

# Sumario



## **ALGO MÁS QUE OLLAS. LA CERÁMICA DE CAZADORES-RECOLECTORES NORPATAGÓNICOS**

por *Verónica Aldazabal*

**2**

## **RESEÑA DE LIBRO. Viaje a las estrellas, de cómo (y con qué) los hombres midieron el universo**

por *Mónica de Torres Curth*

**7**



## **EL CARPINTERO GIGANTE: ESPECIE CLAVE DEL BOSQUE ANDINO PATAGÓNICO**

por *Valeria S. Ojeda, Ma. Laura Chazarreta y Carla M. Pozzi*

**8**

## **NERVADURA: ¿QUÉ VE UN FÍSICO CUANDO MIRA UNA HOJA?**

por *Ma. Fabiana Laguna*

**20**



## **LA HISTORIA QUE CUENTAN LAS ALMEJAS**

por *Analía L. Soldati*

**30**

## **DESDE LA PATAGONIA. ACERCANDO LA CIENCIA A LOS JÓVENES: UNA INICIATIVA DEL INSTITUTO BALSEIRO EN EL NIVEL MEDIO**

por *Margarita Ruda*

**36**



## **RESEÑA DE LIBRO. Hotel Los Andes**

por *Liliana Lolich*

**39**

## **DESDE LA PATAGONIA. EXPEDICIÓN AL EVEREST**

por *Carlos J. Galosi*

**40**



## **ECOS REVOLUCIONARIOS EN LA PATAGONIA**

por *Pamela B. Desutter y Silvana P. Pastene*

**44**

## **REPORTAJE AL EDUCADOR ATTILIO CARRARO**

por *Marcelo Alonso y Fabián Martins*

**53**



## **INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES**

**58**

## **EN LAS LIBRERÍAS**

**59**



## **ARTE. ESCRITORA LUISA PELUFFO**

**60**

# ALGO MÁS QUE OLLAS: LA CERÁMICA DE CAZADORES-RECOLECTORES NORPATAGÓNICOS

*En los sitios arqueológicos la cerámica aparece generalmente en pequeños fragmentos. Los arqueólogos buscan reconstruir el objeto del cual eran parte y averiguar las múltiples funciones que cumplió en la vida cotidiana.*

**Verónica Aldazabal**

La ocupación humana en los sectores cordilleranos de Río Negro y Neuquén tiene una antigüedad de por lo menos 10.000 años, como en la zona de la laguna El Trébol o de la cueva Trafal I, entre otros. Los cazadores-recolectores se encontraban en el área boscosa al norte del lago Trafal hace ya 3.500 años, aunque la cerámica hizo su aparición recién 2.000 años atrás.

En los sitios arqueológicos la cerámica aparece mayoritariamente como pequeños fragmentos, *tiestos*, que originalmente formaban parte de artefactos que cumplían múltiples funciones en la vida cotidiana de las personas a quienes pertenecieron. Determinar dichas funciones es uno de los objetivos del estudio arqueológico. Complementariamente, los estudios sobre cerámica han servido en la arqueología para evaluar diversos aspectos de las sociedades pasadas, tales como la movilidad, las pautas de consumo, la continuidad o los cambios en las tradiciones tecnológicas y decorativas, o aportando información sobre las relaciones e interacción sociales.

## Las formas de hacer

La manufactura de un objeto implica realizar elecciones que no sólo se refieren a la decisión de producir ese objeto, sino a cómo producirlo. Esta elección está determinada por el contexto sociocultural en el cual los actores sociales aprenden y actúan. Las personas comparten las formas de producción, en este caso, la alfarería, al participar de los valores sobre las materias primas, los métodos de manufactura, la decoración o la cocción. Estas elecciones surgen a partir de un abanico de alternativas téc-

Palabras clave: cerámica, cazadores-recolectores, arqueología, Norpatagonia.

### Verónica Aldazabal

Dra. en Arqueología, Univ. de Buenos Aires, Argentina. Inst. Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas (IMHICIHU) - Cjo. Nac. de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. varalda2@gmail.com

Recibido: 02/09/2010. Aceptado: 24/10/2010.



**Figura 1: Fragmento de olla globular. Colección Museo de la Patagonia, Bariloche.**

nicas, temáticas y estéticas, combinadas por una serie de reglas peculiares de ese sistema cultural. Si consideramos que la variabilidad formal de los artefactos está estrechamente relacionada con el flujo de información dentro de un sistema social, la presencia arqueológica de atributos similares indicará algún tipo de transmisión o de códigos compartidos. A su vez, como sistema de expresión, se encuentra abierto y constantemente expuesto a recibir y retransmitir información. Cuando los grupos interactúan, las diferentes tradiciones entran en contacto-oposición, pudiendo resultar en imitaciones, préstamos o modificaciones. Desde la arqueología podemos evaluar esa interacción a partir de variaciones en la frecuencia de determinados atributos, que son utilizados para discutir los procesos de flujo de información.

Tradicionalmente, fue la cerámica decorada la utilizada como indicador de movimientos, de interacción entre poblaciones o de identidad. Sólo recientemente se ha comenzado a ver la potencialidad de la denominada cerámica lisa o tosca a partir de la aplicación de nuevos métodos de análisis.

Como dijimos, las "formas de hacer" o tradición cerámica, se constituyen a partir de factores culturales, funcionales, sociales, ideacionales y ambientales. Así, a nivel regional, la similitud entre algunas caracte-

rísticas no derivadas de la función o de un requerimiento específico se interpreta como evidencia de distintos niveles de interacción social y brindan información sobre la organización socio-territorial y, en última instancia, sobre la identidad.

### ◆ **Dónde la hicieron: definiendo la procedencia**

Una de las primeras preguntas que nos hacemos frente a un pedacito de cerámica es si se hizo en el lugar de su hallazgo o si se trajo de otros lugares. A partir del análisis de las materias primas que se usaron para su manufactura -la arcilla y los agregados de pequeños fragmentos de roca, arena o tiesto molido en la pasta, o el tipo de pintura aplicada en las superficies- podemos acercarnos al lugar de producción y así plantear hipótesis sobre la movilidad o los intercambios realizados por los grupos que usaron esa cerámica.

La relación entre el artefacto terminado y la fuente de materia prima no es directa, ya que durante la manufactura de la pieza se pueden alterar las características de las fuentes originales como resultado de limpiezas, mezclas o agregados, además de las modificaciones térmicas. Existen diversos procedimientos para el análisis de las materias primas de los dos componentes principales de las pastas cerámicas (arcillas y antiplástico o agregados), técnicas que pueden ser más o menos elaboradas. Los análisis petrográficos requieren de cortes delgados de los fragmentos que se quieren analizar, de un microscopio de luz polarizada y de un especialista para la identificación de rocas y minerales. Los análisis por rayos X son técnicas no destructivas que requieren una preparación sencilla y rápida de las muestras. Mediante *difracción de rayos X* (DFX) se puede observar la estructura o diferenciar las fases cristalinas debidas a los cambios de la temperatura alcanzada en la cocción, así como obtener información sobre la composición elemental por *fluorescencia* (FRX). El análisis por *activación neutrónica instrumental* (INAA)

es una técnica mucho más sofisticada: requiere un reactor nuclear y la muestra se obtiene por molienda de una pequeña cantidad de la pieza, permitiendo determinar la concentración de diversos elementos químicos en la materia prima que compone la matriz.

### ◆ **Para qué se usó: función**

La morfología de los fragmentos (su curvatura, grosor y ensamblaje), permiten reconstruir las formas y así inferir la funcionalidad de ese objeto, cuyo uso también queda registrado en los llamados rastros de uso: cortes, abrasión, desgaste, sustancias adheridas, quemaduras. A partir de esta información se infieren los diversos roles que cumplieron los fragmentos cerámicos hallados, en tanto objetos completos.

Algunos análisis químicos permiten distinguir el tipo de alimentos procesados. Para ello se extraen y analizan indicadores bioquímicos de los contenidos que aparecen como residuos visibles o absorbidos por las paredes de los recipientes de cerámica. Los métodos químicos de *Cromatografía Gaseosa* (CG) y *Cromatografía Gaseosa con Espectrómetro de Masa* (CG/SM) son dos técnicas que han sido aplicadas sobre residuos orgánicos extraídos del interior de las paredes proporcionando registros de las diferentes sustancias de cocción y almacenamiento. Estos estudios han abierto un nuevo campo de investigación en donde la identificación de residuos orgánicos puede aportar a los análisis funcionales de las vasijas.

En los sitios arqueológicos del área, la mayoría de los fragmentos corresponden a recipientes o vasijas: cuellos, bordes, asas, bases. La presencia de restos de grasa y hollín adheridos sobre las superficies de los fragmentos de cuerpo y las marcas de quemado

evidencian una exposición al fuego de las vasijas, denotando además una de las formas en que pudieron ser procesados los alimentos. Algunas propiedades físicas de los elementos que componen la pasta también nos pueden acercar a la finalidad que se quería alcanzar. Por ejemplo, pastas finas de poca porosidad serán mejores para almacenar líquidos, mientras



**Figura 2: Jarro con incrustaciones.**



**Figura 3: Fragmentos retrabajados. Posibles fichas.**

que pastas con agregados gruesos mejoran su resistencia al calor, por lo que probablemente fueran vasijas utilizadas en la cocina. En la zona de Trafal, la mayoría de los fragmentos fueron interpretados como ollas usadas en la preparación de comidas (vasijas globulares, de boca ancha, que se sujetaban mediante dos asas laterales o mediante una manija de tiento, que pasaba por dos agujeros laterales). Musters, un viajero inglés que recorrió la Patagonia hacia 1860, hace referencia a la utilización de grandes ollas donde se hervían huesos para la extracción de grasa y gelatina para la preparación de pinturas. En otras regiones, vasijas de grandes tamaños se usaron para preparar y almacenar bebidas, o se utilizaron también como lugar de enterramiento de niños.

Pero no todos los fragmentos fueron partes de ollas. Otros objetos de uso doméstico, como los torteros, fueron manufacturados con arcillas. Se trata de piezas de forma circular, de aproximadamente 4 ó 5 centímetros de diámetro y con un orificio central, en el cual era insertado en un palo, para el hilado de fibras (lanas animales o vegetales). En sitios norpatagónicos cordilleranos se hace mención a este tipo de hallazgos, a partir de 800 ó 700 años atrás (1.200 de la era).

La cerámica también se utilizó para la manufactura de objetos no utilitarios, como adornos: cuentas de collar, colgantes o fichas de juego.

Tiestos que presentan contornos redondeados, con bordes regularizados o festoneados, y en algunos casos con un agujero, fueron interpretados como "adornos". Aquellos de tamaños mayores que los torteros han sido considerados adornos personales o colgantes, en tanto que otros muy pequeños, de no más de 8 milímetros de diámetro, pudieron haberse usado para incrustar en las paredes de vasijas o jarros de épocas históricas como las que se observan en el Museo de la Patagonia (en la ciudad de San Carlos de Bariloche).

También se observó el reciclado de fragmentos, retrabajándolos en formas geométricas (rombo, hexágono, rectángulo, triángulo), los cuales fueron interpretados como posibles fichas. En la documentación etnohistórica es común la referencia a juegos. Guinnard, un francés que estuvo tres años cautivo a mitad del siglo XIX, describe entre los mapuches el juego de los dados, o de blanco o negro, que "se compone de ocho cuadraditos de hueso ennegrecidos en uno de los lados; éste se juega entre dos. Se coloca un cuero entre los jugadores con el objeto de que sus manos puedan coger de una vez estos cuadraditos, que dejan caer, gritando en voz alta y dando palmadas para aturdirse mutuamente. Siempre que el número de los negros es par, el jugador tiene derecho a proseguir hasta que haga impar; entonces le toca el turno al contrario". Musters también describe entre los juegos más comunes el juego de dados que ellos mismos hacen con huesos o piedritas. La diferenciación de los conjuntos podría corresponderse con las formas registradas en estas piezas.



### **Cronología**

En Argentina, las dataciones muestran que la cerámica está presente desde hace, por lo menos, 3.000 años atrás. Un paso importante en el análisis es fechar estos objetos. Aun cuando existe un método que permite la datación de los fragmentos, como la *termoluminiscencia* -que se basa en la medición de la intensidad de luz emitida por ciertos minerales, proporcional al tiempo transcurrido desde la cocción inicial de la vasija-, no es común todavía su aplicación en Argentina. En nuestro país se fecha en general por asociación con otros elementos orgánicos del contexto (huesos, carbón) por medio de la técnica del *Carbono 14* (ver *Desde la Patagonia*, Vol. 6, N°9, p. 16). Los resultados de este tipo de estudios se indi-

**Figura 4: Adorno colgante y tortero fragmentado.**

can en años radiocarbónicos, que se refieren como AP (es decir: antes del presente), estableciendo por convención el año 1950 como referencia. Por lo tanto, la fecha 980 años AP, significa 980 años antes de 1950.

En el área cordillerana norpatagónica, los fechados más tempranos fueron obtenidos hacia el norte de Neuquén, en la cueva Haichol, donde Jorge Fernández definió una ocupación cerámica temprana entre 1.830 y 1.250 años AP, seguida, luego de un hiato poblacional, por otra ocupación cerámica entre 695 y 350 años AP. La ocupación final resulta posterior a la Conquista Española, entre 350 y 225 años AP. En la margen norte del lago Traful, las ocupaciones cerámicas tempranas fueron datadas por Silveira en 1.510 años AP, mostrando una continuidad hasta épocas históricas. En el área del Chocón, en el sitio Médanos del Gigante o Mallín del Tromen, el componente cerámico fue fechado en 930 años AP, mientras que en el sector de Piedra del Águila, los fechados de sitios con cerámica presentan un rango cronológico comprendido entre 1.080 y 320 años AP. Al sur del Parque Nahuel Huapi, en la Comarca Andina del paralelo 42°, hubo una ocupación humana ininterrumpida desde hace 1.900 años atrás, pero los contextos cerámicos han sido fechados sólo a partir de 800 años AP. Hacia el sur, en cambio, como en el Parque Nacional Los Alerces, los fechados muestran la aparición de la cerámica recién a partir de 750 años AP. En la costa atlántica norpatagónica (Bahía de San Blas), los fechados sugieren una aparición alrededor de 2.000 años atrás, con amplia distribución espacial y temporal hasta aproximadamente 500 años AP.

### ¿Por qué?

Respecto a los factores que pudieron incidir en la incorporación de esta tecnología por parte de las sociedades patagónicas, diversos investigadores han planteado que su adopción es una respuesta a una creciente escasez relativa de alimentos, debida a un crecimiento de la población, para permitir un aprovechamiento más intensivo de los recursos. La cerámica para cocinar habría hecho su aparición allí donde efectivamente fue necesaria, y cuando esa necesidad se manifestó por la concurrencia de estímulos adecuados. Por esa razón, su distribución no cubrió una extensión territorial de manera continua. Donde no constituyó una necesidad, donde los estímulos propicios no se manifestaron de manera terminante, ahora aparecen espacios acerámicos. Esto permite comprender el uso irregular y no adaptativo de la cerámica, su variedad de roles, y el que no haya alcanzado éxito en



relación a ninguno de sus usos como para tener una presencia importante en los contextos.

Tradicionalmente, la presencia de cerámica se interpretaba como un indicador de sedentarismo, pero las evidencias de su utilización en contextos de cazadores-recolectores que no muestran cambios en los patrones de fabricación de los artefactos líticos, relacionados con actividades de caza y recolección, indicarían más un cambio en los patrones de procesamiento y consumo de los alimentos, que un cambio de residencia.

Las nuevas investigaciones efectuadas sobre los materiales arqueológicos del área del lago Traful por Silveira y López han permitido definir sitios generalizados como campamentos base (Alero Los Cipreses) y más especializados como campamentos complemen-

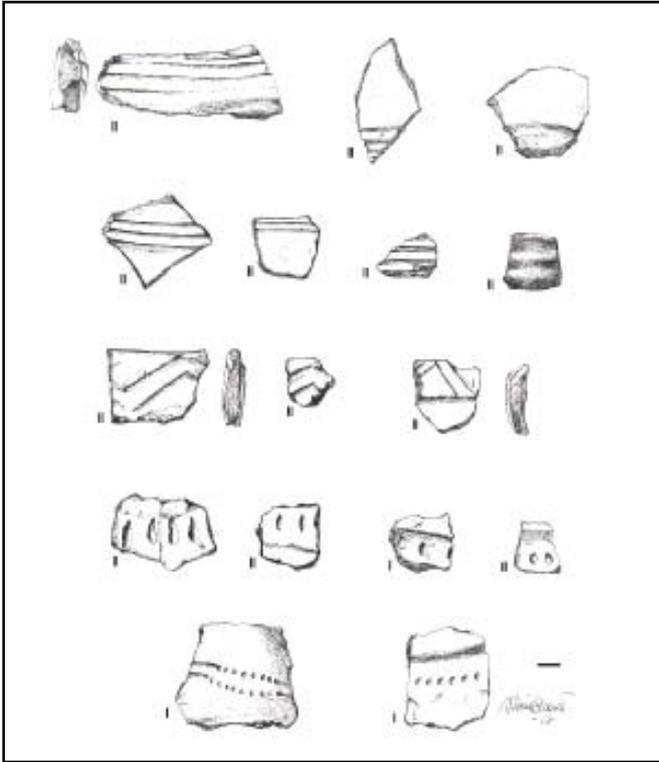


Figura 5: Algunos ejemplos de decoración incisa.

tarios (Cuevas Novoa y Lagartija), estacionales (Alero Larivière y Alero Las Mellizas) y de tránsito (Aleros Cicuta y La Oquedad), además de varios sitios de superficie a cielo abierto, que sugieren diferentes escalas de movilidad: local, regional y extrarregional. La movilidad local consiste en el uso alternativo y estacional de distintos sectores del espacio en los ambientes de bosque y ecotono bosque-estepa adyacente. La movilidad regional fue definida a partir de la circulación de rocas exóticas de excelente calidad para la talla, como la obsidiana, obtenida de fuentes de aprovisionamiento ubicadas a 70 kilómetros de distancia. Por último, la escala extrarregional incluye la circulación de bienes, generalmente ornamentales, como moluscos marinos procedentes de los océanos Pacífico y Atlántico -a una distancia de 200 y 500 kilómetros respectivamente- y probablemente cuentas hechas con minerales de cobre.

Los estudios cerámicos realizados en los contextos del norte del lago Traful permitirían plantear que la tecnología cerámica fue resultado de un conocimiento local, realizada con arcillas obtenidas en las cercanías. Aun cuando algunos tipos cerámicos pudieron haber sido integrados a partir de intercambios, sea de los artefactos ya confeccionados, sea de la información respecto a las formas de hacerlas, la correspondencia entre las características de las pastas y los sedimentos disponibles localmente sugiere que la cerámica es mayoritariamente de producción local.

Una primera tradición técnico-estilística estaría conformada por vasijas de uso culinario, de formas glo-

bulares, sujetadas mediante tientos y muy escasamente por asas; con superficies pulidas, y decoración simple de líneas paralelas. Su aparición en la zona cordillerana de Neuquén y Río Negro se remontaría a 1.800 años atrás. Un incremento en los contactos, intercambios y movimientos poblacionales habría resultado en una relativa homogeneidad regional de la producción cerámica. Con posterioridad, se habrían incorporado otros elementos, como jarros, y el modelado en asas y cuerpo. También se habría ampliado su uso a nuevas actividades con la incorporación de torteros, adornos y fichas. La ampliación de los rangos de acción y de circulación de bienes y poblaciones habría producido la dispersión de esta tecnología hacia el sur y sureste de la Patagonia a partir de 800 años atrás. Finalmente, suelen encontrarse algunos escasos fragmentos pintados, de dos tradiciones originarias del actual territorio chileno, Pitrén y Valdivia. Estos elementos fueron probablemente incorporados como bienes de circulación o prestigio; sin embargo, a pesar de su temprana aparición, en los siglos X y XI, los intercambios entre ambos lados de los Andes parecen haberse dado con mayor intensidad recién a partir del siglo XVI.

## Lecturas sugeridas

- Aldazabal, V., M. Silveira, M. y Micaelli, A. (2008-9). La cerámica del sitio Alero Las Mellizas. *Anales de Arqueología y Etnología*. 63 (4), pp. 177-195.
- Guinnard, A. (1999 [1856]). *Tres años de cautividad entre los patagones*. Buenos Aires: El Elefante Blanco.
- Hajduk, A., Albornoz, A. y Lezcano, M. (2004). El "Mylodon" en el patio de atrás. Informe sobre los trabajos en el sitio El Trébol, ejido urbano de San Carlos de Bariloche, Provincia de Río Negro. *Contra Viento y Marea. Arqueología de Patagonia. Actas de las Quintas Jornadas de Arqueología de la Patagonia*.
- Musters, G. (2005 [1869]). *Vida entre los Patagones*. Buenos Aires: El Elefante Blanco.
- Guindon, J. y Silveira, M. (2008). *Esculpidos en el tiempo. Prehistoria e Historia de Traful y Cuyín Manzano*. Buenos Aires: Educo.

## RESEÑA DE LIBRO

### ***Viaje a las estrellas, de cómo (y con qué) los hombres midieron el universo***

**Guillermo Abramson, 2010.**

Colección Ciencia que Ladra..., Siglo Veintiuno Editores. Buenos Aires. 128 páginas ilustradas en blanco y negro.

**Reseña realizada por Mónica de Torres Curth**

INIBIOMA, CRUB-Universidad Nacional del Comahue.

mdetorrescurth@gmail.com

*Viaje a las estrellas, de cómo (y con qué) los hombres midieron el universo*, es un nuevo libro de la colección Ciencia que Ladra..., cuyo autor es el científico barilocheño Guillermo Abramson. Este libro propone un "viaje" a través de la historia de la humanidad por el camino de la fascinación que los astros ejercieron siempre sobre la curiosa mente humana. En él nos encontramos con personajes geniales de la antigüedad, como Tales de Mileto, Pitágoras, Eratóstenes, Aristarco de Samos y Ptolomeo. Más avanzada la lectura, aparecen en escena astrónomos como Copérnico, Tycho Brahe, Kepler, Hooke, Herschel, Bessel y Hubbe, acompañados en el último tramo por superpotentes telescopios que prometen mediciones de distancias a miles de millones de años luz con precisión asombrosa. Es un recorrido de más de 2.500 años, que empieza con los primeros pensadores griegos, preocupados por medir (a fuerza de maña e ingenio) distancias enormes, como la que nos separa de la Luna, del Sol o de otras cosas que se ven en el cielo, o la mismísima circunferencia de nuestro planeta (con ojos, sombras, varas de mimbre y unos cuantos camellos como toda tecnología). El recorrido sigue a los saltos (unos más largos que otros, muchos para adelante y algunos para atrás), por la carrera científica y tecnológica en pos del conocimiento de los límites del universo, de los elementos que lo componen, de las vidas de estrellas y galaxias, objetos a distancias tan difíciles de nombrar como de imaginar, y que quizás ya ni existan cuando los estemos viendo. Dice el autor: "Extienda (...) el brazo hacia el cielo, (...) sosteniendo un bolígrafo. La bolita de la punta de la lapicera estará eclipsando la luz de 10.000 galaxias". El relato se enriquece más aún con anécdotas de la vida de estos personajes (por ejemplo, que Tycho Brahe tuvo un hermano mellizo que murió en el parto, cuya sombra lo perturbó durante toda su vida), del contexto histórico donde vivieron y trabajaron,



con curiosas coincidencias, o con "chismes" del ámbito personal y de los círculos de los personajes (por ejemplo, que a Kepler le hacía mucha gracia la firma de Galileo), todo no sin una cuota de agudo humor. El "viaje a las estrellas" parte de un mundo convencido de que el Sol y los planetas giraban alrededor de la Tierra, pero al fin, un mundo con algunas mentes inquietas, hechizadas por la belleza de una noche estrellada, y dispuestas a poner en duda las más férreas creencias y a desafiar los más firmes paradigmas del pensamiento humano. El libro resulta fascinante, porque nos lleva de la mano no sólo por el desarrollo de la astronomía como ciencia, sino también por la búsqueda permanente del ser humano por contestar a las preguntas más primarias, que cualquiera de nosotros se habrá hecho mirando el cielo en una noche sin luna: quiénes somos, dónde estamos, y si habrá alguien más con nosotros en este vastísimo universo. En palabras del propio autor, "con una perspectiva adecuada podemos comprender que somos el propio universo conociéndose a sí mismo".

Guillermo Abramson nació en Buenos Aires y reside desde 1986. Estudió física en la Universidad de Buenos Aires y realizó su doctorado en el Instituto Balseiro. Actualmente trabaja en el Centro Atómico Bariloche, como investigador del CONICET.

# EL CARPINTERO GIGANTE: ESPECIE CLAVE DEL BOSQUE ANDINO PATAGÓNICO

Estudios realizados desde 1998 permiten conocer aspectos de la biología y el comportamiento de *Campephilus magellanicus*, la especie de carpintero más grande de América del Sur.

**Valeria S. Ojeda, Ma. Laura Chazarreta y Carla M. Pozzi**



Foto: M. Lammerfink.

hembra

**Pájaro Carpintero**  
El carpintero toco toc:  
los bosques destilan al sol  
agua, resina, noche, miel,  
los avellanos revistieron  
galones de pompa escarlata:  
aún sangran los palos quemados,  
duermen los zorros de Boroa,  
crecen las hojas en silencio  
mientras circula, bajo tierra,  
el idioma de las raíces:  
de pronto en el silencio verde  
el carpintero toco toc.

**Pablo Neruda, Arte de Pájaros, 1966**



Foto: M. Lammerfink.

macho

## ¿Por qué estudiar pájaros carpinteros?

Los pájaros carpinteros están agrupados en la familia zoológica Picidae. Ésta comprende más de 200 especies que se distribuyen en todo el mundo, con excepción de Australia, Madagascar y las regiones polares. En general, habitan bosques y selvas y muestran gran sensibilidad a la modificación de estos ambientes. Excavan sus nidos y dormitorios en troncos, abriendo una entrada circular u oval y horadando una cavi-

dad interna en forma de cilindro (ver Figura 1). Su alimento principal lo constituyen larvas de insectos y otros artrópodos que extraen mayormente de árboles caídos y en pie. Para comunicarse emiten vocalizaciones y producen golpes (con su fuerte pico) sobre troncos resonantes, lo que los distingue del resto de las aves.

Varias especies de pájaros carpinteros son consideradas «especies paraguas» por científicos y admi-

**Palabras clave:** bosque subantártico, carpintero gigante, cavidades arbóreas, especie clave.

**Valeria S. Ojeda** <sup>(1, 2)</sup>

Dra. en Biología, Univ. Nac. del Comahue, Argentina.  
campephilus@bariloche.com.ar

**María Laura Chazarreta** <sup>(1, 2, 3)</sup>

Lic. en Ciencias Biológicas, Univ. Nac. del Comahue, Argentina.  
laurachaza@yahoo.com.ar

**Carla M. Pozzi** <sup>(4, 5)</sup>

Lic. en Ciencias Biológicas, Univ. Nac. del Comahue, Argentina.  
carlapozzi@gmail.com; cpozzi@apn.gov.ar

<sup>(1)</sup> Cjo. Nac. de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

<sup>(2)</sup> Grupo de Ecología y Biología de Vertebrados Patagónicos, Ctro. Reg. Universitario Bariloche, Univ. Nac. del Comahue, Argentina.

<sup>(3)</sup> Laboratorio Ecotono, Ctro. Reg. Universitario Bariloche, Univ. Nac. del Comahue, Argentina.

<sup>(4)</sup> CENAC (Programa de Estudios Aplicados a la Conservación del Parque Nacional Nahuel Huapi). APN.

<sup>(5)</sup> Cátedra Conservación de los Ecosistemas, Ctro. Reg. Universitario Bariloche, Univ. Nac. del Comahue, Argentina.

Recibido: 05/05/2010. Aceptado: 03/12/2010.

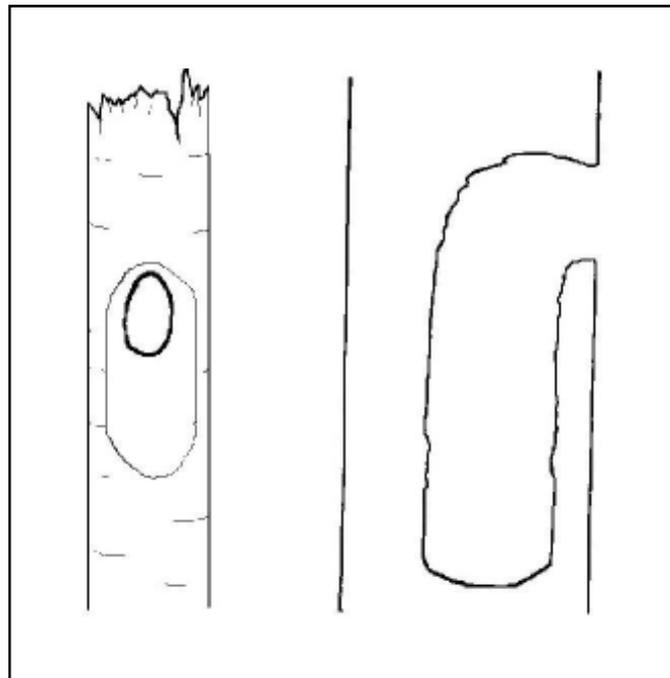


Ilustración: V. Ojeda.

**Figura 1: Vista frontal y corte longitudinal de un árbol con cavidad de pájaro carpintero.**

nistradores de recursos naturales, figura particularmente útil para la conservación y el manejo de bosques. El rol de «paraguas» de los pájaros carpinteros se debe a que estas aves suelen tener territorios familiares o individuales de gran tamaño, por lo que su existencia y cuidado implica también la protección de otros organismos y de una variedad de micro-hábitats del bosque. Además, la mayoría de los pájaros carpinteros resultan muy atractivos y se constituyen en figuras emblemáticas de los bosques que habitan, estando entre las aves favoritas del público. Sin embargo, muchos de ellos se encuentran incluidos en listas rojas (listas de especies amenazadas de extinción; ver *Desde la Patagonia, difundiendo saberes*, Vol. 5, N°7) debido a su dependencia de recursos mayormente asociados, en general, a bosques antiguos, los que han sido destruidos y degradados en varias regiones del mundo. Si bien su sensibilidad a la modificación del hábitat forestal prioriza el estudio y cuidado de los pájaros carpinteros, las razones para investigar estas aves van más allá de su condición vulnerable. Los pájaros carpinteros constituyen, además, interesantes modelos de estudio por intervenir en procesos ecológicos importantes para el funcionamiento de los bosques.

**Roles de los pájaros carpinteros en los ecosistemas forestales**

Los pícidos (castellanización de Picidae, nombre latino para la familia) cumplen variados roles ecológicos. Debido a su sensibilidad a las condiciones del hábitat, suelen ser buenos indicadores de elementos específicos del bosque que requieren para su supervivencia (por ejemplo, árboles mayores de una de-

terminada edad, muertos en pie o caídos, dependiendo de la especie de carpintero). Sumado a ese rol, los pícidos están adaptados para extraer de los árboles larvas de gran tamaño consumidoras de madera (larvas xilófagas), que viven en lo profundo de los fustes, actuando así como controladores biológicos de plagas forestales. Por otro lado, al generar cavidades utilizadas como nido y dormitorio en los árboles, proveen sitios de reproducción y refugio para otros animales, tales como loros, búhos o golondrinas, entre otros. Dado que los pájaros carpinteros están funcionalmente ligados al conjunto de especies que utilizan sus cavidades, cumplen el rol de especie clave. Una especie clave es aquella que influye en el ecosistema que ocupa de una forma desproporcionadamente significativa en relación con su abundancia o biomasa.

**Ingenieros forestales: forma y función adaptadas a la vida arbórea**

La adaptación de estas aves a la vida arbórea es completa. Sus estructuras adaptativas, como el pico, la lengua extensible y la cola rígida, entre otras estructuras, son inexistentes en otro grupo animal. Estas adaptaciones despertaron la admiración de naturalistas avezados como Charles Darwin, quien los utilizó como ejemplo de perfecto ajuste entre forma y función en su célebre texto «El origen de las especies», publicado en 1859: «Los naturalistas continuamente se refieren a condiciones externas, como el clima y el alimento, como las únicas causas posibles de variación. Sólo en un sentido muy limitado, esto es cierto; pero es incauto atribuir meramente a las condiciones externas la estructura, por ejemplo, de los pájaros carpinteros, con sus patas, cola, pico y lengua, tan admirablemente adaptados para atrapar insectos bajo la corteza de los árboles.»

La habilidad de estas aves para construir huecos en árboles, para buscar alimento y para producir golpes resonantes está asociada con complejas características morfológico-funcionales. Una de ellas es la postura vertical dada por el pie trepador y la cola rígida, en tanto que otra consiste en el aparato excavador de madera, compuesto por un pico robusto en forma de cincel, un cráneo y una lengua muy especializados, como se detalla a continuación.

Foto: M. Lammerfink.



**Figura 2: Pitío (*Colaptes pitius*) mostrando las estructuras relacionadas con la postura vertical típica de los pícidos .**

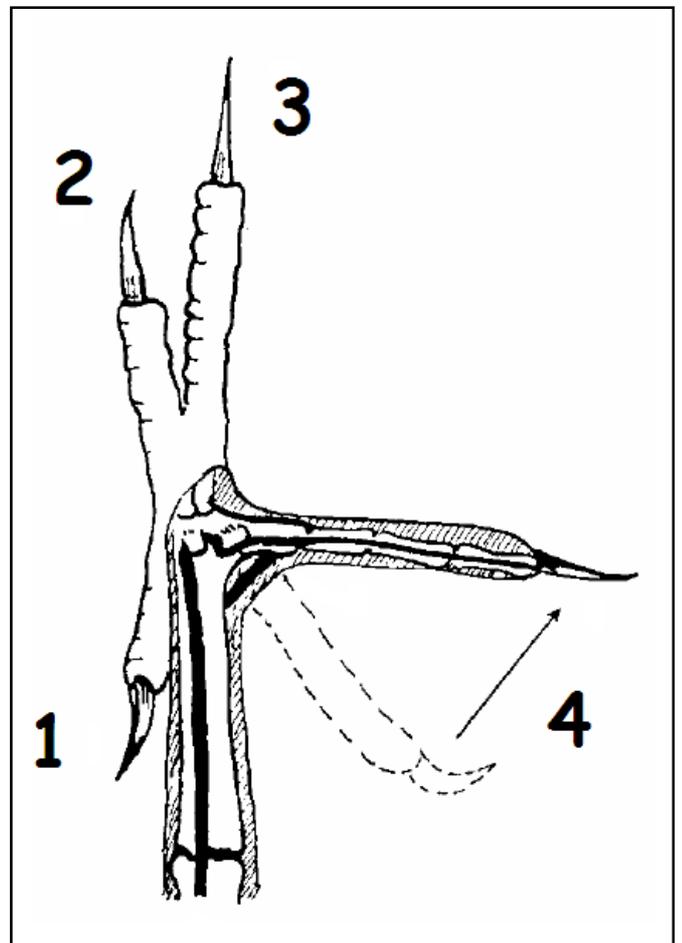
Llegan desde el pico (ver Figura 5). La potente musculatura de la cabeza y del cuello está especializada para dar impulso a los golpes y así poder excavar la madera. La lengua es muy larga y extensible. Termina en una especie de arpón utilizado para capturar artrópodos dentro de la madera y se encuentra provista de pequeñas barbas revestidas de una sustancia pegajosa (ver Figura 6). Dos largas ramas del aparato hioideo (de tejido óseo) junto con la musculatura asociada al aparato, son las responsables de la habilidad para extender y retraer la lengua (ver Figuras 5 y 7). Las ramas del hioides parten de la base de la lengua y rodean el cráneo dándole vuelta desde abajo hacia arriba, para anclarse sobre su parte superior. Existen diferentes puntos de anclaje para estas ramas, lo que otorga capacidades diferentes para la movilidad de la

**La postura vertical y sus aliados**

A fin de moverse ágilmente en superficies verticales y de ejercer la fuerza necesaria para golpear la madera, los pícidos han adquirido una postura paralela a los troncos, lo que involucra modificaciones anatómicas notables respecto de otros grupos de aves (ver Figuras 2 y 8). Para adoptar esta postura resultan claves el pie trepador (denominado «zigodáctilo», ver Figuras 2 y 3), que presenta dos dedos hacia el frente (2 y 3) y dos hacia atrás (1 y 4), y la cola formada por plumas muy rígidas, que actúa como una tercera pata en situaciones de esfuerzo (ver Figura 4). Lamentablemente, los atributos característicos de los pícidos no se han reflejado en los dibujos animados, como el *Pájaro Loco*, más vistos por grandes y chicos que los libros de zoología (ver Apartado 1).

**La cabeza, el pico y la lengua**

Otro complejo funcional, el «aparato de obtención de presas», involucra el cráneo, el pico, la lengua y sus estructuras asociadas. El cráneo es muy grueso y contiene almohadillas mitigadoras de los impactos que le



**Figura 3: Esquema de un pie zigodáctilo.**

Ilustración: P. Villard.



Foto: C. Smith.

**Figura 4: Carpintero norteamericano (*Dryocopus pileatus*) apoyado en su cola, alimentando a un pichón.**

lengua. Muchos carpinteros tienen sus ramas ancladas en la zona de los ojos (ver Figura 7 A y B, lengua retraída y extendida), otros las tienen sobre la base superior del pico (ver Figura 7 C) y otros, en una de las narinas (aberturas nasales en el pico, ver Figura 7 D). En todos los casos, las ramas están contorneadas por un músculo cuya contracción empuja el aparato hacia el interior de la lengua replegada y produce su estiramiento.

### ¿Cómo se alimentan los pájaros carpinteros?

La mayoría de las especies de carpinteros se alimenta sobre sustratos leñosos y en posición vertical. Estas aves detectan la presencia de larvas en el interior de la madera moviéndose y dando golpes suaves sobre la superficie de los troncos, mediante mecanismos no del todo conocidos, pero que parecen involucrar la audición. Una vez detectada la presa, excavan un hoyo hasta dejar libre el acceso a la galería donde se encuentra la larva. En esta situación utilizan la lengua extensible para extraerla (ver Figura 8). La lengua es también utilizada como sonda para explorar presas más superficiales, principalmente en el caso de individuos juveniles que son poco experimentados en la apertura de huecos profundos de acceso a galerías.

Los carpinteros más especializados en larvas xilófagas tienen el pico diseñado en forma de cincel, con una base ancha y muy resistente (ver Figura 9). Las narinas son alargadas para prevenir la entrada de polvo o astillas de madera que podrían dañar los tejidos blandos, y muchas veces están cubiertas por plumaje que se extiende desde la base del pico. Esta protección se complementa con el cierre de la membrana nictitante (un párpado extra que poseen muchos animales) al momento de golpear (ver Figura 10).

Por otro lado, ciertas especies de carpinteros se alimentan de insectos coloniales (mayormente hormigas

y termitas), en cuyo caso la lengua es utilizada para extraerlos de sus colonias en grandes cantidades por vez. En este caso, el pico no tiene un rol tan decisivo en la obtención de las presas, siendo la lengua la estructura más relevante. Como consecuencia de una menor fortaleza en su pico, estas especies (por ejemplo, el carpintero andino *Colaptes rupicola*, del Noroeste de la Argentina) suelen excavar nidos en sustratos relativamente blandos, tales como árboles muertos y degradados, o barrancos en la tierra.

### ¿Quién golpea en nuestros bosques?

Los bosques presentes en la región del Nahuel Huapi forman parte de una gran extensión forestal denominada bosque andino-patagónico o subantártico, localizado entre los 35° y 56° de Latitud Sur, a ambos lados de la Cordillera de los Andes. Cubre el sudoeste de Argentina y el centro y sur de Chile y está dominado por árboles del género *Nothofagus* (ver Figura 11).

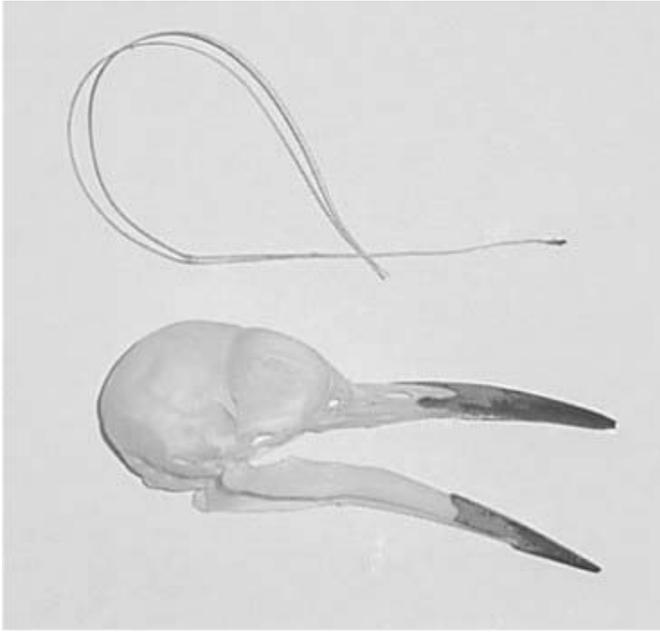


Imagen: W. Lanz.

rígida.

El Pájaro Loco no tiene pie zigodáctilo ni cola

Foto: Jody Hildreth.



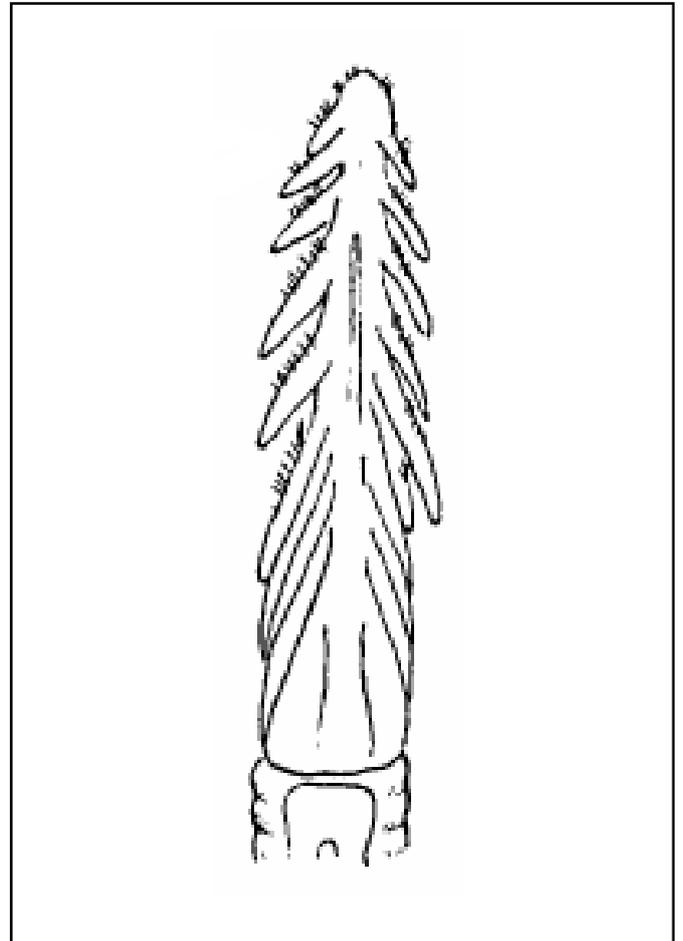
**Figura 5: Fotografía del cráneo y aparato hioideo aislado de él.**

Aunque en la Argentina encontramos treinta especies de pájaros carpinteros, sólo tres de ellas habitan los bosques australes: el carpintero bataraz (*Picoides lignarius*), el pitfo (*Colaptes pitius*) y el carpintero gigante (*Campephilus magellanicus*, ver Apartado 2). A estos pícidos se agrega el picolezna (*Pygarrhichas albogularis*), una especie perteneciente a otro grupo de aves (familia Furnariidae), pero que también tiene la capacidad de excavar sus nidos en árboles y de buscar presas debajo de la corteza. Estas cuatro especies difieren tanto en su tamaño como en su abundancia y hábitos; el tamaño de sus cavidades refleja su tamaño corporal. Todas son endémicas del bosque subantártico (es decir que toda su distribución se restringe a esta región) y residen en él durante todo el año.

### El gran proveedor de cavidades

De los excavadores mencionados, el carpintero gigante es la especie más conspicua y la única que habita exclusivamente bosques en etapas avanzadas de crecimiento (árboles mayores de 100 años), lo que lo expone a mayores amenazas ante la reducción creciente de estos bosques por prácticas antrópicas, como el aprovechamiento forestal, el fuego, la urbanización y la ganadería, entre otros. Con una longitud de entre 44 y 47 centímetros y un peso de entre 312 y 363 gramos (los machos) y de entre 276 y 350 gramos (las hembras), el carpintero gigante es hoy el quinto en tamaño a nivel mundial y el más grande de Sudamérica.

Debido a su amplia distribución y al tamaño de sus cavidades, esta especie es la que tiene el mayor potencial como proveedora de huecos útiles de variado tamaño para usuarios secundarios a lo largo del bosque subantártico. Nuestros estudios en los alrededores de Bariloche determinaron que al menos 15 especies utilizan los huecos del carpintero gigante para nidificar (ver Figura 12). Entre los usuarios secundarios más frecuentes de sus huecos se encuentran la cachaña o cotorra austral (*Enicognathus ferrugineus*, ver Desde la Patagonia, difundiendo saberes, Vol. 5, N°6), el zorzal patagónico (*Turdus falcklandii*), el caburé o chuncho (*Glaucidium nanum*), la lechuza bataraz o concón (*Strix rufipes*), el huet huet (*Pterotochos tarnii*) y posiblemente el monito de monte (*Dromiciops gliroides*).



**Figura 6: Extremo de la lengua de un carpintero.**

Ilustración: V. Ojeda.

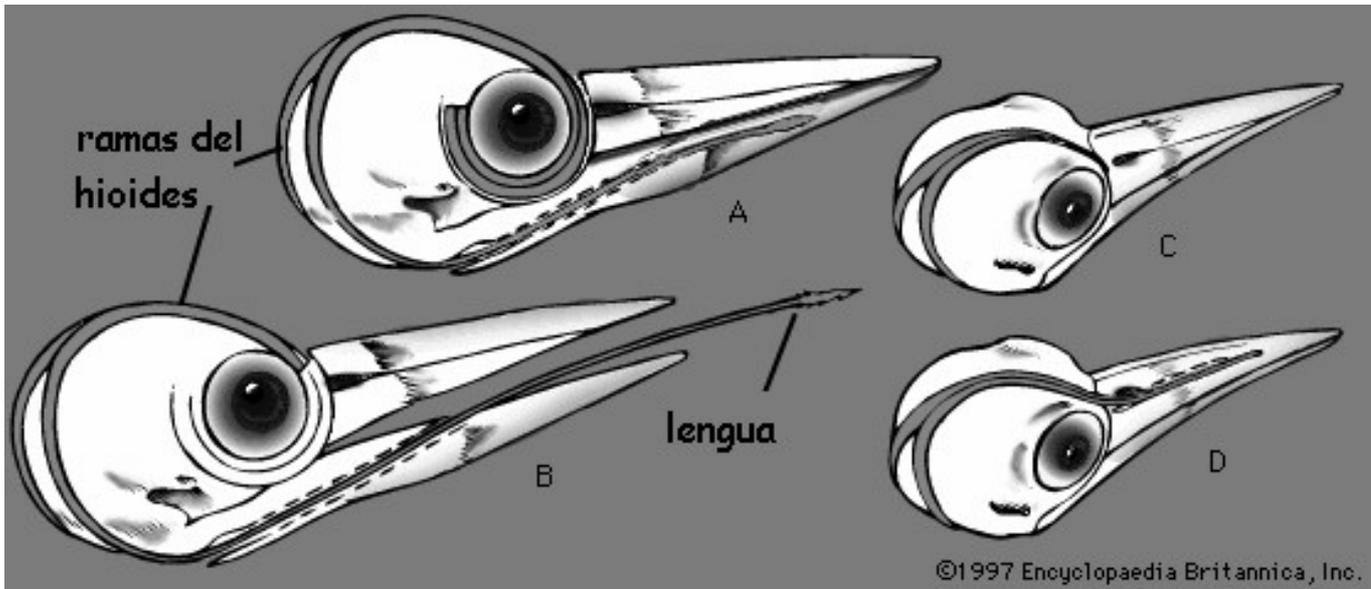


Ilustración: Encyclopaedia Britannica.

**Figura 7: Distintas formas de anclaje y configuración del hioides (A-D) y representación del funcionamiento de la lengua (A y B).**

### El gran percusionista

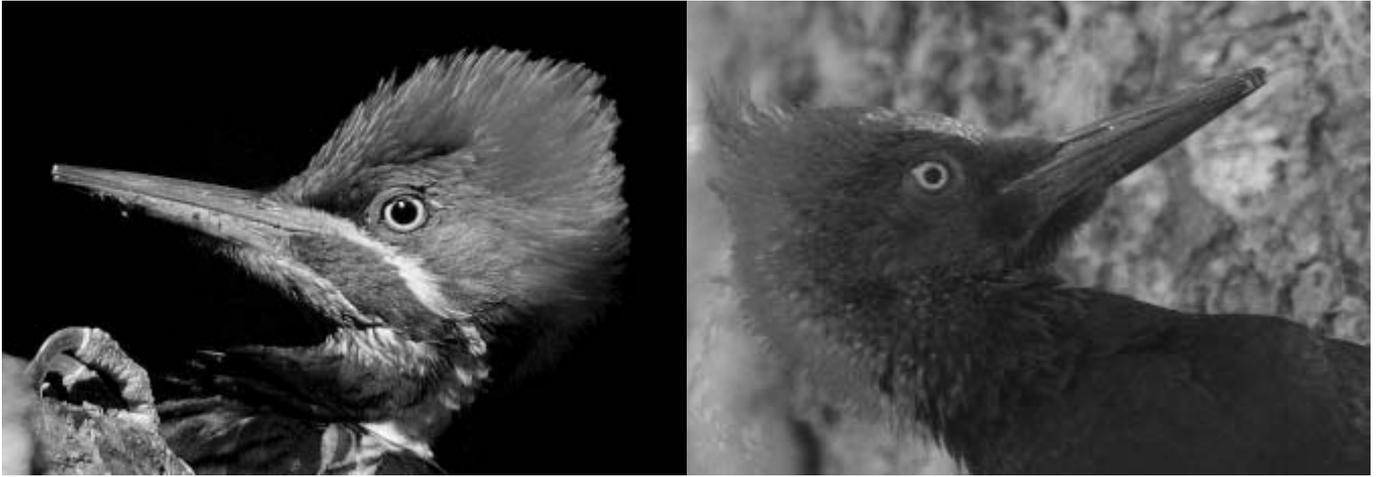
El carpintero gigante puede ser detectado a gran distancia debido a las vocalizaciones y golpes que realiza. Esta característica lo hace aparecer como una especie frecuente o abundante, cuando en realidad no lo es, solamente es muy conspicua. El repertorio de vocalizaciones que realizan ambos sexos es muy vasto. Las dos voces principales son los «tsie» (similares a trompetas) y los «cacareos»; los primeros suelen emitirse en tandas de hasta diez repeticiones, mientras que los segundos, que son en sí una secuencia de notas breves y descendentes, suelen ser individuales y emitidos durante el vuelo y el aterrizaje. También hay notas sutiles para comunicación entre miembros de una fa-

milia, similares al sonido de una bisagra oxidada. Las vocalizaciones de demanda de alimento de los juveniles durante su primer año fuera del nido son muy características y audibles: son notas agudas en diferentes tonos que emiten insistentemente durante todo el día (ya lo enuncia el dicho popular: «el que no llora no mama»).

Los golpes, también emitidos por ambos sexos, corresponden a diferentes comportamientos: búsqueda y captura de alimento (golpes a ritmo intermitente y de variada intensidad), excavación de cavidades (golpes rítmicos y en tandas, intercalados con limpieza de astillas) y comunicación a larga distancia mediante un característico doble golpe, «toco-toc», producido normalmente en puntas secas en lo alto de los árboles (a este sonido hace referencia el poema de Pablo Neruda, citado al inicio de este artículo). El doble golpe, si bien es utilizado comúnmente para la defensa territorial ante intrusos que no son bienvenidos, es también usado a veces entre los miembros de una familia que se han distanciado circunstancialmente. El doble golpe es característico y exclusivo del género *Campephilus*. Esto sugiere que es un comportamiento innovador en el contexto de los pícidos, pero muy antiguo entre las especies de este género.



**Figura 8: Carpintero gigante (*Campephilus magellanicus*) introduciendo su lengua en una galería de larva xilófaga.**



**Figura 9: Carpintero garganta estriada (*Dryocopus lineatus*, izquierda) y gigante (derecha) mostrando sus picos en forma de cincel.**

### Conducta social, reproducción y alimentación

Desde los inicios de este estudio en 1998, abordamos la biología reproductiva, aspectos sociales y de comportamiento del carpintero gigante. Como la mayoría de los pícidos, el carpintero gigante es una especie residente y territorial que no se asocia en congregaciones o bandadas, sino que vive en parejas o grupos familiares de hasta cinco individuos que permanecen todo el año en una porción acotada del bosque, su territorio. Un determinado territorio suele ser utilizado por una misma pareja durante varios años, posiblemente décadas, por lo cual cada pareja tiene una acabada noción de la localización de los recursos vitales dentro de su área de acción, tales como parches para alimentación, agua, palos secos para emitir doble golpes, huecos con función de dormitorio, cavidades a medio excavar para ser completadas como nidos e incluso áreas de actividad de depredadores como los aguiluchos (*Buteo* spp.), que los carpinteros deben evitar.

Hasta la fecha, registramos datos de biología reproductiva en más de 60 nidos, lo cual nos permite saber que la reproducción demora unos 65 días entre la postura de huevos (octubre-noviembre) y el vuelo del pichón (diciembre-enero). Esta especie produce un pichón por año que sale del huevo desprovisto de plumas, con los ojos cerrados y con escasa capacidad termoreguladora, por lo que requiere de cuidados intensivos de ambos padres. Éstos le transfieren calor y lo alimentan dentro de la cavidad durante aproximadamente 20 días (Ver Figura 13). Hacia los 15 días de edad, el dimorfismo sexual comienza a ser visible en la coloración del plumaje de la cabeza (rojo en machos, negro en hembras). Más adelante, durante otros 25 a 30 días, el pichón es alimentado desde la entrada del nido mediante entregas breves y rápidas de presas, y

sólo comparte el nido con los adultos durante sus breves entradas con fines sanitarios (extracción de heces y restos de presas), y durante la noche, cuando el macho ingresa al nido para dormir. La hembra usualmente duerme en otra cavidad cercana al nido, sola o acompañada por algún hijo juvenil nacido en temporadas anteriores. Observaciones de nidos desde el amanecer hasta el anochecer revelaron una notable equidad en la inversión de cada sexo en la incubación, empuje y alimentación de los pichones; contrariamente, las tareas de excavación y defensa territorial son mayormente conducidas por el macho. El crecimiento es acelerado durante los primeros 25-30 días, para estabilizarse en los últimos 10-15. Este último período está caracterizado por el crecimiento del pico y plumas de la cola y alas.

Los juveniles, muchos de los cuales marcamos con anillos de colores, permanecen por dos y hasta tres años con sus padres, quienes los alimentan durante el primer año y a veces por más tiempo, mientras apren-

#### Apartado 2 Nombres que recibe el carpintero gigante

- En Argentina: Carpintero Gigante, Carpintero Patagónico.
- En Chile: Carpintero Negro, Carpintero Grande, Gallo de Monte (Chiloé).
- En Mapuche: Reré, Kurüpütriu, Concona, Concoma.
- En Yagán (Yámana): Lána, Kanára.

**Figura 10: Carpintero gigante cerrando sus párpados mientras quita un trozo de corteza.**

Foto: M. Lammerfink.

den las técnicas de alimentación. Posiblemente debido a la larga permanencia de los juveniles con sus padres, las parejas no se reproducen todos los años. Debido a esta característica, sumada a una baja tasa reproductiva y un largo período transcurrido hasta la primera reproducción, se postula que los individuos deberían vivir más de diez años, y posiblemente hasta veinte.

El carpintero gigante es el principal depredador de las larvas de insectos que viven en el interior de árboles nativos de la Patagonia. Una de las líneas actuales del estudio de la especie aborda el comportamiento en torno a su alimentación. Se investiga la posible relación entre los patrones de alimentación y las características del bosque, como el tamaño de los árboles y sus ramas, su grado de mortalidad, su densidad, la cantidad de madera en el suelo, etc. También nos interesa verificar si existen diferencias en la utilización de recursos forestales entre los sexos y clases de edad (adulto, juvenil) y las jerarquías e interacciones entre miembros de un clan familiar.

Los datos obtenidos hasta el momento indican que este carpintero se alimenta sobre árboles nativos (principalmente *Nothofagus*) en pie de todas las edades y tamaños, aunque preferentemente vivos o parcialmente

### Apartado 3

#### Hongos creadores de refugios para la fauna

Los hongos, que pertenecen al Reino Fungi, son organismos muy importantes porque contribuyen a mantener procesos primordiales a través de sus relaciones con otros organismos. Un caso particular dentro de este reino es el de las especies degradadoras de madera caída y en pie (xilófagas). Sus «pudriciones» afectan principalmente el duramen (porción interna de los troncos formada por células muertas con función de sostén) de árboles vivos, sin matarlos directamente, pero acelerando su desmoronamiento. La densidad de la madera se ve reducida, así como la fortaleza en los troncos y ramas que con frecuencia se parten.

Al colonizar los troncos y ramas de los árboles en pie, los hongos ablandan la madera y generan oquedades, aprovechadas por la fauna como sitios de refugio y/o reproducción (ver Apartado 3). Varios grupos de animales, principalmente aves y mamíferos, han evolucionado hacia el uso estos huecos en los ecosistemas boscosos del planeta. En el caso de las aves, entre un 10% y un 30% hace uso de estos huecos para reproducirse y/o refugiarse. Sin embargo, en árboles del bosque subantártico esta proporción llega a casi el 50% de las especies presentes.

Los huecos en árboles son cavidades semi-cerradas que se forman por degradación (cavidades «naturales») o bien son excavadas por animales en el tronco y ramas principales. Desde el punto de vista funcional, las especies usuarias de cavidades arbóreas corresponden a dos tipos: (1) usuarias primarias, que tienen la capacidad de excavar; y (2) usuarias secundarias, que utilizan huecos preexistentes, naturales o excavados por las primeras. En ambos casos, el ablandamiento previo por la actividad de hongos xilófagos es un proceso clave. Nuestros estudios preliminares en los bosques andino-patagónicos indican la presencia de cuatro especies de hongos xilófagos en las paredes de las cavidades construidas por los pájaros carpinteros.

## EL CARPINTERO GIGANTE

**Figura 11: Distribución aproximada de los bosques subantárticos.**

mueritos, y también sobre árboles caídos. Los árboles menos utilizados son los que están muertos en pie. La razón podría ser que estos árboles, al estar resecos, albergan menor cantidad de presas. Los troncos caídos, en cambio, retienen la humedad del suelo, lo que incrementa su ocupación por larvas xilófagas y artrópodos de otro tipo.

Si bien la especie se alimenta principalmente de larvas xilófagas, también consume insectos adultos, arañas, frutos y hasta pequeños vertebrados como lagartijas y murciélagos. Consume además, de forma oportunista, huevos y pichones de otras aves durante sus recorridos en árboles en busca de larvas. Este alimento es muy infrecuente y su consumo es difícil de presenciar. En nuestro caso, se detectaron durante el

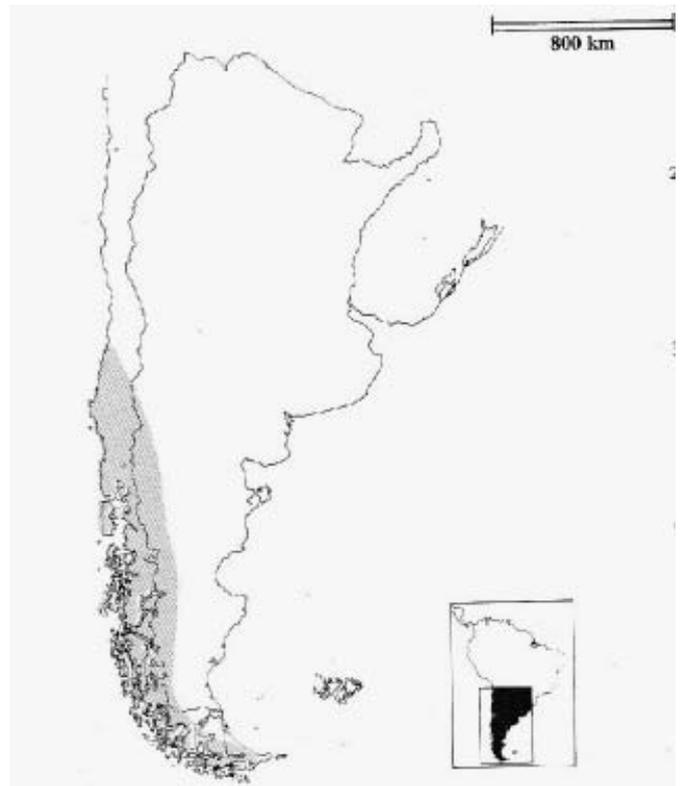


Ilustración: I. Gamundi y E. Horak.



Foto: V. Ojeda.

**Figura 12: Cavidad de carpintero gigante a medio excavar, tomada por el comesebo patagónico (*Phrygilus patagonicus*) para hacer su nido.**

**Figura 13: Desarrollo de pichones del carpintero gigante. a) Nacen desprovistos de plumón, con los párpados fusionados. b) Para el día 14, las plumas comienzan a emerger y los ojos a abrirse (macho, en el caso de la foto). c y d) Alrededor del día 30, el pichón ya está totalmente emplumado (macho y hembra, respectivamente). e) Volantón macho en su primer vuelo. Notar la coloración de la cabeza, con antifaz negro, el barrado negro en el parche blanco de las alas y lo breve del pico, alas y cola.**

#### Apartado 4

### Leyendas del carpintero gigante producto de una convivencia ancestral

Las aves cantan en los bosques templados de Sudamérica desde hace millones de años; los pueblos mapuche, yagán y otros, transmiten historias de pájaros, de generación en generación desde hace cientos a miles de años, e incluso portan aves en sus nombres (por ejemplo, Ñanco o Ñancu, que significa aguilucho). Estas voces heredan una larga historia de co-existencia entre aves y seres humanos, acercándonos una visión de parentesco entre esos dos grupos.

Este conjunto de elementos antropológicos representa un obsequio bio-cultural que ha sido bien valorado e interpretado por el matrimonio del biólogo Ricardo Rozzi y la antropóloga Francisca Massardo, mentores de una guía multicultural de aves que rescata, entre otras, la historia yagán (o yámana) del carpintero negro contada por la familia Calderón, oriunda de la isla Navarino. Esta historia afirma que los carpinteros negros, quienes acompañaban a las mujeres yaganas cuando recolectaban dihueñes (llao-llaos) en los bosques del archipiélago del Cabo de Hornos, son descendientes de una pareja de hermanos yaganas.

**Historia yagán:** El abuelo yagán Juan Calderón relataba que el origen de esta hermosa ave de los bosques australes se remontaba a tiempos ancestrales, cuando todavía los pájaros eran humanos. En aquellos tiempos, un joven se enamoró de su hermana y procuraba cualquier triquiñuela para encontrarse y dormir junto a ella. Su hermana había notado esa intención y esquivaba a su hermano cada vez que él la buscaba, evitando relaciones prohibidas. Pero en el fondo, ella estaba dividida: quería estar junto a él y a la vez no.

El hermano seguía pensando en pretextos para atraerla fuera del *akar* o *ruca*. Un día descubrió grandes frutos de chaura roja (*amai*, *Gaultheria mucronata*) en el claro de un bosque y fue a contarle a su hermana: «he encontrado enormes chauras en un lugar del bosque, deberías ir y recogerlas». La hermana tomó su canasto y se internó en el bosque, mientras su hermano la siguió sin que nadie lo notara y se escondió a su acecho. Al pasar ella, él se lanzó abrazándola y juntos cayeron al suelo dando curso a su amor.

Cuando se levantaron se convirtieron en pájaros y volaron, como carpinteros negros (*lána*). Desde entonces viven juntos en los bosques y el hermano lleva sobre su cabeza un penacho rojo que recuerda el color de aquellos grandes frutos de chaura.

Rozzi, R. (Ed.) (2003). *Guía multiétnica de aves de los bosques templados de Sudamérica austral*. Santiago de Chile: Editorial Fantástico Sur/Salesianos S.A.



Fotos: V. Ojeda.

### **Apartado 5**

#### **Desmitificando falsas creencias, producto de la desinformación**

##### **Pone cuatro huevos y cría dos o tres pichones a la vez.**

El carpintero gigante pone de uno a dos huevos y cría un único pichón por año. Cuando se observan parejas con más de un juvenil ello se debe a que se superponen hijos de diferentes temporadas que permanecen en el territorio natal. Un desafío para el observador es descubrir el orden de antigüedad de cada juvenil, que puede deducirse de observar el comportamiento de alimentación: los individuos más jóvenes podrán ser identificados porque reclaman constantemente alimento a sus padres.

##### **Mata o daña a los árboles con sus picoteos de alimentación y con la excavación de nidos.**

No los mata directa ni inmediatamente, sino que contribuye a su desmoronamiento natural. La excavación de la cavidad implica el ahuecamiento de una buena porción del tronco o fuste, lo cual casi no afecta el tejido vivo (por donde pasan los vasos de conducción), pero reduce significativamente la resistencia mecánica del árbol. Asimismo, mientras se alimenta, el carpintero lesiona el tejido vivo exterior vulnerando las barreras químicas del árbol y facilitando el ingreso de hongos xilófagos y de un conjunto de microorganismos al interior del tronco.

Considerando la escala de un árbol puntual, es innegable que existe un perjuicio derivado de la actividad conjunta de hongos, insectos y carpinteros, que facilitan procesos de pudrición y desmoronamiento de los árboles, generando así oportunidades de creación de hábitats para los carpinteros, para otros animales usuarios de huecos en árboles y para las larvas que son alimento de los carpinteros. En un contexto ecológico, el hecho de que algunos árboles se debiliten y eventualmente mueran por la acción conjunta de estos organismos responde a un proceso natural y necesario que permite que se recicle la materia contenida en los árboles moribundos, se establezcan nuevos árboles y se desarrollen aquellos que estaban suprimidos bajo las copas, garantizando así la regeneración del bosque.

##### **Acude siempre si uno golpea palos o troncos del bosque.**

En una de sus series de naturaleza, el afamado conductor David Attenborough apareció en bosques de la Patagonia, mientras golpeaba un tronco imitando a los carpinteros gigantes. Éstos acudieron de inmediato, en una secuencia que apareció (quizás adornada con una buena edición y montaje de sucesos no correlativos) como una respuesta de defensa territorial por parte de una pareja. A partir de la difusión de ese material, atraer carpinteros con esa técnica quedó instalado como una herramienta infalible. Sin embargo, para tristeza de los que pasamos largas horas intentando localizar a estos animales en sus territorios, esta técnica sí es falible, siendo imprevisible la respuesta de los carpinteros a esta clase de «falsos» llamados...a veces funciona, a veces no. Aunque sin garantías, vale la pena probar esta técnica en la primavera, cuando los individuos manifiestan su más agudo comportamiento territorial.

##### **Es la especie de carpintero más grande del mundo.**

Esta especie era, hasta hace medio siglo, la séptima del mundo en tamaño, y la tercera en el continente americano. Habiéndose extinguido recientemente sus dos congéneres americanos de mayor tamaño, *Campephilus principalis* (Sudeste de Estados Unidos de Norteamérica y Cuba) y *C. imperialis* (Sierra Madre Occidental, en México), el carpintero gigante es ahora el más grande de América y el quinto carpintero a nivel mundial.

monitoreo de nidos de día completo, utilizando un telescopio de gran aumento y siguiendo a individuos adultos durante varias horas en sus rondas de alimentación. También existen observaciones de consumo de savia en árboles de guindo (*Nothofagus betuloides*)

en el extremo sur del bosque subantártico (Tierra del Fuego); este consumo parece ser un complemento de la dieta principal que, en esas latitudes, también se basa en larvas.

## Medidas para el cuidado del Carpintero Gigante

1. Provincia de Río Negro. Declaración N° 815/2009 (Provincia de Río Negro) «de interés provincial, científico, ecológico y social el proyecto de investigación denominado «Conservación de un símbolo del Bosque Andino Patagónico: el Carpintero Gigante»», llevado adelante por investigadores de la Universidad Nacional del Comahue y del Parque Nacional Nahuel Huapi en la ciudad de San Carlos de Bariloche.

Este mismo proyecto fué declarado de interés por el Parque Nacional Nahuel Huapi, Disposición N° 754/10.

2. Municipalidad de San Carlos de Bariloche. Proyecto de Ordenanza del Consejo Municipal: «Establecer Especies de Valor Especial», entre las que se encuentra el Carpintero Gigante. Proyecto actualmente en evaluación.

## Requerimientos de hábitat

Entre los años 2003 y 2005 estudiamos la selección de hábitat de nidificación y dormitorio en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) cercanos a la ciudad de San Carlos de Bariloche. Encontramos que los carpinteros utilizaron árboles casi siempre vivos de tamaño intermedio (~45 cm de diámetro a la altura del pecho), de edades mayores a los 170 años, con evi-

dencias de mortalidad parcial de copas (como ser puntas blancas y ramas faltantes) y avanzados en pudriciones internas por la acción de hongos, a juzgar por una mayor frecuencia de aparición de las fructificaciones del hongo (con forma de estantes, ver Figura 14) en los árboles con cavidades respecto de otros seleccionados al azar.



## Lecturas sugeridas

Arango, X., Rozzi, R., Massardo, F., Anderson, C. y Ibarra, T. (2007). Descubrimiento e implementación del pájaro carpintero gigante (*Campephilus magellanicus*) como especie carismática: una aproximación biocultural para la conservación en la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos. *Magallania* (Chile), 35(2), pp. 71-88. En URL: [www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-22442007000200006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-22442007000200006&script=sci_arttext)

Chazarreta, M. L. (2007). Comportamiento reproductivo del carpintero gigante *Campephilus magellanicus* en bosques del Parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Comahue, Argentina.

de Haro, T. (2008). ¿Cómo soporta el pájaro carpintero los impactos de su pico? *Sabercurioso*. En URL: [www.sabercurioso.com/2008/02/13/como-soporta-pajaro-carpintero-impactos-pico/](http://www.sabercurioso.com/2008/02/13/como-soporta-pajaro-carpintero-impactos-pico/)

Pozzi, C. (2007). Redes de vida. *Ecos del Parque*, año III (5), pp. 4. En URL: [www.nahuelhuapi.gov.ar/Paginas/ecos/ecos\\_del\\_Parque\\_N\\_5.pdf](http://www.nahuelhuapi.gov.ar/Paginas/ecos/ecos_del_Parque_N_5.pdf)

Pozzi, C. (2008). Identificación de las pudriciones fúngicas precursoras de la excavación de cavidades del Carpintero Gigante *Campephilus magellanicus* en un bosque de lenga *Nothofagus pumilio*. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Comahue, Argentina.

**Figura 14:** Nido de carpintero gigante (centro del tronco) y estante de hongo xilógafo a su izquierda.

# NERVADURA: ¿QUÉ VE UN FÍSICO CUANDO MIRA UNA HOJA?

¿Cuál es el origen del patrón que forman los nervios de las hojas? ¿Por qué se desarrolla tal como es? Ésta es una mirada desde la física a un complejo e interesante problema biológico.

**Ma. Fabiana Laguna**

## ¿Qué es la nervadura?

Muchas veces sostuvimos una hoja de árbol en la mano, deteniéndonos unos instantes a mirar su forma, a palpar su textura. Y seguramente todos, en algún momento, descubrimos que la hoja está surcada por un grupo de líneas que parecen venas. Ese conjunto de venas es lo que se conoce como *nervadura de la hoja*.

La nervadura es un sistema de canales (llamados nervios) que conducen sustancias dentro de la hoja y brindan soporte a los tejidos que la conforman. En una hoja adulta, la nervadura forma una red que posee propiedades muy interesantes: estructura jerárquica y abundancia de caminos cerrados que dividen la superficie de la hoja en sectores poligonales inconexos, entre otras. Los nervios más gruesos son los más antiguos, y muy probablemente están determinados únicamente por factores genéticos. Se repiten en una misma especie y permiten su clasificación de acuerdo al patrón que forman. Pero si miramos una hoja cualquiera de cerca, notaremos que los nervios delgados no se organizan con la misma estructura en todas las hojas. De hecho, son tan diversos, que hacen que no existan dos nervaduras iguales, aún entre las hojas de una misma planta. Veremos que, aún así, poseen algunas propiedades estadísticas que son comunes a muchas especies distintas.

## Un poco de historia

La colonización de la tierra por parte de las plantas ocurrió hace más de 400 millones de años y representa uno de los eventos más importantes en la historia del mundo biológico. Para que la transición de la vida acuática a la terrestre sucediera exitosamente, fue necesario que las plantas sufrieran varias modificaciones estructurales y funcionales. En este proceso de adaptación, el desarrollo de tejidos de conducción (también llamados tejidos vasculares) jugó un rol fundamental, ya que resolvió el problema del transporte de agua y nutrientes a grandes distancias y le dio rigidez al cuerpo de la planta. Esto permitió que las primeras plantas vasculares colonizaran gradualmente la tierra. Esas primeras plantas vasculares tenían sus conductos organizados de una manera muy simple, pero con la evolución de nuevas estructuras, como las hojas, y con la colonización de diferentes hábitats terrestres por parte de diferentes especies de plantas, los tejidos vasculares se diversificaron en una gran variedad de patrones de organización.

En particular, las hojas tuvieron su propia evolución. En el período devónico o el carbonífero temprano (en la era paleozoica, hace unos 400 millones de años) casi todas las plantas con hojas tipo helecho parecían tener un patrón de nervadura abierto. El patrón de nervadura abierto, formado por bifurcaciones de nervios y con una estructura como la que forman las ramas de un árbol, representa la arquitectura primitiva que sirve de punto de partida para los patrones reticulares actuales. Las primeras plantas con estructuras reticulares aparecieron en el carbonífero superior, 300 millones de años atrás. Muchas especies de helechos (que son plantas que no producen semillas) y gimnospermas (plantas con semillas pero sin frutos, como la araucaria) tanto fósiles como existentes, tienen estructuras reticulares relativamente simples. En los helechos, por ejemplo, la nervadura es una red regular sin estructura jerárquica.

El grupo de plantas que muestra más notablemente una estructura reticular jerárquica es el de las *angiospermas*, que son las plantas que tienen flores y producen frutos con semillas. Las angiospermas más antiguas se encontraron en el cretácico inferior (hace 100 millones de años). Las hojas de las angiospermas

**Palabras clave:** formación de patrones, patrón de nervadura, modelo elástico.

### Ma. Fabiana Laguna

Dra. en Física, Inst. Balseiro, Univ. Nac. de Cuyo, Argentina.  
Cjo. Nac. de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Centro Atómico Bariloche – Inst. Balseiro, Argentina.  
lagunaf@cab.cnea.gov.ar

Recibido: 05/11/2010. Aceptado: 09/12/2010

## Apartado 1: Clasificando hojas

Las hojas pueden clasificarse de diversas maneras. Una de ellas resulta de mirar la estructura global del patrón que forman las nervaduras:

- Las hojas *palmatinervias* son aquellas en las que la nervadura nos recuerda la forma de la palma de la mano, originándose en un punto común junto al pecíolo y distribuyéndose por la superficie de la hoja como si fuesen los dedos de la mano (ejemplo: la higuera).
- Las *paralelinervias* tienen los nervios aproximadamente paralelos entre sí. Este patrón se encuentra comúnmente en plantas con hojas largas y delgadas (ejemplo: el maíz).
- Las hojas *pinnatinervias* son aquellas en las que aparece un nervio principal del que salen los secundarios, como si se tratase de una pluma (ejemplo: el naranjo).

Por otro lado, mediante observaciones más detalladas podemos detectar diferentes *geometrías genéricas*, dos de las cuales son muy comunes:

- Una es la que se encuentra generalmente en las *monocotiledóneas*, como las gramíneas (por ejemplo, el maíz o el bambú). Un nervio primario, o principal, forma el eje de la hoja desde la base hasta la punta. Los nervios de mayor orden crecen paralelos al principal. Como la hoja se angosta cerca de la punta, el espacio para la nervadura se reduce. Para que la distancia entre nervios se conserve, es necesario que se reduzca su número. Efectivamente, se observa que algunos nervios se frenan, se tuercen y tocan a alguno de sus vecinos. Luego, un nervio más delgado crece a partir de ese lugar y conecta a este nervio con su otro vecino. El resultado final es que el nervio que se frenó está conectado con sus dos vecinos por delgados nervios transversales y la estructura final de la nervadura es tipo rejilla, o cuadrícula.
- Las *dicotiledóneas* tienen mucha más variedad de estructuras. Típicamente poseen un nervio primario que va desde la base hasta la punta de la hoja. Los nervios secundarios se ramifican a partir del primario, llegan al borde de la hoja y se tuercen conectándose con sus vecinos, formando un bucle. Los nervios de tercer orden se sitúan entre los secundarios, y están conectados en sus dos extremos a los nervios primarios y secundarios. Se puede llegar a distinguir más de seis o siete órdenes sucesivos. Sólo los nervios de mayor orden son diferentes: los más delgados y chiquitos suelen tener libre uno de sus dos extremos. Los dominios limitados por nervios se denominan aréolas y su tamaño depende de las condiciones de crecimiento de la hoja (de la luz que recibió, por ejemplo).

actuales tienen gran diversidad de formas y patrones de nervadura muy diversos. En lo que resta, nos dedicaremos a analizar el patrón de nervadura que poseen estas últimas.

### Algunas propiedades en común

A pesar de la gran variedad de patrones observados en las hojas, algunas propiedades están siempre presentes. Éstas son las que tienen que ver con la estructura de la red:

- Las nervaduras son *estructuras jerárquicas*. Esta jerarquía está dada por los radios de los nervios y corresponde a un *orden temporal* durante la formación del patrón. En otras palabras, el nervio más grueso es el que se formó primero. Luego surgieron los nervios secundarios, que son más delgados y que crecen desde el nervio central hacia los bordes, y así sucesivamente. Los nervios se van volviendo más cortos y más delgados a medida que su orden crece.

- Las primeras generaciones son repetitivas (es decir, son iguales en todas las hojas de un mismo árbol) y permiten la clasificación de las diferentes especies. Probablemente, la disposición de las primeras

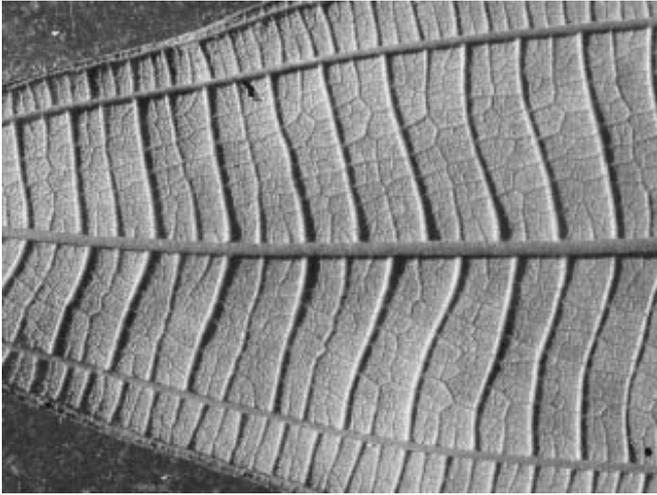
generaciones de nervios esté determinada exclusivamente por la genética.

- Los nervios delgados forman un patrón *isótropo* (esto significa que se distribuyen de igual forma en todas direcciones). Estos nervios, de orden mayor, tienen propiedades estadísticas que son comunes a muchas especies y son los responsables de que cada hoja sea única, aún en un mismo árbol.

- El patrón forma un *retículo*. Esto significa que, en general, todos los nervios están conectados a la red global en sus dos extremos. Esta propiedad se observa para los nervios de todos los órdenes, excepto para la última generación, que a menudo tiene un extremo abierto. Como resultado de esta geometría, la red puede pensarse como un conjunto de polígonos (llamados *aréolas*) que encierran a los nervios que tienen un lado abierto. Esta estructura reticular da lugar a una redundancia de caminos de flujo, lo que resulta fisiológicamente beneficioso para la planta.

### ¿Por qué la red tiene esta estructura?

Hay distintas propuestas al respecto y se basan en que este patrón debería haber evolucionado de mane-



**Figura 1:** Imagen de una hoja seca de *Miconia* sp. tomada en Ilha Grande, Brasil. Puede observarse algunas de las características compartidas por todas las hojas de angiospermas. Una es la jerarquía de los nervios, determinada por sus radios y originada en la formación sucesiva de nervios durante el proceso de crecimiento. Otra característica es la abundancia de caminos cerrados: la superficie de la hoja está dividida por el conjunto de nervios en pequeñas superficies poligonales. La foto fue tomada del reverso, para capturar las protuberancias que forman los nervios principales y que proyectan una sombra sobre la superficie de la hoja.

ra tal de satisfacer diferentes necesidades:

- Asegurar una distribución óptima de agua y nutrientes. Sin embargo, este mecanismo solo no puede explicar la estructura real. La optimización de la irrigación dentro de la red da lugar a topologías abiertas, tipo árbol.
- Estabilizar mecánicamente la hoja. También en este caso, la optimización de la estabilización mecánica da lugar a geometrías muy poco naturales.
- Hacerla robusta ante daños locales. Si un nervio es dañado, el flujo no se ve muy perturbado porque puede evitar el paso por la región dañada usando un camino alternativo. Este proceso demostró ser muy eficiente.

Seguramente, la evolución de los patrones reales incluye todos estos ingredientes pero aún no está claro cómo compatibilizarlos. También desde el punto de vista del desarrollo de la nervadura hay muchas opiniones contradictorias. Pero para analizarlas necesitamos saber cómo es una hoja por dentro.

### La estructura de una hoja

Una hoja tiene una estructura muy compleja. Posee varios elementos, cada uno de los cuales cumple una función específica y fundamental para la vida de la planta. Las superficies inferior y superior de una hoja se componen de una capa de células denominada *epidermis*. Encerrado entre las epidermis, encontramos un tejido blando que se denomina *mesófilo*. En las hojas adultas, se puede distinguir en el mesófilo un grupo de células alargadas perpendicularmente a la epidermis superior (formando lo que se conoce como *parénquima en empalizada*), donde se localizan los *cloroplastos*, responsables de la fotosíntesis. En el mesófilo encontramos también un tejido poco denso llamado *parénquima esponjoso*. Posee abundante espacio intercelular, lo que le permite realizar intercambio de gases. De esta forma disminuye la posibilidad de asfixia por exceso de agua, por ejemplo.

Lo que entendemos por nervadura es el conjunto y disposición de los nervios de una hoja. El nervio es un

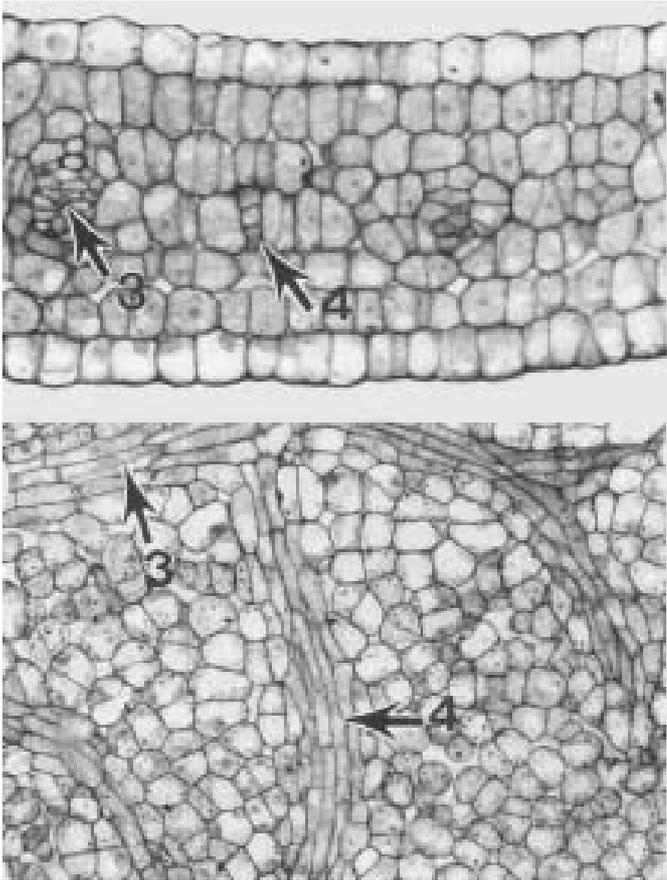
tejido vascular formado por varias partes que cumplen funciones diferentes. En el centro de este haz hay dos tipos de conductos, el *xilema* y el *floema*, que dan estabilidad mecánica a la nervadura y a la hoja. El xilema conduce agua y nutrientes minerales desde las raíces al resto de órganos de la planta. El floema hace circular los productos químicos sintetizados desde las hojas hacia el resto de la planta. Estos conductos están rodeados por una capa de células alargadas, de gruesas paredes lignificadas que juegan un rol mecánico fundamental para darle rigidez a la hoja. Los nervios más delgados se encuentran en el estrato esponjoso del mesófilo, mientras que los más gruesos forman protuberancias que sobresalen por la epidermis inferior. Estos últimos pueden distinguirse al palpar el reverso de una hoja cualquiera, y son los que en la foto de la Figura 1 proyectan una sombra sobre la superficie de la hoja.

Como dijimos, una nervadura adulta es un conjunto de tejidos diferentes de los del resto de la hoja. Pero cuando se observa una hoja embrionaria en un microscopio, se distingue un precursor del nervio, llamado *procambio*. El procambio está compuesto por células (llamadas *células procambiales*) que son muy parecidas a las del tejido blando que forma el resto de la hoja, salvo por el importante detalle de que están estiradas en la dirección que luego tendrá el eje del nervio y comprimidas en la dirección transversal. En esta primera etapa, el procambio está apenas diferenciado del tejido que lo rodea, como se observa claramente en la Figura 2. Es sólo más tarde que las células procambiales se diferencian y adquieren propiedades de transporte.

Pero aunque está demostrado que las células procambiales son las precursoras de los nervios, no todo está dicho. ¿Qué origina la aparición del procambio?

### Nervadura: el origen

El mecanismo de formación de la nervadura no está claro. Para la mayoría de las propuestas el origen es



**Figura 2: Micrografías de una hoja de *Arabidopsis* en desarrollo. Arriba: Corte transversal de la hoja, en donde se observan haces de tejido procambial. Abajo: Vista del plano de la hoja. En esta imagen se observa claramente que las células que forman el procambio están alargadas en la dirección que luego tendrá el eje del nervio y comprimidas en la dirección transversal. En ambas figuras, los números 3 y 4 indican el orden de los nervios que señalan las flechas. Imagen tomada de la publicación «Leaf Vascular Pattern Formation» de T. Nelson y N. Dengler (*The Plant Cell*. Vol. 9, págs. 1121-1135, año 1997). Reproducido con permiso de la revista.**

bioquímico, siendo la responsable de la aparición de las células procambiales una hormona de crecimiento denominada *auxina*.

El biólogo israelita Tsvi Sachs encontró experimentalmente (hace ya 35 años) que la *auxina* juega un rol muy importante en el desarrollo de los nervios. Observó que se sintetiza en la hoja en crecimiento y fluye hacia la base de la hoja. Más tarde se demostró que si en una planta se generan mutaciones que afectan el flujo de esta hormona, el patrón de nervios se ve fuertemente modificado. Estos hechos condujeron a Sachs a crear una teoría de formación de nervaduras basada en un proceso difusivo de canalización de *auxina*: la hormona se genera, difunde a través de los tejidos y a su paso induce una diferenciación local de las células en nervios, que a su vez canalizan progresivamente el flujo. Este modelo, denominado *Hipótesis de Canalización*, puede pensarse como un proceso de retroalimentación positiva: por un lado el flujo de *auxina* es canalizado en nervios y procambios; por el otro, altas concentraciones de *auxina* disparan la diferenciación en procambio. En su forma más simple, este modelo no es capaz de generar estructuras reticulares como las que se observan en las hojas reales, sino únicamente estructuras abiertas, tipo árbol. Ésta es una seria limitación del modelo, que varios autores trataron de corregir con éxito variable.

Desde una perspectiva completamente diferente, un grupo de científicos franceses liderado por Yves Couder sugirió que la dificultad intrínseca de la Hipótesis de

canalización se debe a que el mecanismo de difusión de la hormona está asociado a la existencia de un campo de concentraciones de naturaleza *escalar*. El campo escalar representa a una magnitud física que requiere sólo de un número para su identificación. En contraste, el crecimiento en un campo *tensorial* da lugar a redes jerárquicas de manera muy natural. Este campo define en cada punto no sólo un número sino también una dirección, y este ingrediente adicional es el principal responsable de la obtención de estructuras jerárquicas reticulares. Basándose en este concepto matemático, este grupo propuso que, en una hoja, ese campo tensorial podría ser el campo de tensiones que se genera en una hoja en crecimiento. Esta teoría, que denominamos *Hipótesis Mecánica*, se sustenta en el hecho conocido de que las velocidades de reproducción celular de la epidermis y el mesófilo son diferentes. Dado que el mesófilo, siendo un tejido más blando, crece más rápidamente, las células que lo componen sufrirían tensiones de compresión cada vez mayores a medida que la hoja crece. Al superar cierto umbral de tensión, un grupo de células preferiría deformarse para relajar la tensión acumulada e iniciar de ese modo el proceso de diferenciación que da origen a la nervadura. Las evidencias de esta hipótesis son dos. Por un lado, las micrografías en etapas iniciales de la formación de una hoja muestran claramente que los procambios son simplemente un grupo de células deformadas (ver Figura 2). La segunda evidencia es un experimento muy simple que presentaron en el año 2002 los mismos investigadores que propusieron esta hipótesis, con el que mostraron que podían reproducir patrones de nervadura de diferentes tipos de hojas. Este experimento consistió en secar un gel en contacto con un sustrato (que actúa como epidermis). El proceso de creación de grietas en este experimento es equivalente al de formación de grietas en el barro, que explicamos brevemente en el Apartado 2. El mismo grupo francés, ese mismo año, presentó más evidencia experimental de la importancia de las tensiones elásticas en la generación del patrón de nervadura. Junto

## Apartado 2: Grietas y nervios

Miremos la Figura 3. A la izquierda podemos ver la nervadura de una hoja que fue atacada por un gusano que se comió el tejido blando de la hoja. A la derecha observamos la imagen de un patrón de grietas en el barro, fotografiado a la orilla de un río. ¿Hay algo que tengan en común estos dos sistemas naturales? ¿Hay alguna manera de comparar estas dos estructuras más formalmente? Si decidimos que se parecen, ¿esa similitud implica necesariamente que comparten algún mecanismo, por ejemplo, durante su formación?

El primer paso es decidir qué es lo que estamos comparando. Obviamente, el barro y una hoja no se parecen mucho. Los dos sistemas que queremos comparar en este caso son el patrón de nervios y el patrón de grietas. Sin querer, dimos el primer paso: determinamos el sistema bajo estudio. Y al hacerlo, hicimos también una simplificación importante: eliminamos de nuestra observación la composición química del barro, o el mesófilo y la epidermis de la hoja. Como veremos más adelante, estas simplificaciones son esenciales a la hora de construir un modelo.

Volviendo a las imágenes, y sabiendo qué queremos comparar, es tiempo de empezar a observarlas detenidamente y comenzar a realizar una comparación cualitativa:

- Hay nervios gruesos y finos. Hay grietas gruesas y finas.
- Los nervios forman una especie de red. También las grietas.
- Esta red muestra cierta jerarquía: los nervios o grietas más gruesos encierran sectores mayores.

Adentro parecen estar encerrados los nervios o grietas más delgados.

Sabiendo un poco más sobre la evolución de estos dos patrones, podemos decir que esa jerarquía está dada por el tiempo. Es decir: las grietas (y nervios) más gruesos son los que se formaron primero.

Las grietas en el barro se forman porque, a medida que el barro se seca (o que el agua se evapora), la capa superior de barro comienza a achicarse respecto de las capas inferiores, que aún permanecen mojadas. Como las capas de barro están en contacto, la de arriba no puede achicarse de manera homogénea. Lo que hace entonces es fracturarse en los lugares en donde hay mayor tensión acumulada, que de esa manera se relaja.

Este análisis no puede hacerse de forma tan simple con las nervaduras. De hecho hay una diferencia fundamental entre los dos sistemas: Las grietas son ausencia de material; los nervios, no. Sin embargo, estas observaciones y comparaciones cualitativas, aunque superficiales e incompletas, pueden ser el punto de partida para estudiar en profundidad un problema y de esa manera acercarnos un poco más a su comprensión.

con un grupo de biólogos, recolectaron hojas de siete familias distintas y las atacaron químicamente para obtener el esqueleto de las nervaduras. Luego de ello, desarrollaron un procesamiento numérico que les permitió medir con mucha precisión los ángulos, grosores y longitudes de los nervios. A partir del análisis de los ángulos que se forman en los nodos de la red de

nervios, propusieron lo que llamaron un *modelo de fuerza*. Asociando a cada segmento una fuerza de módulo proporcional a su radio y una dirección coincidente con la observada, encontraron que los ángulos que forman los nervios son tales que las fuerzas se compensan. Cuando describamos los resultados que obtuvimos modelando esta hipótesis, volveremos sobre este punto para explicarlo en más detalle. El resultado obtenido por Couder y sus colaboradores refuerza la hipótesis de que las tensiones elásticas influyen la formación de estas estructuras. Además, encontraron que este principio se cumple en todos los grupos de hojas que miraron, lo que le otorga generalidad a la propuesta mecánica.

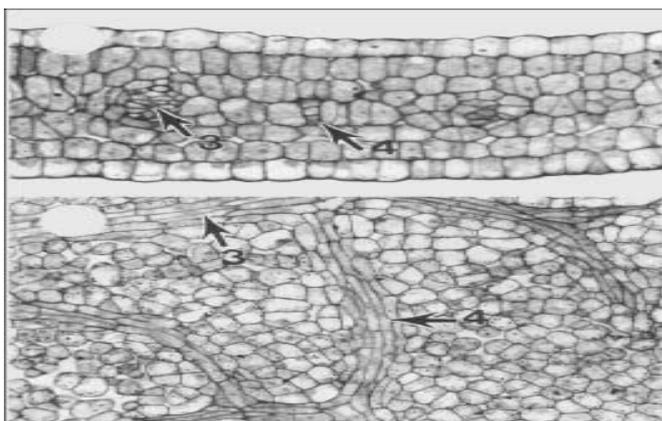
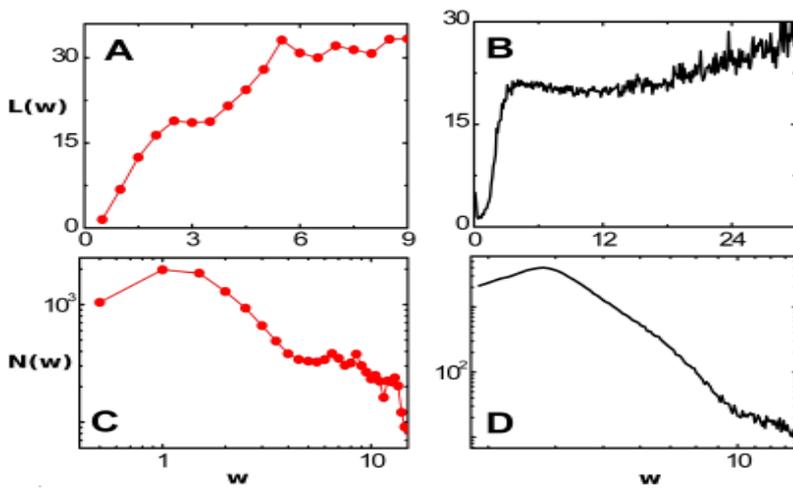


Foto izq.: G. Aurelio. Foto der.: M. F. Laguna.

**Figura 3: Nervadura de una hoja que fue atacada por un gusano (izquierda) y grietas en el barro (derecha). Dos sistemas diferentes con apariencia similar.**



**Figura 4: (A) Analogía mecánica. Las tensiones elásticas están representadas por los resortes dibujados. Los resortes horizontales representan las células del mesófilo, y su desviación respecto de su posición de equilibrio es una medida de la energía de deformación de la célula. Los resortes verticales que conectan las diferentes capas representan la interacción entre el mesófilo y la epidermis. Suponemos que la epidermis crece a una velocidad menor que el mesófilo y que, en consecuencia, el «desajuste» entre las capas crece con el tiempo. Una célula colapsada se representa en este esquema como un resorte horizontal que sufre una presión mayor que la que soporta su límite elástico. Una vez que se alcanzó ese umbral, el resorte sufrirá una deformación permanente. (B) Representación del mesófilo con un grupo de células en estado colapsado. El problema, que inicialmente involucraba tres dimensiones, ahora quedó reducido a dos, ya que únicamente describimos el plano del medio, en donde se encuentran los resortes horizontales.**

### Modelo elástico

Como la Hipótesis Mecánica no había sido analizada desde el punto de vista teórico, decidimos junto a Eduardo Jagla, un físico que trabaja en el Centro Atómico Bariloche, estudiar su factibilidad por medio del desarrollo de un modelo elástico y su posterior implementación numérica.

Aunque no vamos a dar una descripción matemática de nuestro modelo, intentaremos enumerar sus elementos principales. Supondremos que durante el crecimiento, la capa interna de células (el mesófilo) está unido elásticamente a la epidermis. Supondremos también que la epidermis crece a una velocidad menor que el mesófilo y que, durante este proceso, no sufre deformaciones. Debido a la diferencia de velocidades de crecimiento, en el mesófilo se desarrollan tensiones de compresión. Nuestra suposición principal es que las propiedades elásticas del mesófilo son tales, que esta compresión puede dar lugar a un cambio de forma de las células del mesófilo. Tales células se alargarán en la dirección perpendicular a la tensión que sufren.

Describimos entonces el mesófilo como una capa elástica y suponemos que, durante el proceso de crecimiento, una región de la misma puede sufrir un colapso abrupto cuando la tensión acumulada en ese sector supera cierto umbral. Para describir correctamente lo que sucede en las hojas reales, consideramos que este cambio de estado, al que hemos denominado «colapso», es irreversible. En otras palabras: una vez que una región del mesófilo colapsó, esa zona será identificada como el precursor de un nervio y no podrá recuperar su estructura anterior. Un esquema del proceso que acabamos de describir puede verse en la Figura 4, en donde explicamos brevemente nuestro *análogo mecánico* de una hoja.

Con esta idea en mente, construimos un modelo matemático que incorpora las propiedades mecánicas de la hoja a través de la definición de una energía libre que tiene dos mínimos asociados a los dos posibles estados de las células: colapsada o intacta. Utilizamos un algoritmo en el que la elasticidad de las células se supone lineal, mientras que la no-linealidad asociada al colapso irreversible de las células se incorpora a través de un campo escalar local, que denominaremos  $\Phi$  (letra *phi* del alfabeto griego). Ese campo posee toda la información que necesitamos para conocer el campo tensorial completo y el estado del sistema en cada punto de la capa elástica. Como dijimos, existen dos valores de  $\Phi$  preferidos por nuestro sistema, que definen las dos situaciones que queremos describir: células colapsadas (que asociaremos a los procambios) y células intactas (que se encuentran en regiones no deformadas del mesófilo). Para simular el crecimiento de la hoja, hicimos un re-escalado de las variables espaciales del sistema. Esto significa que, a medida que el sistema crece, nuestra capa elástica representa una hoja cada vez más grande. En ese proceso, se van acumulando tensiones que en algunos sectores son lo suficientemente grandes como para provocar un cambio de fase del estado intacto al colapsado. Es de esa manera que los nervios nuevos aparecen en nuestro modelo.

Los patrones que obtuvimos por medio de la simulación numérica del modelo son similares a los de las hojas reales, como puede verse en la Figura 5, en donde se muestran cuatro momentos en la evolución de una de nuestras hojas numéricas. La condición inicial se indica en color más claro y representa las primeras generaciones de nervios que se transmiten genéticamente (y que, como dijimos, son iguales en

## NERVADURA: ¿QUÉ VE UN FÍSICO CUANDO MIRA UNA HOJA?

Ilustración: M.F. Laguna, S. Bohn, S. y E. Jagla.

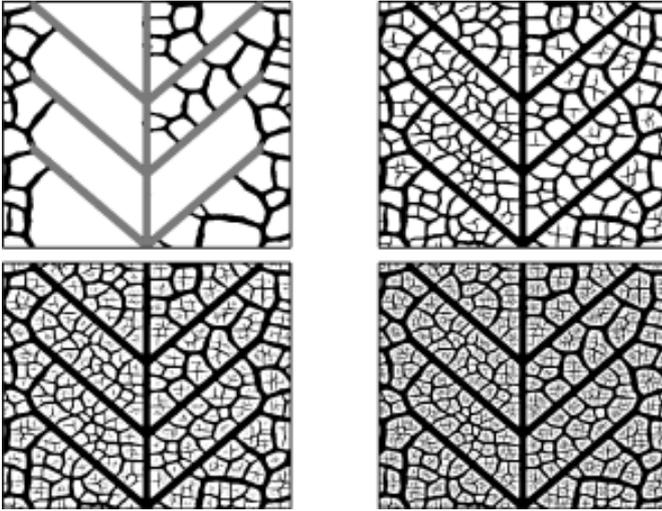


Figura 5: Cuatro «instantáneas» en el crecimiento de una hoja numérica. Cada figura corresponde a un momento diferente de la simulación numérica, que se inicia a partir de la región más clara.

todas las hojas de una misma especie). Observen la estructura jerárquica y altamente conectada del patrón numérico. También es notable el hecho de que los nervios de orden mayor sean más isótropos y que los más delgados posean un extremo abierto que no se conecta a la red global. Todas estas características aparecen en las hojas reales.

Para evaluar si la similitud superficial podía soportar una comparación cuantitativa, hicimos un análisis estadístico de la nervadura de nuestras hojas numéricas. Para eso, procesamos nuestros patrones con el mismo programa que se había usado en el trabajo de los investigadores franceses, de manera de poder com-

parar nuestros datos con los de las hojas reales. En esa etapa de nuestra investigación se unió a nosotros Steffen Bohn, el científico germano-francés que había desarrollado el programa de procesamiento numérico. El procesamiento de imágenes convierte la nervadura en un conjunto de segmentos, nodos y extremos libres, donde cada segmento tiene una longitud y grosor dados. Un esquema del mecanismo usado se muestra en la Figura 6A, en donde un segmento de nervio está definido como la región comprendida entre dos triángulos (que identifican los nodos de nuestra red).

En la Figura 7 comparamos algunas propiedades estadísticas de hojas reales (derecha) y numéricas (iz-

Ilustración: M.F. Laguna.

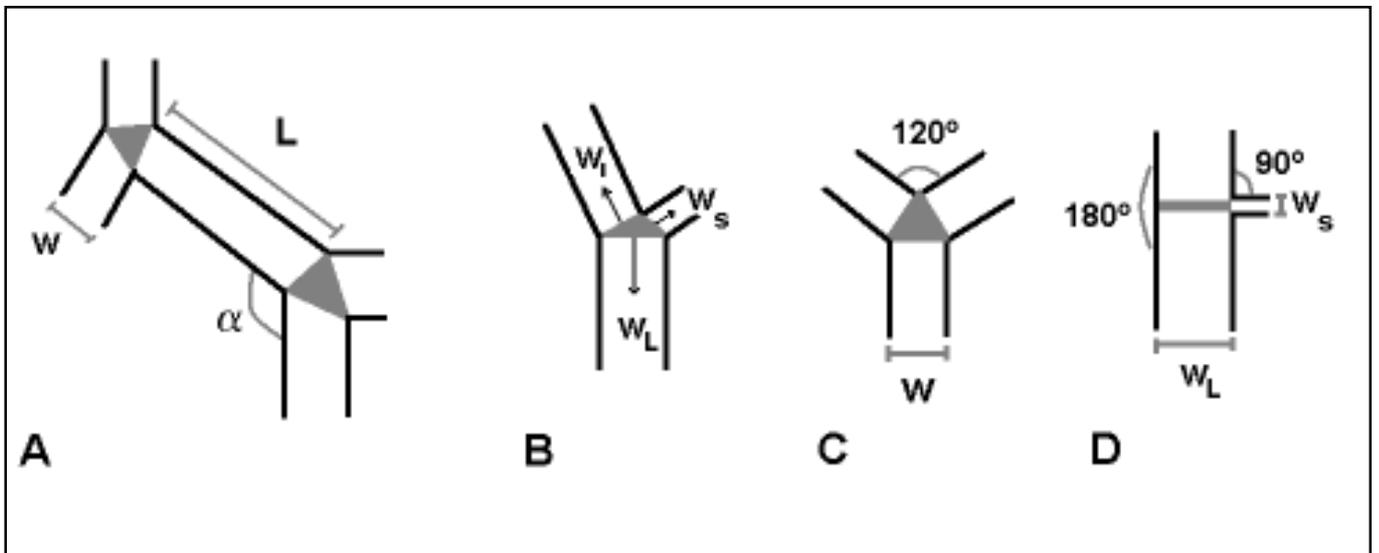
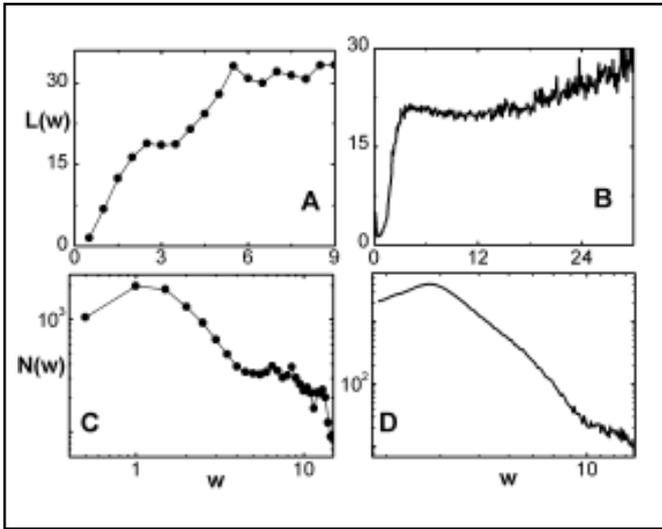


Figura 6: (A) Definición de las características geométricas del patrón. Los nodos se identifican con triángulos grises y definen el lugar en donde se encuentran tres nervios. Un segmento es la fracción de un nervio comprendido entre dos nodos y se caracteriza por su longitud  $L$  y su grosor  $w$ . El ángulo  $\alpha$  se define entre dos segmentos que se encuentran en un nodo. (B) Esquema del modelo de fuerzas propuesto por Couder y verificado tanto en hojas reales como numéricas. Se asigna a cada segmento de nervio una fuerza proporcional al grosor de dicho segmento. Los ángulos que forman los segmentos son tales que la suma de fuerzas en cada nodo es (aproximadamente) cero. (C) Uno de los casos límite en el análisis de los ángulos obtenidos para verificar el modelo de fuerzas. Corresponde a tres segmentos del mismo grosor que forman entre sí ángulos de  $120^\circ$ . (D) El otro caso límite, que corresponde a tener un nervio grueso que es alcanzado por uno delgado. En este caso, se obtiene un ángulo de  $180^\circ$  y dos de  $90^\circ$ .



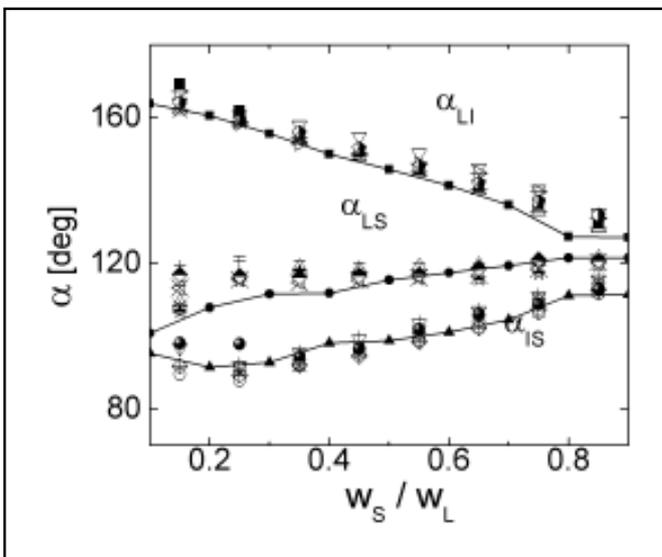
**Figura 7: Comparación entre hojas reales y numéricas. Paneles de la izquierda: Promedio sobre 30.000 segmentos de nervios obtenidos de doce hojas numéricas. Paneles de la derecha: Promedio sobre 120.000 segmentos de nervios obtenidos de ocho hojas reales de diferentes familias. (A) y (B): Histograma de la longitud media de segmentos de grosor  $w$ . (C) y (D): Histograma del número de segmentos de grosor  $w$ .**

quierda). Los paneles A y B muestran el comportamiento de la longitud media de segmentos de nervios de un grosor  $L(w)$  dado, en función del grosor  $w$ . En ambas figuras se observa que los nervios más gruesos tienden a ser más largos que los delgados. Este comportamiento podría deberse a la relajación de tensiones elásticas en un entorno del nervio. Los paneles C y D muestran el comportamiento del número de segmentos de un dado grosor,  $N(w)$  vs.  $w$ . Se observa un decaimiento con ley de potencia en la región de grosores intermedios. Este comportamiento matemático se asocia a las estructuras jerárquicas.

Finalmente, analizamos la relación entre los ángulos formados por los nervios que llegan a un nodo dado. Igual que en las hojas reales estudiadas por el grupo francés, el valor de los ángulos está relacionado con la jerarquía local de los nervios que se encuentran en ese nodo. Para cada nodo, medimos los tres ángulos y los relacionamos con sus grosores (o radios) tal como indicamos en el esquema de las Figuras 6A y 6B. Calculamos los promedios de los tres ángulos y los dibujamos en función del cociente entre el radio más grueso

so y el más fino. En la Figura 8 mostramos una comparación entre nuestros datos numéricos y los de hojas reales. La concordancia es realmente muy buena. El comportamiento se entiende analizando los dos casos límite, que representamos en las Figuras 6C y 6D. En el extremo derecho de la Figura 8, el cociente de radios es igual a 1, porque los tres nervios tienen el mismo grosor. Esta situación corresponde a un nervio que se bifurcó en dos y está esquematizada en la Figura 6C. Como los tres segmentos se crearon simultáneamente, los tres radios son parecidos. Si les asociamos una fuerza a proporcional al grosor, diríamos que los tres segmentos tienen fuerzas de la misma intensidad. En ese caso, los ángulos que forman son de  $120^\circ$ , tal como predice el modelo de fuerzas. Por otro lado, el límite contrario corresponde a un cociente de radios tendiendo a cero, lo que significa que un radio es mucho mayor que el otro. Ése es el caso en el que un nervio delgado llega hasta un nervio grueso, y está representado en la figura 6D. Encontramos entonces un ángulo de  $180^\circ$  y dos de  $90^\circ$ . Este caso también cumple claramente con el modelo de fuerzas. Una variación lineal y continua tiene lugar entre estas dos situaciones.

Los resultados obtenidos refuerzan la hipótesis de que las tensiones elásticas juegan un papel fundamental en el desarrollo de las nervaduras. Sugieren, también, que una descripción completa del fenómeno debería incluir no sólo los efectos genéticos y los origina-



**Figura 8: Comparación de ángulos entre nervios en función del cociente entre el radio más grueso ( $w_L$ ) y el más delgado ( $w_S$ ). El ángulo entre el nervio más grueso y el más delgado se denomina  $\alpha_{LS}$ . El ángulo entre el nervio grueso y el de grosor intermedio es  $\alpha_{LI}$ . Y el ángulo restante, entre el intermedio y el delgado, es  $\alpha_{IS}$ . Los símbolos aislados corresponden a los datos obtenidos de las hojas reales. Las líneas que unen símbolos más pequeños, son nuestras hojas numéricas.**



## Ciencia y Tecnología desde la Patagonia para el país



INIBIOMA



### Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente

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

Quintral 1250 - 8400 San Carlos de Bariloche - Tel. 02944 433040  
[www.comahue-conicet.gob.ar](http://www.comahue-conicet.gob.ar)



dos por la auxina, sino también los efectos elásticos.

La naturaleza parece decirnos que para poder describirla nos falta mucho todavía. Pero si nos enfoca-

mos en nuestro problema particular, quizá el siguiente paso sea construir un modelo que reúna la genética, la bioquímica y la mecánica. Si lo lográsemos, estaríamos más cerca de contestar nuestra pregunta inicial: ¿por qué las nervaduras son como son?

#### Glosario

**Micrografía:** Imagen obtenida a través del microscopio, que permite detallar la estructura microscópica de la superficie observada.

**Paredes lignificadas:** El término se refiere al recubrimiento rígido que poseen los nervios de una hoja adulta, en los que se ha depositado lignina. La palabra lignina proviene del término latino *lignum*, que significa «madera».

**Ley de potencia:** Una ley de potencia es un tipo especial de relación matemática entre dos cantidades. Si llamamos «x» e «y» a dichas cantidades, la ley de potencia es aquella que se expresa como  $y = ax^k$ , donde  $a$  (la constante de proporcionalidad) y  $k$  (el exponente de la potencia) son valores constantes.

#### Lecturas sugeridas

- Sachs, T. (1991). *Pattern Formation in Plant Tissues*. New York: Cambridge University Press.
- Couder, Y. (1999). *Patterns with Open Branches or Closed Networks: Growth in Scalar or Tensorial Fields*. En V.F. Fleury, J.-F. Gouyet, M. Léonetti (Eds.), *Branching in Nature*. Berlin: Springer Verlag, pp. 1-20.
- Buchanan, M. (2007). In a different vein. *Nature Physics*, pp. 3-365 (doi:10.1038/nphys633).
- Laguna, M.F., Bohn, S. y Jagla, E.A. (2008). The role of elastic stresses on leaf venation morphogenesis. *PLoS Computational Biology*, 4 (4), e100055.
- Laguna, M.F., Bohn, S. y Jagla, E.A. (2008). Influencia de las tensiones elásticas en la formación de las nervaduras de las hojas. *Actualidades de la Gerencia de Física*, Centro Atómico Bariloche. En URL: [fisica.cab.cnea.gov.ar/Actualidades/20080909/20080909.html](http://fisica.cab.cnea.gov.ar/Actualidades/20080909/20080909.html)

# LA HISTORIA QUE CUENTAN LAS ALMEJAS

Las almejas que pueblan lagos y ríos patagónicos son un archivo viviente: los anillos de crecimiento de sus conchillas nos revelan información sobre el clima y el ambiente en el que han vivido.

**Anaía L. Soldati**

## Almejas nacaríferas: microingeniería de la naturaleza

La almeja *Diplodon chilensis* es un habitante nativo de los cuerpos de agua dulce ubicados a ambos lados de la Cordillera de los Andes, entre las latitudes de Mendoza y Chubut (para más información, leer además *Desde la Patagonia, difundiendo saberes*, Vol. 2, Nº3: La almeja de agua dulce: su importancia ecológica). Este molusco, del que se han encontrado ejemplares que alcanzan edades cercanas a los cien años, vive semienterrado en aguas profundas y poco profundas. Aunque los adultos de esta especie llegan a medir alrededor de 10 cm de largo y unos 3 cm de alto (ver Figura 1A), generalmente pasan desapercibidos debido al color marrón oscuro de su *periostraco*, una capa muy fina de tejido orgánico que protege la valva por fuera. Debajo de este *periostraco* se encuentra el *ostraco*, la parte más gruesa y dura de la conchilla de *Diplodon chilensis*, compuesta en su mayor parte por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) *biomineral* (ver Glosario). Un corte transversal de la conchilla a nivel del *ostraco* muestra que el  $\text{CaCO}_3$  tiene dos tipos de estructuras distintas en la valva: por un lado, una capa más fina, en contacto con el *periostraco*, que posee una estructura prismática; y por otro, una capa más gruesa ubicada entre la capa prismática y las partes blandas del molusco (ver Figura 1A). Esta última es conocida con el nombre de "nácar" o "madreperla" (ver Figura 1B).

El nácar está compuesto principalmente por carbonato de calcio, el mismo material del que están compuestas la piedra caliza y la cáscara de huevo. Sin embargo, a diferencia de éstas, la estructura del nácar, observada bajo los aumentos de un microscopio electrónico, se asemeja a una "pared de ladrillos" de dimensiones *micrométricas* (ver Glosario y Figura 2). Los "ladrillos" son polígonos muy delgados nanoestructurados de carbonato de calcio y sustancias orgánicas, íntimamente unidas, que presentan unos 10  $\mu\text{m}$  (micrómetros) de diámetro y 0,5  $\mu\text{m}$  de espesor. El "cemento" que une estos ladrillos unos con otros para formar la "pared" de nácar es una capa de proteínas, *polímeros* (ver Glosario) y azúcares. Gracias a este diseño tan particular y al hecho que la estructura está compuesta de elementos orgánicos e inorgánicos, el *biomineral* que forma las valvas de *Diplodon chilensis* es mucho más duro y resistente que otros carbonatos de calcio de origen geológico. Bajo condiciones adecuadas, incluso luego de cientos de años de muerto el molusco, las valvas del mismo pueden llegar a conservarse en un muy buen estado.

## Descubriendo la escala temporal

Durante toda su vida, *Diplodon chilensis* crece en espesor, alto y largo de su valva, depositando año a año una nueva porción de carbonato de calcio. El lugar en donde más material se deposita es el borde de la conchilla a lo largo de todo su perímetro, por lo que comúnmente se habla de la formación de un "anillo" de crecimiento. Así, a través de los años, se observa una sucesión de anillos concéntricos desde el umbo hacia el margen; el umbo es la parte más antigua de la valva de un bivalvo y coincide con el punto en donde se inicia por primera vez la deposición de carbonato de calcio; el margen (es decir, el borde de la valva) es la porción depositada más recientemente (ver Figura 1A). Estudios de proporciones relativas de algunos *isótopos* (ver Glosario) y observaciones experimentales mostraron que los anillos de crecimiento se forman una vez por año a lo largo de toda la vida de la almeja y sirven, por lo tanto, para calcular su edad. Conociendo la fecha de muerte del molusco, es decir, el momento en que fue depositado el último anillo, se puede datar toda la valva en forma regresiva y así

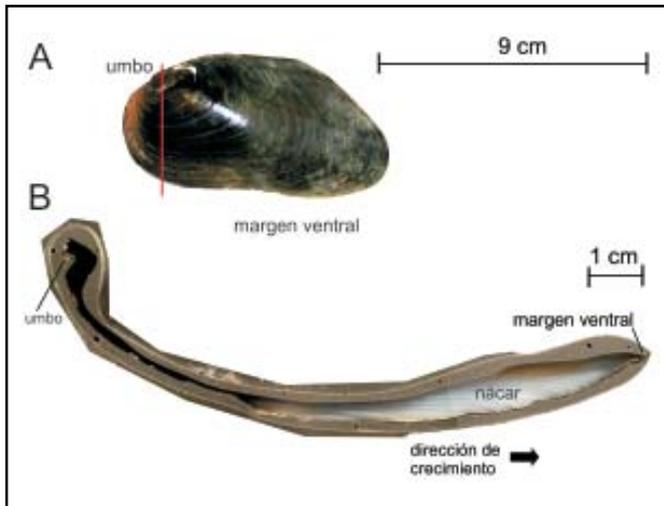
**Palabras clave:** *Diplodon chilensis*, esclerocronología, clima.

### Anaía L. Soldati

Dra. en Ciencias, Universität Johannes Gutenberg, Mainz, Alemania.

Cjo. Nac. de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina – Grupo de Caracterización de Materiales, Ctro. Atómico Bariloche, Argentina.  
asoldati@cab.cnea.gov.ar

Recibido: 02/08/2010. Aceptado: 03/12/2010.



**Figura 1: (A) Valva izquierda de *Diplodon chilensis* mostrando las líneas de crecimiento externas. (B) Sección de la valva obtenida en el sentido marcado con la línea vertical en A, con la superficie externa de la valva hacia abajo. La capa prismática es tan delgada que no llega a observarse. Fotos: modificadas de Soldati et al., 2010 b.**

obtener una escala cronológica que indique la fecha en que se formó cada anillo de carbonato de calcio, desde el nacimiento hasta la muerte de la almeja. Gracias a esta escala, si un anillo determinado de la valva es interesante por alguna característica en particular (por ejemplo, por ser más ancho o más angosto que lo normal) se podrá saber con precisión en qué año fue formado. Dado que las características del crecimiento de una especie están asociadas en mayor o menor medida a lo que ocurre en el ambiente en el que vive, conociendo la fecha de deposición de un anillo en particular, se puede intentar asociar las características de ese anillo (como su espesor, color, composición, etc.) a eventos o características climáticas y/o ambientales ocurridas durante el año en que fue depositado.

Esta técnica usada para definir una escala temporal en la valva se denomina esclero-cronología (del griego *sklhro*: rígido, duro al tacto, seco; *chronos*: tiempo) y se basa en el mismo tipo de métodos prácticos y estadísticos de una disciplina que es usada hace más tiempo: la dendro-cronología (del griego, *dendros*: árbol), que estudia anillos de crecimiento en los troncos de los árboles (para más información, leer además *Desde la Patagonia, difundiendo saberes*, Vol. 5, N° 6: Los lagartos de la Patagonia).

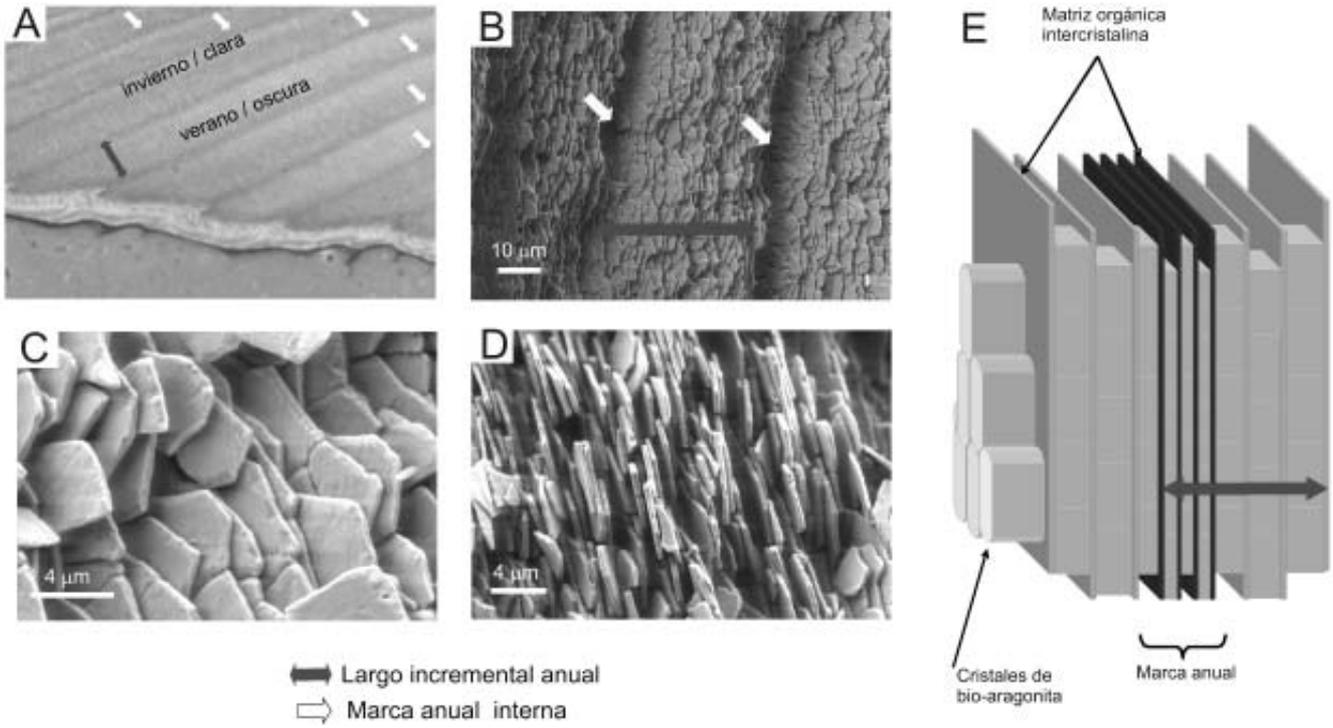
Los primeros anillos de la valva de *Diplodon chilensis* son fáciles de distinguir y contar, ya que el molusco crece a razón de varios milímetros por año (mm/año) durante sus primeros años de vida (la tasa de crecimiento es alta). Sin embargo, a medida que el molusco envejece, crece más lentamente (la tasa de crecimiento es más baja). En ejemplares muy longevos, los anillos se hacen cada vez más y más cercanos, dificultando o imposibilitando un adecuado recuento. Sin embargo, son justamente estas almejas más longevas las más interesantes, ya que pueden brindar información sobre períodos más largos de tiempo. Para estudiar el crecimiento en estos casos se utiliza un método que permite observar los anillos de la valva

desde el interior de la misma, en un corte transversal (ver Figura 1B).

Cortando y puliendo una sección transversal de la valva en dirección perpendicular a los anillos de crecimiento (por la línea, en el caso de la Figura 1A), se obtiene una superficie espejada (ver Figura 1B). En la misma se ve nítidamente una sucesión periódica de "bandas" claras y oscuras, de diferentes espesores. Cada par de estas bandas internas corresponde a un anillo de crecimiento: la banda clara se deposita durante el período invernal y la banda oscura durante la temporada estival. La suma de los espesores de una banda clara y de una banda oscura sucesiva, corresponde entonces a un período de un año. Un tratamiento con el colorante azul Alcian, permite resaltar en distintas tonalidades de color azul las épocas de verano e invierno, y ayuda a visualizar dónde comienza un año y termina el anterior (ver Figura 2A).

Una vez alcanzada la madurez sexual, *Diplodon chilensis* desacelera (o incluso a veces detiene) su crecimiento durante algunas semanas al año, coincidiendo con el comienzo del verano, cuando la almeja canaliza la mayor parte de su energía en procesos fisiológicos relacionados a la reproducción. Durante esta época, los ladrillos de carbonato depositados en la valva son más delgados que durante el resto del año, por lo que la proporción de componentes orgánicos (el "cemento") respecto de los inorgánicos (los "ladrillos") aumenta. Algunos de los componentes orgánicos de la valva son más sensibles al azul Alcian, y se tiñen más intensamente en aquellas zonas donde están más concentrados, dando lugar a nítidas líneas azules denominadas "marcas anuales internas" (ver flechas blancas en la Figura 2A). Esta metodología proporciona una escala cronológica mucho más precisa que el estudio equivalente realizado sobre las líneas de crecimiento externas (observables como repliegues del periostraco sobre la superficie externa de la valva). Incluso, la esclero-cronología en las bandas internas puede utilizarse para datar ejemplares muy longevos en los que las marcas anuales cercanas al margen de la valva aparecen sumamente apretadas debido a la disminución de la tasa de crecimiento que tiene lugar con la edad.

**LA HISTORIA QUE CUENTAN LAS ALMEJAS**



**Figura 2:** (A) Porción de una valva de *Diplodon chilensis* teñida con azul Alcian. Las flechas simples blancas muestran líneas más nítidas (las marcas anuales) que dividen claramente un año del siguiente. La doble flecha negra indica la forma de medir el ancho de una de estas bandas anuales. (B-C-D) Imágenes del aspecto de las láminas poligonales que forman el nácar tomadas con un microscopio electrónico de barrido. (E) Esquema de una valva, mostrando las zonas de crecimiento desacelerado (marca anual) y de crecimiento rápido. Fotos e imagen: modificadas de Soldati et al., 2010 b.

**galilea & Cia**  
Viajes y Ecoturismo  
E.V.yT. Lic.Prov. 11494 Disp. 478/02

**Pasajes nacionales e internacionales**

**Tarifas especiales a docentes y estudiantes**

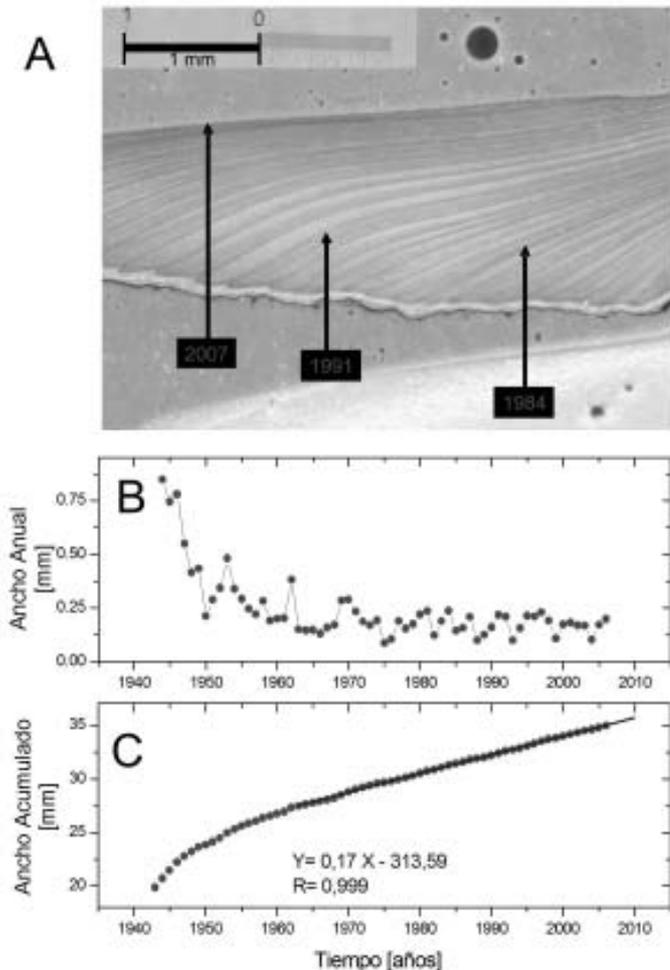
Elflein 89 of. 2 Bariloche Tel. 02944 43 7657

*Naipes Patagónicos*

**Flores de la Patagonia**  
Los bosques y estepas de los Andes patagónicos albergan numerosas flores variadas y coloridas. Este mazo de cartas ilustradas muestra tan solo algunas de su gran riqueza y diversidad. Las imágenes del Joker y del dorso de las cartas corresponden a pinturas rupestres 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.naipespatagonicos.com.ar](http://www.naipespatagonicos.com.ar)



**Figura 3: (A) Valva teñida con azul Alcian de un ejemplar de *Diplodon chilensis* capturado en la laguna El Trébol en 2007, de más de 60 años de edad. Imagen: modificada de Soldati et al., 2010 b. (B) Crecimiento (ancho) de las bandas anuales correspondientes a la valva mostrada en A, medido como muestra la doble flecha negra en la Figura 2A. (C) Crecimiento (ancho) acumulado para la misma valva; se obtuvo sumando año a año el ancho de todas las bandas de crecimiento B. La tasa de crecimiento en los últimos 40 años de vida se calcula como la pendiente de esta curva, y resulta en 0,17 mm por año. Imagen y gráficos: modificados de Soldati et al., 2009.**

### Información sobre el crecimiento

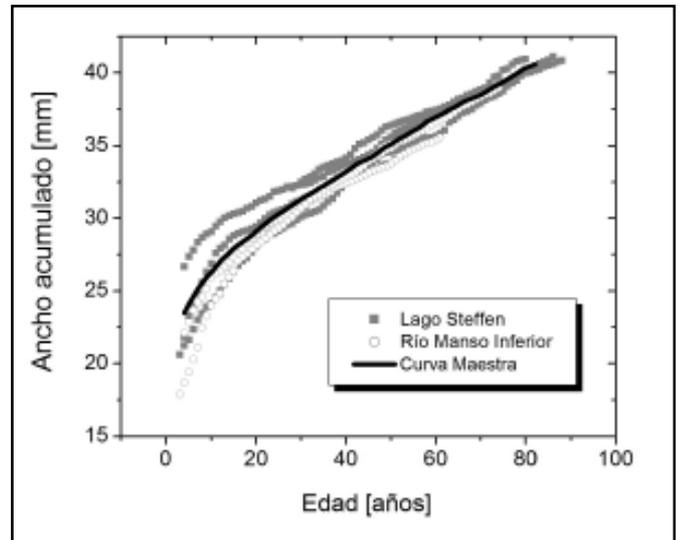
Fotografiando las valvas teñidas (ver Figura 3A) con una cámara digital acoplada a un microscopio de luz reflejada y utilizando una escala con divisiones submilimétricas (ver Glosario y Apartado: Microscopios utilizados) es posible determinar el ancho de cada banda anual (es decir la suma del ancho de las bandas clara y oscura, para un año dado), y así no sólo conocer la edad del individuo, sino también calcular la tasa de crecimiento para un determinado año, en cierta almeja (ver Figuras 3B y C). Para la almeja mostrada en la Figura 3 por ejemplo, que fue capturada en la laguna El Trébol en marzo de 2007, se obtiene una edad mayor a 70 años y una tasa de crecimiento promedio de 0,17 mm/año durante los últimos 40 años (ver Apartados La matemática del crecimiento). Asimismo, algunos ejemplares obtenidos en el lago Steffen y en

### Microscopios utilizados

Las imágenes mostradas en este trabajo fueron tomadas con dos tipos de microscopios: el más simple es un microscopio de luz reflejada, en el cual se utiliza luz para formar la imagen. La muestra no requiere de ninguna preparación especial; distintas lentes de cristal enfocan y magnifican la luz que se refleja del objeto en cuestión y se obtiene una imagen en colores reales -aumentada unas 500 a 1000 veces-, que es captada por una máquina fotográfica digital. Sin embargo, como la física de este microscopio está dominada por las propiedades físicas de la luz (como su longitud de onda), no es posible lograr mayores aumentos. El otro tipo de microscopio utilizado, que permite ver mayores detalles a escalas micrométricas y nanométricas (Ver Glosario), es un microscopio electrónico de barrido o SEM (del inglés, *Scanning Electron Microscope*). En este caso, se obtiene la imagen barriendo la muestra con un haz de electrones en vez de un haz de luz. Los electrones tienen una longitud de onda mucho menor que la de la luz y permiten entonces trabajar con mayores aumentos y con mejor profundidad de campo (esto es, el espesor de la muestra que se puede ver en foco). Debido a la corta penetración de los electrones en la muestra, las imágenes revelan sólo detalles de las superficies, como su relieve, y al no tratarse de luz se pierde la información del color real de la muestra: la imagen está formada por distintos tonos de grises, que se interpretan como distintas intensidades de electrones reflejados. La preparación de las muestras es en este caso algo más engorrosa, ya que en general se requiere recubrir la muestra con una capa fina de grafito u oro, para hacerla conductora a los electrones. Sin embargo, se tiene en compensación la ventaja de poder llegar fácilmente a unos 200 mil aumentos (para más información, leer además *Desde la Patagonia, difundiendo saberes*, Vol. 5, N°6: Para captar el mundo muy pequeño: Los microscopios electrónicos).

**Figura 4: Curvas de crecimiento (ancho acumulado) para 8 ejemplares de *Diplodon chilensis* mayores a 70 años obtenidos en el lago Steffen y en el río Manso Inferior. Nótese que la curva de crecimiento cambia de pendiente alcanzados unos 10 a 15 años de edad, volviéndose muy similar en todas las valvas. La curva maestra da una idea del crecimiento de una almeja característica de esa zona. Gráfico: modificado de Soldati et al., 2009.**

las nacientes de río Manso Inferior, cuyas edades rondaban los 90 y 70 años respectivamente, ayudaron a calcular las tasas de crecimiento de esta especie en esa zona. Los anchos de las bandas anuales variaron entre un máximo de 4,32 mm y un mínimo de 0,02 mm, con un crecimiento promedio de 1,05 mm/año en las secciones más jóvenes (próximas al umbo, <15 años de edad) y de 0,16 mm/año en las secciones



### La matemática del crecimiento

#### Los modelos teóricos que describen el crecimiento

Las valvas de *Diplodon chilensis* están formadas por anillos de crecimiento anuales, que en un corte transversal (ver Figuras 1B y 2A) se observan como una sucesión de bandas claramente definidas. El ancho de cada banda anual (ver doble flecha negra en la Figura 2A) es una medida de lo que ha crecido la valva durante ese año, y por ende la suma de los anchos (ancho acumulado) describe en cierta forma el crecimiento de la valva en el tiempo. Para poder utilizar la información acerca del crecimiento archivada en las valvas, es necesario primero encontrar una función matemática que permita describir las características del crecimiento. El modelo teórico que mejor prediga los datos reales es aquél que se usará luego en los cálculos posteriores. Un método para encontrar el modelo más adecuado es por ejemplo el llamado «método de cuadrados mínimos». En el caso de las valvas de *Diplodon chilensis*, la función que mejor representaría el crecimiento es una curva que crezca mucho al principio (cuando el molusco es joven) y luego se fuera aplanando (cuando el molusco envejece). Si sólo interesa la parte más adulta de la valva (por ejemplo, el crecimiento a edades mayores de los 30 años) el modelo puede simplificarse y el crecimiento se puede representar en forma fidedigna por una línea recta del tipo  $Y(X)=A+B.X$  (como la línea llena

de la Figura 3C). Una medida de cuánto coincide la recta teórica con los datos reales de crecimiento medidos es el coeficiente R; un  $R=1$  significa que coinciden perfectamente, mientras que un  $R=0$  significa que no coinciden para nada. En la Figura 3C, el coeficiente R obtenido es muy cercano a 1, indicando que se ha elegido un buen modelo para explicar como varía el crecimiento de esa valva.

#### Los promedios

A veces es útil conocer como varía el crecimiento anual es decir, cuánto se incrementa el valor de una determinada dimensión de un individuo (largo, altura, etc.) en el lapso de un año, tomando como base un conjunto de años, pero sin evaluar cada año en particular. Para ello se usa un «truco» matemático: se busca el «promedio aritmético» del crecimiento en esos años. En este trabajo se promediaron, por ejemplo, los anchos anuales de las bandas de crecimiento. El promedio (también llamado media aritmética) de un conjunto de mediciones, es la suma de los valores individuales, dividida el número de sumandos. Una medida de la dispersión de los datos individuales alrededor de ese promedio es la «desviación estándar» (SD). Así, un crecimiento promedio de 0,16 mm/año con una SD de  $\pm 0,02$  mm/año indica que el ancho de las bandas anuales observadas en ese conjunto de datos variaron entre 0,14 y 0,18 mm/año.

correspondientes a edades mayores a 30 años (ver Figura 4).

A partir de las curvas de crecimiento de varios ejemplares de un mismo lugar se puede generar una curva de crecimiento teórica para las almejas de ese lugar (también llamada curva de crecimiento "maestra"). Sin embargo, como las curvas a comparar contienen mediciones sucesivas de un mismo individuo, éstas no son independientes. La solución a este tipo de problema es compleja y se resuelve mediante la aplicación de modelos mixtos para datos de longitud. Estudios de este tipo permiten entonces comparar las tasas de crecimiento y longevidades de distintas poblaciones y así inferir acerca de la relación entre el crecimiento y las características ambientales de los lugares en los que viven las almejas.

### Información sobre aspectos climático-ambientales

Otro aspecto interesante de los estudios esclero-cronológicos en las valvas de *Diplodon chilensis* radica en que también permiten hacer inferencias acerca de las condiciones ambientales históricas en que se produjo la deposición de carbonato de calcio. Así, por ejemplo, se pueden observar años en los que las bandas de crecimiento son atípicamente más anchas o más angostas que el resto. Una banda atípicamente ancha significa que durante ese año el ambiente en el que vivía el molusco era extremadamente favorable para el crecimiento (por ejemplo, un invierno de temperaturas más cálidas, mayor cantidad de alimento disponible, etc.), mientras que una banda de un ancho mucho menor al promedio indica un ambiente o un evento desfavorable (por ejemplo, una temperatura media invernal mucho menor de lo habitual, falta de nutrientes, exceso de población, enfermedades, contaminación, etc.). El estudio de estas variaciones puede entonces arrojar luz sobre eventos climáticos y ambientales que ocurrieron durante la vida de la almeja, abarcando incluso un período de tiempo mayor al promedio de una vida humana!

### Almejas haciendo historia

Las almejas de agua dulce no eran desconocidas para las poblaciones nativas de la región, quienes hace más de 5.000 años atrás utilizaban su carne como un complemento dietario, usando también sus valvas ocasionalmente para confeccionar cuentas y adornos de nácar. Como mencionamos en la primera parte, el nácar de *Diplodon chilensis* es un material biológico - o biomaterial- muy resistente al paso del tiempo, de allí que muchas de las valvas encontradas en sitios arqueológicos se hayan conservado enteras y en un muy buen estado. Aunque en algunas de ellas el periostraco se encuentra parcial o totalmente destruido, las bandas de crecimiento internas se mantienen

intactas. El estudio esclero-cronológico de las mismas brinda, por lo tanto, una oportunidad única de estudiar las variaciones ambientales y climáticas características del ambiente en que vivieron estas almejas patagónicas en épocas anteriores a cualquier registro instrumental.

---

## Glosario

---

**Biomíneral:** mineral sintetizado por un organismo vivo.

**Isótopo:** átomos de un mismo elemento químico, que difieren en su número de neutrones en el núcleo. Por ejemplo dos isótopos del oxígeno son el  $^{16}\text{O}$  y  $^{18}\text{O}$ : ambos tienen 8 protones en el núcleo, pero el primero tiene 8 neutrones y el segundo 10.

**Micrómetro:** es la millonésima parte de un metro.

**Nanómetro:** es la milésima parte del micrómetro.

**Polímero:** material formado por la repetición de una unidad estructural o cadena de moléculas.

**Submilimétrico:** dicese de algo más pequeño que un milímetro.

---

## Lecturas sugeridas

- Soldati, A., Jacob, D., Schone, B., Bianchi, M. y Hajduk, A. (2009). Seasonal periodicity of growth and composition in valves of *Diplodon chilensis patagonicus* (D'Orbigny, 1835). *Journal of Molluscan Studies*, 75, pp. 75-85.
- Soldati, A., Götzlicher, J., Jacob, D. y Vicente Vilas, V. (2010 a). Mn speciation in *Diplodon* shells: a XANES study. *Journal of Synchrotron Radiation*, 17, pp. 193-201.
- Soldati, A., Jacob, D., Bianchi, M. y Hajduk, A. (2010 b). Microestructura y polimorfismo en valvas recientes de *Diplodon chilensis patagonicus* (D'Orbigny, 1835). *Gayana*, 74, pp. 61-69.
- Johannes Gutenberg Universität Mainz. *Biomíneralisation*. En URL: [www.biomin.uni-mainz.de](http://www.biomin.uni-mainz.de)

## DESDE LA PATAGONIA

# ACERCANDO LA CIENCIA A LOS JÓVENES: UNA INICIATIVA DEL INSTITUTO BALSEIRO

*Cada año, el Instituto Balseiro invita a estudiantes secundarios de la Argentina a participar de un concurso en el que se premian las mejores monografías sobre temas referidos a la ciencia y la sociedad.*

## ¿Qué es el Instituto Balseiro?

El Instituto Balseiro (IB), que funciona en instalaciones del Centro Atómico Bariloche (CAB) en la ciudad de San Carlos de Bariloche, Argentina, es un centro de formación de profesionales en las carreras de Física, Ingeniería Nuclear e Ingeniería Mecánica. El IB nace en 1955 a partir del acuerdo entre la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), quien aporta las instalaciones y el soporte financiero y la Universidad Nacional de Cuyo, que otorga los títulos y designa el plantel docente. El sistema de enseñanza es original en el país, y se basa en la convivencia de estudiantes y profesores-investigadores con dedicación exclusiva, en el acceso directo a los laboratorios de investigación del CAB. La interacción CAB-IB es una de las mayores ventajas de la educación en el Instituto, pues permite que sus estudiantes (todos ellos becados) se formen en un ámbito de investigación científica y de desarrollo tecnológico.

La CNEA, al crear el IB hace más de 50 años, realizó una apuesta muy fuerte al darle prioridad a la formación de recursos humanos de excelencia en el área de ciencia y técnica. Se pensó que el hecho de



Foto: Colaboración becarios 2010.

**Figura 1: A la entrada del Instituto Balseiro.**

disponer de recursos humanos de la máxima capacitación tendría un alto impacto para el país, tanto en actividades nucleares como en las no nucleares. En la actualidad, los profesionales egresados del IB contribuyen al desarrollo científico con la ejecución de contratos con la industria en diversos temas de desarrollo y de ingeniería no convencional, y también a través de numerosas publicaciones anuales en revistas de prestigio internacional.

## ¿Cuál es la relación con los estudiantes secundarios?

Con el objetivo principal de acercar los científicos y su trabajo a la sociedad, y en particular a la educación media, desde 2002 el IB ha instituido la Beca Instituto Balseiro. El fin es estimular el interés por temas científicos en los jóvenes y facilitar una visita de los más destacados al IB.

**Figura 2: En el Laboratorio de Físicoquímica de Materiales.**



Foto: Margarita Ruda.

## EN EL NIVEL MEDIO

Por **Margarita Ruda\***

**Figura 3: Conociendo el SEM (microscopio electrónico de barrido)**

### ¿En qué consiste la Beca Instituto Balseiro?

En una pasantía de una semana en el Centro Atómico Bariloche y el Instituto Balseiro. Las actividades incluyen visitas a laboratorios, asistencia a seminarios científicos y realización de experimentos. También se visitan otros sitios interesantes, como la empresa de tecnología INVAP o el taller del luthier Raúl Pérez (ver la nota en *Desde la Patagonia, difundiendo saberes*, Vol. 3(4) o Radio Nacional. La beca, que cubre los gastos de traslado, alojamiento y alimentación, se financia con aportes del CAB-IB, de la Fundación YPF y de la Fundación Madanes.



Foto: Colaboración becarios 2010.



Foto: colaboración becarios 2010.

### ¿Quiénes pueden participar?

Todos los estudiantes de los dos últimos años de las escuelas y colegios de enseñanza media del país. Desde el 2002 se han becado en cada año unos quince alumnos y dos profesores provenientes de casi todas las provincias argentinas.

### Ése es el premio. ¿Qué hay que hacer para obtenerlo?

Cada participante debe escribir una monografía de forma individual sobre un tema que es diferente cada año. Los títulos han sido muy variados: "La ciencia argentina en el bicentenario: pasado, presente y futuro" (2010), "La ciencia y la ciencia ficción" (2009), "Cómo entender un fenómeno físico mediante un experimento sencillo" (2007), "¿Estudiar ciencias? ¡Nooo... es horrible!" (2003).

### ¿Cómo se evalúan los trabajos?

En la evaluación se tienen en cuenta la originalidad en el tratamiento del tema, la claridad de ideas, el estilo de escritura y los antecedentes de los alumnos. El número de trabajos a evaluar varía año a año, oscilando entre 400 y 900 monografías que provienen de entre

**Figura 4: Visitando el reactor de investigación RA-6.**

## DESDE LA PATAGONIA

Foto: Colaboración becarios 2010.



**Figura 5: Becarios del año 2010 con los certificados que acreditan su pasantía en el Instituto Balseiro.**

250 y 400 escuelas de todo el país. Por ello, la tarea de selección es ardua, involucrando la participación de muchos científicos del Centro Atómico Bariloche y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). El jurado recibe y analiza los trabajos evaluados para la selección final de los becarios. En el año 2010 formaron parte del mismo los Dres. Sergio Suárez, Alejandro Butera, Fabiana Laguna, Gabriela Aurelio, Alex Fainstein y Fabricio Brollo.

### ¿Y los resultados?

Es muy alentador ver el creciente interés en el concurso que se observa año a año. A muchos de los becados la experiencia les ayuda en la elección de una carrera científica, pero el objetivo del concurso va más allá de eso y pretende acercar la actividad científica que se realiza en el CAB-IB a toda la comunidad a través de las escuelas secundarias. Para los científicos involucrados es esperanzador el contacto con jóvenes inquietos e interesados en la ciencia.

### Para concluir

Nada mejor que releer la nota escrita por los primeros becarios al finalizar su estadía en 2002, etapa crítica en la Argentina desde lo social, económico y político.

“Esta oportunidad no significa sólo un reconocimiento a los autores y profesores de los trabajos elegidos: es el puntapié inicial en el intento de

lograr un acercamiento entre la sociedad y la ciencia. La importancia de este acercamiento radica en que es indispensable lograr un vínculo que conecte al desarrollo científico-tecnológico de un país con el bienestar general de su población.

Sin embargo, esta meta se vuelve inalcanzable cuando un factor clave como la educación se encuentra tan debilitado. En nuestro país, con 18 millones de habitantes bajo la línea de pobreza, se dificulta enormemente lograr la internalización de la ciencia y la tecnología en la cultura cotidiana.

Pero, ¿cómo construir este puente? Mediante propuestas como ésta que permiten a la juventud expandir su pequeño mundo para experimentar una realidad diferente. La inesperada respuesta a esta convocatoria refleja que los adultos del mañana creemos que existe una salida que podemos construir. Encontramos con la ciencia y la tecnología cara a cara dentro de este centro educativo nos permitió ver claramente que la interacción de estos tres factores es realmente un impulso clave para el crecimiento de una nación.

Siendo testigos del trabajo, esfuerzo y dedicación que llevan a cabo diariamente los investigadores y alumnos, descubrimos que las relaciones humanas tienen un importante papel dentro de esta institución. Es notable cómo el individualismo es desplazado por el trabajo en conjunto y coordinado, donde la comunicación cumple un rol fundamental”.

*\*Nota editada con autorización del Comité Organizador de las Becas Instituto Balseiro a partir de la información disponible en : <http://www.ib.edu.ar/becaib>*

## RESEÑA DE LIBRO

### *Hotel Los Andes*

**Pablo Bestard, con la participación de Ana María de Mena y Franco Mattighello. 2009.**

Educo-Universidad Nacional del Comahue.  
Neuquén, Argentina. 63 páginas ilustradas en blanco y negro.

**Reseña realizada por Liliana Lolich**

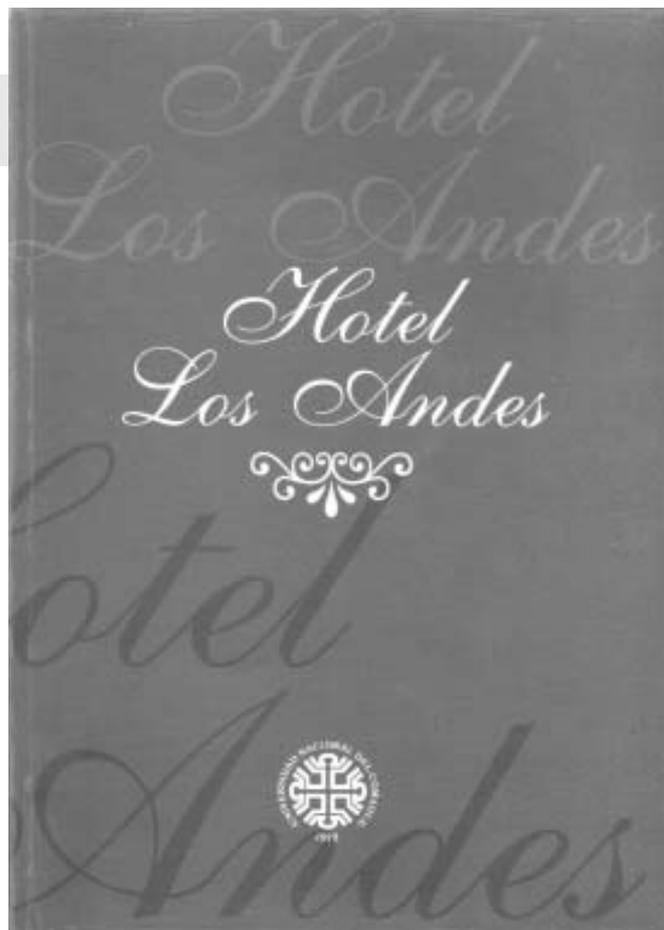
CONICET y CRUB-Universidad Nacional del Comahue

lolich@crub.uncoma.edu.ar

La arquitectura, entendida como documento, permite abrir un abanico de historias que dan lugar al registro de testimonios ausentes en la historiografía tradicional. De allí la importancia de su preservación como patrimonio histórico y como espacio de la memoria, ya que contribuye a conformar la identidad cultural de cada lugar donde nos toca vivir. La relevancia de estos mensajes y sus correspondientes gestiones de protección ha sido comprendida por Pablo Bestard al asumir la responsabilidad de dirigir el proyecto de extensión "Rescate histórico de San Martín de los Andes: puesta en valor turístico-recreativa. Proyección de identidad" de la Facultad de Turismo de la Universidad Nacional del Comahue.

El libro que aquí reseñamos, entendido como un trabajo de divulgación, reúne los méritos propios del esfuerzo compartido por un grupo de profesionales, preocupados por establecer una conveniente conexión entre patrimonio y turismo como alternativa sustentable. Un meritorio proceso desarrollado para alcanzar los objetivos propuestos los ha llevado a la búsqueda de antecedentes históricos enriquecidos con entrevistas y relatos orales, adentrándose en el rescate del patrimonio intangible, conformado por memorias, tradiciones, emociones y vínculos sociales, que constituye la razón de ser de toda concreción edilicia. Los testimonios obtenidos humanizan la descripción arquitectónica, en este caso, un antiguo hotel, y ayudan a que cobre vida en la evocación de las personas involucradas y las fotografías de época que ilustran la publicación.

Las indagaciones realizadas han permitido a los autores presentar las biografías de quienes estuvieron más directamente involucrados con el origen del hotel y rescatar las historias de género, asignando el merecido lugar a las mujeres que también participaron en la construcción de la Patagonia como espacio conquistado.



Las biografías de Primitiva Insaurralde, Guy Harnett Dawson, Galeazzo Galeazzi, la familia Bickel, Rodolfo "Pichón" Gómez y los relatos del célebre poeta chileno, Pablo Neruda, como huésped incógnito exiliado de su país, ilustran adecuadamente el tema central de la publicación: el hotel Los Andes (luego, Hostería Parque de los Andes), construido en 1937 en el paraje El Oasis por el Ing. Gael Palacios Molina. Está incluido en el listado de edificios históricos protegidos por el municipio local, para el cual se valoran tanto los aspectos que lo identifican con el período correspondiente a la gestión Bustillo en Parques Nacionales (morfología, superficie, paredes de piedra, techos de pizarra, emplazamiento, parquización, etc.) como su significación dentro del desarrollo turístico local.

Esta publicación aporta al conocimiento y reconocimiento de un testimonio de la arquitectura modesta, consolidando lazos de pertenencia e identidad cultural. Si bien algunos pasajes del texto requerirían una revisión, creemos que el rescate de la memoria de quienes el tiempo relegó al anonimato, es un adelanto necesario frente a tantas ausencias historiográficas sobre el patrimonio arquitectónico de la Patagonia. En suma, esta publicación aporta un valioso registro de uno de los hoteles más importantes de la ciudad hasta que, en la década de 1970, se construyó el moderno y controvertido hotel Sol de los Andes.

# EXPEDICIÓN AL EVEREST

Por Carlos J. Galosi

## De Argentina a Nepal

Más de 20 meses pasaron desde que comenzó a gestarse el proyecto para poder concretar este sueño, instalado en el corazón de un grupo de cinco amigos bariloenses. El objetivo de ascender a la montaña más alta del mundo con la primera expedición Argentina se conjugó con el compromiso de promover el andinismo en nuestro país, principalmente entre los jóvenes, que es la actividad que elegimos como filosofía de vida. Era el inicio de una utopía, de un deseo, que poco a poco se fue transformando en un camino, en el que sólo se podían dar pasos concretos con mucho trabajo en equipo. Así se sumaron muchos otros amantes de la vida al aire libre (como Francisco Minieri Saint Beat, Augusto Rodríguez Larreta del Banco Hipotecario, Diego Fenoglio, Monse y Carlos Ayala, Goyo Zidar, Juan Carlos Carzalo, la empresa Makalú, Damián y Willie Benegas), que apostaron por nosotros en este emprendimiento avalado por una de las instituciones con más trayectoria en actividades de montaña de la Argentina, el Club Andino Bariloche.

Varios fueron los meses de entrenamiento y preparación antes de viajar a Katmandú, la capital de Nepal, lugar donde comenzamos a vivir la cultura y el mundo Sherpa por primera vez. Un clima de espiritualidad mezclado con bocinas y tránsito alocado.

Una vez en Nepal luego de un corto vuelo desde Katmandú, llegamos a la primera aldea, Lukla, que se sitúa a 2.750 metros sobre el nivel del mar, desde donde comenzamos la aproximación de casi diez días hasta el Campamento Base, ubicado a una altitud de 5.360 metros. La distancia no era excesiva; de hecho, caminábamos poco, unos 15 kilómetros por día, para poder así hacer una buena base de aclimatación, sin ascender más de 400 metros de desnivel por jornada (ver apartado: *Altitud y aclimatación*).

### Carlos J. Galosi

Prof. Nac. en Ed. Física con especialización en Actividades Recreativas de Montaña, Diplomado como Preparador Físico Nac. Nivel 1, Ctro. Reg. Univ. Bariloche, Univ. Nac. del Comahue.  
Miembro y preparador físico de la Expedición Argentina-Everest 2010.

galosicharly@hotmail.com

## La aclimatación

Al final de los valles nepalíes, se encuentran las paredes más elevadas de la cadena del Himalaya. Del lado norte de las cumbres se encuentra Tíbet y sobre el sur del monte Everest está el valle del Khumbu, donde nos encontramos con un glaciar viviente, un río helado y con gigantes bloques de hielo que se mueven lentamente, hasta desplomarse en el fondo del valle. En el sector más plano de la quebrada se encuentra el Campamento Base. En esta pequeña ciudad de tela, plagada de carpas, teníamos muchas comodidades: tiendas de campaña individuales para dormir, carpa comedor y cocina, baños y duchas con agua caliente, comida de primera calidad, comunicación satelital y todo lo necesario para que una expedición de dos meses esté bien abastecida.

Durante los primeros días, nos acomodamos y descansamos, mientras nos seguíamos aclimatando para poder estar en mejores condiciones físicas a la hora de subir hacia los campos altos. Para sentirse bien a estas altitudes, hay que ejercitar la paciencia y moverse tranquilo.

A pocos metros del Campamento Base comenzaba la cascada del Khumbu, que se convertiría en el lugar con mayor exigencia técnica de toda la montaña. Para poder ingresar a la misma tuvimos que hacer una ceremonia sherpa llamada *Puja*, en donde un *Lama*, quien cumple funciones similares a las de un sacerdote cristiano, nos bendecía dándonos protección para poder subir. El pueblo sherpa es nativo del Himalaya y vive a más de 4.000 metros sobre el nivel del mar. Los sherpas son el alma de las expediciones. De hecho, suelen trabajar como porteadores, por su gran conocimiento de la montaña y por su fortaleza física y destreza para moverse en ella.

Varios fueron los viajes realizados hacia los campamentos de altura llevando material y tratando de forzar subir más metros a medida que pasaban los días, para lograr un estado óptimo ante la exposición a la altura. Así, durante unos 25 días nos movilizamos entre los distintos campamentos, ascendiendo desde el Campamento Base hacia el Campamento 1 (ubicado a 6.000 m), hacia el Campamento 2 (a 6.450 m) y hacia el Campamento 3 (7.300 m): descendíamos, descansábamos y volvíamos a subir material, para así

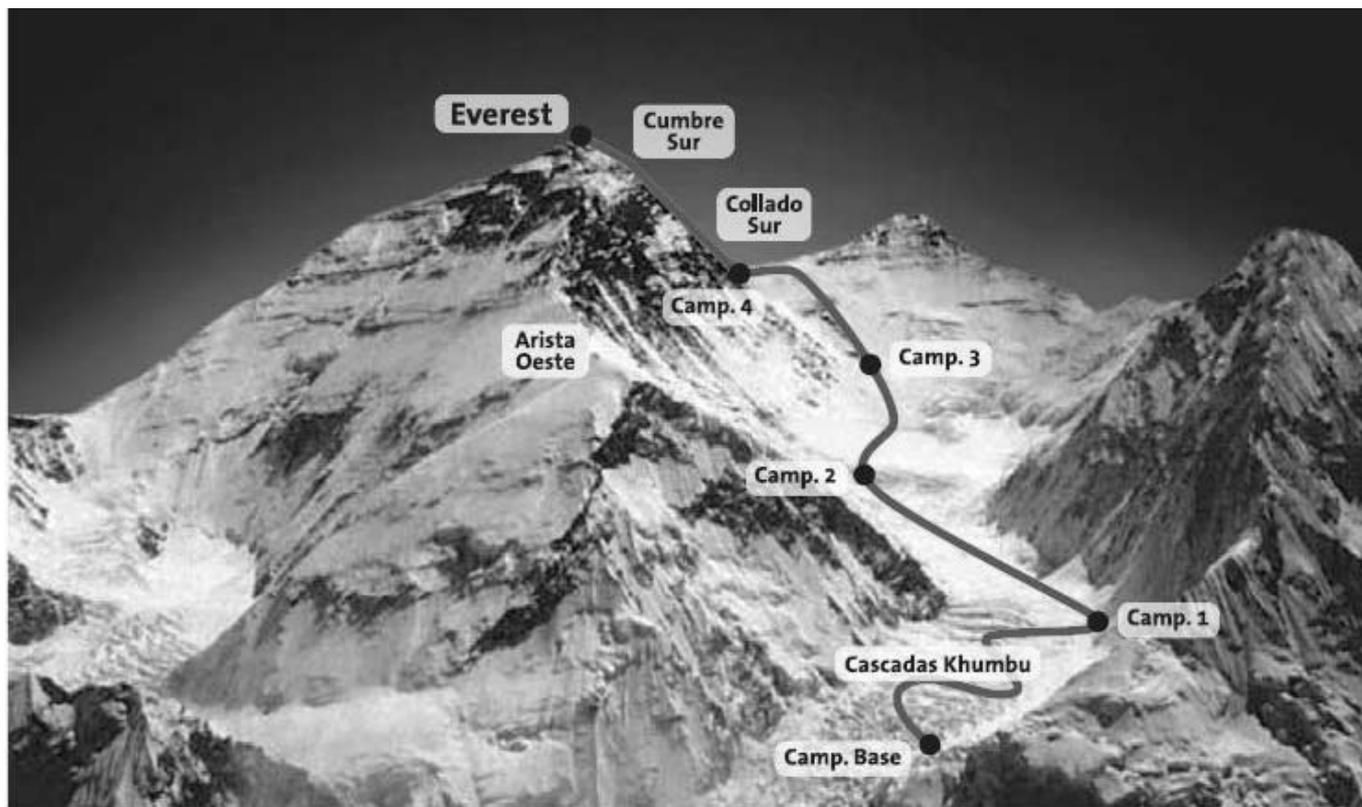


Imagen: Maricella Fuccilo.

## Trayecto a realizar para llegar a la cima del Everest. Ubicación de los distintos campamentos.

completar los ciclos y tiempos fisiológicos. Una vez equipada la montaña, descendimos a los valles para oxigenarnos más y estar listos para subir el Everest de forma completa.

### El ascenso

Junto con nosotros había aproximadamente treinta expediciones de unos veinte países. En las demás expediciones que estaban en el Campamento Base se vivía una "fiebre de cumbre", cierta ansiedad por esa ventana de buen clima que permitiría el ascenso final. Nuestro grupo estaba muy tranquilo, descansamos y con paciencia esperamos, manteniendo la motivación, hasta que se vio por los pronósticos satelitales la posibilidad de ascender el día 23 de mayo.

En la mañana del 19 de mayo comenzamos el ascenso a la cumbre. Atravesamos la cascada del Khumbu y llegamos hasta el Campamento 2, donde termina el Valle del Silencio. Allí dormimos y descansamos un día. El 21 de mayo llegamos nuevamente al Campamento 3, en la pared del Lothse, y el 22 al mediodía al Campamento 4, en el Collado Sur (ubicado a 8.000 m). Allí comenzó el día de

cumbre, ya que éste era el último campamento de nuestro ascenso. Nos hidratamos, dormimos unas horas, y esa misma noche partimos hacia la cumbre.

Caminamos en la oscuridad durante horas con temperaturas de hasta  $-35^{\circ}\text{C}$ . Intentábamos calentarnos aumentando nuestro ritmo de marcha, pasando incluso a gente de otras expediciones. Cuando empezó a amanecer, comenzó el disfrute total de nuestros ojos, al ver la sombra del coloso proyectado sobre todo Tíbet. Las montañas de 7.000 metros de altura, que veíamos desde los valles como enormes moles, ahora se encontraban varios cientos de metros abajo. Nuestro grupo se movía en forma compacta,



Foto: Damián Benegas.

**Cumbre del Everest (8848 msnm), 23/05/2010.**

## DESDE LA PATAGONIA

trabajando juntos para poder llegar al mismo ritmo a la cumbre.

El sueño se hacía realidad de a poco, con cada paso sobre la arista final hacia la cumbre, en cada segundo vivido en la cima y en el corazón de todos los que nos empujaron hacia arriba. Se hizo muy dura esta última parte, desde el Collado Sur hasta la cumbre, por el frío, el cansancio acumulado, la falta de oxígeno y el peso del equipo. Sin embargo, todo ese dolor y sufrimiento corporal, así como la incertidumbre emocional, desaparecieron el 23 de mayo a las 08:23 de la mañana, cuando alcanzamos los 8.848 metros, la cumbre de la montaña más alta del mundo, la mayor altura a la que el hombre puede acceder por sus propios medios.

Habíamos cumplido nuestro objetivo conjunto, gracias al esfuerzo y la constancia de un grupo de amigos que compartíamos la misma pasión: el amor por la montaña, un amor que empezó de chicos saliendo a caminar por nuestros senderos, aprendiendo de los montañistas más experimentados del Club Andino Bariloche, y trabajando en la Comisión de Auxilios de nuestro club para ayudar a las personas que tienen problemas en la montaña.

### Cómo vivimos la cumbre

Al llegar a la cima lo primero que hicimos los cinco integrantes de la expedición fue abrazarnos. Luego nos sacamos fotos y grabamos videos en los que se refleja la enorme carga emotiva de ese momento. Cada uno contó con algunos instantes de soledad para observar la belleza que estaba a nuestros pies. Los cientos de montañas que nos rodeaban y el azul del cielo, más intenso que nunca, conjugaban un entorno increíble, al que sumamos la bandera argentina en la semana del Bicentenario. Llamamos al Campamento Base por radio VHF y desde ahí se comunicaron con nuestras



Foto: Carlos Galosi.

familias, en Argentina, para contarles que los cinco integrantes habíamos logrado hacer cumbre.

Yo particularmente le agradecí a Dios y a la Virgen de Lourdes, el regalo que estábamos recibiendo y le pedí que nos protegiera en el descenso. También pensé en el objetivo y vi trascender la cumbre hacia nuestras familias y todas las personas que nos apoyaron, que lo estaban disfrutando en sus casas tanto como nosotros. También pensé en todos aquellos a quienes podríamos transmitir en algún momento el mensaje de amor a la montaña y a la naturaleza, sabiendo que con perseverancia, tenacidad y sin rendirnos, los sueños pueden hacerse realidad.

El descenso apremiaba. Después de permanecer 35 minutos en la cumbre, emprendimos el regreso al Campamento Base. El pertenecer a la Comisión de Auxilios del Club Andino Bariloche nos dio la posibilidad de ayudar a varias personas que estaban en problemas. También bajamos algo de basura de expediciones anteriores y todo nuestro material, que cada vez era más pesado, al desarmar los distintos campamentos. Fue un descenso durísimo y recién comenzamos a sentir el logro de la cumbre en la seguridad del Campamento Base.

### La vuelta a casa

La llegada a la Argentina fue uno de los momentos más lindos que nos tocó vivir, luego de los 70 días de estar en Nepal. Tuvimos un recibimiento totalmente inesperado. Sentimos que de verdad el objetivo estaba cumplido y que podíamos transmitir un logro doblemente simbólico: juntos somos más.

Nuestro mayor anhelo es poder marcar un hito en las actividades de montaña de nuestro país y poder inspirar a muchos, sobre todo a niños y jóvenes, a realizar actividades al aire libre. Este ascenso, que significa para nosotros el haber concretado un sueño y que constituye un hito en nuestras vidas, nos lleva a querer transmitir a todos que con esfuerzo y sacrificio y amando lo que uno hace, los sueños se pueden cumplir, aunque sólo sea un pequeño ejemplo para los que vienen atrás.

---

**Integrantes de la expedición:** Dir. Gral: Francisco Minieri Sant-Beat; Jefe y Médico: Ramón Chiocconi; Documentación y Finanzas: Marcelo Deza; Campamentos: Alvar Puente; Imágenes: Leonardo Proverbio; Preparación Física: Carlos Galosi.

---

**Primeros porteos desde el Camp. Base al Camp. I. Cascadas Khumbu.**

## Altitud y aclimatación

Por Ramón Chioconci

### Síntomas con historia

Hace dos mil años, durante un período de sangrientas guerras civiles en la China entre las dinastías Qin y Han, el general chino Du Qin le desaconsejó al Emperador enviar tropas a la región de Cachemira (o Kashmir), ya que éstas deberían cruzar las montañas del "Gran Dolor de Cabeza", del "Pequeño Dolor de Cabeza" y las "Colinas de la Fiebre", como eran llamadas en aquel entonces. Los chinos, además, consideraban que un ininterrumpido flujo de "buen aire" era necesario para la continuidad de la mayoría de los seres vivos. No fue sino hacia fines del siglo XVI que el jesuita español José de Acosta relacionó estos síntomas (agrupados con el nombre de "soroche", "puna" o "mal de altura") con los cambios que se producen en el aire a medida que se asciende.

### El aire pesa

Quinientos años antes del comienzo de la era cristiana, el matemático, explorador e inventor griego Empédocles demostró que el aire ocupa espacio y posee peso, utilizando la clepsidra, un recipiente de arcilla o cobre con una apertura en su parte superior y varios pequeños agujeros en su parte inferior. Con ella mostró cómo el agua contenida en su interior no salía, si al sacar la clepsidra del agua, la boca superior permanecía tapada. Mucho tiempo después del experimento de Empédocles, durante el siglo XVII, Gasparo Berti, un matemático, astrónomo y físico italiano, logró demostrar la existencia de vacío, es decir, un volumen de espacio con muy pequeña cantidad de materia, en el que la presión gaseosa resulta mucho menor que la presión atmosférica, mostrando, en consecuencia, que el aire tiene "sustancia" y peso, como sostenía Aristóteles. Berti fue, al mismo tiempo, el creador del primer barómetro, instrumento utilizado aún hoy para determinar la presión atmosférica. Unos pocos años más tarde, en 1648, Florin Perder demostró, utilizando el barómetro recién inventado, que a mayor altura el aire pesa menos.

### Los cambios en el aire y su impacto sobre el cuerpo

A 5.500 metros sobre el nivel del mar, la presión atmosférica se reduce a la mitad, y en la cumbre del Everest (a 8.848 metros sobre el nivel del mar) la presión es sólo una tercera parte de la que se registra cuando estamos en la playa. Sin embargo, se puede ascender a la cumbre, siempre y cuando se lo haga "respetuosamente".

Para llegar a los tejidos y células del organismo, el oxígeno atraviesa las paredes de los alvéolos e ingresa a la sangre principalmente por la diferencia de las presiones de los gases en los alvéolos y en la sangre. Como la presión externa disminuye conforme se aumenta en altura, también disminuye el flujo de oxígeno, y por lo tanto la presión de oxígeno en la sangre. A partir de los 2.500 metros de altitud, la escasez de oxígeno provoca síntomas en el organismo humano, tales como dolor de cabeza, náuseas, vómitos, insomnio, cansancio, vértigo; a este conjunto de síntomas se lo denomina "mal de altura". En casos extremos aparecen patologías más graves, como el edema pulmonar de altura y el edema cerebral, que pueden causar la muerte.

### Cómo manejar el mal de altura

Para minimizar o evitar estas patologías, los expertos recomiendan ascender lentamente a partir de los 2.500 metros de altitud, no dormir a más de 300 o 500 metros de desnivel respecto de la noche previa, y repetir dos noches a la misma altitud cada dos días de ascenso. Existen además algunos medicamentos para tratar las patologías por la altura en caso de que la estrategia de aclimatación no fuera suficiente para evitarlas. Sin embargo, el mejor y más eficaz tratamiento es el descenso a alturas menores, siendo a veces un descenso de 500 metros suficiente para curar un mal de altura severo, o incluso un edema pulmonar.

Si bien el ascenso a montañas de alturas tan extraordinarias como las que se encuentran en el Himalaya es posible tomando los recaudos necesarios, la vida permanente por encima de los 5.000 metros de altitud resulta imposible, ya que la exigencia y el desgaste a los que es sometido el organismo supera sus posibilidades de recuperación. Por consiguiente, la permanencia sin oxígeno suplementario por encima de los 8.000 metros sólo es posible durante escasas horas: de allí que las cumbres que alcanzan dicha altura -únicamente 14 en el mundo y todas en la cordillera del Himalaya, en Asia- sean llamadas "zona de la muerte".

### Ramón Chioconci

Médico especializado en medicina de montaña (Diploma Unión Internacional de Asociaciones de Alpinismo, *International Society for Mountain Medicine*, *International Commission for Alpine Rescue*).  
Presidente del Club Andino Bariloche, Argentina.

violeram@bariloche.com.ar

# ECOS REVOLUCIONARIOS EN LA PATAGONIA

Algunas perspectivas para el debate en torno a dos momentos importantes de la historia argentina, la Revolución de Mayo y el primer Centenario, y su significación en la historia de la Patagonia.

**Pamela B. Desutter y Silvana P. Pastene**

La Revolución de Mayo es considerada el acontecimiento que marca el comienzo de la construcción de nuestro país como tal. Sin embargo, debemos tener en cuenta que no ha significado lo mismo para todas las provincias que hoy lo conforman ni para todos sus habitantes, puesto que sus realidades pasadas han sido totalmente disímiles. Sin embargo, mediante la construcción de una historiografía oficial se pretendió, durante los procesos de consolidación del Estado-Nación, homogeneizarlas imponiéndoles un pasado común. Hoy, que conmemoramos los primeros doscientos años de existencia nacional, nos parece oportuno comenzar a darle a ello un significado propio, ya que la historia de la Patagonia no fue ni es un espejo de la historia rioplatense.

En el marco de las Jornadas Interescuelas de Historia que se realizaron en Bariloche del 28 al 31 de octubre de 2009, un grupo de estudiantes y graduados de historia tuvimos la oportunidad de entrevistar a dos reconocidos historiadores, como lo son Waldo Ansaldi y Tulio Halperín Donghi. Sus respuestas en torno a cómo han trabajado y utilizado el concepto de *revolución* a lo largo de sus trayectorias nos aportaron muchos elementos para intentar acercarnos a dos momentos emblemáticos de la historia argentina: la Revolución de Mayo y su centenario. Nuestra intención última con este análisis es promover una reflexión sobre el Bicentenario en relación con la visión del "ser

nacional", con la intención de hacer visibles aquellos actores/sectores que fueron ocultados y en perjuicio de los cuales se construyó nuestra nación.



Foto: Daniela Gineste.

**Figura 1: Conferencia de apertura de las Jornadas Interescuelas de Historia 2009. (De izquierda a derecha) Daniel Nataine, ex-decano del CRUB; Alcira Trincheri, departamento de Historia de la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional del Comahue; Pedro Barreiro, decano de la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional del Comahue.**

## La revolución como asignatura pendiente

Al definir el concepto, Waldo Ansaldi hace una distinción entre revolución política y revolución social. Entiende la primera como "una revolución que solamente altera la estructura del poder en un estado sin modificar la sociedad", y la segunda como "la cumbre del cambio social en la medida en que trastoca el conjunto de la sociedad y también el poder político (...) ese trastocamiento es el resultado de un conjunto de luchas sociales que en general son luchas de clase que se construyen de abajo hacia arriba". Aclara a continuación que una revolución política puede o no producir finalmente una revolución social.

En este sentido, Halperín Donghi advierte que solía hacer uso de la definición formal de revolución, como lo han hecho muchos otros historiadores, tomando

**Palabras clave:** revolución, patagonia, centenario, historia oficial.

**Pamela B. Desutter** (1)  
pmdesutter@yahoo.es

**Silvana P. Pastene** (1)  
paola.pastene@gmail.com

(1) Estudiantes avanzadas del Profesorado y la Licenciatura en Historia, Ctro. Reg. Universitario Bariloche-Univ. Nac. del Comahue, Argentina.

Recibido: 30/08/2010. Aceptado: 11/11/2010.

como modelo la secuencia de episodios que formaron parte de la Revolución Rusa de octubre de 1917, e intentando equipararla con otros procesos aparentemente revolucionarios. Sin embargo, este historiador señala que al pretender hacer uso de esta comparación para analizar las revoluciones latinoamericanas, se dejan de lado las particularidades de cada proceso revolucionario y el tipo de cambio que estos episodios introdujeron en el equilibrio entre los distintos sectores. Es decir, si lo que se considera una verdadera revolución debe responder a las características de la Revolución de Octubre, entonces, desde 1917 a esta parte, las revoluciones genuinas serían apenas un puñado de las que conocemos. En contraposición, cuestiona que en América Latina se suele denominar revolución a todo cambio político posterior a las primeras revoluciones de independencia. Ejemplo de ello en nuestro país son la "Revolución Libertadora" o la "Revolución Argentina", que no han sido más que un cambio de régimen político. Asimismo, Halperín Donghi propone que el único cambio social brusco, que merecería llamarse revolución luego de la Revolución de Mayo en nuestro país, ha sido el surgimiento del peronismo. Por estos motivos, se ha visto en la necesidad de resignificar el término "revolución", aceptando una definición más amplia que permitiera dar cuenta de procesos pasibles de ser comparados, pero con ineludibles particularidades. De allí que considere como una revolución "un cambio político que aspira a ser total (...) toda revolución tiene la ambición de marcar un nuevo comienzo", aunque ése no sea necesariamente su desenlace.

Waldo Ansaldo retoma la idea de Theda Skocpol, una socióloga y científica política norteamericana contemporánea, quien entiende la revolución como un proceso que comienza con una situación revolucionaria y tiene un desenlace revolucionario; Ansaldo, sin embargo, considera importante incorporar el concepto de *revoluciones sociales frustradas*, ya que las situaciones revolucionarias son frecuentes, aunque no así los resultados revolucionarios. Este concepto ayudaría a entender algunos procesos latinoame-

ricanos en donde, pudiendo haberse producido una revolución social, finalmente ésta no se dio, por mostrar la correlación de fuerzas un resultado negativo. Para una mejor comprensión, explica que en el proceso de ruptura de la dominación colonial en Latinoamérica y el Caribe, se produjeron tres situaciones que constituyen claramente revoluciones sociales frustradas: la haitiana en 1802, la de Morelos e Hidalgo en México, en 1811 y la de la Banda Oriental (hoy Uruguay) con Artigas, en la segunda década del siglo XIX. En el Río de la Plata, hubo una fuerte confrontación de propuestas de orden alternativo que culminó en la batalla de Cepeda en 1820: por un lado, un proyecto de revolución social de la mano del artiguismo, que planteaba una real reestructuración de la propiedad de la tierra; y por el otro, el de aquellos que pensaban que el proceso podía demorarse detrás de la máscara de Fernando VII.

Finalmente, aclara que la Revolución de Mayo fue una revolución política que formó parte de un conjunto más vasto de revoluciones, en donde se planteaba la construcción de un Estado nacional donde antes había un Estado colonial; la construcción de una nación donde no la había; la construcción de condiciones para una mejor inserción en la economía mundial y el pasaje de una sociedad estamental a una sociedad de clases, de una sociedad cerrada a una sociedad abierta. Entre 1810 y 1815 se da el período más claramente revolucionario, pero en 1816 el Congreso de Tucumán proclama la independencia y 23 días después declara, por decreto, el fin de la revolución y el comienzo del orden, aunque el proceso continúa hasta la muerte de Artigas en 1820, marcando ello la derrota definitiva del ciclo revolucionario. A partir de ahí, podríamos decir que los sucesivos acontecimien-



**Figura 2: Tulio Halperín Donghi y Waldo Ansaldo (segundo y cuarto de izquierda a derecha respectivamente) en las Jornadas Interescuelas de Historia 2009, Bariloche.**

tos que se han denominado revoluciones, no lo fueron. Según Ansaldi, en la Argentina la revolución es una asignatura pendiente.

### Patagonia, dos veces conquistada

Si hacemos un repaso del contexto en el que surge la Revolución de Mayo, veremos que la nueva dinastía borbónica que se instala a principios del siglo XVIII en el poder español inicia un proceso de reordenamiento para intentar fortalecer su posición en las relaciones con las colonias americanas. A través de una serie de reformas administrativas y políticas, la nueva monarquía busca instaurar un auténtico Estado absolutista, burocrático y expansionista, al mismo tiempo que intenta eliminar a las potencias extranjeras del comercio hispanoamericano, principalmente a Inglaterra y su poderío naval. Con ese objetivo crea en 1776 el Virreinato del Río de la Plata, buscando controlar a la incipiente elite criolla que empezaba a conformarse, por medio de subordinación de la economía americana a la del Imperio.

Con respecto a la cuestión indígena, durante el período borbónico se consolida una cierta paz en la frontera. La Corona fomenta, como estrategia de dominación, el intercambio comercial entre ambas sociedades a través de los *parlamentos* o juntas diplomáticas entre autoridades coloniales y jefes indígenas. De esta manera intensifica la dependencia del indígena al circuito mercantil, con el objetivo último de incorporarlo a la sociedad colonial. Paradójicamente, participar de este circuito resultará estratégico para la subsistencia de las sociedades indígenas.

Si analizamos la bibliografía existente, encontraremos trabajos como el de Carla Manara y Gladys Varela, quienes plantean como hipótesis que el proceso emancipatorio en la frontera surandina tardaría unas décadas en sentirse como un conflicto propio. Ello se debería a que, en esta zona, continuaban siendo influyentes las lealtades a la Corona española, ideas realistas que fueron mezclándose con las nuevas ideas revolucionarias, generando un entramado diferente al del resto del virreinato. Para fines del siglo XVIII los indígenas habrían aceptado la paz con los hispanos manteniendo las fronteras abiertas e interactuantes, ya que las buenas relaciones interétnicas incrementaban las ventajas comerciales. Este vínculo de intercambio habría llevado a que algunas de las tribus, como los pehuenche y los mapuche, se mantuvieran fieles a los realistas ante el avance de los independentistas, que no reconocerán posteriormente los beneficios adquiridos por éstos con la Corona. Esta situación explicaría por qué los últimos realistas no quedan totalmente desarticulados, a pesar de haber sido vencidos en 1818 en Chile. Por el contrario, se reorganizan, trasladándose a los valles neuquinos y conformando una resistencia armada, encabezada por

Vicente Benavides y los hermanos Pincheira que, a modo de guerrilla, continúa actuando en nombre del rey de España hasta 1832. Esta resistencia se encuentra organizada en una red de centros de operaciones conformados por las migraciones de distintos grupos -que ingresaban del otro lado de la cordillera, huyendo de los efectos de la guerra a muerte iniciada contra los indígenas-, y fue financiada y respaldada por el virrey del Perú, quien no sólo los alienta, sino que les garantiza auxilio económico procedente de Cádiz. Estos grupos heterogéneos, conocidos como "montoneras fronterizas", constituirán una fuerza contrarrevolucionaria, desafiante de la hegemonía del poder central en construcción, y será el último exponente del poder español en América.

La lejanía de las tierras patagónicas en relación a los centros de poder político y los múltiples focos de lucha a los que debían enfrentarse las nuevas Repúblicas, permiten que las tierras al sur del río Colorado permanezcan inmunes por varias décadas. De esta manera, las prácticas socioculturales, así como el circuito mercantil de ganado pampeano que venía funcionando desde el siglo anterior entre los habitantes de ambos lados de la cordillera, logran mantenerse con cierta autonomía a pesar de las revoluciones independentistas.

Estos acontecimientos nos demuestran que la Revolución de Mayo y el proceso que se inicia con ella y que culmina en 1820, constituye un asunto netamente rioplatense que deja de lado por varias décadas a las periferias surandinas, hasta que se hace necesaria la ocupación de estas tierras para consolidar el modelo económico-político que comenzará a gestarse durante las últimas décadas del siglo XIX.

Jorge Pinto Rodríguez analizó las diferentes fases por las que pasaron las relaciones entre el indígena y el español o criollo en el espacio fronterizo que se fue consolidando desde la Conquista hasta el año 1900 aproximadamente. En su análisis se ve claramente cómo se fue modificando esta relación en pos de los intereses económicos de la Corona española primero y de los Estados nacionales luego. En la primera fase, la conquista española será de personas, ya que lo que interesaba era conseguir la mayor cantidad de mano de obra para la extracción de metales. A lo largo del tiempo, se irá conformando un espacio fronterizo en las zonas periféricas del Imperio, como la Araucanía y las Pampas, en el que no habrá una relación directa con las metrópolis, pero se irán gestando redes comerciales entre ambas sociedades creando un vínculo más fructífero y menos conflictivo entre ellas. La última fase será la desintegración de este espacio fronterizo entre 1850 y 1900, debido a la configuración de los Estados nacionales y a la articulación de sus economías al mercado internacional. En esta etapa, la conquista -ya no de la Corona, sino del Estado nacional-



**Figura 3: Leyenda inscrita en el monolito del Cerro Villegas.**

nantes luego del período formativo del Estado argentino -la llamada Generación del 80- comienzan a hacerse visibles y a multiplicarse proporcionalmente. Entre ellos, se cuentan la escasa población, medios de comunicación y de transporte poco desarrollados, un mercado financiero inexistente, dificultades a la hora de obtener tierras para expandir las fronteras y la inestabilidad social, para mencionar sólo algunos.

La idea de progreso indefinido que primaba en el pensamiento occidental europeo al finalizar el siglo XIX, guía las acciones de aquel sector dominante; sin embargo, las mencionadas limitaciones y el atraso, se presentan como grandes obstáculos para su realización, al tiempo que los conflictos sociales y políticos se agudizan a medida que avanza el proyecto modernizador. La dirigencia argentina debe adaptar el sistema productivo a esa idea de progreso, lo cual implica imponer un marco de organización y funcionamiento social coherente con este nuevo perfil que toma el sistema productivo y las relaciones de dominación.

En la misma década del 80 se dan a conocer los primeros resultados de la campaña de conquista del “desierto”, esa empresa de carácter militar y político que cumplió en gran medida los anhelos que durante décadas mantuvieron los gobiernos argentinos, al avanzar en la incorporación efectiva del territorio de las tierras patagónicas, hasta entonces bajo el dominio de grupos indígenas. La incorporación de nuestro país a la división internacional del trabajo, y con ella la necesidad de ampliar las áreas productivas, impulsó a los gobernantes a anexar las tierras indígenas al territorio del Estado argentino. La necesidad de establecer la línea de frontera se debió, por un lado, al conflicto de límites con Chile, y por otro, a la intención de frenar los circuitos comerciales que se mantenían entre ambos lados de la cordillera, ajenos al control estatal. La dinámica en las fronteras, hasta ese momento, estaba

será del territorio, ya que para consolidar el modelo agroexportador, la elite dirigente necesitará extender su dominio sobre la tierra.

### **Centenario: ¿quiénes y qué festejaron?**

Durante la segunda mitad del siglo XIX, la economía agroexportadora se incrementa aún más que en las primeras décadas de ese siglo, gracias a la demanda externa, que crecía por los impulsos de la llamada Segunda Revolución Industrial europea. Durante ese período y tal como lo plantea Oscar Oszlak, las actividades productivas tradicionales fueron sufriendo ajustes y desplazamientos, tanto por las nuevas posibilidades tecnológicas como por los cambios en las condiciones políticas internas que generaban nuevas oportunidades e intereses, movilizandó así a nuevos agentes económicos. A pesar de esta creciente actividad incentivada por la apertura económica –recordemos que los impuestos sobre el comercio exterior se convirtieron en la principal fuente de recursos del Estado-, las limitaciones y obstáculos al desarrollo económico pretendido por los sectores que emergen como domi-

dada por ese “mundo indígena” que, mediante reiterados acuerdos y tratados, habían logrado una precaria e inestable pacificación. Pero violentamente se ponía fin a un mundo fronterizo hasta entonces de difícil acceso y fuera del control de las autoridades. Y las campañas, que se dieron entre 1879 y 1885, significaron para las etnias indígenas la exclusión material y simbólica en el proceso de construcción de una nacionalidad y una nación argentinas. Las parcialidades indígenas fueron desarticuladas y arrinconadas sobre los Andes, luego de lo cual fueron anexadas para su puesta en producción más de 15.000 leguas de tierras, quedando el territorio bajo la soberanía del Estado nacional.

Teniendo en cuenta que la Patagonia se sabía poblada, a pesar del uso simbólico y estratégico de la palabra «desierto», la historiografía oficial, como lo explica Delrío, contribuye a borrar las huellas de los vencidos, convirtiendo retóricamente a los indígenas en ancestros simbólicos de la nación. Esto favorece la homogenización discursiva y política del país en términos de una nación de “raza” blanca, cuyos proyectos públicos intentan llevar a la región a lo que por entonces se entendía por “progreso”. En esa dirección también se orienta la intención de incorporar asalariados sedentarios, ya sea asimilando al indígena sobreviviente o “importando” extranjeros, para desarrollar el nuevo modelo pecuario pretendido por las elites dominantes.

Una vez conquistado el territorio deseado, el siguiente paso fue la concentración de éste en pocas manos. La Patagonia fue protagonista de una operación inmobiliaria encubierta mediante la utilización de argumentos de tono racista. Las mejores tierras y sus recursos fueron entregadas en grandes estancias. Así, no sólo se despoja al antiguo habitante, sino que además se confirma la presunta intención de “poblar la Patagonia” como la mayor mentira del naciente Estado-Nación. Una bajísima densidad de población -un habitante por cada 26 kilómetros cuadrados según el Censo de 1895- se combinaba en la Patagonia con la consolidación del latifundio, es decir, inmensas extensiones de tierras con un único propietario, que no realiza en su propiedad inversiones ni en infraestructura ni en mano de obra, sino que la conserva con fines especulativos.

Se acercaba el Centenario de la llamada Revolución de Mayo mientras comenzaba una etapa histórica distinta, en la cual la autoridad, el orden y el progreso, serían los pilares fundamentales del nuevo régimen conservador. Como bien lo expresa Mirta Lobato, la lógica política de entonces consiste en que un grupo reducido de personas ejerza el poder, al tiempo que consolida una máquina electoral con el control de las listas de electores masculinos y de las mesas receptoras de votos y el uso de diversos mecanismos de fraude.

En un intento por identificar mejor las caras del Centenario, podemos ver que mientras en el centro de poder del país se consolida una clase dominante oligárquica, políticamente conservadora, beneficiaria del modelo agroexportador ya consolidado, otra parte de la sociedad es disminuida de distintas formas. O bien arrasada, como la población originaria; o perseguida, como los gauchos, acusados de holgazanes, vagos y bandidos, reducidos a troperos o peones; o bien reprimida y expulsada, como la gran inmigración ultramarina, que debía con su sangre y educación europea hacer grande esta nación, pero que amenazaba los intereses de la clase dominante.

La ideología oligárquico-liberal sirvió para “disimular” la historia de las luchas de clases, las profundas desigualdades y la explotación de las grandes mayorías. Quienes persistían en afirmar su diversidad, frente al afán homogeneizador del Estado nacional, fueron percibidos como un peligro para la identidad colectiva o como seres inferiores que aún no habían alcanzado el mismo grado de civilización. Así lo determinaba el discurso formal, aquel elaborado para otras regiones y sectores de la Argentina, para privilegiados de la elite intelectual, científica, estatal y política del centro porteño.

El Centenario fue entonces el festejo del triunfo de ese sistema, que destruyó todo obstáculo para alcanzar el “orden y el progreso”. La prosperidad económica, las costumbres parisinas, el avance indefinido, “el granero del mundo”, eran disfrutados por unos pocos. Los demás estaban condenados al atraso, a la ignorancia, sometidos a un nuevo “caudillismo” terrateniente y arcaico, impensable sin la política centralista de Buenos Aires. En mayo de 1910, en medio de los festejos del Centenario, también se implantaba el Estado de sitio y se censuraba a la prensa.

### El cambio de paradigma

Cuando reflexionamos sobre las dos realidades descriptas previamente, podemos identificar que muchas de las relaciones que se consolidan en esos años siguen presentes en nuestros días. Buenos Aires sigue siendo el centro del poder político del país; desde allí se siguen planificando las formas de relacionarse con el interior. El proyecto de Estado nacional que en su momento fue el que se impuso, dejando otras realidades afuera, otros actores que fueron excluidos o sometidos en esa construcción, sigue vigente. Sin embargo, esos sectores, desde un lugar de resistencia, han logrado reconstruir su identidad y están comenzando a hacerse visibles. En la Patagonia, hoy podemos decir que los pueblos originarios están luchando por recuperar su lugar en la historia.

Halperín Donghi analiza esta nueva situación como el comienzo de un cambio de paradigma. Toma en consideración que hasta hace muy pocas décadas la



Foto: Alejandra Bartoliche.

**Figura 4: Imagen extraída del diario digital Bariloche 2000, del día martes 6 de octubre de 2009, en el marco de la llamada Semana de las Libertades. Fuente: [www.bariloche2000.com](http://www.bariloche2000.com).**

noción básica en torno a la que se analizaban todas las problemáticas era la noción de clase; el foco del conflicto político era el foco del conflicto social en la fábrica. Ahora aparecen otros conflictos, como el étnico, que si bien en la Argentina tiene todavía un valor metafórico y marginal, ha tomado en otros países de Latinoamérica un lugar central, como es el caso de Guatemala, Bolivia y Ecuador.

Particularmente en la Patagonia (también en el norte y noroeste del país), este nuevo paradigma tiene más fuerza que en las regiones centrales del país, y esta tensión la vemos reflejada por ejemplo en la controversia que genera la estatua de Julio A. Roca en el Centro Cívico de San Carlos de Bariloche, y en otras ciudades de la región. Aquí, se erige como símbolo que conmemora la conquista («Roca es el hombre que nos robó», dice Halperín Donghi, recogiendo la voz de los mapuche); pero en Buenos Aires, refiere la creación de un régimen político cuyo principal legado fue haber implantado un modelo que permitió el mantenimiento de la República posible.

### **El rol del historiador**

Hemos planteado dos realidades enfrentadas que hoy vemos plasmadas en las diferentes formas de pen-

sar el pasado y el presente de nuestro país. Por un lado, las diferentes elites gobernantes que impulsaron los diversos procesos mencionados, y por el otro, los sectores subalternos o marginados por las medidas y rumbos tomados por los primeros, que padecieron y en algunos casos resistieron. Los recientes festejos por el Bicentenario han generado acalorados debates, con posturas y reivindicaciones extremas y diversas. Hay quienes idealizan esa Argentina próspera de principios de siglo, que incluía a unos pocos, y se lamentan por haberla perdido; y también están aquellos que realizan un análisis crítico de esa realidad, en el intento de pensar un modelo de país más inclusivo. En este contexto nos preguntamos cuál sería el rol del historiador hoy, pensando siempre en pos de un futuro mejor. Los autores entrevistados plantearon al respecto posturas diferentes que aquí exponemos para el debate: para Tulio Halperín Donghi, el historiador debe siempre estudiar historia y aportar, desde sus propias curiosidades e intereses, una visión del pasado que parta de su experiencia personal del presente. Le resulta alarmante “que se crea que los historiadores pueden dar respuestas más autorizadas que otros, sobre todo en cuanto al futuro (...) lo que realmente me molesta es

la idea de que los historiadores tienen una autoridad especial en cuanto historiadores, creo que eso no es así y que podríamos funcionar más libremente si de pronto no nos sintiéramos que en cuanto nuestra opinión es decisiva tenemos en nuestras manos el futuro del país, eso es una ilusión peligrosa”.

Waldo Ansaldi, por su parte, va más allá de su propia profesión, y habla del papel que, a su entender, deberían cumplir los científicos sociales o los intelectuales en general. Expresa que en la actualidad hay una tendencia muy fuerte a pensar la historia como un proceso en curso que afecta la vida contemporánea. Por lo tanto, la historia y la historiografía pueden y deben ocuparse del tiempo reciente. Ante esto, corresponde que el historiador tenga una posición de compromiso frente a la realidad en la que vive, con el afán de explicar esa relación continua no extinguida entre el pasado y el presente. Este último es susceptible de ser analizado como un objeto historiográfico, y cualquiera que trabaje en el análisis de la sociedad, ya sea del presente o del pasado, tendrá una obligación ética y ciudadana de fijar una posición frente a los procesos en curso, lo que no implica tener una postura política partidaria.

Por nuestra parte, consideramos que un intelectual que no puede comprometerse con su presente pierde perspectiva y sólo produce conocimiento para unos pocos. Como plantea Ansaldi, quizás la principal función del historiador, o de los intelectuales, debiera ser poder dar cuenta a la sociedad de lo que está aconteciendo para allanar el camino. Agregamos y compartimos también las palabras del historiador español Josep Fontana, quien dice en su libro *La historia de los hombres*: “en la medida en que el historiador es quien conoce mejor el mapa de la evolución de las sociedades humanas, quien sabe la mentira de los signos indicadores que marcan una dirección única y quien puede descubrir el rastro de los otros caminos que llevaban a destinos diferentes, y tal vez mejores, es a él a quien corresponde, más que a nadie, la tarea de denunciar los engaños y reavivar las esperanzas de volver a empezar el mundo de nuevo”.

Una forma de comprometerse es aportar a la reconstrucción de las historias regionales y locales, que formarán parte de las diversas historias y voces que deben escucharse, pues qué clase de país podremos proyectar si continuamos reproduciendo la historia nacional tradicional en la que algunas voces son negadas o silenciadas, como las de los pueblos originarios, las mujeres, los obreros, los marginados.

“Si la historia la escriben los que ganan, eso quiere decir que hay otra historia”. Esta frase, tan conocida y utilizada entre los sectores populares y por todos aquellos que siempre fueron conscientes de que no formaban parte de ninguna historia “reconocida”, comenzó a tener sentido también para los propios historiadores

y la historiografía. Así, una historia que respondía al modelo único de la evolución humana y sus concepciones mecanicistas del progreso, lineal y continua, defendida por quienes agoraron el fin de la historia, y legitimada por quienes preferían los beneficios que daba “el pertenecer”, dio paso al reconocimiento de la necesidad de una nueva historia, que tendrá que ocuparse de todos los hombres y mujeres, abarcando tanto la diversidad de los espacios y de las culturas como la de los grupos sociales.

La historia debe tener voz en la actualidad, debe participar de los debates, debe proponerlos, debe encontrar el equilibrio entre lo estrictamente académico y la posibilidad de divulgar, de estar presente en el presente, en la discusión que genere propuestas para el futuro. Si bien nadie puede pronosticar lo que vendrá, un presente saludable es siempre más auspicioso.

## Lecturas sugeridas

- Varela, G. y Manara, C. (2000). Tiempos de transición en las fronteras surandinas: de la colonia a la república. En: Bandieri, S. (Coord.), *Cruzando la cordillera. La frontera argentino chilena como espacio social*. Neuquén. CEHIR-UNCo, pp.31-63.
- Pinto Rodríguez, J. (1996). Integración y desintegración de un espacio fronterizo. La Araucanía y las Pampas, 1550-1900. En: Pinto Rodríguez, J. (Ed.), *Araucanía y Pampas. Un mundo fronterizo en América del Sur*. Temuco: Ediciones Universidad de la Frontera, pp.11-46.
- Oszlak, O. (1997). *La formación del Estado argentino. Orden, progreso y organización nacional*. Buenos Aires: Planeta.
- Delrío, W. (2005). *Memorias de expropiación. Sometimiento e incorporación indígena en la Patagonia (1872-1943)*. Buenos Aires: Universidad de Quilmes.
- Lobato, M. Z. (2000). Estado, gobierno y política en el régimen conservador. En: Lobato, M. Z. (Dir.), *Nueva Historia Argentina Tomo V: El progreso, la modernización y sus límites (1880-1916)*. Buenos Aires: Sudamericana, pp. 179-208.

# Reportaje

A Attilio Carraro, profesor de la Universidad de Padua.

por Marcelo Alonso y Fabián Martins

**Una novedosa visión sobre el rol de la enseñanza de la educación física: ¿cómo aporta a una mejora en la Sociedad?**

**Durante el mes de septiembre de 2010, el profesor Attilio Carraro, de la Universidad de Padua, Italia, visitó el Centro Regional Universitario Bariloche para trabajar con docentes locales. Desde la Patagonia difundiendo saberes lo entrevistó para conocer su interesante propuesta de enseñanza de la educación física.**

**Desde la Patagonia (DLP):** Te damos la bienvenida, Attilio, y te pedimos que te presentes a nuestros lectores.

**Attilio Carraro (AC):** Soy Attilio Carraro, trabajo en la Universidad de Padua, que es una universidad italiana situada en el nordeste de Italia, cerca de Venecia.

Con respecto a mi trabajo en el área de la actividad física, desarrollo dos campos principales. Uno de ellos es la relación entre la actividad física y la salud mental, especialmente para utilizar la actividad física en el tratamiento de trastornos psiquiátricos, tales como la depresión, los desórdenes alimenticios y las adicciones, entre ellas el alcoholismo o la drogadicción. El otro campo está más próximo a la educación física y se vincula a la percepción del propio cuerpo, del ser corpóreo, en los chicos y en los jóvenes.

En este contexto de actividad física y vida cotidiana, estamos trabajando el tema de la agresividad, centrandolo en la investigación en la escuela más que en el campo del deporte. Precisamente estoy en Bariloche gestionando un convenio entre las universidades de Padua y del Comahue, en su sede de Bariloche, para desarrollar juntos distintos campos de investigación y la posibilidad de realizar intercambio de profesores y estudiantes en el futuro.

**DLP:** En relación con la investigación, ¿qué trabajo estás desarrollando en este momento?



**AC:** El trabajo que desarrollamos con mi equipo, junto con otros grupos del campo de la educación física, es de investigación empírica. Normalmente se definen los objetivos de la investigación, el marco teórico, los instrumentos de trabajo (por ejemplo, encuestas) y los participantes, elegidos en función de algunas características, como el sexo, la edad, la pertenencia a planes deportivos, etc. Luego se recogen datos sobre los distintos fenómenos estudiados. La investigación puede tener una dirección longitudinal, es decir, que se miden los fenómenos en el tiempo, de acuerdo con cómo y en qué sentido se modifican estos fenómenos. Otra alternativa es la confrontación de resultados de distintos grupos, con diferentes actividades o experiencias. A modo de ejemplo, les contaré uno de nuestros resultados preliminares de un proyecto que trata el tema de la agresividad. Se compararon grupos de alumnos de escuelas expuestas a distintos tratamientos: un grupo se formó con escuelas en las que se ha sometido a los alumnos a la práctica de juegos de lucha durante un mes, mientras que otro grupo se formó con escuelas que proponen actividades en las que los alumnos no tienen contacto directo entre sí (no se tocan), y se registró el nivel de agresividad entre los niños, antes y después de la experiencia. Los resultados muestran que los alumnos que pasaron por la experiencia de los juegos de lucha muestran un mejoramiento en su comportamiento.

**DLP:** ¿Qué otras líneas de trabajo están desarrollando ustedes en relación con la educación física y la salud?

**AC:** Otro tema de trabajo es el sobrepeso u obesidad en los estudiantes, de gran actualidad en Italia en es-



**En la escuela «se busca el alto rendimiento porque el objetivo final es competir, pero no a todos los chicos les gusta competir o medir fuerzas.»**

tos momentos. En referencia a este tema, estamos en la etapa de recolección de datos epidemiológicos, tratando de determinar o conocer la dimensión del fenómeno. Por ejemplo, trabajamos con chicos de diez años en la región del Véneto, en donde encontramos que ese grupo etario tiene una prevalencia de obesidad de alrededor del 34%. También estamos estudiando la relación entre el comportamiento de padres y profesores y el de los alumnos con respecto a la actitud física de los chicos. Ésta es una investigación longitudinal, porque vamos a medir dos fenómenos en el tiempo.

**DLP:** ¿Cómo es la inserción de la educación física en el contexto de la educación general en Italia?

**AC:** Aclaremos aquí que hablamos ahora de la educación física como disciplina escolar, que forma parte de los contenidos de la escuela primaria y secundaria. En la escuela primaria no es obligatorio que las clases sean dadas por profesores de educación física. Son maestros, que tienen una formación universitaria, los que enseñan la actividad física. Los profesores de educación física van a la escuela primaria para desarrollar proyectos específicos, por ejemplo, desarrollar mayor actividad física, promover la actividad deportiva y otros temas similares. En la escuela secundaria del primer nivel (niños de 11 a 14 años) y del segundo nivel (niños de entre 15 y 19 años), se enseñan dos horas por semana de educación física, a cargo de un profesor especializado. En el contexto general de la educación, es considerada una disciplina secundaria, es decir, no se le da el valor dado a otras disciplinas como la matemática, las ciencias o el italiano.

**DLP:** ¿Y qué lugar le darías vos a la disciplina en función de la potencialidad que tiene el área?

**AC:** Para mí debería ser central, porque es la única disciplina donde el cuerpo es el centro de la acción, donde se puede alentar la relación entre personas de manera muy significativa, siendo un espacio que per-

mite liberar una cantidad de sentidos psicológicos. Además, necesitamos alentar a los alumnos para que sean más activos físicamente, ya que uno de los problemas más acuciantes en Italia, así como en la mayor parte de los países industrializados, es el sedentarismo. No hay otra forma más efectiva de promover un estilo de vida activo que a través de la escuela. Por esta razón, creo que la educación física en la escuela debe tener un rol más importante. Asimismo, creo que la forma actual en que se da la educación física no es la más eficaz para cumplir el rol que mencionábamos un poco más arriba. Se enseña como si fuera cualquier otra disciplina. Yo creo que hay que moverse en una dirección nueva, porque el momento histórico y social está pidiendo una intervención diferente.

**DLP:** ¿Podrías profundizar este concepto?

**AC:** Sí, les comentaré un ejemplo a propósito de esto. En el segundo nivel de la escuela secundaria no siempre es fácil para el docente incluir y alentar a todos los alumnos a practicar actividad física, contando con sólo dos horas de clase en la escuela. Pero muchos de estos estudiantes frecuentan gimnasios privados después del horario de clases. Hay así un quiebre respecto del modelo propuesto por la escuela. En ésta se propone mayormente un modelo "deportivo" de enseñanza de la actividad. Cabe preguntarse si este modelo deportivo es el más adecuado, si permite trabajar los conceptos fundamentales de la disciplina e incluir a los alumnos que no practican deportes.

**DLP:** ¿Entonces qué otros modelos posibles de enseñanza hay?

**AC:** Es una pregunta muy difícil, no sé si se puede identificar claramente otro modelo, pero igualmente creo que es necesario repensar el modelo de enseñanza de la educación física actual. Por ejemplo, uno puede preguntarse por qué la actividad elegida institucionalmente sólo puede ser un deporte como el voley, en lugar de proponer actividades más inclusivas y orientadas al aire libre, como por ejemplo, las salidas a la montaña o el ciclismo. En Italia, sobre todo en el norte, las escuelas tienen gimnasios y la actividad física se enseña principalmente dentro del gimnasio.

**«Necesitamos alentar a los alumnos para que sean más activos físicamente, ya que uno de los problemas más acuciantes en Italia, así como en la mayor parte de los países industrializados, es el sedentarismo.»**

Hay pocas experiencias en las que se sale de la escuela y se utiliza el entorno natural.

Otra idea es que se propongan, desde la escuela, actividades deportivas cuya finalidad no sea la competición extrema, como sí suele ocurrir en los clubes deportivos en los que la finalidad es ganar. A partir de estas actividades en la escuela, se puede plantear una visión de la educación física más inclusiva, con mayor respeto por las personas con menos talento o habilidades, o que no tienen la voluntad de practicar un deporte con exigencia de alto nivel, que exige entrenamiento diario y demanda grandes cantidades de tiempo y energía.

**DLP:** Mencionaste la educación física como una disciplina escolar. ¿Puede también pensarse más allá del ámbito de la educación formal? ¿De qué manera?

**AC:** Es una pregunta importante porque lleva a discutir en sentidos diferentes. En Italia se usa el término educación física sólo para definir la disciplina escolar; no se utiliza esa definición para toda la actividad del movimiento que se hace por fuera de la escuela. Para adultos y mayores por fuera de la escuela, se piensan y organizan actividades de manera diferente. Hay en Italia actualmente una gran sensibilidad por el tema de la actividad física y la salud, considerando la actividad física como un medio de prevención de problemas cardiovasculares, de metabolismo, de sobrepeso, y también como un medio importante para mejorar la calidad de vida de los mayores. Se está dando actualmente en Véneto una gran participación de mayores que asisten dos o tres veces por semana a cursos de actividad del movimiento, donde hay actividades gimnásticas, de juegos grupales y bailes. A veces es incluso difícil conseguir lugares en estos cursos, porque hay muchísima gente que participa. Con los jóvenes se da una situación muy particular, ya que al final de la escuela primaria, que es a los diez u once años, aproximadamente el 75% de los chicos participan de actividades deportivas fuera de la escuela. Sin embargo, durante la escuela secundaria este porcentaje se reduce sensiblemente, y al final de la misma, solamente entre un 20 y un 25% de los estudiantes practica algún deporte o actividad fuera de la escuela. Es un



Foto: A. Denegri.

fenómeno de abandono de la actividad física muy marcado, que podría tener varias razones; una de ellas es la fuerte orientación de la actividad deportiva hacia la competencia, que se acentúa con la edad en función del nivel de habilidad. Una sociedad deportiva se interesa en mantener en actividad a chicos y chicas de buen nivel porque va a formar un equipo para “ganar el campeonato”. Se busca el alto rendimiento porque el objetivo final es competir, pero no a todos los chicos les gusta competir o medir fuerzas. La competición es central incluso para la educación física, pero hay diferentes niveles de competición. Uno puede diseñar actividades para que los participantes se diviertan o sólo para ganar un campeonato.

**DLP:** ¿De qué modo se insertan los docentes de educación física en el mundo de la actividad física?

**AC:** Estamos estudiando la relación entre la propia práctica de actividad física del profesor en su tiempo libre y la habilidad de promover actividad en los chicos. Creemos que el profesor que desarrolla más actividad en su tiempo libre tendrá una mejor transmisión de la actividad, más orientada a la motivación y a la inclusión.

**DLP:** En relación con tu viaje a Bariloche y tu contacto con los colegas locales, ¿cuáles son las ideas de trabajo a desarrollar?

**AC:** La idea es formular un proyecto de investigación y una discusión sobre la finalidad de la actividad, fomentando el intercambio de conocimientos y experiencias entre personas de diferente nivel de formación. Aunque sólo hace tres días que estoy trabajando aquí en Bariloche, mi impresión es muy positiva. Me parece que esta institución es muy dinámica y cuenta con personas que tienen muchísimo interés en promover la actividad y desarrollar este centro de estudios.

**Atilio Carraro viajó a Bariloche para gestionar un convenio entre las universidades de Padua y del Comahue. Se busca promover intercambios y desarrollar investigaciones en conjunto.**



**DLP:** ¿Estás trabajando en temas relacionados con la formación docente en educación física? ¿De qué modo?

**AC:** Sí, yo fui director de la Escuela de Especialización del Profesorado en Educación Física de la Universidad de Padua hasta hace dos años. Esta institución se encuentra actualmente inactiva, en espera de una reforma que se está realizando sobre la formación de los profesores italianos. En el pasado era necesaria una estancia en la universidad por cuatro o cinco años, y luego la especialización durante otros dos años para obtener el título de Profesor de Educación Física. La nueva propuesta se orienta al trabajo en la Escuela de Especialización para Profesores de Escuela Secundaria, que comenzará a funcionar a partir de 2011 o 2012. No será de siete años como ahora, sino de cinco, ya que después de la licenciatura (el título en italiano es *laurea*), de nivel básico, se deberá cursar durante dos años para obtener el título de Magíster en Educación Física.

Sin embargo, hay varios problemas relacionados con la formación y el posterior trabajo de los profesores de educación física. El principal problema de la escuela italiana es que puede formarse un número muy reducido de profesores (entre ellos los de educación física), porque en Italia hay un bajo nivel de natalidad. Además, los cambios en la ley jubilatoria hacen que ahora, para los profesores, la edad de retiro sea a los 65 años (anteriormente los profesores se jubilaban teniendo en cuenta la antigüedad en el trabajo). De allí que el número de nuevos profesores que pueden ingresar a dar clases en la escuela es muy bajo. Esta situación constituye un grave problema en varios países industrializados, con baja natalidad, alta expectativa de vida y jubilaciones a mayor edad... es un problema mundial, uno se jubila a los cincuenta años y tiene una expectativa de vida de treinta o treinta y cinco años más, creando la necesidad de garantizar el sueldo de esa persona por medio de más trabajadores en actividad...

**DLP:** Te voy a plantear un problema local. En Bariloche hay una situación social con un alto grado de conflictividad, hay un gran porcentaje de la población

que vive en condiciones de riesgo, con trabajos inestables, familias numerosas, necesidades básicas insatisfechas, escuelas desprovistas de equipamiento y planteles docentes incompletos. Vemos jóvenes en los barrios que no tienen un lugar donde pasar su tiempo libre, que no tienen trabajo, a quienes la escuela no contiene y que no apuestan al deporte porque no lo ven como un valor. Son jóvenes que reciben de la sociedad un mensaje de violencia e imposición; el que grita más, el que porta un arma, es el que manda... Nosotros como universidad queremos aportar para la solución de este tipo de problemas, por lo menos acercando ideas. ¿Cómo podría la educación física realizar un aporte en esta dirección?

**AC:** Éste es un tema fundamental, porque pareciera que la educación o actividad física o el deporte son las últimas cosas en las que se va a pensar en condición de pobreza, de conflicto social, en donde comer cada día es un problema. Sin embargo, yo pienso que la educación física y el deporte son instrumentos muy importantes para, si no resolver conflictos, al menos enfrentarlos, porque la idea central de la práctica es encontrar y encontrarse con los otros: yo voy a jugar contigo, yo voy a competir contigo, no eres el enemigo, eres la persona que me permite participar. Entonces, la educación física se transforma en un instrumento importante para intervenir en la comunidad, también en condiciones de pobreza y de dificultad. Por supuesto, es necesario garantizar ciertas condiciones; no puedo pensar en intervenir mediante el deporte en un lugar donde los chicos no comen dos veces por día, todos los días de la semana, o sólo pueden comer en la escuela, como vi en un barrio muy pobre, cerca de la ciudad de La Plata. También puede proponerse la actividad o educación física, no importa el nombre que se le dé, en las cárceles, en las que ha habido buenas experiencias. Respecto del tema de la agresividad, creo que la actividad física permite trabajar con



**El deporte es «un lenguaje internacional, que tiene una difusión mundial».**

fenómeno tenga la misma dimensión de lo que he visto en Bariloche, por ejemplo.

**DLP:** Volvemos a los juegos de lucha. ¿Cuál es el sentido de los juegos de lucha y cómo podés

las propias emociones, con los propios sentidos, en una forma que en definitiva está muy bien controlada, que tiene una definición clara de las reglas, que permite trabajar juntos. Si decidimos jugar un partido de fútbol, por ejemplo, necesitamos respetar reglas, respetar a los otros, mantener una dimensión muy importante, que es “definir el campo”. Éste es un valor que se agrega a los otros.

No es fácil dar una respuesta a este tipo de preguntas, pero yo creo que se puede intervenir en los lugares de pobreza y de conflicto social por medio de la educación física, con programas específicos. En Italia hay un fuerte problema de inmigración y se piensa que una forma de intervenir es por medio del deporte. Es en definitiva un lenguaje internacional, que tiene una difusión mundial. Los partidos de fútbol del campeonato mundial, por ejemplo, se ven en las casas más ricas y en las más pobres, y los chicos intentarán imitar a los jugadores. En definitiva, considero que la actividad física es un elemento fundamental para mejorar la calidad de vida de las personas, a todos los niveles y en todos los estados...

**DLP:** ¿Qué lugar ocupa la universidad italiana en relación con la resolución de problemáticas sociales? En Argentina llamamos estas intervenciones como actividades de extensión, complementarias de la investigación y la docencia...

**AC:** En Italia, lamentablemente, la extensión no existe. La universidad puede involucrarse con programas comunitarios específicos, para investigar sobre un tema, pero no es el actor principal en el intento de resolver ese problema. La universidad investigará sobre un tema y podrá sugerir acciones o métodos de intervención, pero estas últimas serán desarrolladas por otros actores, como la municipalidad o el gobierno local. En Italia, aunque hay problemas de diferencias sociales, de pobreza y de inmigración, no podemos decir que el

definirlos dentro del ámbito escolar y, en particular, dentro de la educación física?

**AC:** Es interesante este aspecto. En el inicio de nuestra investigación nos propusimos constatar que, en el ámbito de la escuela primaria, los alumnos que no tienen contacto físico con los otros tienen dificultades para mantener un contacto corporal directo. Hay mucha discusión teórica respecto del sentido del contacto directo, que es el que da una mayor seguridad a las personas. Cualquier contacto es importante, desde el saludo, a los juegos. A partir de esto, y de que en Italia en general, y en Véneto en particular, los profesores señalan problemas de comportamiento agresivo, de falta de respeto de las reglas y de peleas entre los alumnos, propusimos una actividad centrada en la lucha. No utilizamos judo, karate ni lucha libre, sino juegos basados en la lucha. De esta manera, los alumnos pueden experimentar el contacto en un contexto bien definido y, a partir de eso, favorecer o cambiar el sentido interior por la agresividad. Los primeros resultados son promisorios, aunque hasta ahora se trata de pequeñas experiencias “de laboratorio”. Es necesario repetir experiencias, trabajar con grupos más grandes y seguir construyendo conocimientos en esa dirección.

**DLP:** Por último, y acorde a una tradición de nuestra revista, queríamos pedirte que cierres esta entrevista con un pensamiento o reflexión final...

**AC:** Yo espero que éste sea el primer paso de un largo camino. Tengo una impresión muy positiva de la Universidad Nacional del Comahue y de Bariloche y creo que se podrá trabajar muy provechosamente en conjunto con los docentes y alumnos de este Centro Regional, involucrando más gente en el trabajo para el futuro...

## LA BIBLIOTECA

Siempre vuelvo en sueños a la casa de mi infancia. Recuerdo cuando nos mudamos allí, yo tenía cuatro años, todo era enorme y desconocido y la primera noche me hice pis en la cama.

Recuerdo también una habitación que llamaban «el escritorio», que no tenía ningún escritorio. Había, sí, una biblioteca, que impregnaba el ambiente de olor a libros y madera. Cuando aprendí a leer empecé a investigar esa biblioteca. Entre los libros descubrí uno encuadernado en tela verde, con letras doradas. Estaba escrito en inglés y yo no entendía nada, pero tenía ilustraciones que me gustaban.

La de la tapa mostraba a dos chicos leyendo ese mismo libro, que también tenía en la tapa a dos chicos leyendo ese mismo libro, que también tenía en la tapa... y así seguía y seguía.

Durante algún tiempo intenté captar hasta el más mínimo detalle de ese vértigo, preguntándome cómo podía ser... ¿dónde y cuándo terminaban las cosas...? Me parecía rarísimo, como una vez que me había visto reflejada en un espejo de tres cuerpos.

Me acuerdo de eso y pienso que los libros son como espejos reflejando espejos y que la literatura es una forma de infinito.

*Luisa Peluffo nació en Buenos Aires y desde 1977 reside en San Carlos de Bariloche. Cursó estudios en la Escuela Nacional de Bellas Artes. Se desempeñó en Producción periodística en Canal 7, en el Semanario Panorama y en el diario La Nación de Buenos Aires. Actualmente colabora en el Diario Río Negro.*



*En 1988 obtuvo la beca Creación en Narrativa otorgada por el Fondo Nacional de las Artes. Es autora de las novelas "Todo eso oyes", "La Doble Vida" y "Nadie baila el tango". Su obra narrativa mereció el Premio Emecé de Novela (1989), el Premio Regional de Narrativa de la Secretaría de Cultura de la Nación (1998) y el Premio Único a Novela Inédita en el Concurso de Literatura del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (2008). También recibió el Premio Regional de Poesía del Fondo Nacional de las Artes, por el libro "La otra orilla" (1988) y, en España, el XVIII Premio «Carmen Conde» por su libro de poemas "Un color inexistente" (2001).*



# LUISA PELUFFO