los ocho instrumentos que mencionaste?

CG: INVAP hizo el soporte y la cámara de alta sensibilidad que es la misma que lleva el SAC-C.

INVAP diseña y fabrica la *plataforma de servicio*, es decir, la estructura sobre la que se instalan o apoyan los instrumentos. Esta estructura se une a su vez al cohete, lo que es muy importante porque los esfuerzos más grandes que ocurren durante el lanzamiento son soportados por esta estructura. Por otra parte, para que los instrumentos puedan funcionar, necesitan energía, que la provee la plataforma de servicio generada con paneles solares. Asimismo necesitan bajar los datos y recibir comandos; esas comunicaciones también las provee la plataforma de servicio.

DLP: ¿Todo eso lo hizo INVAP?

CG: Todo eso lo hizo INVAP y también la integración de los instrumentos en el satélite. Los instrumentos se fabricaron en Estados Unidos, en Francia, en Italia y en Argentina; fueron traídos a Bariloche y nosotros los integramos a la plataforma de servicio.

DLP: ¿Cómo se realiza el proceso de integración?

CG: Una vez que se fabrica la plataforma de servicio, se traen los instrumentos y se instalan en el satélite. Después viene un período, llamado de integración, que es bastante complejo. Lleva tiempo porque, mientras

se van integrando los instrumentos, se hacen pruebas para verificar que todo esté bien. Luego se hace una prueba funcional, que era lo que podíamos hacer en ese momento en Bariloche. Después hay una parte importantísima que se llama *ensayos ambientales*, que quiere decir que se intenta probar al satélite en condiciones similares

a las del espacio. En ese momento hicimos los ensayos ambientales en Brasil, porque en Argentina no había instalaciones adecuadas para poder hacerlos. Son básicamente de tres tipos: uno que tiene que ver con el ambiente de radio-frecuencia que va encontrar el satélite en el espacio, otro es el ambiente de vacío y temperatura que hay en el espacio, y el otro consiste en las cargas mecánicas, es decir, los esfuerzos mecánicos que va sufrir mientras viaja en el cohete.

DLP: ¿Existe una especie de simulador?

CG: Sí, hay cámaras de ensayos. Una de ellas se llama *anecoica*, que es una cámara cuyo interior posee un ambiente limpio de radiaciones electromagnéticas. Entonces, es posible saber que lo que está produciéndose ahí adentro se debe sólo al satélite. También hay una cámara de termovacío. Estas cámaras son muy grandes porque el satélite tiene que entrar adentro.

DLP: Una vez que ustedes armaron el satélite, lo ensamblaron, lo llevaron a Brasil para ponerlo en esas cámaras... de ahí ¿se fue directamente a Estados Unidos?

CG: Sí, de Brasil a Estados Unidos.

DLP: ¿Qué tamaño tiene el satélite?

CG: El satélite desplegado entra en un cubo de seis metros de lado. Cuando está dentro del cohete, los paneles solares y las antenas de instrumentos están plegados. Después, cuando el cohete se separa del satélite, éste despliega los paneles solares. Se trata de uno de los momentos más críticos, porque si falla el despliegue de los paneles, el satélite no tiene energía.

DLP: Cuando despegue el cohete, ¿cuánto tiempo tarda en que se desplieguen los paneles solares? ¿Cuánto

tiempo tarda en estar funcionando?

CG: A los 30 segundos del momento en que el cohete se separa del satélite, se prende un transmisor para bajar datos y a los 60 segundos se abren los paneles solares. Eso lo hicimos sobre una estación terrena, entonces, pudimos verificar inmediatamente que se habían abierto los paneles.

DLP: O sea que ese minuto deber ser bastante crítico...

CG: ¡El más largo de tu vida! En esta misión, a diferencia de las anteriores, el cohete tenía una cámara de video y se vio desde el centro de control de Estados Unidos cuando el cohete soltaba el satélite y cuando se abrían los paneles. Tuvimos una doble confirmación, los datos propios del satélite y los del video del cohete.

DLP: ¿Cuánto tiempo transcurre desde el lanzamiento del cohete hasta que llega y suelta el satélite?

CG: Una hora aproximadamente.

DLP: ¿Y a qué velocidad viaja?

CG: En estos momentos el satélite está viajando a 40.000 km/h aproximadamente.

DLP: Y cuando sale, ¿qué velocidad alcanza?

CG: Al principio tiene una aceleración muy grande que le permite alcanzar los 100 kilómetros de altura en 4 minutos.

DLP: ¿Qué pasa con los residuos?

CG: Todo eso se debe quemar.

DLP: ¿Se autodestruye?



CG: Todos los satélites y vehículos diseñados actualmente para uso en órbitas bajas, requieren un estudio para asegurarse que al re-ingresar a la atmosfera se quemen todos los pedazos. En el caso de SAC-D tuvimos que cumplir esta norma, que es bastante nueva.

DLP: ¿Hay chatarra de cohetes en el espacio?

CG: Sí, hay que tener en cuenta que los objetos en órbitas bajas pueden tardar décadas en re-ingresar, dependiendo de la altura.

DLP: Y el satélite, ¿tiene en cuenta que no haya ninguna colisión? Es decir, ¿lo detecta? No puede salir de la órbita, supongo...

CG: La NASA tiene un sistema con radares en tierra y un mapa de toda la chatarra espacial; si ven alguna chatarra grande que va a pasar cerca del satélite, te avisan, de manera que vos lo puedas mover.

DLP: ¿Y cuántos países son los que construyen cohetes?

CG: Cohetes grandes para estos satélites, muy pocos: Estados Unidos, Europa, Japón, China, algunos países de la ex República Soviética, India y nadie más.

DLP: ¿Desde cuándo estás trabajando en este proyecto?

CG: Desde el año 2004.

DLP: ¿Y es más o menos el tiempo en el que están trabajando el resto de los países que colaboraron?

CG: No, en la NASA empezaron, creo, en el año 2000, porque ellos tienen un proceso que empieza desde lo más básico: desde el momento en que alguien aparece con la idea para hacer un instrumento para algo. En este caso, para medir salinidad.

DLP: Y la justificación de eso...

CG: Consultan con la comunidad científica para ver si tiene sentido hacer esas mediciones y considerar si el objetivo científico justifica la misión; comienza un proceso de factibilidad y de competencia con otras misiones. No conozco el número exacto, pero de cada diez misiones propuestas, se inicia sólo una; y de las que se inician, no todas se terminan, por problemas técnicos o de presupuesto.

DLP: Por un lado, están quienes construyen el soporte

Etapas de integración del instrumento Aquarius de la Nasa a la plataforma satelital SAC-D. Cuarto limpio INVAP, Bariloche, Río Negro.



Etapa de ensayo previos al lanzamiento del satélite SAC-D Aquarius, diseñado y construido por INVAP para la CONAE, actividad sobre el panel solar, Vanderberg, EEUU.

mismo. La idea es crear toda una industria; los satélites se harían íntegramente acá en Bari-loche, se haría todo salvo el cohete y el lanzamiento. Es una ventaja muy grande, ya que en el transporte hay mucho riesgo de dañar el satélite,

y los sensores. ¿Quién construye el cohete?

CG: Este cohete es de origen norteamericano. Se compra el estándar; simplemente requiere después toda una coordinación para que esté disponible al momento que está listo el satélite, que debe estar diseñado para que funcione bien en ese cohete. Es una serie de detalles técnicos, pero el proceso es claro, porque es repetitivo.

DLP: Y ellos les mandan las especificaciones en base a las cuáles ustedes tienen que seguir la construcción del soporte para que después encaje en el cohete.

CG: Exactamente, ellos nos especifican cómo deben ser las "uniones". Ellos no cambian nada, el cohete anterior al que usamos nosotros era idéntico. Entonces uno tiene que adaptarse al cohete.

DLP: ¿Desde qué lugar fue lanzado?

CG: Desde una base aérea que se llama Vandenberg, en California (Estados Unidos), a unos 200 kilómetros al norte de Los Ángeles.

DLP: ¿Cómo interviene Brasil?

CG: Brasil fue contratado por el laboratorio de ensayos. Ahora estamos construyendo acá en Bariloche, un laboratorio de ensayos como el que tienen ellos.

DLP: O sea, ¿las pruebas van a poder hacerse acá antes de enviar el satélite al espacio?

CG: Los dos satélites geoestacionarios de comunicaciones que está haciendo INVAP se van a ensayar acá

DLP: ¿Cuánta gente trabaja en este proyecto?

CG: Sólo de INVAP, alrededor de 200 personas, aunque no con una dedicación completa. En la NASA habrán trabajado unas 100 personas y en el resto de los instrumentos otras 100 aproximadamente.

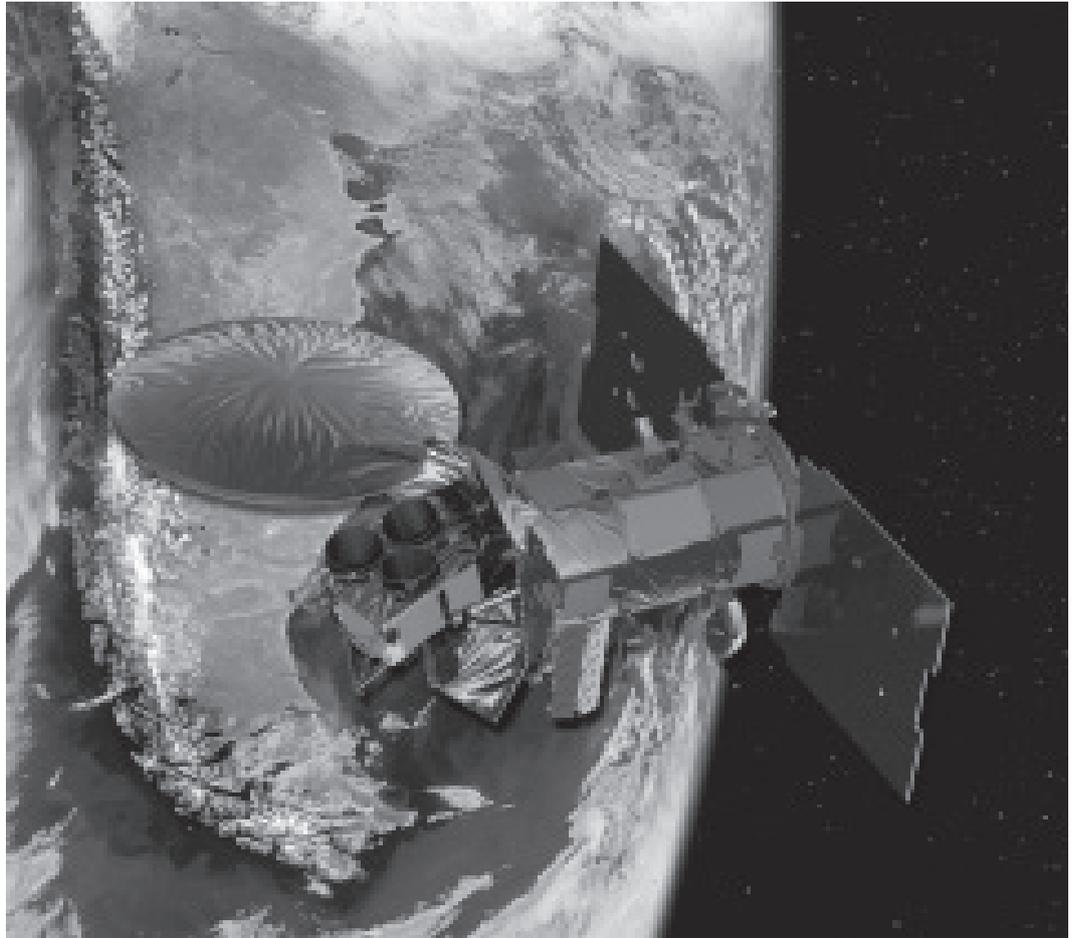
DLP: ¿Todo lo construye INVAP o también hay gente de afuera contratada?

CG: No, también hay empresas locales que trabajan



Vista del lanzador Delta II 7320-10C de United Launch Alliance, Base de la Fuerza Aérea norteamericana, Vanderberg, EEUU.

Illustration del Aquarius-SAC-D sobre la Tierra.



en distintos aspectos; por ejemplo, muchas piezas mecánicas, y estructurales fueron fabricadas por una empresa metalúrgica de acá de Bariloche. Algunos equipos auxiliares de prueba fueron contratados a otras empresas y también hemos contratado en Bariloche el software. El software es un rubro que está bastante bien desarrollado en Bariloche.

DLP: ¿Los profesionales y los técnicos son todos de Bariloche o han tenido que contratar gente de afuera?

CG: Por una razón de disponibilidad, principalmente son de afuera de Bariloche. Periódicamente INVAP va a las universidades a buscar alumnos que están por recibirse y elige a los que mejor capacitados están para desarrollar las tareas que se necesitan acá, aunque cuando es posible, se contrata gente residente.

DLP: ¿Cómo se coordina la confección de los instrumentos?

CG: En general cada instrumento o por lo menos el instrumento Aquarius y otros instrumentos importantes en las misiones satelitales, tienen una figura que es la del Investigador Principal, que es el científico responsable de que los instrumentos, la infraestructura y la coordinación de los grupos científicos funcione, para que se pueda conseguir el objetivo del proyecto. En este caso, hay una persona de Estados Unidos que es el Investigador Principal del Aquarius y hay un Investigador Principal para todos los demás países, o sea, que representa de alguna manera todos los instrumentos científicos de Argentina, Italia y Francia. Esta figura tiene que ver no con los aspectos más técnicos, sino con el uso científico. Por un lado, ayudan a que se concrete

la misión, pero por otro lado una parte muy importante de su responsabilidad es que se formen y se coordinen los grupos científicos que van a usar los datos de los instrumentos, por eso es una figura muy relevante del ambiente científico.

DLP: Muchas gracias, Claudio, por explicarnos este avance tecnológico que ha surgido de San Carlos de Bariloche.



Son del viento

Diana Ross nació en Buenos Aires y vive en San Carlos de Bariloche desde 1981. Docente de inglés durante más de veinte años, comienza a construir barriletes en 1999, dedicándose especialmente a las formas estáticas planas, curvadas y también tridimensionales. IncurSIONA en técnicas de *apliqué* (superposición de telas de diversos colores, siguiendo un diseño) y, en forma básicamente autodidacta, empieza a dibujar y pintar con acrílicos, partiendo de manchas y líneas aleatorias en busca de imágenes que le permitan ilustrar de manera personal sus barriletes.

Nos cuenta la artista: «Confeccionar barriletes es una tarea artesanal y creativa. Las posibilidades son muy amplias, desde los conocidos modelos en papel y caña, hasta las formas complejas en tela, barriletes inflables, acrobáticos y deportivos. Hay una enorme variedad de barriletes, tanto tradicionales como modernos, clasificados en "familias": barriletes planos, curvados, celulares, deltas, semi-flexibles, de combate, maniobrables, entre otros. Encuentro tanto para investigar y crear, que necesitaría varias vidas...»

Dicta talleres para personas de todas las edades en instituciones educativas y barriales de Bariloche y en particular para niños y jóvenes en situación de riesgo, a través de la Asociación Civil Grupo Encuentro. También realiza capacitaciones para docentes y educadores, promoviendo a través de muestras y *barrileteadas* comunitarias los múltiples aspectos artísticos, educativos y sociales que se conjugan en esta actividad.

Organizó tres exposiciones colectivas en el Salón Común de Usos Múltiples (SCUM) de Bariloche: "Sabén volar" (en el año 2002), "Cielo abierto" (2004) y "Son del viento" (2007). Participaron chicos de Grupo Encuentro, aficionados a los barriletes de Bariloche y miembros de BaToCo (Barriletes a Toda Costa), de Buenos Aires.

«Cuando empecé no conocía a nadie acá que me pudiera enseñar cómo colocar un tiro (el tiro mantiene el barrilete en el ángulo correcto con respecto al viento y se puede colocar en varios puntos, según el modelo de



DIANA ROSS



barrilete) o por qué es importante un ángulo diedro para la estabilidad. Son temas que, aunque sencillos, pueden determinar si un barrilete volará o no. Recibí de regalo una revista con barriletes en la tapa. Adentro había un artículo sobre la agrupación BaToCo. Me puse en contacto en seguida y, a través del correo electrónico y en visitas anuales a Buenos Aires, mi nuevos amigos barrileteros me brindaron apoyo, bibliografía y buenos consejos, por lo cual estaré siempre muy agradecida.»

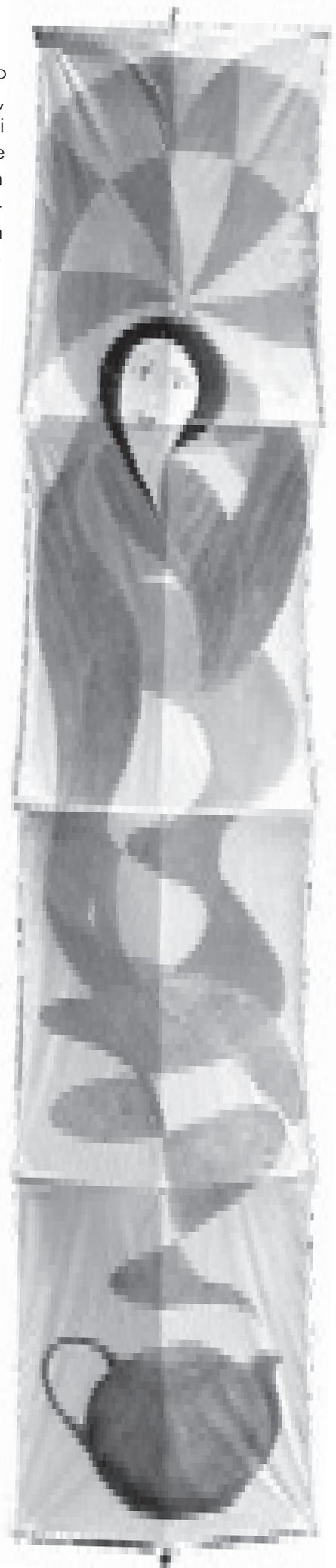
En agosto de 2002 fue representante de la Argentina en el XI Festival Internacional de Cometas organizado por la Asociación Ecológica Yaripa en Bogotá, Colombia, donde las barrileteadas son muy populares.

«Remontar barriletes es una actividad recreativa que permite disfrutar del tiempo compartido, acercándonos a la naturaleza. Para mí es una oportunidad para contemplar y “desacelerarme”. Mirar el cielo no es algo que hacemos a diario, entre corridas y obligaciones. Mi momento favorito es el atardecer, cuando el viento suele ser más suave y el barrilete se recorta en el crepúsculo. Uno también se aquieta por un rato.»

Información de interés:

Taller de barriletes «Son del viento»: dianaross06@gmail.com.

Planos, fotos e información sobre barriletes, eventos y festivales: www.batoco.org.



En las librerías



Anote querida

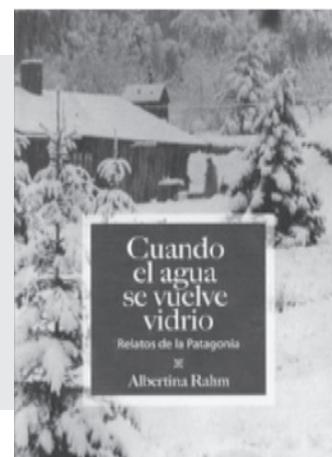
Laura Calvo. Fondo Editorial Rionegrino, 2011.

Dos mujeres protagonizan la novela, que una de ellas intenta escribir mientras la otra agoniza. Dos mujeres cuentan su propia vida y a la par van armando una historia paralela que las une de forma misteriosa e inequívoca.

Cuando el agua se vuelve vidrio. Relatos de la Patagonia

Albertina Rahm. Ediciones Bavaria, 2010.

Compilación de relatos y cuentos ambientados en la Patagonia, en un Bariloche no muy lejano en el tiempo, pero totalmente distinto de lo que hoy es. Es un entorno sin teléfonos, sin supermercados, sin apuros. Un entorno pueblerino, con calles de tierra, huertas, medicinas caseras, bueyes y humo de leña en los hogares. Para disfrutar en una tarde de invierno.



El pez globo

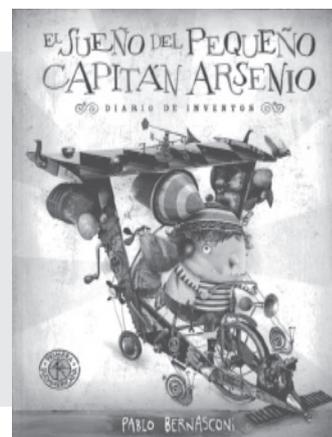
Paula Prengler. Ediciones Deldragón, 2010.

Taoke, hijo rebelde de una casta de gourmets especializados en la preparación del pez globo, es enviado por una corporación japonesa a la Patagonia argentina para comprar una estancia donde se implantará una ciudad tecnológica: Nueva Tokio. Esta primera novela está escrita con ritmo cinematográfico y un especial sentido del humor.

El sueño del pequeño Capitán Arsenio, diario de inventos

Pablo Bernasconi. Editorial Sudamericana, 2011.

El héroe de este original cuento infantil, muy bien ilustrado por su autor, fue presentado en un libro anterior de la misma editorial. En este libro aparecen sus desventuras cuando intenta concretar sus modernos inventos.



Agradecemos a Librería Cultura por facilitarnos el acceso a estos libros y la felicitamos por el «Premio Pregonero 2011, 21 Feria del libro infantil y juvenil».